

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**ESTUDIO DE LOS INDICADORES CLIMÁTICOS COMO UN SABER
DE ALERTA TEMPRANA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA
(*Solanum tuberosum*) EN LA COMUNIDAD TAYPI DE LA CUENCA
CORPUMA**

-MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ-

Por:

Rodrigo Antonio Velasquez Paucara

EL ALTO – BOLIVIA

Diciembre, 2021

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**ESTUDIO DE LOS INDICADORES CLIMATICOS COMO UN SABER DE ALERTA
TEMPRANA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN LA
COMUNIDAD TAYPI DE LA CUENCA CORPUMA**

-MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ-

*Tesis de Grado presentado como requisito
para optar el Título de Ingeniero en
Ingeniería Agrónomica*

Rodrigo Antonio Velasquez Paucara

Asesores:

Ing. Juan Roberto San Martin Morales

Ing. Marisol Cruz Mamani

Tribunal Revisor:

Ing. Laoreano Coronel Quispe

Ing. Roberto Aruquipa Amaru

Ing. Daniel Condori Guarachi

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

A Dios por permitirme a vivir, a mis padres Leoncio Antonio Velásquez Tito y Gladys Paucara Titirico, a mis hermanos Alex, Wilmer y Brenda, a mi pequeña hija Nicole, que fueron parte fundamental para la conclusión del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por todas las bendiciones que ha puesto en mi vida, a mi familia por el apoyo incondicional y comprensión que me han brindado durante el desarrollo del presente trabajo.

A la Universidad Pública de El Alto. Área de Ciencias Agrícolas Pecuarias y Recursos Naturales. Carrera de Ingeniería Agronómica, plantel docente y administrativo por haber contribuido en mi formación profesional.

Al Ing. Juan Roberto San Martín Morales, por su valiosa cooperación y apoyo incondicional como asesor del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Marisol Cruz Mamani, aporte y cooperación como asesor del trabajo de investigación.

A los revisores en las personas de Ing. Laoreano Coronel Quispe, Ing. Roberto Aruquipa Amaru, Ing. Daniel Condori Guarachi, por sus valiosas sugerencias y correcciones.

A mis amigos(as) y compañeros(as) de estudio, y a todas aquellas personas que me alentaron y colaboraron de una u otra manera para culminar el presente trabajo.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
ABREVIATURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. El clima dentro del saber local.....	5
2.2. Importancia de la adaptación de la flora y fauna a los cambios en su medio ambiente	5
2.3. Predicciones climáticas y características de los conocimientos de los habitantes del altiplano	7
2.4. Dimensiones del conocimiento de los campesinos para la predicción climática .	8
2.4.1. Indicadores Biológicos.....	8
2.4.1.1. Los fitoindicadores.....	8

2.4.1.2. Zooindicadores	11
2.4.2. Indicadores astronómicos y fenómenos meteorológicos	15
2.4.3. Indicadores atmosféricos o físicos	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Localización	19
3.1.1. Ubicación geográfica	19
3.1.2. Características edafoclimáticas	20
3.1.2.1. Clima	20
3.1.2.2. Suelo	21
3.1.2.3. Vegetación	21
3.1.2.4. Fauna	22
3.2. Materiales	22
3.2.1. Material de estudio	22
3.2.2. Material de escritorio	23
3.2.3. Material de campo	23
3.3. Metodología	23
3.3.1. Primera etapa: Pre – campo	23
3.3.1.1. Visita y presentación a la comunidad	23
3.3.1.2. Diagnostico	24
3.3.2. Segunda etapa: Campo	24
3.3.2.1. Búsqueda de personas claves	24
3.3.2.2. Reuniones	24
3.3.2.3. Talleres	25
3.3.2.4. Encuesta	25
3.3.2.5. Entrevista	26
3.3.3. Tercera etapa: Gabinete	27

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1.	Identificación de indicadores climáticos	28
4.2.	Recopilación de la interpretación de las señales emitidas por los indicadores del medio ambiente para producción de papa.....	29
4.2.1.	Indicadores biológicos	29
4.2.1.1.	Fitoindicadores.....	29
4.2.1.1.1.	Thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>)	29
4.2.1.1.2.	Q'ota (<i>Junellia minima</i>)	30
4.2.1.1.3.	Añahuaya (<i>Adesmia spinosissima</i>)	31
4.2.1.1.4.	Ch'illiwa (<i>Festuca dolicophylla</i>)	33
4.2.1.1.5.	Sewenka (<i>Cortaderia quila bolivianum</i>)	34
4.2.1.1.6.	Laq'u (<i>Clorophyceae</i>).....	35
4.2.1.1.7.	Totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>).....	36
4.2.1.2.	Zooindicadores	38
4.2.1.2.1.	Leque leque (<i>Vanellus resplendes</i>)	38
4.2.1.2.2.	Zorro andino (<i>Licolapex inca</i>)	39
4.2.1.2.3.	Lagarto (<i>Loliaemus sp.</i>)	41
4.2.2.	Indicadores astronómicos.....	42
4.2.2.1.	Cruz del Sur	42
4.2.2.2.	Siete cabrillas (Qutu)	43
4.2.3.	Indicadores atmosféricos.....	44
4.2.3.1.	Nubes.....	44
4.2.3.2.	Arco Iris	45
4.3.	Sistematización de los diferentes indicadores climáticos locales de la cuenca Corpuma	47
4.3.1.	Sistematización de los indicadores biológicos	47
4.3.2.	Sistematización de los indicadores astronómicos	49

4.3.3.	Sistematización de los indicadores atmosféricos	50
4.4.	Comparación de la afectividad de los conocimientos de la gestión de riesgos agrícolas en la cuenca corpuma.....	51
4.4.1.	Comparación de efectividad de los indicadores biológicos	51
4.4.1.1.	Comparación de efectividad de los fitoindicadores.....	51
4.4.1.1.1.	Thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>)	51
4.4.1.1.2.	Q'ota (<i>Junellia minima</i>)	51
4.4.1.1.3.	Añahuya (<i>Adesmia spinosissima</i>).....	51
4.4.1.1.4.	Ch'illiwa (<i>Festuca dolichophylla</i>)	52
4.4.1.1.5.	Sewenca (<i>Cortaderia quila bolivianum</i>).....	52
4.4.1.1.6.	Laq'u (<i>Clorophyceae</i>).....	52
4.4.1.1.7.	Totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>).....	53
4.4.1.2.	Comparación de la efectividad de los zooidicadores.....	53
4.4.1.2.1.	Leque leque (<i>Vanellus resplendes</i>)	53
4.4.1.2.2.	Zorro andino (<i>Licolapex inca</i>)	54
4.4.1.2.3.	Lagarto (<i>Loliaemus sp.</i>)	54
4.4.2.	Comparación de la efectividad de los indicadores astronómicos.....	55
4.4.2.1.	Cruz del sur.....	55
4.4.2.2.	Siete cabrillas (Qutu)	55
4.4.3.	Comparación de la efectividad de los indicadores atmosféricos.....	56
4.4.3.1.	Nubes.....	56
4.4.3.2.	Arco iris	56
5.	CONCLUSIONES	57
6.	RECOMENDACIONES.....	58
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	59
8.	ANEXOS	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Temperaturas promedio de Corpuma (°C).....	20
Cuadro 2.	Precipitación promedio del municipio de Corpuma (mm)	20
Cuadro 3.	Humedad Relativa del municipio de Corpuma (%)	21
Cuadro 4.	Fauna presente en la cuenca corpuma.....	22
Cuadro 5.	Indicadores climáticos	28
Cuadro 6.	Fitoindicadores.....	47
Cuadro 7.	Zooindicadores	48
Cuadro 8.	Indicadores astronómicos.....	49
Cuadro 9.	Indicadores atmosféricos.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de la cuenca Corpuma.....	19
	Fuente: Elaboración propia	19
Figura 2.	Reunión en Corpa el 5 de junio	25
	Fuente: Elaboración propia	25
Figura 3.	Curso de taller en la comunidad de Corpuma.....	25
	Fuente: Elaboración propia	25
Figura 4.	Entrevistas a Autoridades y personas Claves.....	27
	Fuente: Elaboración propia	27
Figura 5.	Observación por los comunarios de la comunidad Taypi sobre la Floracion de la Thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>).....	30
Figura 6.	Observación por los comunarios de la comunidad Taypi sobre floración de la Q'ota (<i>Junellia minima</i>)	31
Figura 7.	Observación por los comunarios de la comunidad Taypi sobre floración de la Añahuaya (<i>Adesmia Spinossima</i>)	32
Figura 8.	Observación de la planta de Ch'illiwa (<i>Festuca dollicophylla</i>) por los comunarios de Taypi.....	34
Figura 9.	Observación de la Sewenca por los comunarios de Taypi.....	35
Figura 10.	Observación del color intenso del laq'u	36
Figura 11.	Observación de la Altura de la Totora y floración por los comunarios de Taypi	37
Figura 12.	Observación al indicador Leque leque, en la comunidad de Taypi	39
Figura 13.	Observación al Zorro andino en la comunidad de Taypi	40
Figura 14.	Observación al indicador de Lagarto en la comunidad de Taypi.....	42
Figura 15.	Observación de la cruz del Sur, por los comunarios de Taypi.	43
Figura 16.	Observación del Qutu por los comunarios de Taypi	44
Figura 17.	Observación de las nubes por los comunarios	45

Figura 18. Observación del Arco Iris en llluvias, por los comunarios de Taypi.46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Calendario de observación de bioindicadores documentado por comunarios de Corpuma	63
Anexo 2.	Planilla de encuestas.....	63
Anexo 3.	Tomando datos a personas claves en Corpuma	64
Anexo 4.	Tomando datos a nuestros hermanos de la comunidad.....	64
Anexo 5.	Tomando datos a las hermanas de la comunidad	65
Anexo 6.	Participación en talleres con nuestros hermanos de corpuma.....	65
Anexo 7.	Participación en reuniones con hermanos de corpuma.....	66
Anexo 8.	Trabajando con hermanos en corpuma	66
Anexo 9.	Thola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>).....	67
Anexo 10.	Q'ota (<i>Junellia minima</i>).....	67
Anexo 11.	Añahuaya (<i>Adesmia spinossima</i>).....	68
Anexo 12.	Ch'illiwa (<i>Festuca dolicophylla</i>)	68
Anexo 13.	Sewenka (<i>Cortaderia quila bolivianum</i>)	69
Anexo 14.	Laq'u (<i>Clorophyceae</i>)	69
Anexo 15.	Totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>).....	70
Anexo 16.	Leque leque (<i>Vanellus resplendes</i>).....	70
Anexo 17.	Zorro Andino (<i>Licolapex Inca</i>)	71
Anexo 18.	Lagarto (<i>Loliaemus sp.</i>).....	71
Anexo 19.	Cruz del sur.....	72
Anexo 20.	Siete cabrillas (Qutu)	72
Anexo 21.	Nubes.....	73
Anexo 22.	Arco iris	73
Anexo 23.	Últimos días de visita corpuma.....	74

ABREVIATURAS

Cm	Centímetro
CPU	Central Processing Unit
Etc.	etcétera
Km ²	Kilómetros cuadrados
Km	Kilómetro
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
Mm	Milímetro
°C	Grados Celsius
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Ha	hectarea
M	metro
c/una	Cada una

RESUMEN

El presente trabajo de investigación sobre el estudio de indicadores climáticos como un saber de alerta temprana para la producción de papa (*Solanum tuberosum*) en la comunidad Taypi de la cuenca Corpuma, siendo este de carácter cualitativo, bajo la línea de tipo exploratoria descriptivo revalorizada. Los saberes locales son la acumulación de conocimientos y prácticas realizadas por los pueblos que son mantenidas a través del tiempo, en usos y costumbres para la producción agrícola de cada comunidad que son transmitidas generalmente en idioma nativo de generación en generación.

Los saberes locales sobre indicadores climáticos ayudan a mitigar los problemas de esta región ante los eventos climáticos extremos, y los cambios constantes de clima que afecta la producción ya sea con la sequía en época de siembra o con heladas durante el ciclo vegetativo de los cultivos.

Se plantea fortalecer, identificar personas que conocen y manejan saber local para revalorizar y así recuperar conocimientos sobre indicadores climáticos que tengan relación con temperatura y precipitación y de esa manera los productores sean fortalecidos por medio de sus capacidades en resiliencia.

La manera en que se observa los indicadores climáticos proviene de las enseñanzas de generaciones desde tiempos milenarios, los hermanos comunarios han guardado esos conocimientos sobre fitoindicadores, zoindicadores, indicadores atmosféricos e indicadores astronómicos, ya que con este logran priorizar el tipo de decisiones productivas, para decidir que, como, y cuando sembrar sus alimentos este se realiza de una observación e interpretación anticipada.

Los indicadores de mayor uso dentro la comunidad de estudio identificado son: el zorro (utilizado para decidir el lugar y momento de siembra), la thola (utilizada para decidir la época de siembra), como principales indicadores climáticos utilizados por el productor al momento de la planificación agrícola.

Estos conocimientos en la actualidad tienden a erosionarse por distintos factores. Ante este problema se hace necesario revalorizar estos saberes locales que tengan relación con el clima y la producción para la seguridad alimentaria.

ABSTRACT

The present research work on the study of climatic indicators as an early warning knowledge for the production of potato (*Solanum tuberosum*) in the Taypi community of the Corpuma basin, being of a qualitative nature, under the revalued descriptive exploratory line. Local knowledge is the accumulation of knowledge and practices carried out by the peoples that are maintained over time, in uses and customs for the agricultural production of each community that are generally transmitted in the native language from generation to generation.

Local knowledge on climatic indicators helps to mitigate the problems of this region in the face of extreme climatic events, and the constant changes in climate that affect production, either with drought at sowing season or with frosts during the vegetative cycle of crops.

It is proposed to strengthen, identify people who know and handle local knowledge to revalue and thus recover knowledge about climatic indicators that are related to temperature and precipitation and thus producers are strengthened through their resilience capacities.

The way in which the climatic indicators are observed comes from the teachings of generations since millennia, the community brothers have kept this knowledge about phytoindicators, zoindicators, atmospheric indicators and astronomical indicators, since with this they manage to prioritize the type of productive decisions, to deciding what, how, and when to plant their food is done through anticipated observation and interpretation.

The most widely used indicators within the identified study community are: the fox (used to decide the place and time of sowing), the thola (used to decide the sowing season), as the main climatic indicators used by the producer at the time of sowing. agricultural planning.

This knowledge currently tends to be eroded by different factors. Faced with this problem, it is necessary to revalue these local knowledge that is related to the climate and production for food security.

1. INTRODUCCIÓN

En el estudio se ha realizado principalmente en la comunidad taypi, de la cuenca corpuma en el municipio Jesús de Machaca del departamento de La Paz. En esta región se trabajó con familias obteniendo resultados de suma importancia para la producción agrícola, principalmente para la papa (*Solanum tuberosum*).

Desde el tiempo de nuestros abuelos, según sus experiencias, la producción y su planificación se guiaban a través de plantas, animales, astrológicas y otro tipo de indicadores que se observan en la naturaleza. Las plantas como la Waycha, la T'ola, la Sewenka, el huevo del Leqe Leqe, la Vicuña y la flor de Lirio, eran los que indicaban el tiempo de siembra de los productos y principalmente de la papa, estos son considerados indicadores biológicos para saber si es Nayra Mara, Taypi Sata y Qipa Sata. Trabajando de esta manera, se tenía una buena producción agrícola sin la utilización de químicos fertilizantes. (Condori, 2017).

Ellos sabían observar, escuchar y descifrar lo que la misma naturaleza les predecía para obtener una buena siembra, cosecha y post-cosecha de un producto, en este caso la papa, era tan natural de leer y comprender a partir de señales que enviaba la Pachamama y manteniéndose así la relación armónica con la Madre Tierra y el Cosmos. La papa es el cultivo que inicia la rotación de varios de los sistemas de producción agrícola de la región Andina. Por este motivo, el cultivo de papa año tras año es una de las actividades más importantes de la población rural, que involucra además la participación parcial de un importante segmento de población urbana migrante (Quispe, 2014).

Según Kapa (2017), hoy en día, en este tiempo todo esto ha cambiado, el sistema de producción casi ya no se basa a lo que era antes; los agricultores quieren producir con semillas certificadas con la utilización de fertilizantes químicos, para así obtener una producción de buena calidad.

Sin embargo, no se sabe mucho, a nivel sistemático, si fueron ciertas o no esas predicciones adelantadas que anunciaron los campesinos acerca de que el año sería normal o habría sequía. Por otro lado, tampoco se ha verificado si después de las predicciones climáticas de las familias, al final del año agrícola, las cosechas han sido influidas por el tipo de clima que se había pronosticado anteriormente.

1.1. Antecedentes

Quispe (2014), resalta que los Bioindicadores, también llamados indicadores biológicos o conocimientos ancestrales y locales, son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su medio ambiente y se los relaciona con la buena o mala producción del año agrícola.

Esta práctica de la observación de la naturaleza en procura de hallar indicadores naturales de predicción o explicación climatológica, no es nueva en la cultura campesina andina, especialmente para los habitantes en las orillas del Lago Titicaca; sino que los pueblos andinos han ido practicando esta sabiduría desde los tiempos prehispánicos y actualmente está aún en plena vigencia, pero no con tanta intensidad como antes (Condori, 2017).

SABERES ANCESTRALES E INDICADORES NATURALES PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS A DESASTRES AGROPECUARIOS, el objetivo de la cartilla es dar a conocer la importancia de los saberes locales ancestrales de los pueblos campesinos, esto para la revalorización de la cultura y la seguridad alimentaria del país en el marco del respeto a la Madre Tierra; en el contexto actual de innovación tecnológica, promoviendo un dialogo de saberes equilibrado y armonioso que nos permita prepararnos como estado para los futuros cambios (INIAF-FAO, 2013).

CONOCIMIENTO LOCAL EN EL CULTIVO DE LA PAPA, es un libro de gran aporte a presentar panoramas de la vida de productores, mostrando la estructura, roles y funciones de los miembros de las familias alrededor del cultivo de la papa. El libro visualiza la gran importancia de los saberes locales y del apoyo de instituciones ligadas al desarrollo para el progreso de sus comunidades, a través de la implementación que mejoran los sistemas de producción en torno al cultivo de la papa (Canqui y Morales, 2009).

PRONÓSTICOS BASADOS EN LOS BIOINDICADORES LOCALES, La sabiduría de nuestros antepasados con respecto al pronóstico del tiempo y clima se mantiene viva, ellos sabían observar, escuchar y descifrar lo que la misma naturaleza nos predecía para obtener una buena siembra y cosecha, las comunidades aun practican estos pronósticos manteniendo así una relación armónica con la Madre Tierra y el Cosmos (Quispe, 2014).

PERCEPCIÓN CAMPESINA SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y PRONÓSTICO DE LOS BIOINDICADORES RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA COMUNIDADES DE MILLI MILLI E ISQUILLANI, PROVINCIA LOAYZA, el documento manifiesta las inquietudes por la fundación PRODIASUR (Promoción de Desarrollo Integral Autogestionario para el Sur) y las familias campesinas de las comunidades de Milli Milli e Isquillani del municipio de Sapahaqui de Departamento de La Paz, donde se puede observar como los efectos cambiantes del clima van afectando de manera considerable a la producción agrícola (Luna, 2010).

1.2. Planteamiento del problema

El problema central es la pérdida y erosión del conocimiento e información local y ancestral (Indicadores Climáticos) en los últimos años por varias razones como: La migración de la gente del área rural hacia las zonas urbanas que va perdiendo ese hábito de observar y dialogar con la naturaleza, hay menos personas mayores de edad en las comunidades y el cambio climático que va afectando a plantas como animales en su comportamiento fisiológico. Por estos antecedentes, urge la necesidad de recuperar, sistematizar y poner en valor estos conocimientos para los sistemas de producción de agricultura familiar.

Por otro lado, los indicadores naturales (plantas, animales y astronómicos) se usaron y se usan en algunas comunidades todavía para la gestión de aviso anticipado y garantizar la seguridad alimentaria.

1.3. Justificación

Los conocimientos ancestrales se deben registrar, valorar para apoyar a la planificación de producción agrícola, debido a que existe gran pérdida de conocimientos locales y científicos de los productores, también que el cambio climático afecta a la producción agrícola y reduciendo sus ingresos económicos y esto generando migración de la gente del campo hacia la ciudad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Estudiar los indicadores climáticos como un saber de alerta temprana para la producción de papa (*Solanum tuberosum*) en la comunidad Taypi de la cuenca Corpuma en el municipio Jesús de Machaca del departamento de la paz.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar los indicadores climáticos locales plantas, animales, atmosféricos y astronómicos.
- Recopilar la interpretación de las señales emitidas por los indicadores que existe en el medio ambiente para la producción de papa.
- Sistematizar los diferentes indicadores climáticos locales en la comunidad Taypi de la Cuenca Corpuma.
- Comparar la efectividad de los conocimientos en la gestión de riesgos agrícolas en la comunidad Taypi de la Cuenca Corpuma.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. El clima dentro del saber local

Según García (2014) se reconoce que los conocimientos de los habitantes andinos sobre la observación y el análisis de los indicadores naturales para predecir el clima, fueron acumulados durante milenios de años, sin embargo, cabe hacerse la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las bases objetivas y ecológicas que podrían garantizar cierto grado de validez de los conocimientos predictivos de los campesinos?.

La Ecología, al respecto, ofrece muchos argumentos para empezar a verificar que el conocimiento de los campesinos sobre el comportamiento de la biodiversidad silvestre, aunque probablemente con cierto grado de error, puede ser una dimensión básica para prever los cambios climáticos y sus efectos en la diversidad cultivada. A propósito, Erik Antúnez de Mayolo (1976 y 1983), quien ha investigado este tema en la sierra del Perú durante muchos años, sostiene que la adecuación permanente de la fauna y la flora en su habitat, supone que debe mostrar un principio de orden en la naturaleza. Ese orden y su entendimiento por los denominados seres vivos (fauna y flora) les facilitan la oportunidad de adaptarse, existir y reproducirse mediante adecuadas respuestas a las condiciones existentes en el medio y de la predicción frente a los cambios de su entorno, como son por ejemplo, los cambios climáticos.

2.2. Importancia de la adaptación de la flora y fauna a los cambios en su medio ambiente

Las plantas y animales que en millones de años y después de grandes cambios ocurridos en el hábitat en la tierra han logrado sobrevivir mediante el cambio y su adaptación, son aquellos que adecuaron su comportamiento biológico ante las condiciones ambientales cambiantes de su medio (Vasquez, 1993).

Las poblaciones de todas las especies vivas tienen determinadas propiedades que les permiten adaptarse a sus medios respectivos, como son: el potencial biótico, la resistencia ambiental, los patrones de crecimiento (que generan la densidad y crecimiento poblacional), la capacidad de carga, los patrones de natalidad y mortalidad, el índice de mortalidad y fertilidad, etc.. Son propiedades que, generalmente, van de acuerdo con las diversas edades de los integrantes de cada población determinada (Vásquez, 1993). Los

cambios o el comportamiento de esas propiedades de las plantas y animales, sobre todo silvestres, son la base natural y objetiva para que los campesinos efectúen la predicción climática.

Es decir, si entre los meses de junio y octubre (tiempo que en la sierra, por lo general, en las tierras de secano aún no hay cultivos agrícolas) hubiesen cambios anormales de algunas características climáticas como podrían ser irregularidades en la temperatura o las lluvias, entonces esos cambios afectarían el ciclo biológico de las plantas y animales silvestres. Semejantes serían los cambios en la dinámica poblacional de los animales silvestres. Entonces, por analogía se puede prever que meses después cuando se inicia y desarrollan los cultivos agrícolas (de noviembre a abril) esos cambios en el clima podrían afectar de modo parecido a la agricultura (Claverias, 1991).

Esas observaciones de los campesinos reemplazarían el uso de instrumentos modernos como el pluviómetro o el termómetro; pero, aún más, esas observaciones e interpretaciones de indicadores naturales, que se basan en el conocimiento y la comprobación milenaria, no sólo son descripciones frías como cuando se registran o interpretan los datos meteorológicos obtenidos con instrumental moderno: temperatura mínima o máxima o cantidad de lluvias en una día u hora determinada. Las observaciones e interpretaciones de los indicadores naturales, al parecer, tienen otro objetivo en el proceso epistemológico de los campesinos. Su objetivo es la predicción, por ejemplo, de los siguientes fenómenos:

- La ocurrencia de lluvias y temperaturas futuras, sobre todo las heladas.
- El pronóstico de las fechas de siembra: temprana, intermedia o tardía.
- El tipo de cultivos que podría tener mayor éxito.
- Los tipos de plagas y enfermedades que afectarían a cada una de las especies cultivadas.
- Las zonas de producción que deben ser priorizadas para la siembra debido a los impactos de los cambios climáticos, etc.

Podría reconocerse que, a pesar del margen de error que podría tener el conocimiento andino, los instrumentos que manejan los profesionales en este medio no pueden predecir aquellos fenómenos.

2.3. Predicciones climáticas y características de los conocimientos de los habitantes del altiplano

Es necesario recordar que el clima de la región andina, sobre todo en las zonas agroecológicas altas denominadas suni y puna (entre los 3,800 y 5,000 m.s.n.m) es extremadamente rudo, debido a la refacción atmosférica por la altitud respecto al mar. Se efectúan grandes variaciones en la temperatura diaria (día y la noche) y mensual y los vientos son muy fuertes. Estas condiciones (como dice Brack, 1984) son factores muy importantes para la ecología de la flora y la fauna, exigiendo adaptaciones específicas muy considerables.

En estas zonas la temperatura es baja, debido a la altura y la latitud, pero el contraste entre el día y la noche es muy profundo (oscila entre 35 grados C.). Las precipitaciones pluviales se distinguen en dos estaciones muy marcadas: La época de seca entre los meses de mayo a octubre (invierno y parte de la primavera) y la época de lluvias entre los meses de diciembre y abril, aún menores son mayores en los meses de enero a marzo.

En este ecosistema andino, muy variado por cierto, los procesos de adaptaciones (morfológicas y fisiológicas) de la fauna y la flora son muy especiales debido a la rarefacción del aire y a la escasez de oxígeno. Ocurren adaptaciones de los animales y las plantas también de tipo ecológico y en su comportamiento, como es la búsqueda de lugares más adecuados para efectuar mejor su proceso de crecimiento y desarrollo. Por ejemplo, la elección instintiva que hacen las aves sobre el tamaño de sus nidos y los lugares elegidos en los cerros o en los pastos para anidar, así como también el tener tasas de natalidad más bajas en comparación a los mismos animales o plantas que se han adaptado a otras regiones ecológicas (Brack, 1984).

Entonces, las plantas y los animales al adaptarse a estas condiciones climáticas, así como a la altitud y latitud, tuvieron también que desarrollar mecanismos de comportamiento muy finos y precisos para poder sobrevivir en esas condiciones tan adversas, no sólo ante los cambios climáticos regulares como son las estaciones o el día y la noche, sino también ante cambios irregulares como son: sequías en la época que debería ser de lluvias o heladas, granizadas y vientos mucho más intensos que en la épocas normales. Cambios que afectan enormemente a la producción agrícola y ganadera, como también a la misma población humana (Claverias, 1994).

En ese contexto, de ecosistemas muy frágiles, los campesinos andinos han tenido que ir observando, desde tiempos milenarios hasta la actualidad, el comportamiento de las plantas y animales silvestres para predecir lo que podría ocurrir más adelante con el clima y sus probables efectos en la producción agropecuaria (Brack, 1984).

2.4. Dimensiones del conocimiento de los campesinos para la predicción climática

Esas observaciones han sido sistematizadas espontáneamente en su conocimiento, estableciéndose una serie de indicadores climáticos que tienen un nivel convencional dentro de esta sociedad andina. A esos indicadores se les denomina, en forma genérica, como indicadores naturales o climáticos. Estos indicadores se les pueden clasificar básicamente en tres dimensiones:

- Indicadores biológicos:
 - Fitoindicadores
 - Zooindicadores
- Indicadores astronómicos y fenómenos meteorológicos
- Indicadores atmosféricos

2.4.1. Indicadores biológicos

Según Moya y Torres (2008), el ser vivo, organismo o comunidad, es un reflejo fiel del medio en el que crece y se desarrolla. La observación de un ser vivo puede de esta forma ser un indicador de la calidad o de las características del medio.

Ciertamente las plantas y los animales del campo son los primeros en entender las señas y en darse cuenta de lo que va a pasar en este nuevo año. Ellos responden inmediatamente en su conducta a las señas y su respuesta es también una nueva señal para el agricultor atento y sabio (Kessel y Enríquez, 2002).

2.4.1.1. Los fitoindicadores

Se denomina fitoindicadores a las plantas que ayudan a pronosticar el comportamiento del clima, por ejemplo, para la producción agrícola y la época de siembra, temprana o tardía (Colque, 2008).

Según AGRUCO (2001), cuando se habla de plantas indicadoras se refiere especialmente a plantas no cultivadas (flora) propias de cada zona, la observación va dirigida en la mayoría de los casos al momento y la forma como brotan, crecen y florecen, es importante recordar que las plantas integran el efecto del tiempo que a su vez se traduce en determinado comportamiento que refleja el clima.

Por otro lado Crespín (2010) indica que, las plantas poseen una relación con el agua muy estrecha. Por lo general, ciertas especies, son protectoras de los yacimientos de agua superficial y subterránea, y según sea la especie, esta será identificada como indicador de la existencia de este líquido en ciertos niveles de la capa terrestre.

Cacéda (1994) resalta que, entre las plantas silvestres más importantes para predecir el clima, según los campesinos, se encuentra el “sancayo” (es una cactácea). La primera floración se realiza entre los meses de junio y julio. La segunda en agosto y la tercera en noviembre. Una señal de buen año es cuando la floración de esta planta es abundante en el mes de agosto. Los campesinos asocian a esta planta mayormente como indicadora del futuro crecimiento de los tubérculos, principalmente de la papa. Cuando las flores de esa planta están destruidas en determinadas fechas en la estación de invierno, es señal de una mala producción de papa en el verano. Cuando la floración del sancayo es densa indica que la cosecha de papa será abundante. Muy parecida es la indicación de la “pulla pulla”, que es otra cactácea. La floración de esta planta indica la mejor fecha en que se deberá sembrar la papa amarga.

Contrario a la señal del sancayo es la floración de otras plantas silvestres como el “chiji” , cuya floración abundante es indicación de un año de sequía.

Otra planta denomina “sipi-sipi” o “munachiku” , ubicada dentro del grupo “generiaceae”, pronostica la presencia de lluvias en verano. Cuando hay humedad, el fruto aparece enroscado, movimiento que lo efectúa lentamente como las agujas de un reloj (Cáceda, 1994).

La “karihua” es otra planta silvestre muy importante para predecir el clima: lluvias, sequía y heladas. La floración anual de esta planta es un indicador de buen o mal año, así como también si la siembra debe ser temprana, intermedia o tardía. Cuando la floración de la karihua se inicia en agosto es indicador de que la siembra de cultivos agrícolas debe ser adelantada. Cuando la floración de esta planta es en setiembre la siembra debe ser

intermedia; es decir, será un año normal. En un año de sequía la floración es a fines de octubre (Castillo, 2015).

Cuando en el mes de noviembre hay una densa población de la planta denominada “qanlla”, indica que la cosecha de quínua y cañihua será también abundante.

La planta denominada “ñañomiya” (quechua) o “chitinquya” (aymara), ubicada en el grupo de las “solanaceae”, cuando en el mes de octubre tiene una buena fructificación se dice que habrá una buena producción de tubérculos.

La “wirwina” (en quechua y aymara), ubicada en el grupo de las “vernenaceae”, cuando esta planta florece en el mes de noviembre es un indicador de un año con lluvias (entre enero y marzo) apropiadas para los cultivos.

Por otro lado, los campesinos andinos no solamente contemplan pasivamente el crecimiento de las plantas silvestres sino que también experimentan con cultivos previos a la campaña agrícola. Cerca de sus viviendas, los campesinos realizan experimentos en muy pequeñas extensiones de tierra (en tres parcelas muy pequeñas) a las cuales les denominan “muyu”. Allí efectúan tres sembríos de pruebas (en los meses de junio y agosto) de todas las plantas domesticadas que ellos van a sembrar en la siguiente campaña agrícola. El objetivo de esos experimentos es predecir dos aspectos: a) si el año será “bueno” o “malo” y b) si la siembra debe ser temprana, intermedia o tardía (Rossel, 1994)

Esos experimentos son en los meses de la estación de invierno, es decir, cuando no hay lluvias ni cultivos. En una primera parcelita siembran en el mes de junio. La segunda parcelita la siembran en julio. La tercera en el mes de agosto. Después los campesinos van observando todo el proceso vegetativo de las plantas (por especies y variedades) de cada parcela y van registrando los impactos del clima en estas plantas. Así, por ejemplo, si las heladas han destruido a los cultivos de la primera parcela (sembrada en junio), eso indica que la siembra real no debe ser adelantada, sino intermedia o tardía. Y si las tres parcelas son destruidas por el medio ambiente, el año agrícola probablemente será de sequía.

2.4.1.2. Zooindicadores

Según Colque (2008), se denominan zooindicadores a los animales, mediante los cuales se puede pronosticar el comportamiento del clima y su impacto en la producción agrícola.

El comportamiento de los animales conforma un grupo de indicadores climáticos fundamentales para los campesinos andinos que explica ciertos acontecimientos, como: el retorno o escasez de las lluvias y la caída de las heladas (COSUDE, 2006).

AGRUCO (2001) señala que, si la fauna no tuviera una capacidad que les permita prever el clima, hace miles de años habrían desaparecido de la naturaleza, pues los que subsisten son solo aquellos que adecuaron su comportamiento biológico a las condiciones ambientales cambiantes. Los animales poseen la facultad de percepción de los cambios climáticos que ocurren en su hábitat y los presienten y reaccionan adecuadamente a este presentimiento. Esto es observado a su vez por las familias campesinas para la predicción del clima.

Comportamiento de las aves

El comportamiento de estos animales silvestres conforma un grupo de indicadores climáticos fundamentales para los campesinos andinos. En el Altiplano peruano y boliviano, las aves que pueblan el Lago Titicaca y los ríos son muy variadas. Según estudios de biólogos de la Universidad de Puno, en el lago existen 42 especies de aves. Algunas son migratorias que aparecen solo en algunos meses y la mayoría son pobladoras constantes del lago (Claverias, 1994)

Según los campesinos de esta región, se determina qué y cuándo se debe sembrar según la indicación del comportamiento de estas aves. Asimismo, el comportamiento de las aves indican si la cosecha será “buena” o “mala”, si habrá lluvias o sequía, si habrán granizadas o heladas.

Una dificultad para esta investigación es que los nombres vulgares de estas aves (como también las plantas y animales silvestres) varían de comunidad a comunidad, dependiendo mayormente del origen étnico de la población (quechua o aymara).

Para la población ribereña al Lago Titicaca la utilidad del ave “totorelo”, como indicador climático, es el registro de la distancia horizontal que hay entre la ubicación donde han

construido sus nidos y la superficie del lago. Esa medida indica la cantidad de agua que aumentará en el lago con las lluvias en los próximos meses. Eso permite a los campesinos predecir si el año va ser de sequía o lluvioso. El ave “incacocha” ubica su nido a una altura en que subirá el lago; por lo tanto, eso permite que los campesinos calculen si el año será de sequías o de lluvias.

Otro indicador es el comportamiento del ave “pano” (patillo) y el “uslli” (patillo zambullidor). Cuando estas aves ubican sus nidos en la parte alta del totoral (*Scirpus* sp.) señala que como efecto de las lluvias el lago alcanzará una altura cercana al nido; en cambio, si esas aves construyen sus nidos en las partes más bajas del totoral eso indica que habrá sequía. Cuando el ave “huacana” construye sus nidos en la parte alta de los totorales indica que habrán años de lluvia y con sus granidos presagia que pronto habrá heladas. (Chicaiza, 2016)

El ave “lloque lloque” (zambullidores) también hace sus nidos en una distancia a la que deberán llegar ese año las aguas del lago. La orientación de los nidos del ave “comullani” es indicador de heladas y años buenos o malos. Si construye sus nidos en el “ichu” (pasto natural silvestre de la región alta de la sierra) y si la entrada a sus nidos se orienta hacia el sur eso quiere decir que en la época de cultivos habrá heladas y sequías. Y si esas entradas se orientan hacia el norte los campesinos interpretan como presagio de un buen año. Cuando las aves “chupalepisco” ubican la entrada de sus nidos hacia el lago indican que habrá un buen año (Claverias, 1994).

El ave “equecho” con la altura que ubica sus nidos en la pampa presagia un buen o mal año. Cuando ubican sus nidos en las partes bajas será un año de sequía y cuando los ubican en las partes altas de la pampa será un año lluvioso. Y cuando en sus huevos hay manchas grises presagian granizadas en la época de cultivos agrícolas.

El “cuclillo” (pito carpintero) cuando pone sus huevos en las partes alta de las quebradas es indicador que el año será lluvioso. Pero cuando ubica sus huevos en las partes bajas será un año de sequía.

Cuando la “choca” empieza a volar en el mes de julio indica que la siembra debe ser adelantada. Si aova en agosto indica que la siembra debe ser intermedia. La siembra debe ser tardía cuando aova a fines del mes de agosto.

Cuando el año será con lluvias normales la perdiz anida en la parte alta de los pastos denominados "ichu". En cambio, cuando el año va a ser de sequía esta ave anida en las partes baja del ichu.

Cuando las gaviotas del lago chillan en una comunidad es un indicador que allí casi de inmediato habrá tormenta y los campesinos deberán tomar sus precauciones. Si esas mismas aves aparecen con plumaje más blanco que lo normal es una señal de que habrá prontamente una granizada y dañará a los cultivos. Cuando estas aves vuelan cruzando el espacio de una comunidad y no se quedan allí, eso indica que pronto vendrá una heladas y dañará los cultivos, para eso los campesinos, en forma comunal, realizan fogatas y tocan sus cornetas para amortiguar los efectos de esas heladas. Las aves "qelluncho" cuando bajan en parvadas indican que pronto habrán heladas y afectarán a los cultivos. En cambio, el ave "qeulla", que es un indicador de que habrá o no una abundante producción de habas (Claverias, 1994).

El ave "tiquillo" cuando adelanta la fecha de aovación indica que debe efectuarse siembras tempranas y si aova en fechas tardías indica también que la siembra deberá ser tardía. Esta ave también es un indicador para la pesca en el lago. Cuando gorjea indica que el lago estará normal para una buena pesca. Pero si esa ave canta indica que el lago estará muy movido a causa de los vientos y la pesca será muy dificultosa y baja. Esta ave es indicativa del los cambios climáticos cuando se observa la cantidad de huevos que pone. Si pone menos de 6 huevos el año será de sequía. Si pone 8 huevos el año será normal y se pone más de 10 huevos el año será lluvioso.

En ave "qaqa" cuando entre los meses de octubre y noviembre desciende de la puna indica que ya es la época de inicio de las lluvias y cuando regresa a la puna indica que las lluvias se ausentarán.

El ave "quitiquiti", cuando el año va a ser de lluvias normales construye sus nidos de mayor magnitud, entre piedras pequeñas en la tierra y se envuelve muy alegremente en el polvo. En cambio, cuando construye sus nidos pequeños y no muestra esa vitalidad para construirlos, el año será de sequía. Por otro lado, cuando la orientación del nido es hacia el cerro será un año de sequía; por el contrario, cuando el nido se orienta hacia el lago será un año lluvioso. (Claverias, 1991)

El comportamiento de las aves también es vinculado con la práctica ritual en las fiestas de los campesinos. Así, por ejemplo, en la fiesta de la Virgen de la Natividad en el distrito de Paucarcolla, cuando van a iniciar la procesión de la Virgen en la Plaza de Armas espera un grupo de pobladores, entre los que se encuentra un “p’aco” (sacerdote andinos), allí en una casucha construída precariamente para esa ocasión, en su interior se realiza un “pago” a la tierra (rito de pleitesía a la tierra), luego los feligreses acercan a la Virgen a esa casucha y el “p’aco” suelta al ave “unquella” para que vuele . Si el ave vuela hacia el Lago Titicaca, indica que habrá un buen año; por el contrario, si se dirige hacia el cerro indica que habrá un mal año.

Comportamiento de los mamíferos

El zorro es uno de los animales más importantes en la observación campesina sobre los indicadores climáticos. Lo que tratan de escuchar es el aullido de este animal. Cuando es claro, sin atorarse, se dice que será un buen año. En cambio, cuando al final del aullido hay sonidos distorsionados, como que se está atorando, entonces se dice que en ese año habrá sequía. Cuando grita en el mes de agosto es señal de buen año. Su aullido también es analizado para relacionarlo con las predicciones de las fechas de siembra más apropiadas (temprana, intermedia o tardía) y en la zona de producción (en pampa o en la ladera) que es más conveniente sembrar en este año, lo cual está relacionado con la predicción si habrá abundancia o ausencia de las lluvias.

También observan el excremento del zorro. Cuando tiene restos de “chuño” (papa deshidratada), quinua, cebada o papa, es indicador que el año será bueno para todos los cultivos; pero cuando encuentran solamente cebada, entonces, ese año será bueno sólo para ese cultivo. Observan también el excremento de los ovinos, cuando es en forma granulada eso significa que en el año agrícola que sigue habrá bastante producción de papa. (Ramos, 2014)

Los campesinos sacrifican también al ratón y, en forma parecida a lo que hacen con el cuy para diagnosticar las enfermedades de los seres humanos, abren el vientre de ese animal y en sus víceras interpretan el tipo de clima que habrá en los siguientes meses. Semejante es el sacrificio de la llama para observar y predecir el clima a partir del examen de sus víceras y la sangre.

Los campesinos observan cuando el zorrino escarba el suelo es una señal que ese año habrá sequía o muchas heladas. Y cuando arruma tierra en su guarida se dice que ese año será un poco seco o con escasa lluvias.

Comportamiento de los sapos y lagartijas

Los campesinos observan a los sapos y lagartijas, se dice que cuando éstos abundan entonces habrá muchas lluvias y buenas cosechas. También observan la aovación de los sapos y sus relaciones con las fechas para predecir el tipo de año que habrá. El color de los sapos es otra señal; por ejemplo, cuando en un año predomina el color negro eso presagia que habrá buen año de lluvias, en cambio, si mayormente son de color blanco es presagio de escasez de lluvias (Apaza, 2016).

La lagartija cuando tiene la cola completa en los meses de octubre a noviembre es señal que será un buen año; pero cuando es corta o le falta la cola es señal de un mal año.

Otros indicadores de la fauna

Los campesinos tienen un dominio muy importante sobre las inter-relaciones sinérgicas de los distintos componentes de los ecosistemas para predecir anticipadamente, a partir de las observaciones de esas relaciones, lo que podrá ocurrir con el clima en el periodo de desarrollo de los cultivos agrícolas.

Por ejemplo, observan en el comportamiento de las arañas las fechas del desove y su coincidencia con las fechas de las labores agrícolas. Observan también a otros insectos como la luciérnaga y una serie de coleóteros como el “asis” y el “niña curi”.

Los peces (el mauri, el suche y la trucha) también son observados por los campesinos para predecir el clima.

2.4.2. Indicadores astronómicos y fenómenos meteorológicos

AGRUCO (2001) indica que, según la mitología andina, los astros son indicadores óptimos del tiempo y del clima para el año agrícola. Percibir y saber interpretar los cambios ocurridos en su entorno (dialogar con la naturaleza) permite a las familias campesinas contar con pautas suficientes respecto a las características del clima venidero a lo largo del año.

Los campesinos para la predicción climática y sus efectos en las cosechas agrícolas observan también el brillo de las constelaciones de estrellas, las fechas de su aparición, sus movimientos, direcciones y su desaparición.. Con esas observaciones también predicen si habrán heladas (frecuencias e intensidad), lluvias o sequías (Claverías, 1990).

Las constelaciones cuya observación es más importante son: la cruz del sur, la estrella “chejje” u ojo de vicuña (así la denominan nuestros hermanos campesinos aymaras), la forma de las estrellas en red, en arado o en forma de nido del cóndor. Esos indicadores también anuncian si las lluvias serán atrasadas o adelantadas. El conocimiento de los andinos trata de interpretar el movimiento de la luna y la predicción de los fenómenos meteorológicos; por ejemplo, cuando la “awa killa” o la luna nueva está oscura o amarillenta se dice que hay posibilidad de lluvias en ese año. En las mismas fases del ciclo agrícola, la presencia y forma de la luna indica las labores culturales que debe realizarse en los cultivos agrícolas, particularmente en los tubérculos.

Los cometas, según el criterio de los campesinos, anuncian cambios bruscos en la agricultura, escasez de alimentos, desigual distribución de las lluvias anuales, heladas y vientos. La dirección, la velocidad y la temperatura de los vientos, en determinados meses y días presagian sequías, heladas y lluvias (antes del sembrío). Por ejemplo, cuando en el mes de agosto hay mucha presencia de vientos se dice que será un año de lluvias. La presencia de neblinas (en mayo-junio: o sea en la estación de invierno mucho antes del sembrío) en las riberas del Lago Titicaca indica que en lo posterior habrá buenas cosechas. Meses antes de la época de cultivos, cuando se observa la presencia de nieves y nubes en los cerros más altos de la región (los “achachilas” o dioses regionales) indica que las lluvias serán normales y continuadas cuando venga el tiempo de cultivos.

El 24 de junio es la fecha clave para la observación de los cerros (dioses tutelares de las comunidades). En los meses de enero-marzo (época de los cultivos agrícolas) el color azulado de los cerros, como reflejo del movimiento de las nubes y el sol, anuncian que habrán granizadas y afectarán a los cultivos, sobre todo a la quinua y la papa. Los colores del celaje también son señas de la presencia de lluvias futuras. En la época de lluvias y de cultivos agrícolas, la ubicación donde surge el arco iris indica la frecuencia de las precipitaciones pluviales. Por ejemplo, cuando el origen del arco iris se ubica en el lago, se dice que las lluvias continuarán normalmente; pero, cuando su origen se ubica en la tierra indica que las lluvias cesarán. Cuando en la época de cultivos agrícolas se observa

que el clima está muy cálido o hay fuertes rayos de sol, así como en el lago se producen evaporaciones que conforman nubes, son indicadores de la precipitación de granizadas que afectarán a los cultivos.

En suma, los campesinos andinos, como escribe Antúnez de Mayolo (1976 y 1981), para predecir los cambios climáticos realizan diversas observaciones como el resplandor y el color de los rayos y relámpagos en las tormentas eléctricas, el color del sol y los demás planetas (en especial marte, mercurio y saturno), los meteoritos, las pléyades en determinadas fechas del año y la Vía Láctea, cuando allí se ven manchas muy oscuras se dice que el año será lluvioso y habrán cosechas abundantes

2.4.3. Indicadores atmosféricos o físicos

Dentro de los indicadores atmosféricos o físicos, se observa: la frecuencia, el lugar de donde viene, la intensidad y repeticiones de ciertos fenómenos físicos, como ser vientos, nubes (Araujo, 2012)

COSUDE (2006), menciona que la observación de los fenómenos meteorológicos como la lluvia, viento, granizo, nevada, nubes, arco iris, dan pautas de cómo va a ser el comportamiento del clima a corto o largo plazo.

Arco iris.-Tras la lluvia, la aparición del arco iris ayuda a prever nuevos eventos, así, cuando es alto indica que parará la lluvia y habrá sol; si el círculo es bajito, continuará lloviendo.

Cuando el sol o la luna es envuelto con arco iris algunos indica que está enfermo eso es una señal que cae la lluvia o llovizna.

Relámpagos.- Otro fenómeno interesante es el relámpago, el cual igualmente es considerado un indicador. Cuando es blanco, rojizo señal de que continuará lloviendo; si es amarillento o anaranjado, las lluvias cesarán.

Las primeras lluvias.- Cuando cae la primera lluvia y te moja es buena para salud, cuando las primeras gotas esta con burbujas señal que va ver mucha lluvia, cuando el agua corre con espumas también continuara la lluvia.

Lluvias.- la fecha de llegada de las lluvias da indicios del tipo de año agrícola que se puede esperar. Si llueve el día conocido como Presentación (21 de noviembre) o en Santa Bárbara (4 de diciembre), con seguridad que será un año lluvioso. Si no llueve en estas fechas significa que será un año seco; o, si por ejemplo llueve para Todos Santos o en plena fiesta de las almas (1, 2 ó 3 de noviembre), también se debe entender como augurio de año seco, seguramente con muchas plagas.

Si hay lluvias después de estas fiestas es un buen indicio de año lluvioso.

Este indicador atmosférico se vincula con bioindicadores de la siguiente manera: Si el lagarto empieza a escarbar, empezará la lluvia. Cuando el lagarto o el sapo toman un color negro, señal de que lloverá. Cuando aparece un escarabajo negro por primera vez en el año quiere decir que al día siguiente se puede esperar lluvia; si su aparición es en invierno, se acerca una nevada. (Tillmann, 1997)

Nubes.- La forma de las nubes y el color son importantes indicadores en la zona del intersalar. Si vienen como víbora, seguramente con viento frío, las nubes están anunciando granizadas. Es entonces cuando los animales suelen desaparecer, insectos y aves se esconden. “Es que los animales tienen una sensibilidad más desarrollada que nosotros, están más preparados, están más alerta, ya saben anticipadamente lo que va pasar, eso hemos identificado observándolos”.

Cuando la nube está negra, entonces va continuar la lluvia. Cuando es negra, es lluvia; cuando es ploma es que habrá viento.

Si el día 1 de agosto se presentan nubes, las lluvias serán adelantadas, se debe tomar previsiones para una siembra adelantada. Si se nubla el 2 de agosto, las lluvias y siembra serán “en el tiempo medio, ni muy adelantadas ni muy atrasadas”. Si aparecen el 3 de agosto, las lluvias y la siembra serán tardías (CIQ, 2018)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente estudio fue conducido en Corpuma en el municipio de Jesús de Machaca, al encontrarse en plena meseta andina altiplánica, está flanqueada por la Cordillera Occidental y por la Cordillera Oriental. La temperatura media ambiente anual es de 8.5 °C, la máxima media anual es de 17.6 °C, la mínima media anual es de -0.5 °C, la máxima extrema anual es de 22.0 °C (diciembre) y la mínima extrema anual es de -11.0 °C (agosto) (SENAMHI, 2010).

El municipio Jesús de Machaca, cuenta con una superficie territorial aproximada de 939 Km² (93.900 Ha) y representa aproximadamente el 35% del territorio de la provincia Ingavi.

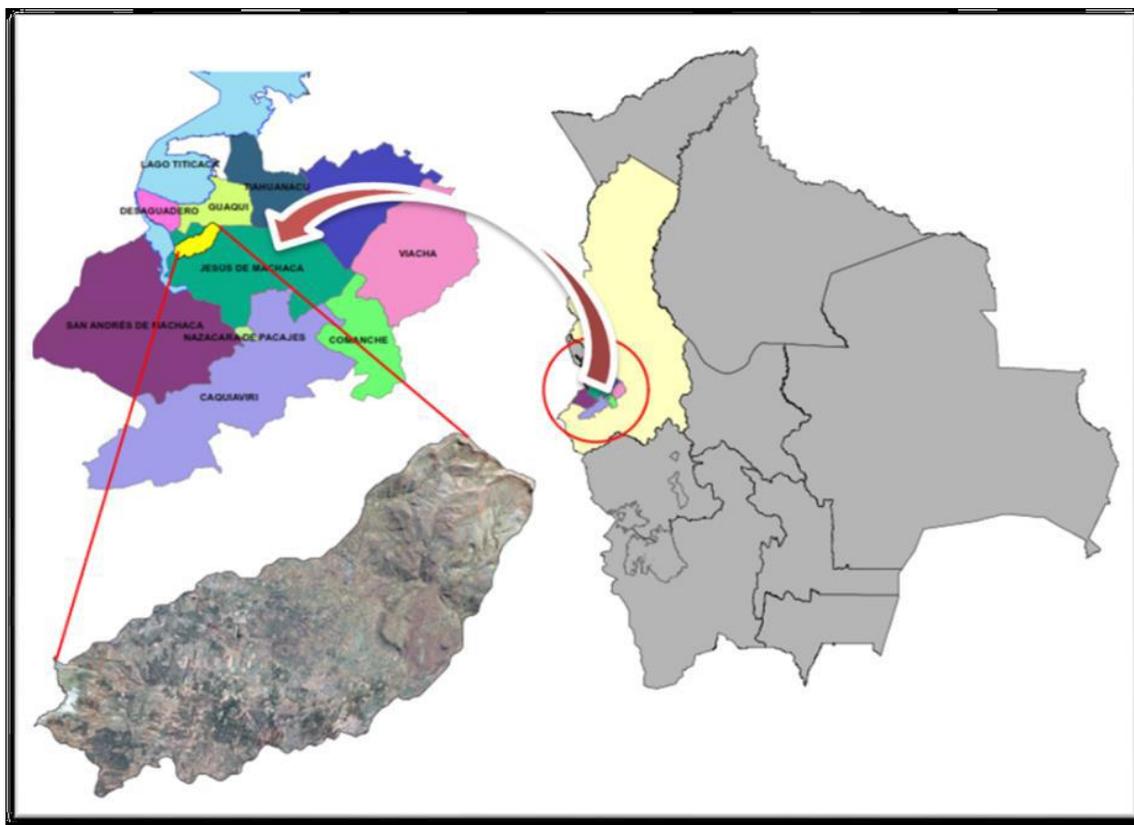


Figura 1. Ubicación de la cuenca Corpuma
Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Características edafoclimáticas

3.1.2.1. Clima

Esta zona tiene un clima de tundra, lo que significa que incluso en los meses más cálidos, las temperaturas son muy bajas. La temperatura promedio en Jesús de Machaca es 7.7 ° C. La variación en las temperaturas durante todo el año es 6.1 ° C.

Cuadro 1. Temperaturas promedio de Corpuma (°C)

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima	16,2	16,3	16,8	17,3	16,2	15,6	15,0	16,3	17,0	18,2	18,2	17,4
Mínima	4,3	3,8	3,1	0,2	-5,4	-7,8	-7,1	-5,5	-1,8	1,6	2,8	4,0
Promedio	10,23	10,09	9,95	8,78	5,40	4,58	3,97	5,25	7,56	9,93	10,49	10,68

Fuente: Elaboración con base al SENAMHI 2010

La distribución de la precipitación en el municipio, se caracteriza por una estacionalidad marcada irregularmente. El periodo lluvioso más intenso se produce durante 6 meses del año (Octubre a Marzo), alcanzando precipitación mensual máxima de 94,26 mm en el mes de enero y el periodo seco, teniendo precipitación mensual mínima de 0,00 mm en el mes de junio. Esta estacionalidad es más marcada en la zona del alto andino del Municipio.

Cuadro 2. Precipitación promedio del municipio de Corpuma (mm)

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
(mm)	94,26	61,00	53,58	17,96	0,56	0,00	7,80	2,72	10,72	25,38	46,06	65,40

Fuente: Elaboración con base SENAMHI 2010

En el cuadro siguiente se puede observar la humedad relativa promedio, la que fluctúa alrededor de 59.98% esto se debe a la afluencia de sus zonas alto andinas pero especialmente a la acción directa del río desaguadero que toma el ambiente semihúmedo y frígido.

Cuadro 3. Humedad Relativa del municipio de Corpuma (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Humedad relativa (%)	72	73	73	65	51	48	50	50	53	57	62	66

Fuente: elaboración con base al SENAMHI 2010

3.1.2.2. Suelo

Los suelos del Municipio en general está conformado por material sedimentario (iluta y bendonita) y material detrítico. Sus características y aptitudes de uso están determinadas por la altitud y factores climáticos. La condición física del suelo es arable, los suelos son poco profundos de 15 a 30 cm, la capa arable presenta una textura de franco arcilloso, con una habilidad de retención de agua moderada. El pH varía ligeramente de acida a neutro (6.4 a 6.8). El contenido de la materia orgánica varía de 0.05 a 3.07% (Trigo, 2007).

3.1.2.3. Vegetación

Existe formación vegetal de una semi-húmeda, es decir, pradera con gramíneas y arbustos. El desarrollo de árboles es sin duda posible en esta región ecológica, como lo demuestran algunas plantaciones aisladas de Kiswara (*Buddleja coriácea*), kewiña (*Polilepis spp.*) y la introducción de eucaliptos. Sin embargo, cientos de años de intensa explotación para obtener materiales de construcción, herramientas y combustible han hecho desaparecer los árboles nativos que son de crecimiento más lento que eucalipto. En las quebradas húmedas crecían probablemente arboles de aliso (*Alnus acuminata*), sauco (*Sambucus peruvianum*), q'inwa y kiswara, entre otros (Montes, 1997).

En la región dominan los cultivos de papa, quinua, cebada y haba (en mínima cantidad), basados en un sistema tradicional de rotación de cultivos que deja muchas parcelas en barbecho, mismas que son utilizadas comúnmente para el pastoreo, así como también la yareta, lo que dificulta su recuperación y deja solamente malezas. Ejemplos típicos de las diversas especies resinosa en la región son la t'ola (*Baccharis sp.*) y plantas espinosas como (*Adesmia sp.*) y (*Tetraglochin sp.*), además de gramíneas duras como el Ichu (*Stipa ichu*) y Waych'a (GAMJM, 2016).

3.1.2.4. Fauna

Pese a la fría temperatura, la considerable altitud andina y escasa humedad, este es el hábitat natural de una variedad de especies animales. Entre los roedores más característicos están el tuco-tuco o tojo. La poca profundidad y la pedregosidad del suelo son limitantes para la fauna endógena (insectos), que muestre por esto una dominancia de la mezo fauna como arañas, coleópteros como curculionidos, tenebrionidos, carábidos y hormigas. Generalmente, estos insectos abandonan el suelo subterráneo solamente cuando las condiciones climáticas son muy favorables (GAMJM, 2010).

Bajo las piedras y escondidos entre ellas, se pueden encontrar muchos insectos, ratones, ranas y lagartijas. También están zorros y zorrinos; entre las aves destacan: codornices, cóndores, halcones, suris, Marías, etc. Cerca de las praderas rocosas, la vizcacha de altura busca el calor acumulado por las rocas (GAMJM, 2016).

Cuadro 4. Fauna presente en la cuenca corpuma.

Nombre común	Nombre científico
Liebre	<i>(Ortalagus curriculus)</i>
Vizcacha	<i>(Lagidium viscaccia)</i>
Zorrino	<i>(Conepatus chinga rex)</i>
Ratón	<i>(Mus musculus)</i>
Águila	<i>(Spizaethus)</i>
Búho	<i>(Tylo Alba)</i>
Leque leque	<i>(Prilorelys resplendens)</i>
Perdiz	<i>(Nothoprocta omata)</i>
Zorro	<i>(Lycalopex culpaeus)</i>

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas a comunarios.

3.2. Materiales

3.2.1. Material de estudio

- Personajes mayores de edad que este consta de los 45 años hacia adelante, se tomó este grupo de personas debido a que tienden a tener más conocimientos sobre saberes locales como los indicadores climáticos.

3.2.2. Material de escritorio

- Equipo de computación
- Impresora
- Flash memory
- Papel bond
- Lápices
- Bolígrafos

3.2.3. Material de campo

- Cámara fotográfica
- Libreta y cuaderno de campo
- Tablero de campo
- Hojas de encuestas

3.3. Metodología

El siguiente trabajo consta en tres partes las cuales son:

- ✓ Primera etapa pre – campo
- ✓ Segunda etapa campo
- ✓ Tercera etapa gabinete

3.3.1. Primera etapa: Pre – campo

3.3.1.1. Visita y presentación a la comunidad

Para la realización del presente estudio en una comunidad el primer paso fue la presentación a las autoridades máximas esto conformado por: JiliriMallku Originario, JiliriMallkuTayka, Sullca Mallku K'ora K'ora, Sullca Mallku Taypi centro, Yapucamani (Yapumallku) y a los

hermanos comunarios, es de dicha importancia la presentación porque vas visitando el lugar y se debe pedir permiso para poder obtener datos que se planteó en los objetivos.

3.3.1.2. Diagnostico

Para el estudio de diagnóstico de una familia o comunidad es mediante un acompañamiento dinámico orientado hacia un caso limitado que nos acerca a las familias para responder y analizar la racionalidad y visión integral de la comunidad de análisis por lo que exige mayor cuidado y sutileza en la selección de familias (San Martín, 1997).

Con el diagnóstico realizado lo que se quiere lograr es la adquisición de datos e información esto nos ayudó a obtener información y poder conocer mejor su organización de este se realizara las siguientes actividades.

- Participación en reuniones
- Identificación de personas claves
- Identificar la organización sociocultural

3.3.2. Segunda etapa: Campo

3.3.2.1. Búsqueda de personas claves

Una vez ingresando a la comunidad se realizó la identificación de personas que nos puedan ayudar a realizar el trabajo de investigación para dicha actividad se realiza las siguientes actividades.

3.3.2.2. Reuniones

Las reuniones comunitarias son una característica común de las campañas. Para tener el efecto máximo, las reuniones deberían ser dinámicas e interactivas, y estar bien moderadas, en particular si hay segmentos de preguntas y respuestas. En algunos entornos en que la interacción de hombres y mujeres puede estar restringida (por ejemplo en las comunidades en que los hombres y las mujeres no pueden estar juntos en público).



Figura 2. Reunión en Corpa el 5 de junio
Fuente: Elaboración propia

3.3.2.3. Talleres

Esta técnica nos ayuda a recibir información de interés para poder realizar el trabajo de investigación, en estos cursos talleres son participes los comunarios de los cuatro ayllus de la Marka Corpa.



Figura 3. Curso de taller en la comunidad de Corpuma
Fuente: Elaboración propia

3.3.2.4. Encuesta

Esta técnica consiste en el acopio de testimonios orales o escritos, de personas vivas con el fin de obtener resultados planteados (Tecla y Garza, 1974).

En las comunidades para llegar a obtener información es muy importante primero llegar a consultar si se puede realizar dicha actividad y previamente empezar con la encuesta ya que muchos comunarios tanto hombres como mujeres tienen actividades de trabajo diario y por el factor tiempo no se tiene un buen planteamiento de práctica de parte del entrevistador ya que son personas activas.

Para realizar una encuesta aleatoria no necesariamente se la hace a toda la comunidad en este caso se la realiza a las autoridades de la Marka Corpa ahí incluyen las Autoridades del Ayllu Taypi, de igual manera la entrevista y encuesta se la puede realizar a personas que tengan la disponibilidad de tiempo y de interés raras veces se aprovecha los eventos de reunión o actividades así se puede tener una conversación con grupos de personas siempre con el debido respeto.

3.3.2.5. Entrevista

La entrevista estructurada: sigue una serie de preguntas fijas que han sido preparadas con anterioridad y se aplican las mismas preguntas a todos los entrevistados

La entrevista no estructurada: también recibe el nombre de entrevista libre. En ella se trabaja con preguntas abiertas, sin un orden preestablecido, adquiriendo las características de conversación y permitiendo la espontaneidad. Esta técnica consiste en realizar preguntas de acuerdo a las respuestas que vayan surgiendo durante la entrevista.

La entrevista mixta o semiestructurada: es una mezcla de las dos anteriores. Por tanto, el entrevistador alterna preguntas estructuradas y preguntas espontáneas. Este tipo de entrevista es más completa que la estructurada y la no estructurada ya que, al poseer los beneficios de ambas, permite comparar entre los diferentes candidatos y también permite profundizar en las características específicas de éstos.

En las entrevistas es necesario dar con personas claves como ser autoridades no sin antes ofrecer un presente puede ser coca, comida, la razón de entregar primero un pequeño presente es por respeto no sin antes pedir permiso y así continuar con la entrevista para poder sacar información de interés lo más acertado para mi trabajo era ir con autoridades de la Marka Corpa como también representantes de las organizaciones existentes.

El tipo de entrevista que se realizó en esta investigación es: Entrevista Mixta.



Figura 4. Entrevistas a Autoridades y personas Claves

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Tercera etapa: Gabinete

En esta etapa se tomó como conclusión la adquisición de datos quiere decir que una vez conseguido la información se pudo entrar en la etapa de gabinete clasificando los datos obtenidos según lo planteado en las entrevistas y talleres a personas claves de la comunidad y pobladores en general, la información también se dio vía comunicación, realizando las dos primeras etapas se entró a pasar los resultados y redactar en la tesis.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación de indicadores climáticos

Cuadro 5. Indicadores climáticos

INDICADORES CLIMATICOS DE LA CUENCA CORPUMA	
FITOINDICADORES	
Nombre común	Nombre científico
Thola	<i>(Parastrephia lepidophylla)</i>
Q'ota	<i>(Junellia minima)</i>
Añahuaya	<i>(Adesmia spinossima)</i>
Ch'illiwa	<i>(Festuca dolicophylla)</i>
Sewenka	<i>(Cortaderia quila bolivianum)</i>
Laq'u	<i>(Clorophyceae)</i>
Totora	<i>(Schoenoplectus californicus)</i>
ZOOINDICADORES	
Nombre común	Nombre científico
Leque leque	<i>(Vanellus resplendes)</i>
Zorro andino	<i>(Licolapex inca)</i>
Lagarto	<i>(Loliaemus sp.)</i>
INDICADORES ASTRONÓMICOS	INDICADORES ATMOSFÉRICOS
Cruz del Sur	Nubes
Siete cabrillas (Qutu)	Arco iris

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas realizadas

4.2. Recopilación de la interpretación de las señales emitidas por los indicadores del medio ambiente para producción de papa.

4.2.1. Indicadores biológicos

4.2.1.1. Fitoindicadores

4.2.1.1.1. Thola (*Parastrephia lepidophylla*)

La thola es una planta de la familia de las asteráceas, es una especie arbustiva erecta que mide de 1 a 2 metros de alto, sus hojas se encuentran dispuestas en espiral en forma de escamas, las flores son de color amarillo, compuestas. Los tallos basales son más duros porque llevan en su interior el compuesto llamado lignina, las ramas terminales son de color verde cenizo, las flores son marginales y de color amarillo (Santos, 2011).

¿Qué se observa en la floración de la thola y cuál es su significado?

Se observa cada momento de floración de la thola que corresponde a cada época de siembra de papa, y la producción de semilla de cada floración de la thola, el cual está relacionado con la producción de papa de las tres épocas de siembra de papa (primera, segunda y tercera siembra).

Si durante la **primera floración** de la thola se presenta una lluvia o helada y las flores de la thola son dañadas, entonces anuncia que habrá presencia de helada que afectara a la primera siembra de papa “nayra sata” durante el cultivo de la papa.

Si durante la **segunda floración** de la thola las flores no son dañadas por la lluvia o helada entonces significa que no habrá heladas que afecten a la segunda siembra de papa “Taypi sata” durante el ciclo de la papa. De la misma manera se observa la **tercera floración** que está relacionada con la tercera siembra o siembra tardía “Qhepa sata”

Otro punto si la primera floración de la thola no tiene buena **cantidad de semillas**, entonces se anuncia que la primera siembra de papa no tendrá buena producción de papa. Pero si la segunda floración de la thola se produce bastante semilla eso significa que habrá buena producción de papa para la segunda siembra.

¿Cuándo se observa?

Este indicador natural se observa a finales del mes de agosto y en el mes de septiembre en la comunidad de Taypi.

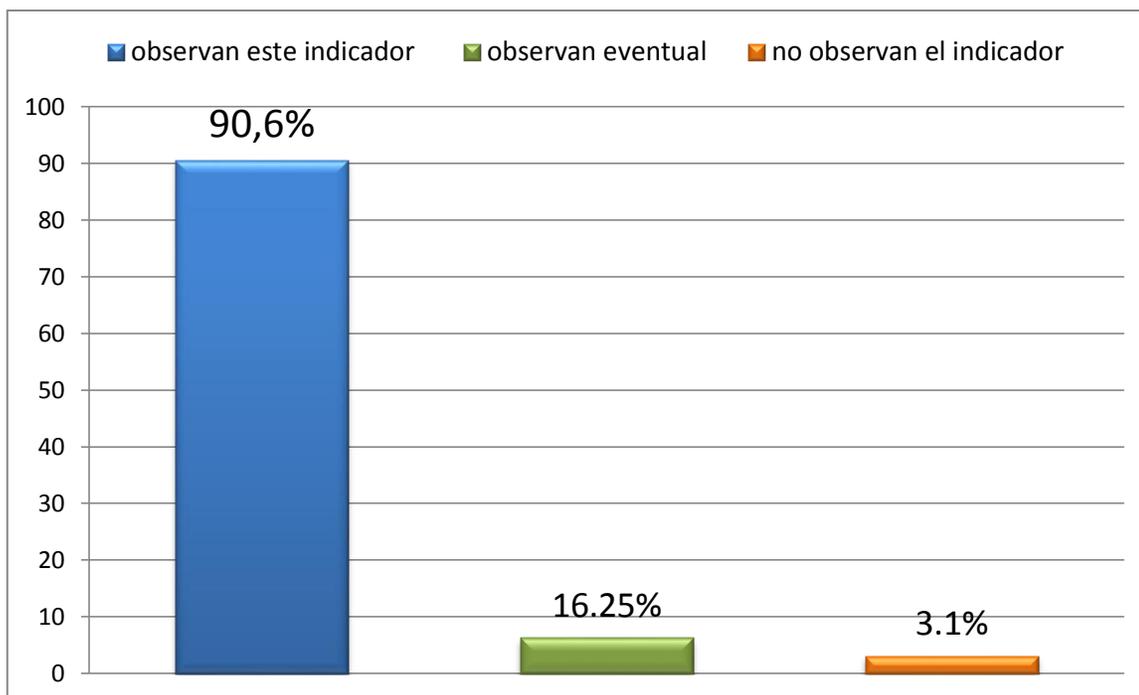


Figura 5. Observación por los comunarios de la comunidad Taypi sobre la Floración de la Thola (*Parastrephia lepidophylla*)

El 90,6% de los comunarios observan este Fito-indicador para guiarse en la siembra de papa, el 16,25% lo ve eventualmente y el 3,1% no se guía para sembrar papa por este indicador en la comunidad de Taypi.

4.2.1.1.2. Q'ota (*Junellia minima*)

Es un género de plantas fanerógamas pertenecientes a la familia de las verbenáceas. Es nativo de Sudamérica e Islas Malvinas. Es una plántula pequeña, forma cojines de entre 1 y 2 cm de altura. Hojas lanceoladas, opuestas, diminutas. Flor hermafrodita, blanca a lila. Inflorescencia de 2 a 3 flores.

¿Qué se observa y cuál es su significado en la q'ota?

Se observa la floración, si la flor se marchita indica que habrá riesgo de heladas, cuando la planta florece es posible que realicen la siembra de papa, y en cuanto la floración es abundante y tupida nos indica que habrá buena producción de papa.

¿Cuándo se observa?

Se observa en entre los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero.

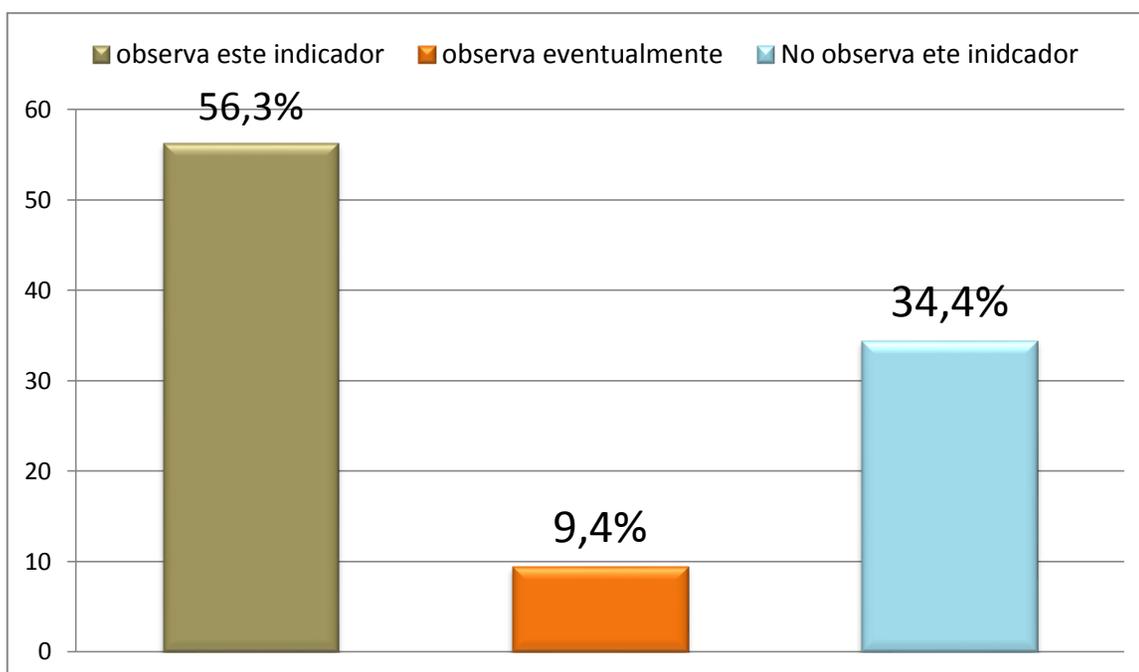


Figura 6. Observación por los comunarios de la comunidad Taypi sobre floración de la Q'ota (*Junellia minima*)

Entre las encuestas que se realizó a los comunarios el 56% observa este indicador para guiarse con la siembra de papa, el 10% lo hace eventualmente, y el 34% de los comunarios no se basan este indicador.

4.2.1.1.3. Añahuaya (*Adesmia spinosissima*)

(*Adesmia spinosissima*), añahuaya, anagua, canlla, es una especie de planta con flores, arbustiva de leguminosas de la subfamilia Faboideae. Vive entre 2000 y 3500 msnm en el sur de la cordillera de los Andes.

Es un arbusto que no alcanza 160 cm de altura, perenne, ramas erectas, corteza parda, poco espinoso, hojas aciculares de 1-2,5 cm de largo, enmanojadas, flores diminutas, amarillas; frutos muy plumosos.

¿Qué se observa y cuál es su significado de la ñahuaya?

Se observa cuando florece en gran cantidad nos indica que ya es hora de sembrar papa, si la floración es en toda la planta nos indica que será un buen año, y un mal año si tiene poca floración.

¿Cuándo se observa?

Este indicador biológico se puede observar entre los meses de septiembre a octubre (floración).

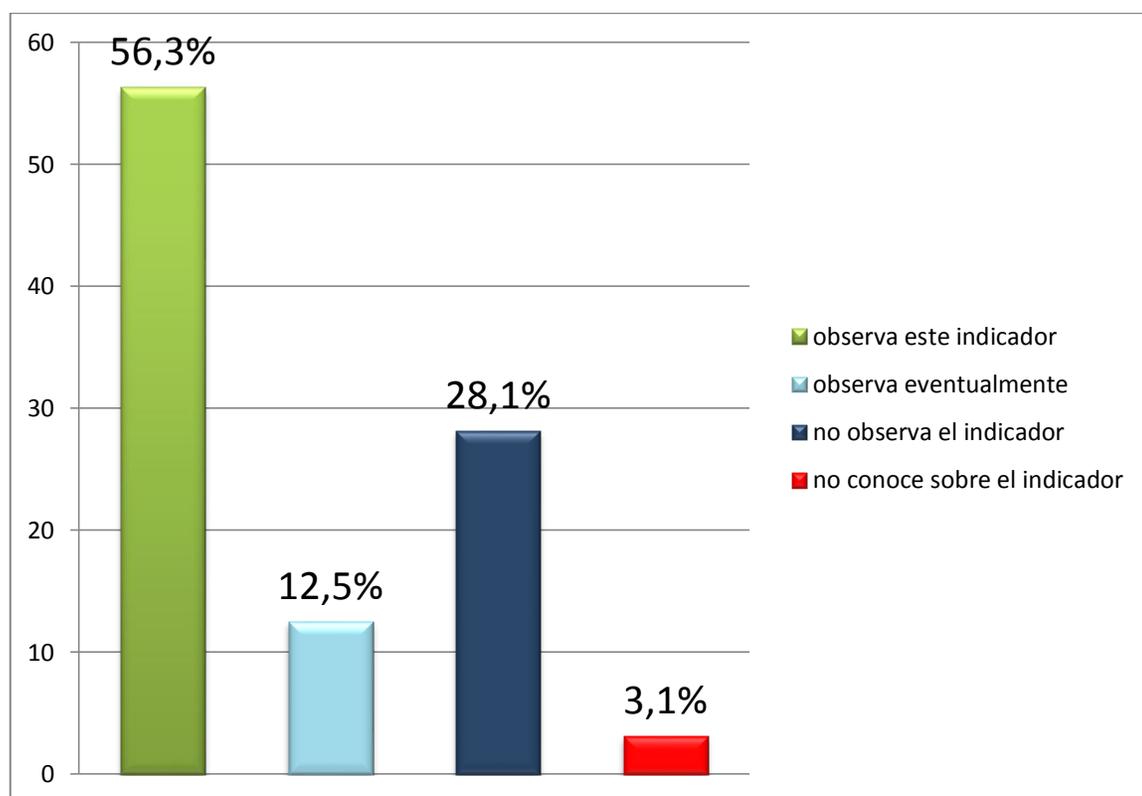


Figura 7. Observación por los comunarios de la comunidad Taypi sobre floración de la Ñahuaya (*Adesmia Spinossima*)

En los resultados obtenidos por las encuestas el 56% de los comunarios de la comunidad Taypi observa este indicador, el 28% no observa el indicador, el 13% observa eventualmente y el 3% no conoce sobre el indicador biológico mencionado.

4.2.1.1.4. Ch'illiwa (*Festuca dollicophylla*)

Tiene rizomas no alargados. Tallos de 50-90 cm de altura, glabros a escabrosos. Vainas escabrosas, pajizas, no fibrosas, los márgenes libres; aurículas ausentes; lígula de 1.8-2.7 mm, ciliolada, con extensiones laterales hasta 3 mm; láminas 10-20 cm x 0.8-1.4 mm, involutas y permanentemente enrolladas, escabriúsculas en el envés y el haz; esclerénquima abaxial con trabas por debajo de los haces vasculares e islotes irregulares discontinuos entre los haces vasculares; esclerénquima adaxial con trabas por encima de los haces vasculares más grandes, ausentes por encima de los haces vasculares más pequeños; células buliformes no evidentes. Panículas 12-20 x 3-7 cm, abiertas, laxas, algo nutantes; eje escabroso; ramas más inferiores 6-10 cm, solitarias o pareadas, ascendentes a patentes, desnudas en el 1/2 inferior; pedicelos escabriúsculos. Espiguillas 12-13 mm; gluma inferior 4.5-5 mm, lanceolada, 1-nervia; gluma superior 5.7-6.2 mm; lemas 6-7.2 mm, escabrosas, diminutamente 2-denticuladas, las aristas 0.1-1 mm; anteras 2.6-3.3 mm; ovario glabro

¿Qué se observa y cuál es su significado de la ch'illiwa?

Si el tallo es de color transparente y además parece como si tuviera escamas, significa que las lluvias serán normales, por lo tanto se espera tener una buena producción.

Si las semillas, que son granos, han madurado bien y además son granos grandes y abundantes nos dice que la producción será buena.

¿Cuándo se observa?

La ch'illiwa se observa en los meses de octubre hasta diciembre (maduración de la semilla).

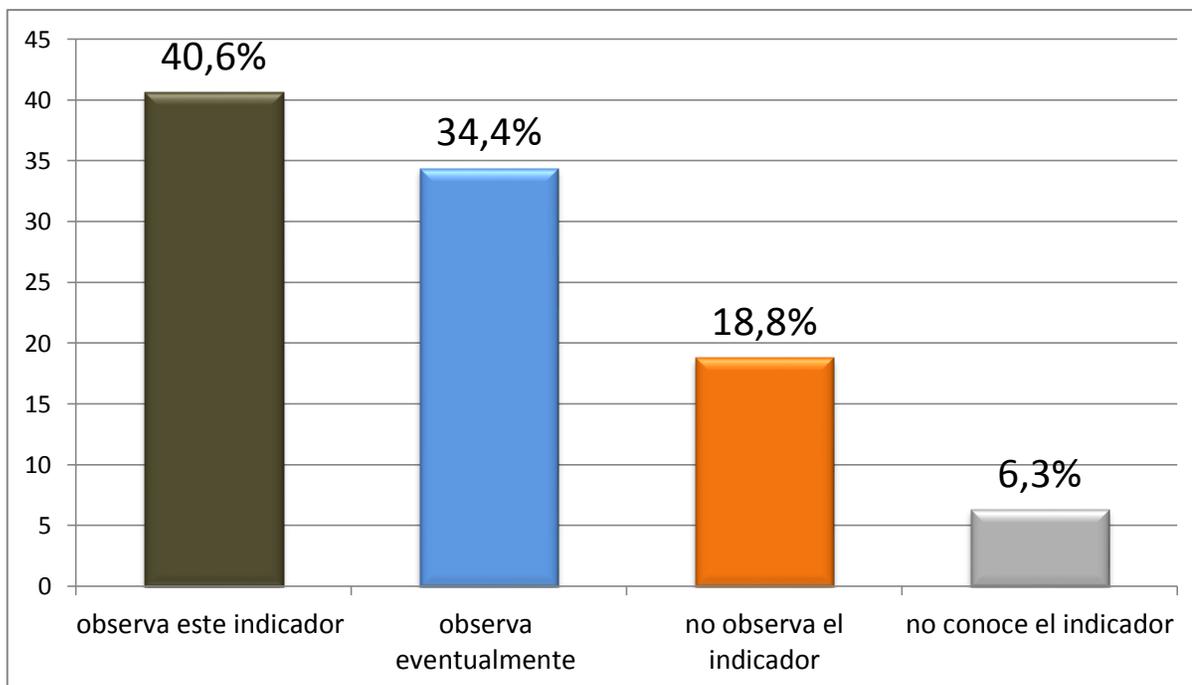


Figura 8. Observación de la planta de Ch'illiwa (*Festuca dolichophylla*) por los comunarios de Taypi

En base a las encuestas realizadas el 41% de los comunarios observa este indicador para predecir las lluvias, el 34% observa eventualmente el 19% no observa el indicador, y el 6% no conoce sobre tema ya mencionado.

4.2.1.1.5. Sewenka (*Cortaderia quila bolivianum*)

Crece en densa masa, pudiendo alcanzar 3 m de altura; hojas perennes, largas y finas, 1–2 m de largo y 1 cm ancho, con bordes muy afilados (debiéndosela manipular con cuidado), color verde azulinas, pero pueden llegar a gris plateadas. Flores en densa panícula blanca de 3–9 dm de largo y 2–3 m de altura sus varas florales; sus espiguillas de 15-25 mm, c/una con 4-6 flores. Flores masculinas con 3-estambres, ovario rudimentario; femeninas con un ovario desarrollado y dos estilos plumosos. Florece a fines del verano.

¿Qué se observa y cuál es su significado de la sewenka?

Si la floración se da en los meses de enero y febrero, coincide con la época de lluvias, cuando se produce el segundo momento de la floración significa que la época de lluvias está por terminar.

¿Cuándo se observa?

Se observa la floración de la sewnka en los meses de enero y febrero.

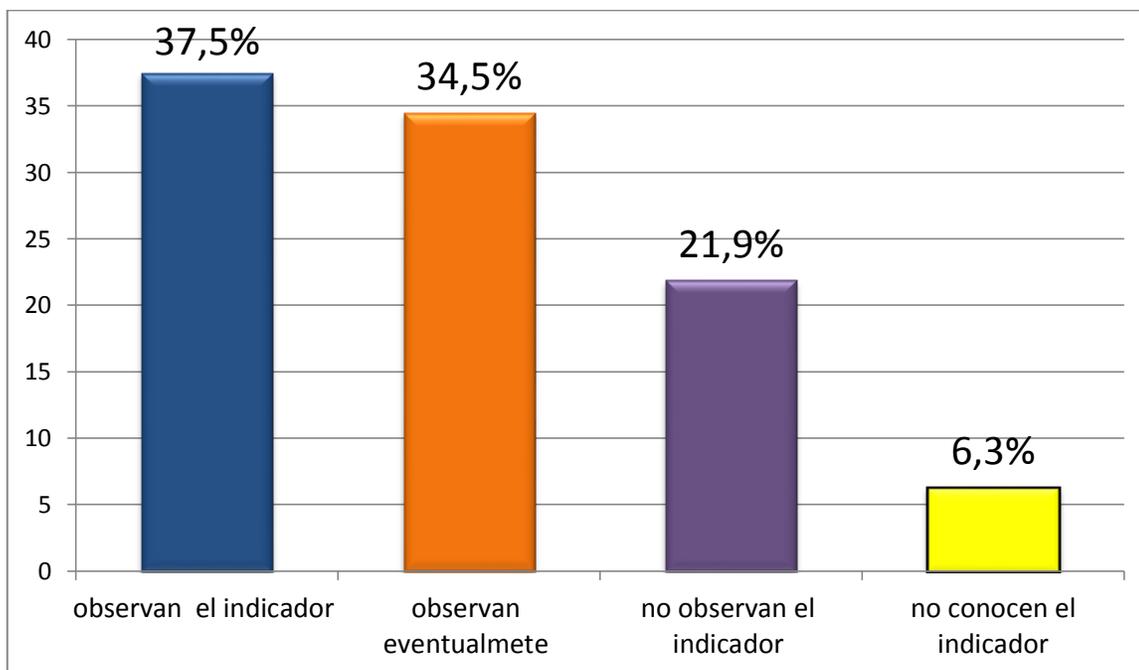


Figura 9. Observación de la Sewenca por los comunarios de Taypi

Este indicador de la sewenka es observado por el 37% de los comunarios, ya que el 35% observa eventualmente, el 22% no observa la sewenka y el 6% no conoce el indicador biológico.

4.2.1.1.6. Laq'u (*Chlorophyceae*)

Las Chlorophyceae son una de las clases de algas verdes, que se distinguen básicamente por su morfología ultraestructural. Por ejemplo la clorofícea "clado CW", y la clorofícea "clado DO", se definen por la disposición de sus flagelos.

Los miembros del clado CW tienen el flagelo desplazado en el sentido dextrógiro u horario de su nombre en inglés clock wise, CW, por ejemplo Chlamydomonadales. Los miembros del clado DO tienen los flagelos opuestos, por ejemplo Sphaeropleales.

¿Qué se observa y cuál es su significado del laq'u?

Si posee un color verde intenso, se pronostica un año con buena producción, pero si es color marrón se pronostica poca producción

¿Cuándo se observa?

El color de la planta (alga) se observa en los meses de septiembre a octubre.

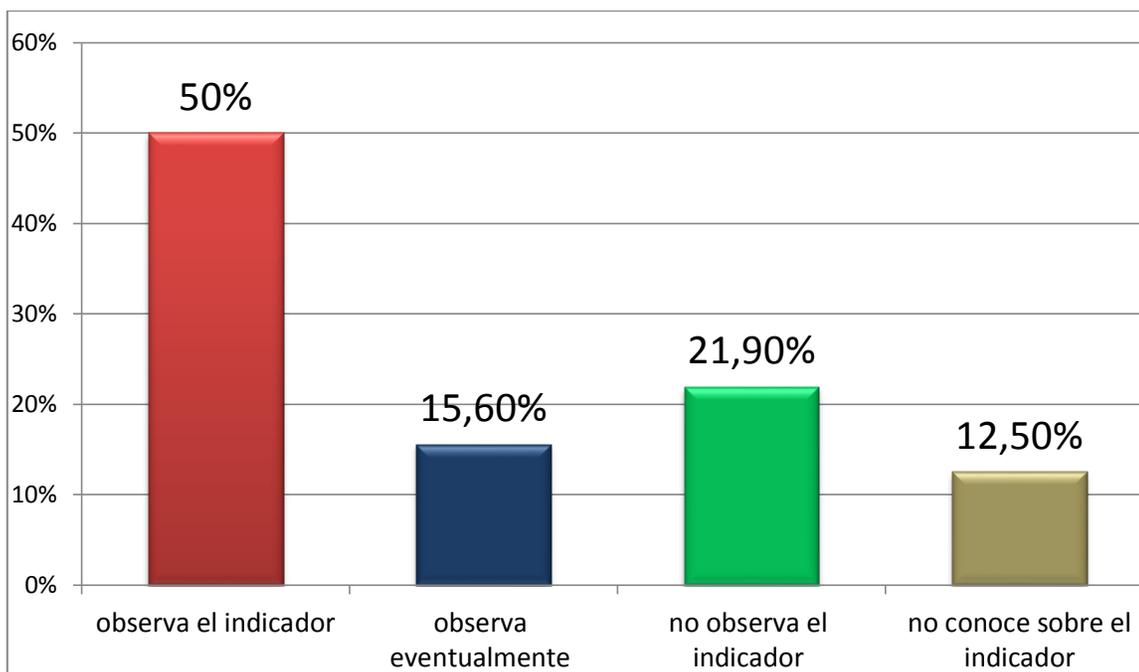


Figura 10. Observación del color intenso del laq'u

Como se ve en grafica el 50% observa el laq'u como un indicador para saber si hay una buena producción o mala producción, el 16% observa eventualmente el indicador, el 22% de los comunarios no observa este indicador, y el 12% no sabe al respecto.

4.2.1.1.7. Totora (*Schoenoplectus californicus*)

Esta es una hierba perenne, de escaso porte, fasciculada, con raíces fibrosas. El tallo es cespitoso, erecto, liso, trígono, terete (circular en la sección transversal) o acostillado, sin presentar tuberosidades en la base. Las hojas de la sección inferior presentan vainas foliares carentes de láminas; las superiores las desarrollan ocasionalmente.

La inflorescencia es un agregado simple y pseudolateral de espiguillas; tiene una bráctea erecta, que semeja una continuación del tallo. Las espigüelas son hermafroditas, abundantes, sésiles, ovoides u oblongas. Presenta glumas espiraladas, deciduas, ovadas, redondas en la parte posterior, con una nervadura media fuerte y una lateral inconspicua u obsoleta; la raquilla es persistente.

Las flores son hermafroditas; el perianto tiene entre 2 7 6 escamas. Los estambres son tres, y los estilos dos. Los frutos son aquenios lenticulares, biconvexos o aplanadoconvexo, lisos o transversalmente rugosos.

¿Qué es lo que se observa y cuál es su significado de la Totora?

Si la totora crece alta, y en consecuencia su flor y fruto se sitúan muy arriba, esto significa que será un año lluvioso.

¿Cuándo se observa?

La altura de la totora se observa entre los meses de agosto a octubre.

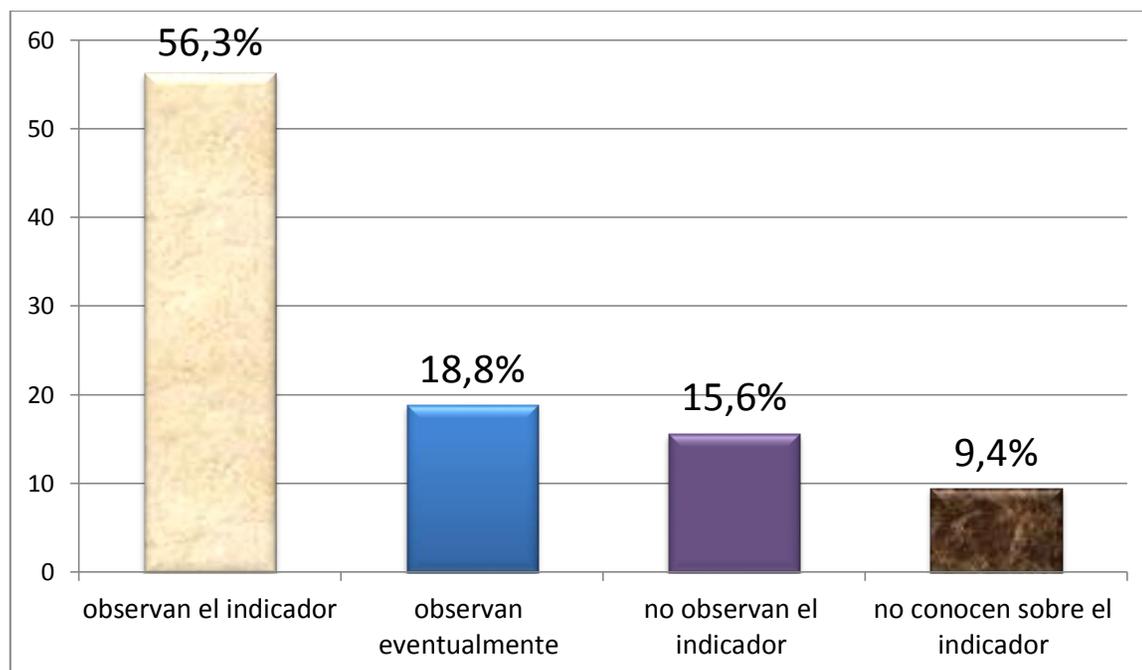


Figura 11. Observación de la Altura de la Totora y floración por los comunarios de Taypi

En cuanto a la totora como es una comunidad muy cerca al lago se puede ver que el 56% de los comunarios si observan el indicador biológico, el 19% observa eventualmente, el 16% no observan este indicador, y el 9% no sabe al respecto.

4.2.1.2. Zooindicadores

4.2.1.2.1. Leque leque (*Vanellus resplendes*)

El leque leque es un ave pequeña de color plumizo que tiene la cabeza plana, patas rojisas, y plumas de la cara de color oscuro, como si tuviera lentes, y las plumas de la espalda son de color verde translucido, típica de la eco región andina que pone sus huevos entre septiembre a enero. En toda la cordillera se le conoce con el nombre de pájaro centinela, porque con su canto estridente, durante el día y la noche alerta sobre la presencia de personas extrañas en la comunidad.

¿Qué se observa y cuál es su significado del leque leque?

Como seña ofrece variedad de información al agricultor: el lugar donde construye su nido es una señal; de año lluvioso o seco, el color del huevo de esta ave también anuncia un año malo o bueno, los materiales con que construye su nido tienen también un significado de presencia de granizadas y lluvias.

¿Qué pronostica?

- Cuando construye su nido en el suelo plano indica que viene un año seco, con pocas lluvias y por lo tanto será baja la producción de papa.
- Cuando construye en promontorios es para un año con lluvias normales y por lo tanto con abundante producción.
- Para un buen año, con lluvias normales su huevo es de color verde, pero para un mal año es todo descolorido y opaco, entonces no habrá presencia de lluvias para la siguiente gestión agrícola.
- Cuando su nido está construido con estiércol de oveja o de alpaca y con pequeñas piedras, además de pedazos de alambre o agujas, anuncia que será un año con fuerte presencia de granizadas durante el crecimiento de los cultivos.
- Si el nido esta hecho solo con pajas o rastrojos significa que habrá lluvias.

- Cuando se encuentra mayor número de huevos de leque leque es sinónimo de que existirá mayor número de nacimientos de crías de ganado.
- También se dice que si las manchas en el huevo es menuda habrá buena producción de papa.

¿Cuándo se observa?

Este indicador se observa de septiembre a diciembre.

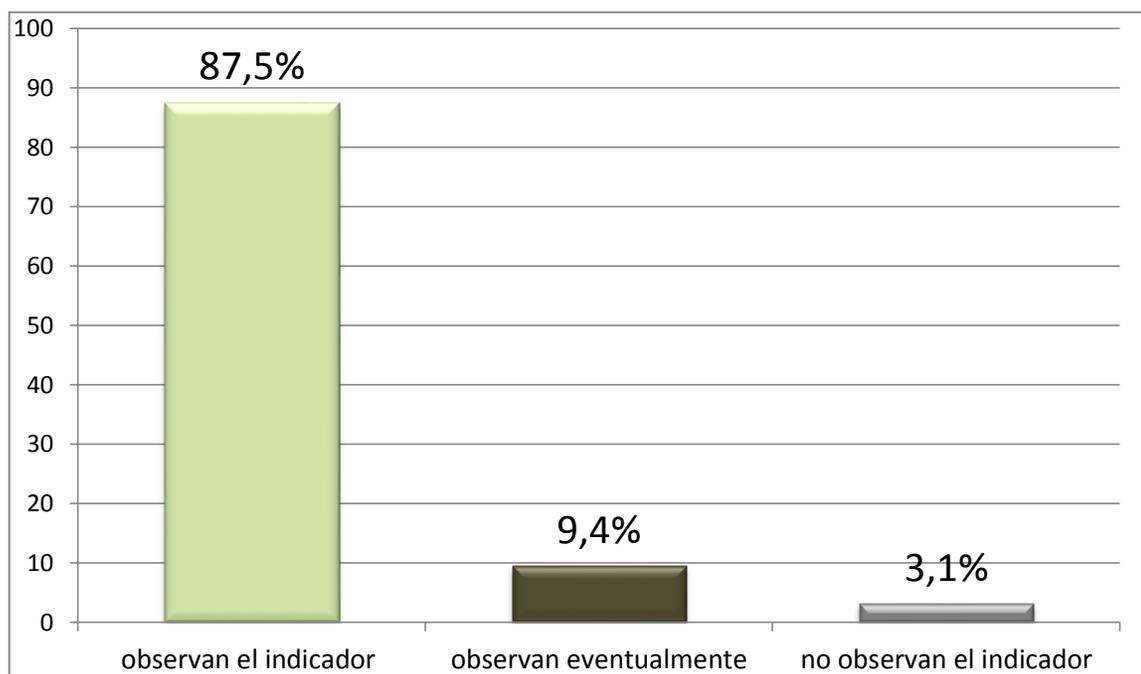


Figura 12. Observación al indicador Leque leque, en la comunidad de Taypi

En las encuestas que se realizó sobre este valiosísimo indicador (leque leque) el 88% observan este indicador, para guiarse si será un buen año o de lo contrario también así para saber si tendrán buena producción de papa, el 9% de los comunarios observan eventualmente y el 3% no observa este indicador.

4.2.1.2.2. Zorro andino (*Licolapex inca*)

El zorro es un animal astuto que habita en la eco región alto andina, presenta una longitud de 70 cm aproximadamente del hocico al nacimiento de la cola, con cola larga y coposa, las orejas son punteagudas, su color es pardo grisáceo que le permite mimetizarse con su

entorno. Vive en madrigueras y caza aves de corral y animales pequeños. Suele vivir hasta doce años. El grito del zorro es una especie de ladrido agudo.

¿Qué se observa y que nos indica el Zorro andino?

Si el sonido que emite es entrecortado como atorado y ronco se interpreta como un mal año con pocas lluvias y poca producción de papa. En cambio cuando su ladrido se produce en forma fluida, es decir completo, no entrecortado se dice que será un buen año, con lluvias normales y por lo tanto buenas cosechas.

Cuando el zorro aulla en la punta del cerro significa nayra sata (siembra adelantada). Si aulla en el medio de la ladera asegura siembra taypi (siembra intermedia), y si aulla en las pampas, las siembras serán qipa satas (siembra atrasada).

Si el zorro se encuentra caminando el pampa y cerca de las casas, significa que en el año la siembra de papa se la puede realizar en lugares de pampa.

Cuando sus heces fecales son de color blanco significa que habrá buena producción de tunta.

¿Cuándo se observa?

Se llega a escuchar su aullido y observar heces en los meses de septiembre a octubre.

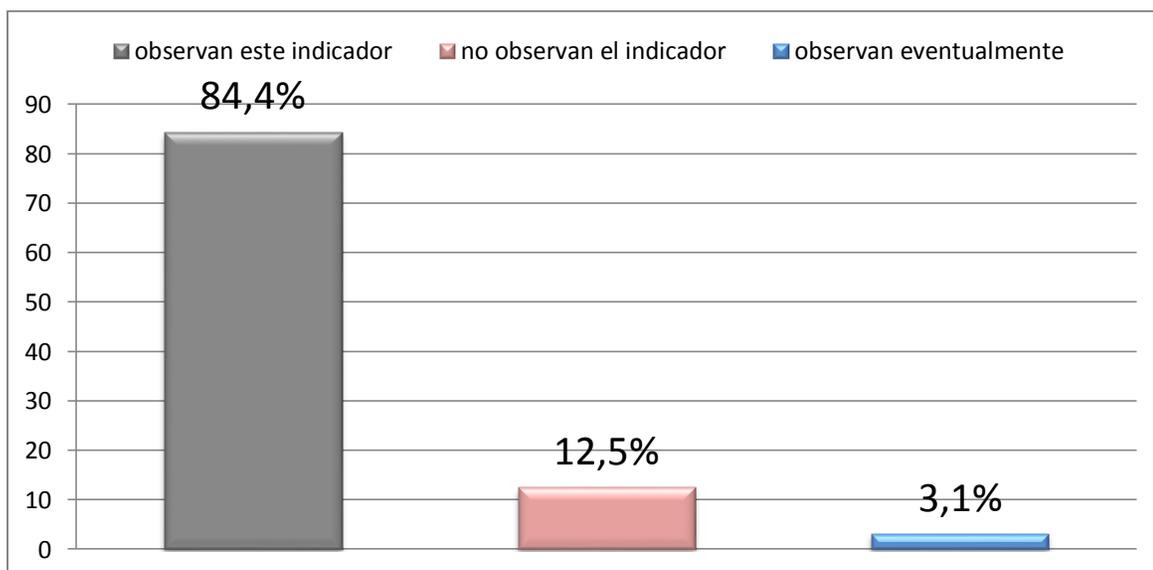


Figura 13. Observación al Zorro andino en la comunidad de Taypi

Los hermanos comunarios muchas veces observan al zorro para guiarse como un indicador biológico, el 84% de los comunarios de Taypi observan al zorro como un indicador, el 13% lo hace eventualmente, y el 3% no observa al zorro como un indicador natural.

4.2.1.2.3. Lagarto (*Loliaemus sp.*)

Normalmente tienen cuatro patas, oído con apertura externa y párpados móviles. El rango de longitudes va de unos pocos centímetros de algunos geckos del Caribe hasta los cerca de 3 metros del dragón de Komodo.

Algunas especies de lagartos, llamados serpientes de cristal o luciones, no tienen patas funcionales, a pesar de tener vestigios del esqueleto de las patas. Se distinguen de las verdaderas serpientes por la presencia de aberturas timpánicas y párpados. Su cuerpo es alargado y con una cola bien desarrollada. Los lagartos de la familia Scincomorpha, a menudo tienen colores brillantes e iridiscentes que parecen húmedos. Pero como el resto de los lagartos, tienen la piel seca, prefiriendo generalmente evitar el agua (aunque todos los lagartos pueden nadar si es necesario).

¿Qué se observa del lagarto?

Si las crías del lagarto nacieron en agosto y conservaron sus colitas, esto indica que la producción en la primera siembra será buena, pero si en el mes octubre perdieran sus colas por el frío, significa la presencia de heladas, y tal dicho esto nos indica que la primera siembra no será buena.

Si para la tercera siembra, las crías conservan su colita, significa que esta última época es la más adecuada para la siembra.

¿Cuándo se observa?

Al lagarto se le observa entre los meses de agosto hasta diciembre, se observa la cola de las crías.

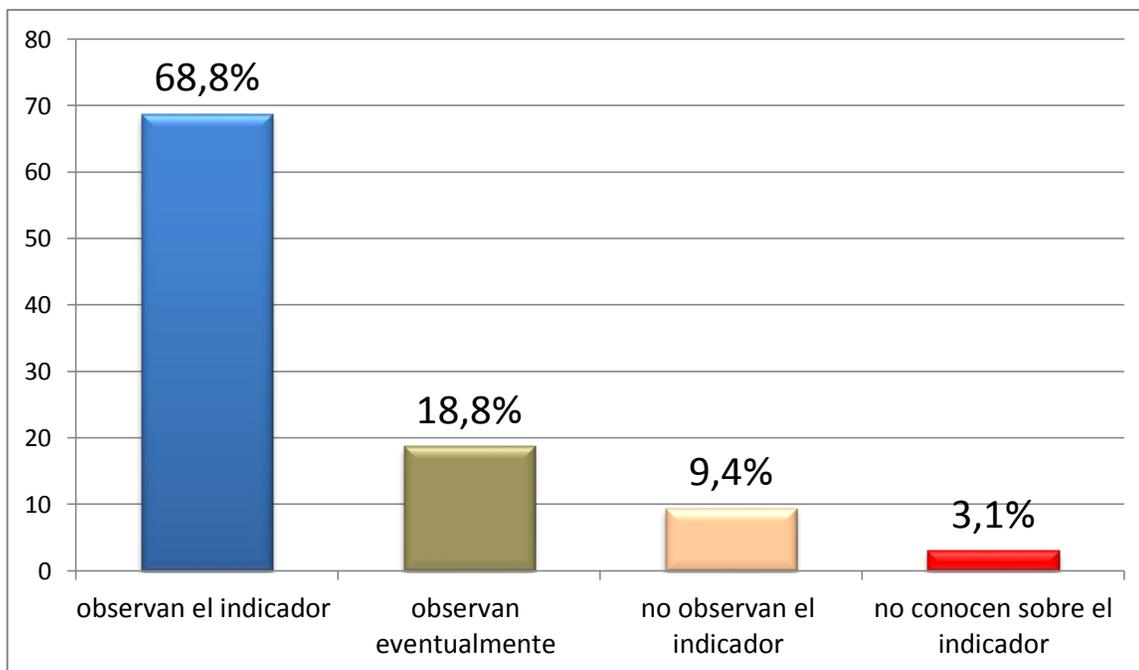


Figura 14. Observación al indicador de Lagarto en la comunidad de Taypi

El 69% de los comunarios de Taypi nos indica que si observan el indicador, mientras el 19% observan eventualmente, el 9% no observan el indicador y el 3% no conoce este indicador.

4.2.2. Indicadores astronómicos

4.2.2.1. Cruz del Sur

¿Qué se observa y qué significa la Cruz del sur?

Si la Cruz se encuentra sobre la pampa significa que la siembra debe realizarse en las pampas, si la Cruz vuelve a aparecer significa que se debe volver a sembrar papa en los lugares donde se ha sembrado en el anterior año porque dice que la producción será buena en estos lugares.

Cuando esta constelación (Cruz del Sur) se oculta en medio de las nube es para año lluvioso, si se oculta en el cielo despejado es para año de escasez de lluvias.

¿Cuándo se observa?

Se observa en el mes mayo, 3 de mayo.

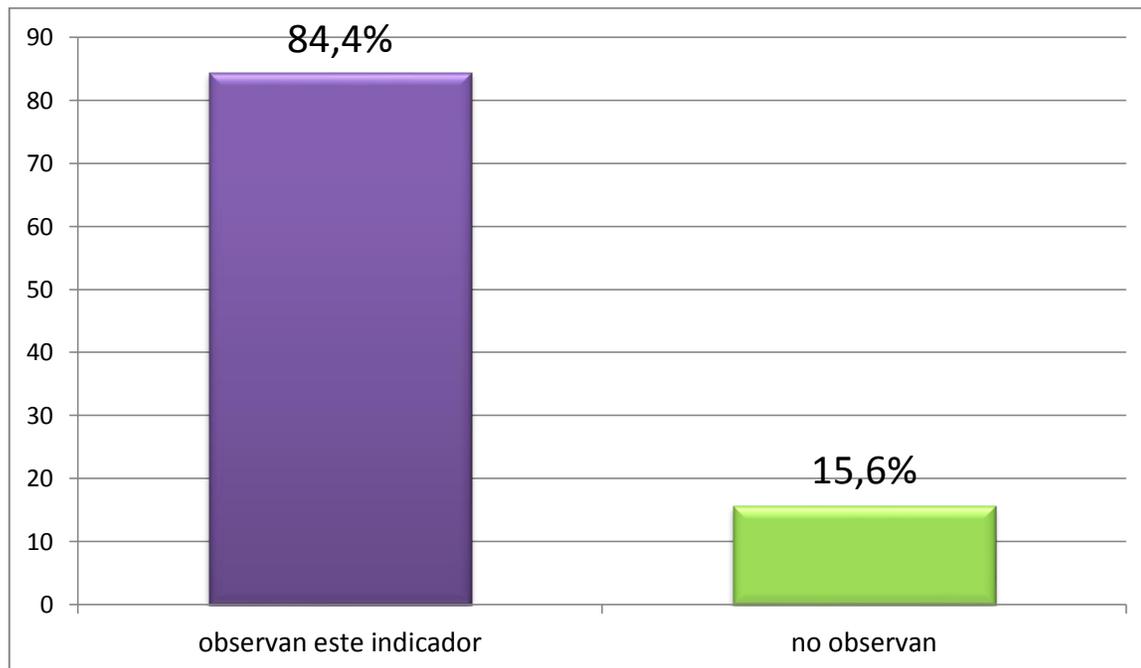


Figura 15. Observación de la cruz del Sur, por los comunarios de Taypi.

En la encuesta realizada el 84% de los comunarios de la comunidad Taypi observan la Cruz del Sur, mientras tanto el 16% no lo hace.

4.2.2.2. Siete cabrillas (Qutu)

Es un conjunto de estrellas que se conoce también de pleyades o siete cabrillas, se dialoga con el qutu durante la estación de heladas, especialmente en el tiempo de su aparición, durante el mes de junio.

¿Qué se observa y que significa el Qutu?

Es una señal que permite avisar la presencia de un año bueno o también de un año malo, es decir, si habrá buena o mala producción de papa, a través de su intensidad, tamaño y agrupación de las estrellas.

Cuando las estrellas aparecen en conjunto y más brillantes (como granos grandes) y se las ve grandes, significa que la producción de papa será muy buena y el tamaño de los

tubérculos también serán grandes; si aparecen opacas o pequeñas, entonces la producción de papa será regular.

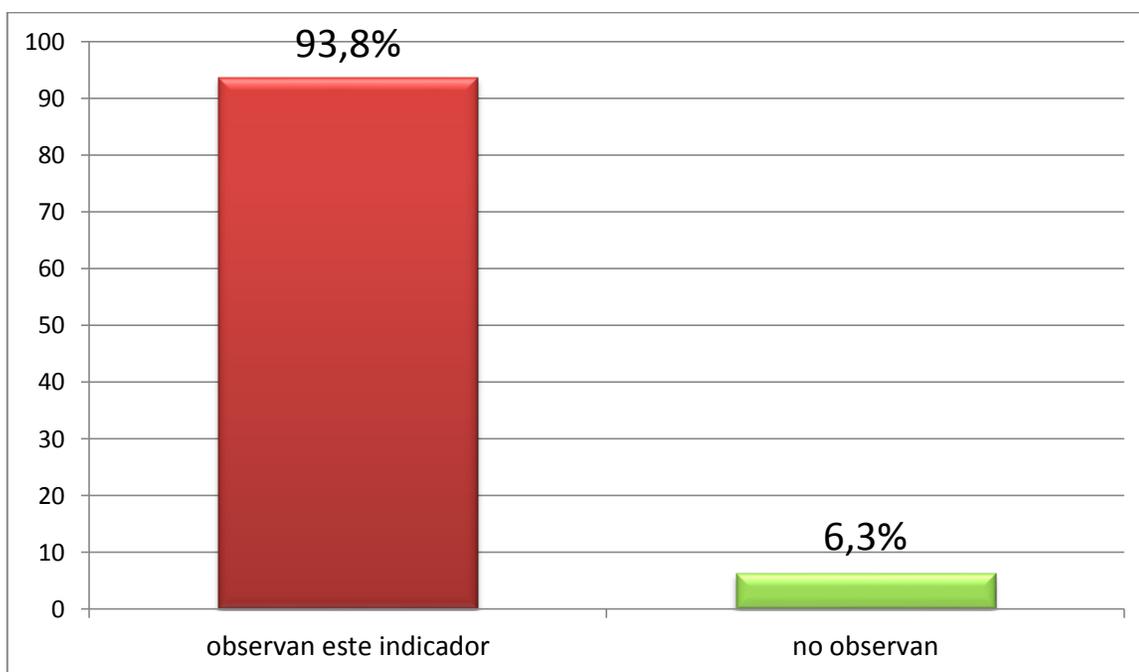


Figura 16. Observación del Qutu por los comunarios de Taypi

El 94% de los comunarios de la comunidad Taypi observan el Qutu para poder saber si será un buen año, y el 6% no observa el Qutu.

4.2.3. Indicadores atmosféricos

4.2.3.1. Nubes

¿Cuándo y que se observa de las nubes?

En los días del 18 al 21 de marzo y en agosto aparición de nubes para siembra.

Cuando no se presenta nubes en festividades, o se presentas en escasa cantidad el año es catalogado como malo, con dificultades para cultivos.

Postura de las nubes, una de las observaciones que se realiza a la presencia de nubes es su parte apical (parte más alta), es decir que cuando la parte alta de la nube tiene una orientación de sudoeste hacia el este es sinónimo de presencia de lluvias.

También, cuando la nube está negra, entonces va continuar la lluvia. Cuando es negra, es lluvia; cuando es ploma es que habrá viento.

Si el día 1 de agosto se presentan nubes, las lluvias serán adelantadas, se debe tomar previsiones para una siembra adelantada. Si se nubla el 2 de agosto, las lluvias y siembra serán “en el tiempo medio, ni muy adelantadas ni muy atrasadas”. Si aparecen el 3 de agosto, las lluvias y la siembra serán tardías.

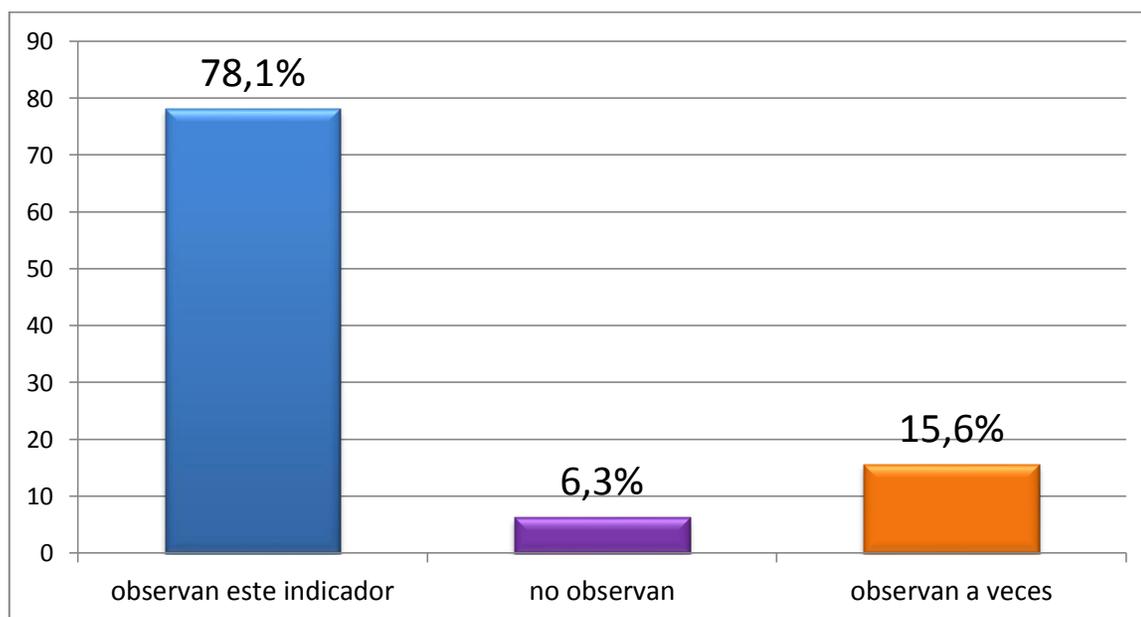


Figura 17. Observación de las nubes por los comunarios

El 78% de los comunarios observan nubosidades para poder predecir el tiempo, el 16% lo hace a veces, y el 6% no observan.

4.2.3.2. Arco Iris

¿Cuándo se observa?

El mes de mayo; aunque este fenómeno natural puede observarse en cualquier época del año.

¿Qué se observa del arco iris?, ¿Qué significa?

Si el arco iris tiene una altura pronunciada significa que ya se despejara la lluvia (es decir seca). Sin embargo, si el arco iris es muy bajo, nos indica que seguirá lloviendo.

Si los colores se observan claramente significa que lloverá, pero si es opaco ocurrirá lo contrario.

El arco iris o kurmi aparece cuando llueve en la parte del cielo diametralmente opuesta a aquella que luce el sol.

Cuando el sol o la luna es envuelto con arco iris algunos indica que está enfermo eso es una señal que cae la lluvia o llovizna.

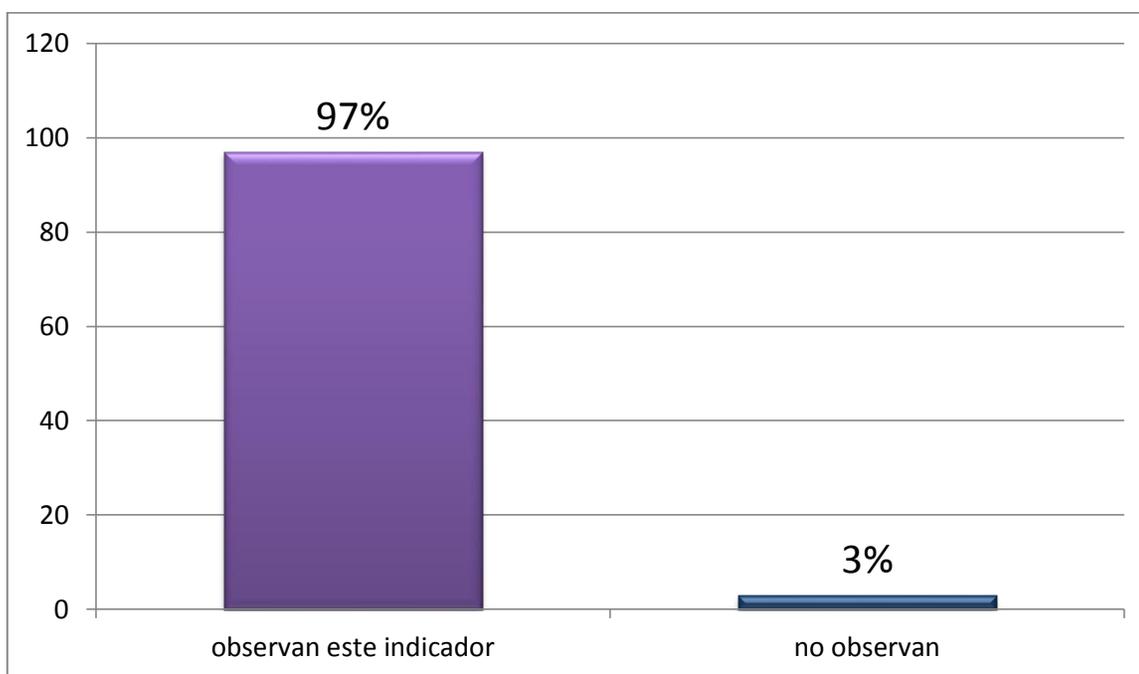


Figura 18. Observación del Arco Iris en lluvias, por los comunarios de Taypi.

El 97% de los comunarios observan el arco iris para saber si seguirá lloviendo o no, el 3% no observa este indicador atmosférico.

4.3. Sistematización de los diferentes indicadores climáticos locales de la cuenca Corpuma

4.3.1. Sistematización de los indicadores biológicos

Cuadro 6. Fitoindicadores

Fitoindicadores	¿Cuándo se observa?	¿Qué se observa?	¿Qué Pronostica?	¿Qué significa?
Thola	Agosto a septiembre	Primera floración presenta una lluvia o helada y las flores son dañadas	Mal año con pocas lluvias y presencia de heladas	La primera siembra será afectada por heladas Siembra temprana (Nayra Sata)
		segunda floración, si las flores no son malogradas por la lluvia	Un buen año con presencia de lluvias	No habrá heladas q afecten a la segunda siembra (Taypi sata)
		Tercera floración , si las flores no son malogradas por la lluvia	Un buen año con presencia de lluvias	No se registraran heladas q afecte a la tercera siembra o siembra tardia (Qhepa Sata)
Q'ota	Octubre, noviembre, diciembre y enero	Flor marchita	Mal año	Riesgos de helada
		Cuando florece		Realizan siembra de papa
		Floración abundante y tupida	Buen año	Buena producción de papa
Añahuaya	Septiembre a octubre	Floración en gran cantidad		Hora de sembrar papa
		Floración en todas plantas	Buen año	
		Poca floración	Mal año	
Ch'illiwa	Octubre a diciembre	Tallo transparente y con escamas	Buen año	Buena producción de papa
		Semillas con buenos granos y grandes, abundantes y buena maduras		
Sewenca	Enero a febrero	Floración coincide con las lluvias		Inicios de época de lluvia
		Segunda floración		Época de lluvias está por terminar

Laq'u	Septiembre a octubre	Si la alga es verde intenso	Un buen año	Buena producción de papa
		Si la alga es de color marrón		Poca producción de papa
tatora	Agosto a octubre	Si la planta crece alta con su flor y fruto	Un buen año con presencia de lluvias	Buena producción

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7. Zooindicadores

Zooindicadores	¿Cuándo se observa?	¿Qué se observa?	¿Qué pronostica?	¿Qué significa?
Leque leque	Septiembre a diciembre	Construye el Nido en el suelo plano	Mal año	Muy baja la producción de papa
		Cuando construye el nido en lugares altos (promontorios)	Buen año, con presencia de lluvias normales	Una producción abundante
		Color del huevo verde	Buen año con lluvias	Buena producción
		Color verde opaco y/o plumizo	Mal año, no habrá presencia de lluvias	Mala producción
		Cuando su nido está construido con estiércol pedazos de alambre y piedras	Fuerte presencia de granizadas	
		Si el nido solo está hecho de pajas	Buen año con presencia de lluvias	Buena producción de papa
		A mayor número de huevos		mayor número de crías de ganado
		Manchas menudas en el huevo		Muy buena producción de papa
Zorro andino	Septiembre a octubre	Emite aullido continuo	Buen año, con presencia de lluvias	Buena producción de papa
		Emite aullido entrecortado	Mal año, pocas lluvias	Baja producción de papa
		Aúlla en la punta del cerro		Siembra adelantada (Nayra sata)
		Cuando aúlla en media ladera		Siembra intermedia (Taypi sata)
		Aullido en pampas		Siembra tardía

				(Qipa sata)
		Si el zorro camina por la pampa cerca a casas		Nos dice que la siembra de papa se puede realizar en la pampa
		Cuando las heces son blancas		Se tendrá buena producción de papa
Lagarto	Agosto a diciembre	Si las crías del lagarto nacen en agosto y conservan sus colitas		La primera siembra será buena
		Si el mes de octubre pierde su cola por el frío	Mal año ya que nos quiere decir presencia de heladas	Significa que la primera siembra no será buena
		Si para octubre conserva su colita (tercera siembra)		Esta última época es la más adecuada para sembrar por lo que habrá buena producción

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Sistematización de los indicadores astronómicos

Cuadro 8. Indicadores astronómicos

Indicadores astronómicos	¿Cuándo se observa?	¿Qué se observa?	¿Qué pronostica?	¿Qué significa?
Cruz del sur	3 de mayo	Si la cruz se encuentra sobre la pampa		Las siembras debe realizarse en las pampas
		Si la cruz vuelve a aparecer		Se debe sembrar la papa donde se ha sembrado año pasado y habrá buena producción
		Si se oculta entre las nubes	Un año lluvioso	
		Si se oculta en cielo despejado	Escases de lluvias, será un mal año	
Siete cabrillas (Qutu)	Junio	Si aparecen en un conjunto y más brillantes	Buen año	Buena producción de papa y el tamaño de los

				tubérculos también será muy grandes
		Si aparecen opacas o pequeñas		La producción de papa será regular

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Sistematización de los indicadores atmosféricos

Cuadro 9. Indicadores atmosféricos

Indicadores atmosféricos	¿Cuándo se observa?	¿Qué se observa?	¿Qué pronostica?	¿Qué significa?
Nubes	18 al 21 de marzo y principios de agosto	Cuando no se presenta nubes en festividades		Dificultades para cultivos
		Cuando las nubes vienen de lado del lago	Presencia de lluvias	
		Cuando la nube esta negra	Habrà lluvias	
		Cuando la nube es ploma	Habrà viento	
		Presencia de nubes el 1 de agosto	Lluvias adelantadas	Siembra temprana (Nayra sata)
		Presencia de nubes el 2 de agosto	Lluvias para la segunda siembra	Siembra intermedia (Taypi sata)
		Presencia de nubes el 3 de agosto	Las lluvias serán tardías	tercera siembra o siembra tardía (Qhepa Sata)
Arco iris	Mayo	Si el arco iris tiene una altura pronunciada	Probabilidades de sequia	Se despejara
		Si el arco iris es bajo	Seguirá con lluvias	
		Los colores del arco iris son claros	Segura lloviendo	
		Cuando el arco iris rodea al sol	Caerá llovizna	Nos dice porque está enfermo el sol

Fuente: Elaboración propia

4.4. Comparación de la afectividad de los conocimientos de la gestión de riesgos agrícolas en la cuenca Corpuma

4.4.1. Comparación de efectividad de los indicadores biológicos

4.4.1.1. Comparación de efectividad de los fitoindicadores

4.4.1.1.1. Thola (*Parastrephia lepidophylla*)

Según Butrón (2012), la observación se realiza entre agosto a septiembre. La floración (calidad y cantidad de flores). Si en la primera, segunda o tercera floración las flores presentan necrosis por temperaturas bajas o lluvias, entonces habrá presencia de heladas que afectará a la primera, segunda o tercera siembra de papa. Por el contrario, si las flores están vigorosas, entonces no habrá heladas que afecten a la siembra de papa

Las observaciones para este fitoindicador en la comunidad Taypi, se realizan entre los meses de agosto a septiembre de acuerdo a otros resultados es un indicador para el inicio de la siembra, presencia de heladas y estimaciones para el rendimiento, un 90,6% de los productores del lugar confían en este indicador para la producción de papa.

4.4.1.1.2. Q'ota (*Junellia minima*)

Según Torrez, (2012) este indicador se observa entre octubre a enero. La floración es en abundancia y calidades un buen indicador para producción de papa. Si la flor se marchita indica que habrá riesgo de heladas.

Las observaciones para este fitoindicador en la comunidad Taypi se realizan entre los meses de octubre a enero y de acuerdo a otros resultados es un indicador de alerta temprana si habrá productividad de tuberculos de papa o no y en cuanto la flor se marchita quiere decir presencia de heladas, por lo tanto un 56% de los productores del lugar confían en este indicador para la siembra de papa.

4.4.1.1.3. Añahuya (*Adesmia spinosissima*)

Según Baldivieso (2008), la maduración de los frutos de la planta. Si los frutos maduran bien y están bastante cargados significa que las condiciones del tiempo serán normales por lo que se espera una buena producción. Si al contrario hay pocos frutos y no logran

madurar bien, significa que habrá problemas con el tiempo (relacionado con la precipitación) y con la producción. Se observa en el mes de septiembre.

Las observaciones para este indicador biológico en la comunidad Taypi se realiza en el mes de septiembre y octubre, de acuerdo a otros resultados es un indicador que se observa solo en el mes de septiembre. Por lo tanto un 56,3 % de los productores confían en este indicador climático.

4.4.1.1.4. Ch'illiwa (*Festuca dolicophylla*)

Se observa entre los meses de septiembre a octubre. El color y aspecto del tallo. Si el tallo es de color y aspecto transparente y además parece como si tuviera escamas significa que las lluvias serán normales por lo que se espera tener buena producción (Baldivieso, 2008)

Las observaciones para este fitoindicador en la comunidad Taypi, se realizan entre los meses de octubre a diciembre por lo tanto de acuerdo a otros resultados esta sería el mismo. Un 40,6% de los productores de papa afirman que confiarían en este dicho indicador.

4.4.1.1.5. Sewenca (*Cortaderia quila bolivianum*)

Según Baldivieso (2008), se observa el comienzo y finalización de la floración. Si la floración se da en los meses de enero y febrero coincide con el inicio de las lluvias y cuando se produce el segundo momento de la floración significa que la época de lluvias está por terminar.

Las observaciones de este fitoindicador en la comunidad Taypi se realizan entre los meses enero a febrero y que observan la floración nos indica que está por terminar la época de lluvia, de acuerdo a otros resultados observan el comienzo y finalización de la floración. Un 37,5% de los hermanos comunarios confían en este fitoindicador.

4.4.1.1.6. Laq'u (*Clorophyceae*)

Según Quispe y Aguilar (2008), se observan entre los meses septiembre y octubre el tamaño de las algas. Si estas algas crecen grandes y han madurado bien, significa que habrá buena producción puesto que el tiempo se comportará normalmente. El color de las

algas. Si el color de las algas es medio negro o café oscuro, significa que habrá riesgo de heladas. Si las algas son de color verde claro se espera buena producción.

Las observaciones para este fitoindicador en la comunidad Taypi se realizan entre los meses septiembre y octubre que nos pronostica un año bueno si es de color verde intenso y si es color marrón quiere decir poca producción. Según otros resultados también observan el tamaño del alga. Un 50% de los productores tiene credibilidad en este indicador.

4.4.1.1.7. Totora (*Schoenoplectus californicus*)

Se observa en el mes de agosto a octubre el desarrollo de los rebrotes de la totora. Si los rebrotes del primer momento son afectados por las heladas significa también la posibilidad de que las primeras siembras pueden ser afectadas por heladas o que las lluvias serán anormales. Si los brotes crecen normalmente, entonces se esperan buenas condiciones del tiempo para la producción. El desarrollo de los botones florales. Si los botones florales salen y se desarrollan normalmente durante diferentes épocas, significa que las condiciones del tiempo serán favorables para la producción. Las épocas de floración se relacionan con las épocas de siembra (Quispe y Aguilar, 2008)

Según las observaciones de este fitoindicador en la comunidad Taypi se observan entre los meses agosto hasta octubre cuando estas crecen altas y tienen su flor y fruto en la parte alta de la planta significa que será un año lluvioso, mediante otros resultados las épocas de floración se relacionan con las épocas de siembra. Un 56,3% de los productores nos indica que confían en este indicador.

4.4.1.2. Comparación de la efectividad de los zooindicadores

4.4.1.2.1. Leque leque (*Vanellus splendens*)

Baldivieso (2008) menciona. Las manchas y el color de los huevos. Si el color del huevo es de color verde oscuro significa que habrá lluvia, en cambio, si es de color plomo significa que el año será seco. Si el huevo tiene muchas manchas significa que habrá buena producción, las manchas grandes se relacionan con la producción de papa y las manchas pequeñas con la producción de quinua. El material con que está hecho su nido. Si el nido tiene clavos, pajas y estiércol de oveja, significa que habrá riesgo de granizo, sequía ó helada. Si el nido esta hecho solo de paja significa que habrá mucha lluvia.

Igualmente cuando el nido tiene granos de cebada, cáscara de chuño y piedras nos indica que habrá mucho granizo. El lugar donde hacen el nido. Si el nido está hecho en las partes altas del terreno significa que será un año lluvioso, y si esta hecho en las partes bajas significa que será año seco. El brillo de las plumas. Si las plumas se ponen brillosas y verdosas significa que lloverá al día siguiente. El canto del ave. Si su canto es ronco significa que lloverá en los días próximos y si es agudo significa que los días serán soleados. Dicho indicador se observan entre los meses agosto a noviembre.

Las observaciones para este zooindicador en la comunidad Taypi se realizan entre los meses septiembre a diciembre, de acuerdo a otros resultados se llegan a observar entre los meses agosto a noviembre, un 87,5% de los productores de papa confían en este indicador natural.

4.4.1.2.2. Zorro andino (*Licopapex inca*)

Se observa a partir de mediados de agosto a noviembre. Los lugares donde se escucha el aullido. Si el aullido del zorro es escuchado en las pampas, significa que la siembra debe realizarse en esos lugares, si es en cerros y pampas, se puede sembrar en ambos lugares y cuando se escucha solamente en los cerros, ese debe ser el lugar para la siembra. El color de las heces del zorro. Si las heces son de color blanco significa que el tiempo se comportará normal y la producción será normal y podrá obtenerse buena tunta. Si las heces son de color oscuro significa que la producción será menor (Baldiviezo, 2008).

Las observaciones para este zooindicador en la comunidad Taypi se realizan entre los meses septiembre a octubre, según otros resultados se llega a escuchar y observar entre mediados de agosto a noviembre, un 84,4% de los hermanos productores confían en este indicador climático a largo plazo.

4.4.1.2.3. Lagarto (*Loliaemus sp.*)

Entre agosto a diciembre, se observa la cola de las crías y la posición del nido. Si las crías del lagarto nacieron en agosto y conservaron sus colitas, esto indica que la producción en la primera siembra será buena. Pero si en el mes de octubre, las crías perdieran sus colas por el frío, significa la presencia de heladas. Esto indica que la primera siembra no será buena. Si para la tercera siembra, las crías conservan su colita, significa que esta última

siembra puede ser la más apta. Si su cueva se encuentra con vista hacia el suroeste, significa que habrá buena producción; pero si está hacia el sur, será mal año; y si está con vista al norte es seguro que caerá helada (Ayala, 2015)

Las observaciones para este zooindicador en la comunidad Taypi se realizan entre los meses agosto hasta diciembre, de acuerdo a otros resultados se observa la posición del nido. Un 68,8% de los hermanos productores afirman que confían este indicador.

4.4.2. Comparación de la efectividad de los indicadores astronómicos

4.4.2.1. Cruz del sur

Si entra antes del 3 de mayo es para año adelantado o siembras adelantadas. Si entra el mismo día es para año intermedio o siembras intermedias, y si entra días después es para año atrasado o para siembras atrasadas. Cuando esta constelación se oculta en medio de la nube es para año lluvioso, si se oculta en el cielo despejado es para año de escasez de lluvias (García, 2014)

Las observaciones para este indicador astronómico en la comunidad Taypi, se observa el 3 de mayo de acuerdo a otros resultados es un indicador para el inicio de la siembra, tardía o temprana, un 84% de los productores del lugar confían en este indicador para la producción de papa.

4.4.2.2. Siete cabrillas (Qutu)

(Ayala, 2015) Si las Pléyades, estrellas mañaneras llamadas en aymara Q'otu, aparecen del lado este con anterioridad al 3 de mayo (fiesta de la Cruz), significa que el año agrícola siguiente será de siembra temprana, y si aparecen después de esta fecha será siembra tardía.

Las observaciones para este indicador astronómico en la comunidad Taypi se realizan entre el mes de junio, de acuerdo a otros resultados nos dice que si aparece antes del 3 de mayo significa que será siembra temprana y si es después siembra tardía. Un 93,8% de los hermanos productores afirman que este indicador es adecuado.

4.4.3. Comparación de la efectividad de los indicadores atmosféricos

4.4.3.1. Nubes

Según Quispe y Aguilar (2008) Los días 18 al 21 de marzo y principios de agosto. La presencia de nubes. Si los vientos en esos días traen nubes, significa que habrá lluvias y si no hay presencia de nubes significa que será un año seco con riesgo de heladas.

Las observaciones para este indicador atmosférico en la comunidad Taypi como ser en los tipos de nubes; cirriforme, cumuliforme, nimbos, estratocúmulus, cumulus y cumulonimbos, se realizan las observaciones entre los días del 18 al 21 de marzo y a principios de agosto aparición de nubes para siembra. Un 78% de los productores del lugar confían en este indicador para predecir las lluvias.

4.4.3.2. Arco iris

El lugar donde se presenta el arco iris. Si el Arco iris se observa en el cerro, significa que la mejor producción estará en el cerro o las laderas y si aparece en la pampa, significa que la producción será mejor en las pampas. La claridad de los colores que se forman. Si los colores se observan claramente significa que lloverá pero si es opaco será lo contrario. La altura del arco iris. Si el arco iris se forma muy alto significa que no habrá lluvias (Baldivieso, 2008).

Las observaciones para este indicador atmosférico en la comunidad Taypi, en mes de mayo aunque se puede ver en cualquier época del año, un 97% de los productores del lugar confían en este indicador para predecir si caerá sigue la lluvias o no.

5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- Dentro de la comunidad se logró estudiar a 13 indicadores climáticos como un saber de alerta temprana para producción de papa.
- Se llegó a recopilar la interpretación de los indicadores climáticos por medio de reportes y la confiabilidad que los comunarios que día tras día observan, de los 13 indicadores climáticos identificados con mayor confiabilidad son: La Thola (*Parastrephia lepidophylla*) indicador con un 90,6% de confiabilidad para la siembra de papa. El Leque leque es otro indicador con un 88% de confiabilidad para época de siembra. El zorro andino es otro indicador climático con un 84,4% de confiabilidad para la siembra de papa.
- El alcanzo a sistematizar los diferentes grupos de indicadores climáticos de la comunidad Taypi de la Cuenca Corpuma los cuales son: Fito-indicadores como (Th`ola, Añahuaya, Sewenka, etc.), Zoo-indicadores como (Zorro, Leque leque, Lagarto), Atmosféricos como (Nubes, Viento) y Astronómicos como (Qutu y la Cruz del Sur).
- Se logró comparar la efectividad de los conocimientos en la gestión de riesgos agrícolas en la Cuenca Corpuma.
- En definitiva, los indicadores climáticos nos señala cuándo, cómo y donde podemos realizar nuestras siembras de papa en base a las observaciones que las familias del área rural lo realizan, la Thola se observa entre los meses de agosto a septiembre (meses de floración) y nos dice que época debe realizar la siembra, mientras en el leque leque se observa con que material fue construido el nido y donde, para deducir si será época de lluvias, escasez de lluvias (sequías) e incluso hasta granizo y mediante las manchas en el huevo se deduce la buena producción de papa.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Realizar una clasificación social de los comunarios con mayor conocimiento de sobre el tema de los indicadores climáticos, para realizar una toma de muestra que pueda brindar mayor información, en la sistematización de los conocimientos.
- Indagar más en los conocimientos sobre indicadores climáticos puesto que con el tiempo estos conocimientos se están perdiendo por diferentes factores reportados en la investigación.
- Plantear estrategias de difusión sobre indicadores climáticos y diseñar sistemas de lectura sobre indicadores a nivel comunal de esa forma planificar la gestión agrícola.
- Continuar con los trabajos de estudio de saberes locales en la zona donde se realizó el presente trabajo, ampliar la muestra a la población.
- Realizar convenios con instituciones correspondientes para la promoción de los conocimientos y saberes ancestrales.

7. BIBLIOGRAFÍA

Quispe, G. (2014). Pronósticos basados en los bioindicadores locales, Para una producción sostenible en la región andina. El Diario.

Saberes ancestrales e indicadores naturales para la reducción de riesgos a desastres agropecuarios. Bolivia- 2013.

SENAMHI, 2017. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia. Estación de meteorología de Ayo Ayo de provincia Aroma, departamento de La Paz.

Imaña, G. Meteorólogo andino usa señales de la naturaleza para ayudar al agro. Infografía: la Razón7Fuente. FAO y Bernabé Choquetopa.

Claverias, R. Conocimientos de los campesinos andinos sobre los predictores climáticos: Elementos para suverificación.

Condori, L. (2017). Gestión de datos de bioindicadores en la producción agrícola de la papa en las comunidades rurales del sector del lago titicaca del departamento de la paz. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.

Tapia, N. 2012.Indicadores del tiempo y la predicción climática. Estrategias agroecológicas campesinas para la adaptación al cambio climático en el puna Cochabambina. AGRUCO.

MDRyT, 2010. “Afectación del sector agropecuario por el cambio climático”, informe técnico unidad de contingencia Rural UCR-MDRyT, La Paz Bolivia

Araujo C. Heber, 2012. Manejando el riesgo climático de Los Andes: El caso de las comunidades aymara quechuas de Chillavi-Ayopaya. PIEB, CENDA, OXFAM, DANIDA. La Paz.

P. D. A. O. 2011. Plan de Desarrollo Autónomo Originario, Gobierno Autónomo Municipal de Jesús de Machaca. 371 p.

- P. D. A. O. 2015. Plan de Desarrollo Autónomo Originario, Gobierno Autónomo Municipal de Jesús de Machaca.
- PCC. Proyecto de la cuenca de Corpuma. 2014. Desarrollo de Capacidades en GIRH-MIC en la Cuenca Pedagógica Corpuma, Municipio de Jesús de Machaca. La Paz. Bolivia.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) 2010. Balance hídrico, las condiciones de humedad y condición climática de 124 estaciones meteorológicas. Bolivia.
- Solano, C. 2013 Cultura Aymara disponible <https://es.slideshare.net/camilafex26/cultura-aymara-27822825>.
- Pacosillo, A. 2019. "Evaluación del riesgo por erosión hídrica del suelo en la cuenca pedagógica Corpuma del municipio Jesús de Machaca, aplicando el modelo U.S.L.E. mediante herramientas S.I.G.". Tesis de Grado. Universidad Pública de El Alto. UPEA. El Alto, Bolivia.
- PCPC (Proyecto Cuenca Pedagógica Corpuma) 2014. Desarrollo de Capacidades en GIRH-MIC en la Cuenca Pedagógica Corpuma, Municipio de Jesús de Machaca La Paz, Bolivia.
- Google Maps. 2020. Corpa municipio Jesús de machaca disponible en: <https://www.google.com/maps/@-16.6686389,68.853306,2729m/data=!3m1!1e3?hl=es>:
- Luna, 2010. Percepción campesina sobre el cambio climático y pronóstico de los bioindicadores relacionados con la producción agrícola en las comunidades de Milli milli e Isquillani, provincia Loayza.
- (Canqui y Morales, 2009). Conocimiento local en el cultivo de la papa.
- (INIAF-FAO, 2013). Saberes ancestrales e indicadores naturales para la reducción de riesgos a desastres agropecuarios.

Tambo, L. 2019. "Conocimientos ancestrales y uso de indicadores naturales en la producción de quinua". La Paz – Provincia Aroma – Municipio Ayo Ayo – Comunidad de Pomani.

Quispe, M. Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres

En el sector agropecuario. Buenas prácticas: Bioindicadores. FAO.

Nina, L. 2012. Prácticas de saber ancestral en el manejo de indicadores climáticos y su aplicación en sub sistemas agrícolas en el Departamento de Potosí. Tesis de Grado Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia.

Morales, R. "Efectividad de los indicadores naturales climáticos y la erosión de los conocimientos en tres comunidades del municipio de Umala Provincia Aroma de Departamento de La Paz". Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz -Bolivia

Baldivieso, E., Quispe, M. y Carlos, L. 2009. Metodología de pequeños productores para mejorar la producción agrícola Capacidades y estrategias locales para la Gestión de Riesgos.

Condori, L. 2017. Gestión de datos de bioindicadores en la producción agrícola de la papa en las comunidades rurales del sector del Lago Titicaca del Departamento de La Paz". Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia.

8. ANEXOS

Anexo 1. Calendario de observación de bioindicadores documentado por comunarios de Corpuma

Calendario de observaciones elaborado por los documentadores locales

BIOINDICADORES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plantas												
Garlva - Waicha								X	X			
Lirio								X	X			
Sank'ayu								X	X			
Totora								X	X			
Chiwán Wayu									X	X		
Muf'isu Blanco									X	X		
Marancilla - Chiwanku									X	X		
Phuskalla									X	X		
Seguena									X	X		
Añawaya									X	X		
Chilliwa									X	X		
Ohut'a									X	X		
Laqhu									X	X		
Animales									X	X		
Liqi liqi									X	X		
P'iskilu - Tiki tiki									X	X		
Puku puku									X	X		
Mauri									X	X		
Lagarto - lagartija									X	X		
Zorro									X	X		
Tuyu									X	X		
Qiri qiri									X	X		
Tiempo / Clima									X	X		
Vientos y nubes									X	X		
Arco iris									X	X		
Reflejos - Celades									X	X		
Astros									X	X		
Cruz del sur									X	X		
Qutu									X	X		
Luna									X	X		
Fiestas rituales									X	X		
Año nuevo aymará									X	X		

Anexo 2. Planilla de encuestas

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA INGENIERIA AGRONOMICA
PROYECTO: CUENCA PEDAGOGICA CORPUMA

ESTUDIO DE LOS INDICADORES CLIMATICOS COMO UNA COSTUMBRE DE ALERTA TEMPRANA PARA LA PRODUCCION DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN LA COMUNIDAD TAYPI DE LA CUENCA CORPUMA

SEXO:
EDAD:
AYLLU/COMUNIDAD:
FECHA:

ENCUESTA:

FITOINDICADORES

- ¿Que se observa en la floración de la thola y cuál es su significado?
R=
Cuando se observa?
- ¿Que se observa y cuál es su significado en la q'ota?
R=
Cuando se observa?
- ¿Qué se observa y cuál es su significado de la añahuaya?
R=
Cuando se observa?
- ¿Qué se observa y cuál es su significado de la ch'illiwa?
R=
Cuando se observa?
- ¿Qué se observa y cuál es su significado de la sewenka?
R=
Cuando se observa?
- ¿Qué se observa y cuál es su significado del laq'u?
R=
Cuando se observa?

- ¿Qué es lo que se observa y cuál es su significado de la Totora?
R=
Cuando se observa?

ZOOINDICADORES

- ¿Que se observa y cuál es su significado del leque leque?
R=
Cuando se observa?
 - ¿Que se observa y que nos indica el Zorro andino?
R=
Cuando se observa?
 - ¿Que se observa del lagarto?
R=
Cuando se observa?
- ### INDICADORES ASTRONOMICOS
- ¿Que se observa y que significa la Cruz del sur?
R=
Cuando se observa?
 - ¿Que se observa y que significa el Qutu?
R=
- ### INDICADORES ATMOSFERICOS
- ¿Cuándo y que se observa de las nubes?
R=
 - ¿Que se observa del arco iris?, ¿Qué significa?
R=
Cuando se observa?

Anexo 3. Tomando datos a Autoridades de Corpuma



Anexo 4. Tomando datos a nuestros hermanos de la comunidad



Anexo 5. Tomando datos a las hermanas de la comunidad



Anexo 6. Participación en talleres con nuestros hermanos de corpuma



Anexo 7. Participación en reuniones con hermanos de corpuma



Anexo 8. Trabajando con hermanos en corpuma



Anexo 9. Thola (*Parastrepia lepidophylla*)



(Fecha: 25-09-2020) Municipio Jesús de Machaca, Provincia Ingavi, departamento de La Paz

Anexo 10. Q'ota (*Junellia minima*)



(Fecha: 14-11-2020) Municipio Tito Yupanqui, provincia Manko Kapac, departamento de La Paz

Anexo 11. Añahuaya (*Adesmia spinossima*)



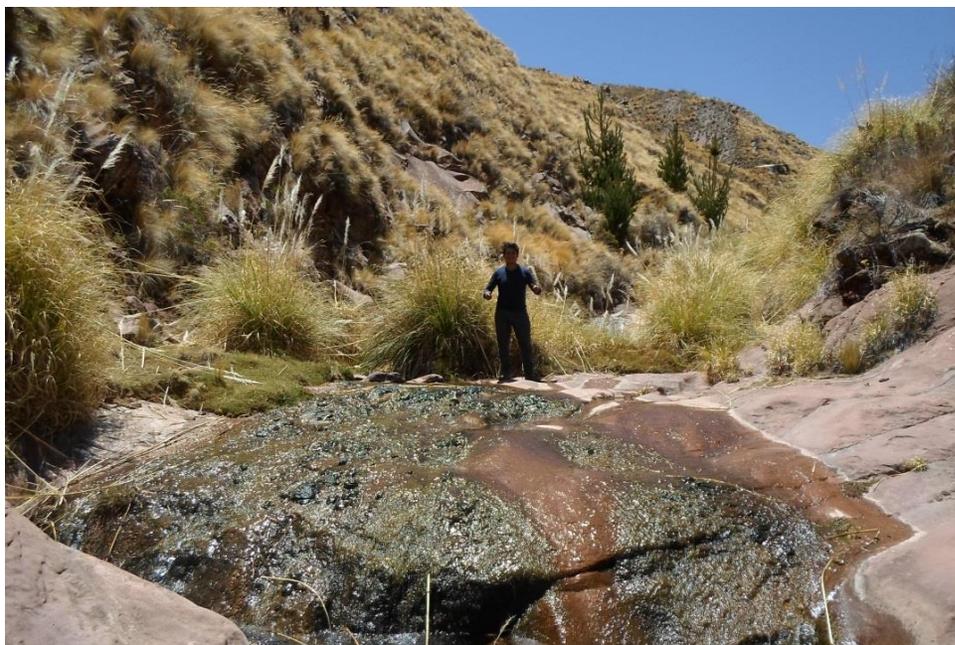
(Fecha: 25-09-2020) Municipio Jesús de Machaca, Provincia Ingavi, departamento de La Paz

Anexo 12. Ch'illiwa (*Festuca dolicophylla*)



(Fecha: 16-12-2020) Municipio Tito Yupanqui, provincia Manko Kapac, departamento de La Paz

Anexo 13. Sewenka (*Cortaderia quila bolivianum*)



(Fecha: 27- 08-2020) Municipio Jesús de Machaca, Provincia Ingavi, departamento de La Paz

Anexo 14. Laq'u (*Clorophyceae* sp.)



Fuente: (PRRD, 2008) Estrategias locales para la gestión de riesgos

Anexo 15. Totora (*Schoenoplectus californicus*)



(Fecha: 13-10-2020) (Lago Titicaca) Municipio Tito Yupanqui, provincia Manko Kapac, departamento de La Paz

Anexo 16. Leque leque (*Vanellus resplendes*)



Fuente: (PRRD, 2008) Estrategias locales para la gestión de riesgos

Anexo 17. Zorro Andino (*Licolapex Inca*)

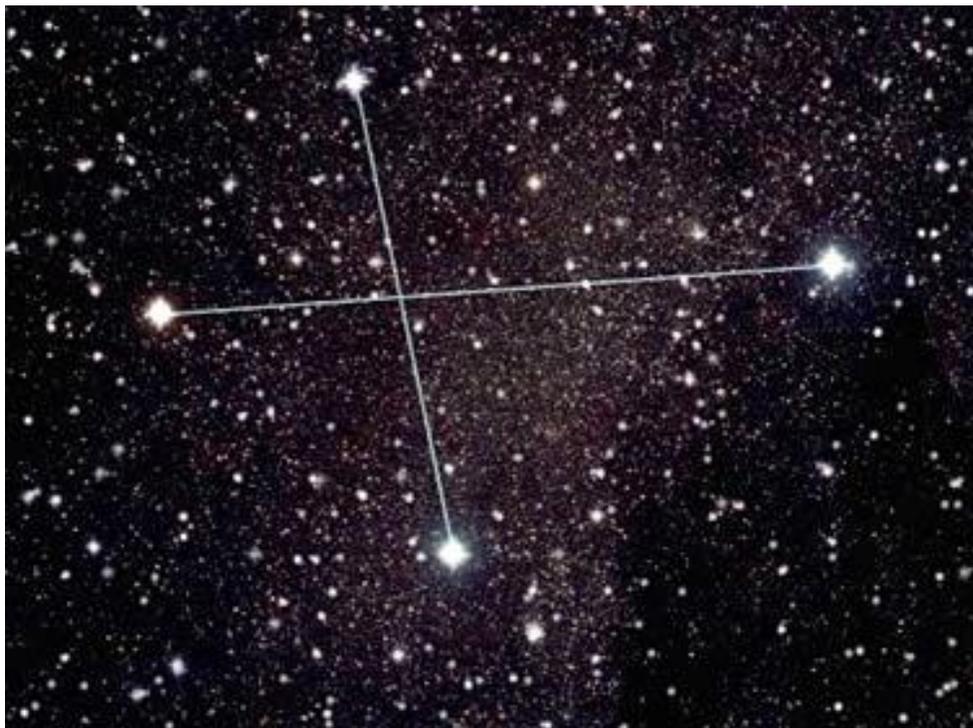


Fuente: (20-04-2010) es.wikipedia.org/wiki/Lycalopex_culpaeus_andinus

Anexo 18. Lagarto (*Loliaemus sp.*)



Fuente: ficha técnica indicadores naturales

Anexo 19. Cruz del sur

Fuente: (10-12-2013) www.elultimotelegrafo.com/2013/12/dato-curioso-la-cruz-del-sur.html

Anexo 20. Siete cabrillas (Qutu)

Fuente: (03-09-2012) Image Créditos & Copyright: Robert Gendler

Anexo 21. Nubes



(Fecha: 05-06-2021) Municipio Jesús de Machaca, Provincia Ingavi, departamento de La Paz

Anexo 22. Arco iris



Fuente: (Fecha: 26-04-2017) Bolivia, Guía de Viaje de Bolivia, Guías de Viaje/Copacabana / Lago Titicaca

Anexo 23. Últimos días de visita a Corpuma

