

1

2

3

4

5

6

7



CAPÍTULO 6
LIMITACIONES Y
POTENCIALIDADES
PRODUCTIVAS

CAPÍTULO 6

LIMITACIONES Y POTENCIALIDADES PRODUCTIVAS

1 Clima

El municipio de Tiahuanacu cuenta con una estación meteorológica¹ localizada en el centro poblado Tiahuanacu que pertenece a la red meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

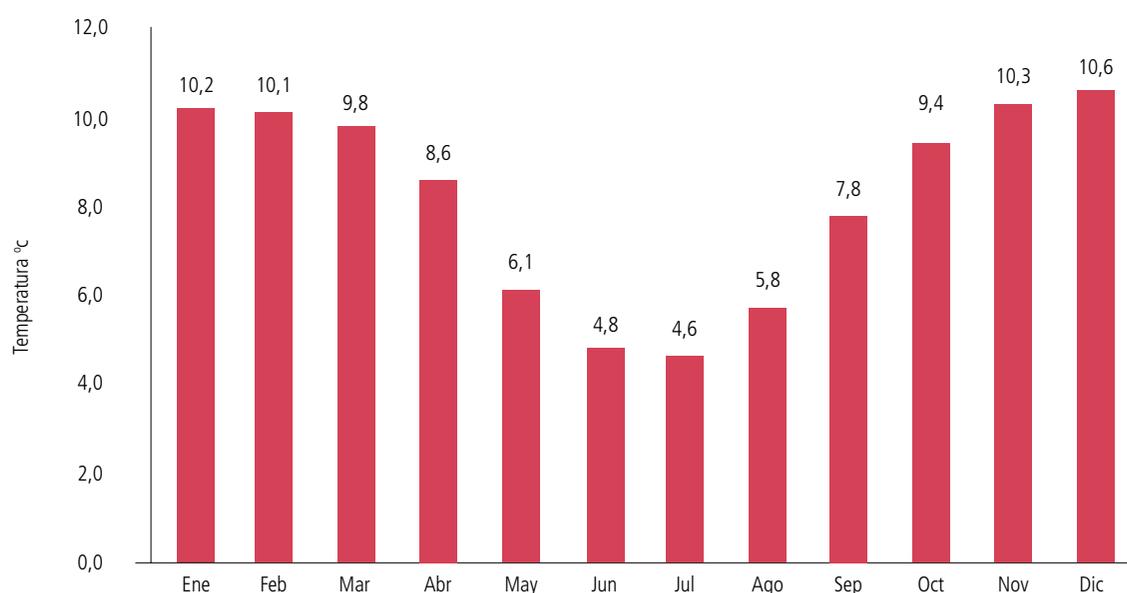
El clima en Tiahuanacu, además de sus condicionantes generales altiplánicas, está influenciado por la presencia del lago Titicaca que tiene un efecto termorregulador al originar un incremento concéntrico en la distribución de las precipitaciones medias, debido a la extensa superficie lacustre que se encuentra en la parte Oeste, donde las radiaciones solares elevan la temperatura del agua favoreciendo la evaporación que enriquece de vapor al aire aumentando la humedad atmosférica.

Según la clasificación climática de W. Köppen (GAM Tiahuanacu 2016), que considera los parámetros de temperatura y humedad, el clima del Municipio de Tiahuanacu corresponde a mesotérmico con invierno seco frío (Cwb). Por otro lado de acuerdo a la clasificación climática del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) realizada en función de la evapotranspiración calculada por el método de *Thornthwaite*, el clima del municipio corresponde a frío-húmedo en la zona ribereña al lago Titicaca y frío-subhúmedo en el resto del territorio.

1.1 Temperatura

La estacionalidad térmica es moderada en el municipio de Tiahuanacu. Durante el periodo 2010 a 2016 su temperatura media fue de 8,2°C. Su temperatura máxima media alcanzó a los 19°C y se registró en el mes de noviembre; mientras que la temperatura mínima media para el mismo periodo llegó a los -6°C durante los meses de junio y julio.

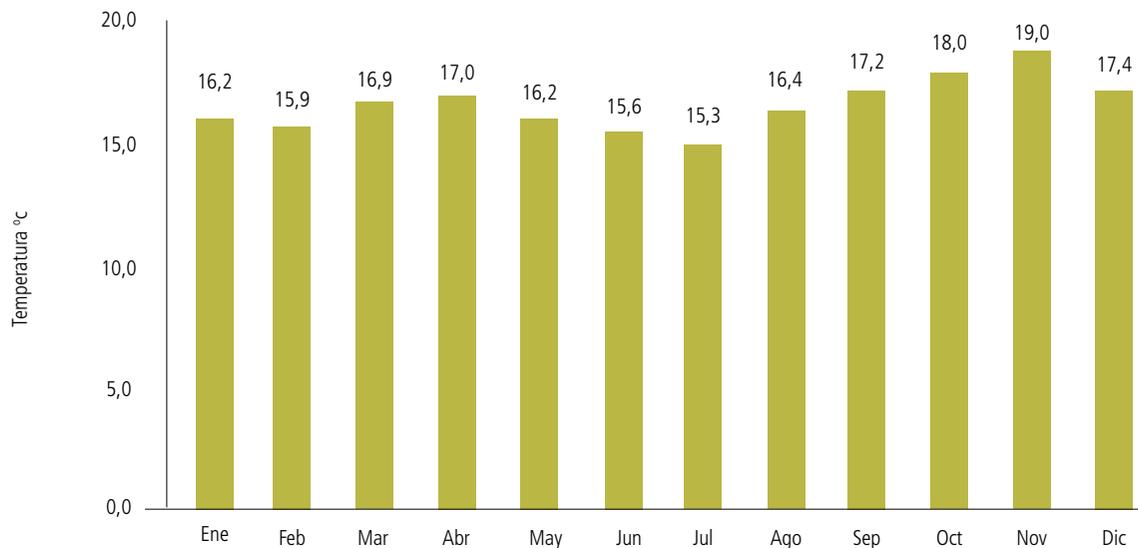
Gráfico N° 60
Temperatura promedio mensual en °C del periodo 2010 – 2016



Fuente: elaboración propia con datos del SENAMHI

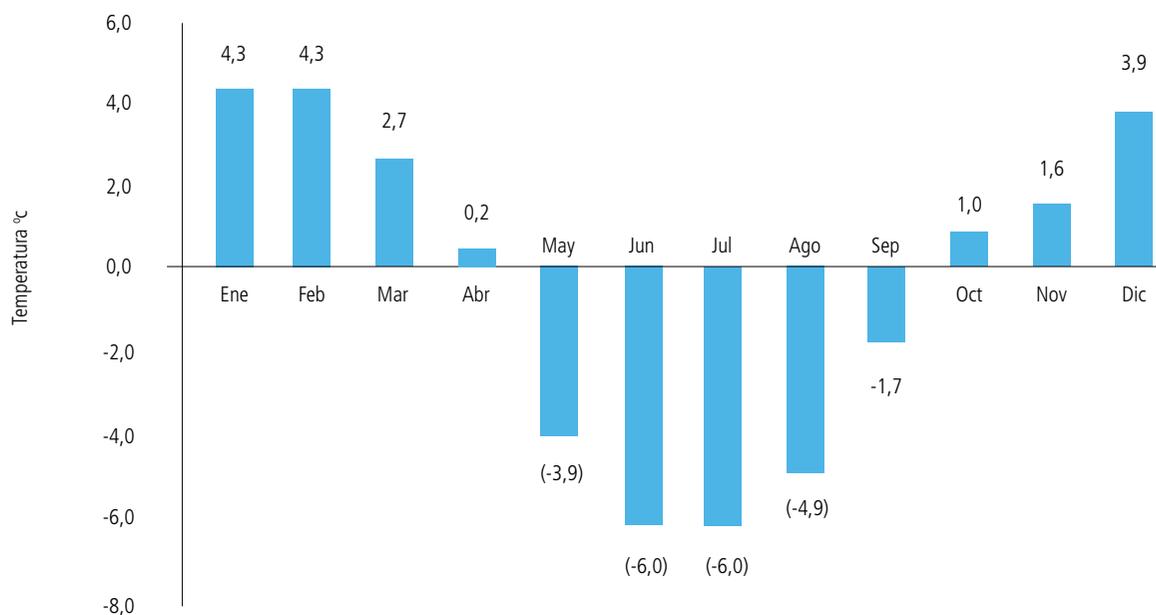
¹ La estación meteorológica está entre las coordenadas latitud sud 16° 34'07" y longitud oeste 68° 40'42" a una altitud de 3863 m.s.n.m.

Gráfico N° 61
Temperatura promedio máxima en °C del periodo 2010 – 2016



Fuente: elaboración propia con datos del SENAMHI.

Gráfico N° 62
Temperatura promedio mínima en °C del periodo 2010 – 2016



Fuente: elaboración propia con datos del SENAMHI.

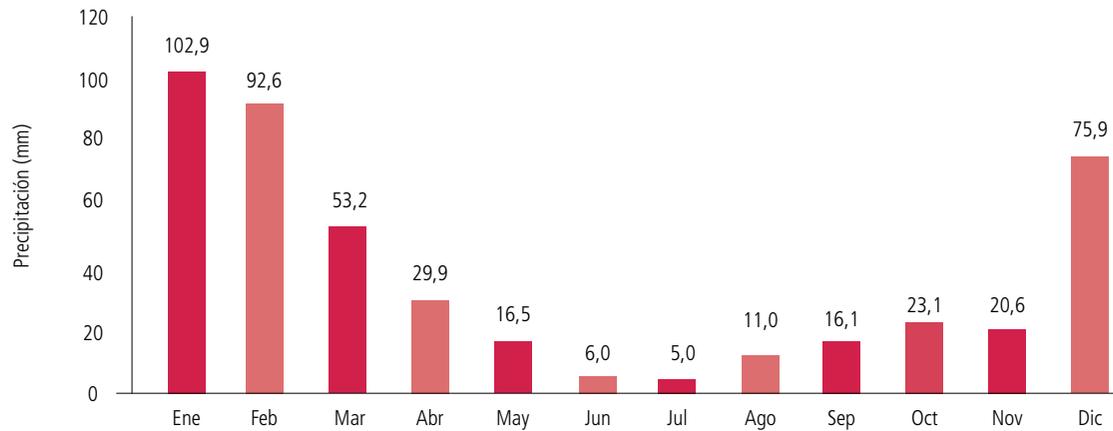
1.2 Precipitación

La distribución temporal de las precipitaciones pluviales es casi homogénea en todo el territorio del municipio de Tiahuanacu, con un patrón decreciente de Norte a Sur. Se caracteriza por un régimen típicamente monomodal con veranos húmedos e inviernos secos (GAM Tiahuanacu, 2016).

La precipitación promedio anual, entre los años 2010 a 2016, es de 452,8 mm/año, con un mínimo de 401 y una máxima de 547,3 mm/año. Las mayores precipitaciones se registran en el mes de enero.

En términos estacionales se puede establecer el periodo lluvioso entre los meses de octubre a marzo que concentra más del 80% de las precipitaciones; y el periodo seco entre los meses de abril a septiembre. Los meses de junio y julio son los de menor precipitación anual.

Gráfico N° 63
Precipitación total promedio en mm del periodo 2010 – 2016



Fuente: elaboración propia con datos del SENAMHI.

Cuadro N° 44
Datos históricos de precipitación total promedio en mm del periodo 2010 – 2016

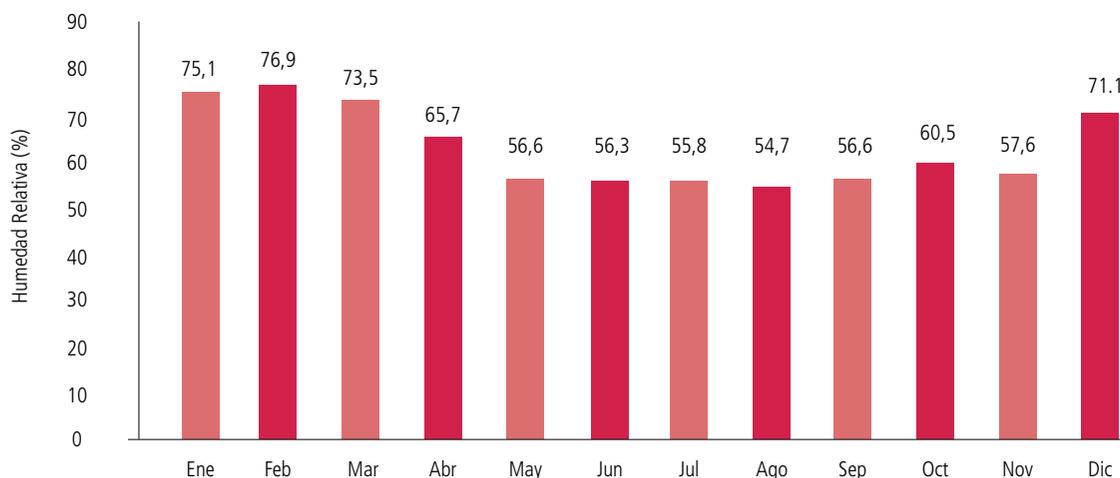
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2010	98,6	104,6	16,4	18,3	43,3	0	0	7,5	5,6	41,8	23,7	41,2	401
2011	36,9	113,5	63,3	6,5	6,6	0	12,3	0	16,1	12	39,1	131	437,3
2012	113,2	105	132,7	41,2	0	0	3,7	0	12,6	8,9	28,8	101,2	547,3
2013	127,7	92,7	38,4	6,7	36,6	41,8	5,5	18,4	0,6	20,7	9,8	130,4	529,3
2014	122,9	59,3	63	28,9	28,3	0	0	25,6	46	26,6	18,7	35,8	455,1
2015	145,8	70,3	39,3	38,4	0,8	0	12,4	25,8	31,6	33,5	21,7	57	476,6
2016	75,1	103,1	19,1	69,2	0	0	0,9	0	0	18,2	2,4	34,8	322,8
Media	102,9	92,6	53,2	29,9	16,5	6,0	5,0	11,0	16,1	23,1	20,6	75,9	452,8

Fuente: elaboración propia con datos del SENAMHI.

1.3 Humedad relativa

La humedad relativa promedio anual en el periodo 2010 – 2016 es de 63,4%, alcanzando un valor máximo de 76,90% durante el mes de febrero y un valor mínimo de 54,7% en el mes de agosto. La humedad relativa tiene un comportamiento inverso a la temperatura, siendo baja en el día y más elevada durante la noche.

Gráfico N° 64
Datos históricos de humedad relativa promedio del periodo 2010 – 2016
(en porcentajes)



Fuente: elaboración propia con datos del SENAMHI.

Cuadro N° 45
Datos históricos de humedad relativa promedio del periodo 2010 – 2016
(en porcentajes)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2010	78,9	78,9	73,6	60,4	53,4	52	52,4	48,1	53	56,6	43,3	63,3	401
2011	65,3	73,9	74,2	60,2	48,4	45	49,4	44	50,4	53,3	58	69,1	437,3
2012	74,3	77,8	76,8	73	53,9	56,7	56,3	53,7	56,6	55,5	52,5	71,7	547,3
2013	71,6	72,3	67,1	50,9	54,9	56,3	53,7	49,6	47,5	59,1	58,5	74,6	529,3
2014	76,6	72,4	66,4	63,4	49,8	47	51,2	53,1	65,3	67,2	64	75,7	455,1
2015	84,3	82,9	82,4	80,8	74,4	71,9	62	65,4	67,5	65,6	67,4	71,3	476,6
2016	74,7	80	74,2	71,4	61,1	64,9	65,7	69	56	66,4	59,2	72	322,8
Media	75,1	76,9	73,5	65,7	56,6	56,3	55,8	54,7	56,6	60,5	57,6	71,1	452,8

Fuente: elaboración propia con datos del SENAMHI.

1.4 Vientos

Los vientos de superficie registrados durante el periodo 2010 – 2016 presentan una dirección Noroeste con una velocidad media anual de 7,8 Km/hora. En los meses de septiembre a febrero es cuando se presentan las máximas velocidades 9,3 Km/hora. La velocidad máxima alcanzada es de 12,6 Km/hora en enero del 2012. En la zona circundante al lago Titicaca los vientos generan movimientos convectivos como resultado de las diferencias de temperaturas entre el cuerpo de agua y la tierra. En esta zona durante el día los vientos soplan del lago hacia la costa y por la noche a la inversa.

Cuadro N° 46
Dirección y velocidad promedio de los vientos en km/hora
del periodo 2010 – 2016

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2010	NW 8,6	NW 8,1	NW 8,6	NW 7,5	NW 6,9	NW 6,3	NW 9,6	NW 8,9	NW 10,5	NW 9,2	NW 9,1	NW 11,0	NW 8,7
2011	E 10,9	E 11,3	E 9,2	NW 8,0	NW 7,6	NW 9,4	NW 9,2	NW 8,5	NW 10,4	NW 5,4	NW 6,0	E 11,2	NW 8,9
2012	NW12,6	E 11,0	E 8,7	NW 7,2	NW 7,9	NW 6,9	NW 6,6	NW 7,0	NW 8,1	NW 10,3	NW 9,2	E 8,6	NW 8,7
2013	NW 7,8	NW 7,0	NW 7,1	NW 7,5	NW 5,2	NW 4,8	NW 6,1	NW 5,9	NW 6,6	NW 7,6	NW 9,8	E 8,1	NW 7,0
2014	E 6,9	NW 5,6	NW 6,1	NW 6,5	NW 6,5	NW 5,6	NW 5,7	NW 7,6	NW 6,2	NW 8,9	NW 8,7	NW 7,4	NW 6,8
2015	E 6,5	E 6,7	NW 6,0	NW 6,1	NW 4,8	NW 5,6	NW 6,0	NW 6,4	NW 7,1	NW 8,4	NW 8,6	NW 9,1	NW 6,8
2016	E 9,2	NW 6,8	NW 7,0	NW 6,4	NW 6,1	NW 5,0	NW 5,7	NW 8,0	NW 9,7	NW 10,8	NW 12,0	NW 9,9	NW 8,0
Media	E 8,9	NW 8,1	NW 7,5	NW 7,0	NW 6,4	NW 6,2	NW 7,0	NW 7,5	NW 8,4	NW 8,7	NW 9,1	NW 9,3	NW 7,8

Fuente: elaboración propia con datos del SENAMHI.

2 Suelos

2.1 Clasificación taxonómica de suelos

De acuerdo al diagnóstico realizado para el PTDI 2016 -2020 del GAM Tiahuanacu, los suelos de este municipio se dividen en varios tipos dependiendo de su ubicación desde las serranías, hasta las áreas circundantes y orillas del lago Titicaca.

De acuerdo a una taxonomía los suelos de las serranías se identifican como Regosoles. Se caracterizan por una textura franco-arcillo-arenosa de coloración predominantemente rojiza, con abundante pedregosidad y rocosidad superficial, cuyos procesos erosivos se presentan en diversos grados desde ligero a severo y son de tipo laminar, eólico y en cárcavas; las pendientes varían entre 15 y 60%. El horizonte "A" o capa arable se encuentra totalmente lavado, producto de la erosión hídrica y eólica laminar. En suma se traducen en suelos jóvenes de material suelto o no consolidado de 10 a 20 cm. de espesor, siendo utilizados preferentemente para el pastoreo y excepcionalmente para la agricultura.

En las cuestas los suelos están clasificados como Litosoles. Se caracterizan por una textura franco-arcillo-arenosa de color rojizo con abundante pedregosidad y rocosidad superficial, de profundidad efectiva escasa y buen drenaje. Están expuestos a un proceso erosivo de tipo laminar y en cárcavas; las pendientes son moderadamente escarpadas de 15 - 30%. La capa arable u horizonte "A" está severamente lavado; son suelos poco evolucionados con un máximo de 10 a 15 cm. de espesor, pobres en materia orgánica y escasa capacidad de retención de agua, siendo utilizados para el pastoreo y la agricultura en terrazas.

En piedemonte superior del territorio de Tiahuanacu los suelos se clasifican como Leptosoles. Se tratan de suelos superficiales a moderadamente profundos bien drenados. La profundidad efectiva está determinada por la capa de grava subyacente, de textura franco-arenosa con mucha pedregosidad y franco-arcillosa con poca pedregosidad. Ambos sometidos a procesos erosivos laminar, en cárcavas y eólico. En general, no hay rocosidad pero sí mucha pedregosidad superficial.

En las unidades de terreno existe presencia de rocas calcáreas con pendientes casi planas a ligeramente inclinadas que oscila entre los 0.5 a 5%. La capa arable u horizonte "A" es somera y de escasa evolución y cuyo desarrollo es de espesor menor a los 25 cm. Tiene poca capacidad para la retención de agua y baja fertilidad natural, siendo utilizados para cultivos de raíces poco profundas y para pastos.

Por su parte los suelos del piedemonte inferior se clasifican como Lixisoles. Son de textura franco-arenosa a arcillosa, moderadamente profundos. Tienen una ligera a moderada erosión laminar y en cárcavas, sus pendientes son casi planas y se encuentra entre los 0.5 a 2%. Son suelos de moderada fertilidad natural aptos para una gran variedad de cultivos del altiplano y para pastos.

Los suelos ubicados en las mesetas se clasifican como Leptosoles y Cambisoles. Presentan texturas franco-arcillosa a franco-limosa, bien drenadas y sin pedregosidad. Su formación es superficial a moderadamente profunda (menor a 0.3 m) presenta una ligera erosión laminar.

Los suelos de la zona circunlacustre de Tiahuanacu, que corresponde a la depresión fluviolacustre, se clasifican como Lixisoles. Presentan texturas que varían desde franco-arenosas a franco-arcillosas, sin presencia de grava ni piedra, y con una ligera erosión laminar.

Finalmente, los suelos circundantes al lago Titicaca son de tipo bofedal, clasificados como Histosoles, ricos en materia orgánica sin descomponer, saturados en agua por largos periodos. Su uso está orientado a la actividad silvopastoril.

3 Recursos hídricos

3.1 Cuencas hidrográficas y recursos hídricos

Según la delimitación y codificación de las Unidades Hidrográficas (UH) de Bolivia², elaborado en el 2010 por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Municipio de Tiahuanacu en el Nivel 1 se encuentra comprendido en la región hidrográfica "0" correspondiente a la UH endorreica (cuena del Altiplano); en el nivel 2 a la UH 01 (cuena del lago Titicaca) en el Nivel 3 a la UH 015, mientras que en el nivel 4 corresponde a UH 0154 (cuena del río Desaguadero), y en el nivel 5 se está dentro de las UH 01538 (cuena del río Cuaquira) y UH 01539 (subcuena del río Jach'a Jawira).

Geomorfológica y fisiográficamente en el territorio del Municipio de Tiahuanacu, se presentan dos sistemas hídricos claramente diferenciados, que descargan sus aguas en el lago Titicaca: en la parte central, la subcuena del río Tiahuanacu-Cuaquira, que se encuentra dentro de la UH 01538 correspondiente a la cuena del río Cuaquira; y en el sector Norte un sistema de ríos y quebradas de la subcuena del río Jach'a Jawira correspondiente a la UH 01539; en ambos sistemas hídricos la mayor parte de las quebradas tienen un flujo de agua solo en época de lluvias.

² En el estudio se cumplió las técnicas de análisis utilizando técnicas de análisis espacial raster para la delimitación y el método Pfafstetter para la división y codificación de las Unidades Hidrográficas desde el nivel continental o 1 hasta el nivel 5.

Subcuenca del río Tiahuanacu-Cuaquira

El valle del municipio de Tiahuanacu se encuentra íntegramente dentro del sistema hídrico correspondiente a la UH 01538 el cual tiene como curso de agua principal al río Tiahuanacu, que nace con el nombre de río Cuaquira en las estribaciones de la serranía Sacacani en la jurisdicción territorial de los municipios de Laja y Viacha en la Provincia Los Andes del departamento de La Paz, desde donde recorriendo el territorio con dirección Este–Oeste llega a descargar sus aguas en el golfo de Taraco a través del río Cuaquira. Este río asume la denominación “Tiahuanacu” desde la comunidad Humamarca (GAM Tiahuanacu 2016).

Dentro del territorio de Tiahuanacu, geográficamente la cuenca del río Tiahuanacu-Cuaquira se inicia en el sector Este, teniendo como límite Norte las serranías de las comunidades Chambi Chico, Lacaya Pata y Causaya; mientras que en el límite Sur está determinado por la serranía Chilla. El curso de este río tiene una longitud aproximada de 38 kilómetros, se inicia en el sector Este en cota 3.840 msnm llegando al golfo de Taraco que se encuentra a una altitud de 3.810 msnm.

El río Tiahuanacu-Cuaquira presenta dos sistemas hídricos que le tributan sus aguas, el primero desde el sector Norte y el segundo desde el sector Sur.

El sistema hídrico del sector Norte está constituido por diversos ríos (Kaput Jawira, Jacha Jawira, Tinta Jawira, Tintuma, Aska Jawira, Cotimapunku, Lurini, Chucar Katuña, Pacollo, Moronkoto, Chamingo, Quemarani, Turini, Limachi y Sequeri) y quebradas que descienden desde las serranías de las comunidades Chambi Chico, Lacaya Pata y Causaya. Se trata de ríos en su mayoría con flujos de agua temporal y tienen como principal característica la capacidad de infiltrar la planicie de los depósitos cuaternarios de piedemonte.

El sistema hídrico del sector Sur está constituido por las microcuencas de los ríos Chusicani, Tantuyo, Ch’alla Jawira y Yanamani. La microcuenca del río Chusicani tiene como curso principal el río Jacha Waranka, cuyas nacientes están en la parte alta de la comunidad del mismo nombre (colindante con el municipio de Jesús de Machaca), pasando por la comunidad Pircuta desemboca en el río Cuaquira. Este desciende desde los 4.550 m.s.n.m. hasta los 3.850 m.s.n.m., tiene una longitud de 11.5 km y una pendiente media de 6%.

La microcuenca del río T’antuyo tiene como curso principal al río T’antuyo, el cual nace en la serranía de Jesús de Machaca con el nombre de San Bartolomé, a una altitud de 4750 msnm. En su descenso, el río pasa por la comunidad Caluyo donde recibe el nombre de río Ojra Jahuira. Más abajo, pasando la comunidad Huancollo cambia de nombre a río T’antuyo hasta llegar río Cuaquira a una altitud de 3820 msnm. El curso principal tiene una longitud de 21.8 km y una pendiente media de 4%.

La microcuenca del río Ch’alla Jawira, tiene como su curso principal el río Totorani Camiña, en su nacimiento a los 4.650 m.s.n.m. Este río se une posteriormente con el río Chuño Chahui, desde donde toma el nombre de Challa Jawira y desemboca en el río Cuaquira a una altura de 3830 m.s.n.m. Este río recibe las aguas del río Huaranca Pata, cerca de la localidad Tiahuanacu. La longitud total del curso principal tiene una longitud de 13 km y una pendiente media de 6%.

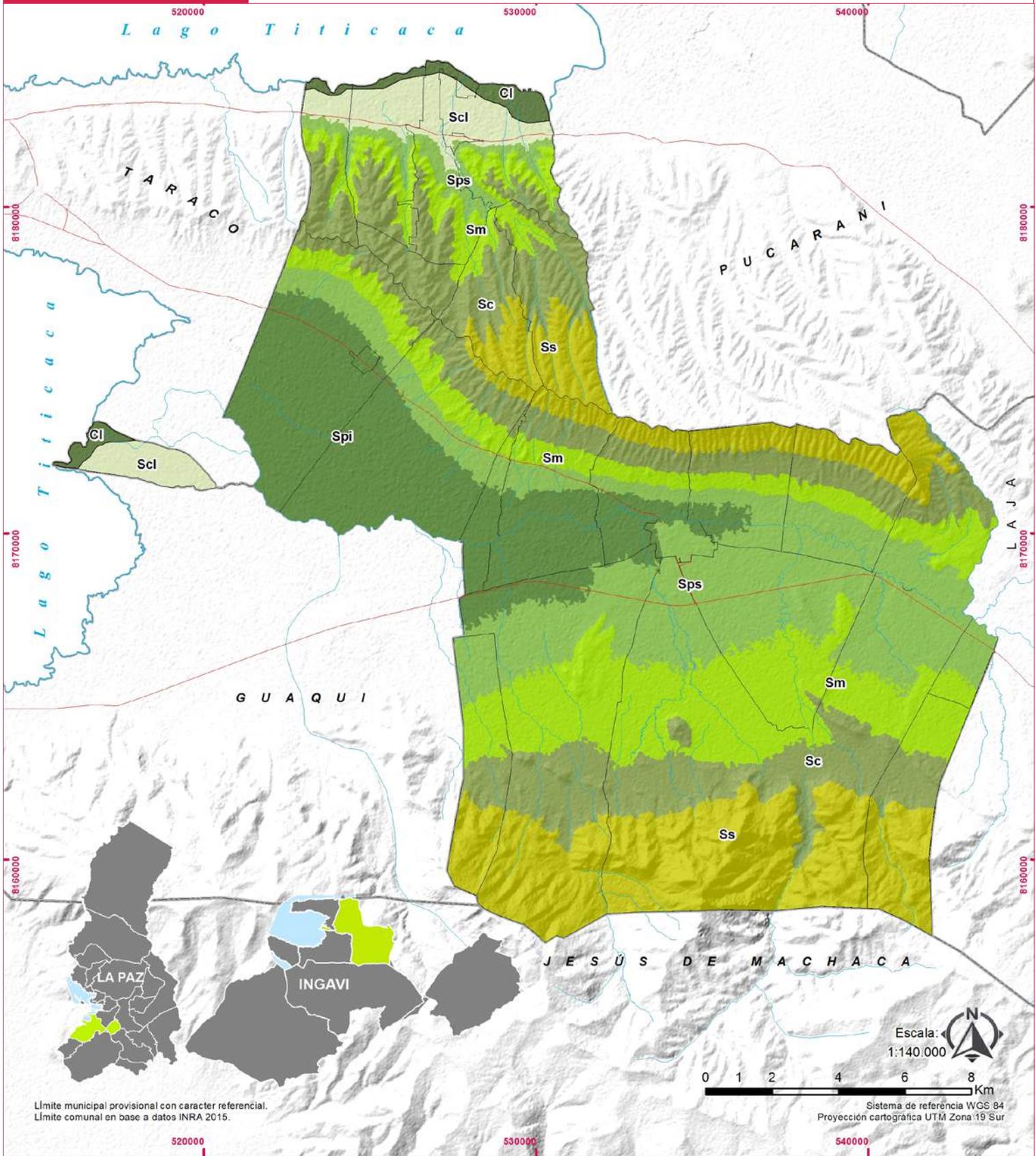
La microcuenca del río Yanamani, en su curso principal está constituida por el río Janko Jake que nace en la serranía de Quimsa Chata a una altura de 4.700 m.s.n.m. Este río al llegar a la comunidad Guaraya cambia de nombre a Quimsa Chata y posteriormente en las cercanías de la comunidad de Yanamani recibe el nombre de Ojra Jawira, el cual aguas abajo se une con el río Yanamani, adoptando esta denominación hasta desembocar al río Tiahuanacu a una elevación de 3.820 m.s.n.m. La longitud de su curso principal es de 18.9 km y tiene una pendiente media de 5%.

Subcuenca del río Jach’a Jawira

El sistema hídrico de la subcuenca río Jach’a Jawira corresponde a la UH 01539 y está ubicado en el área de la zona circunlacustre. De acuerdo a lo establecido en el proyecto de manejo integral de la cuenca del río Jacha Jawira de la Gobernación del Departamento de La Paz, desde una clasificación por tamaño de cuencas está conformada por ocho (8) microcuencas que descargan sus aguas al lago Titicaca, caracterizadas como ríos, quebradas y torrentes. La mayor red de drenaje es la del río Huacullani que corresponde al tercer orden, mientras que las microcuencas de los ríos Lucurmata, Jach’a Jawira, Kishuarani son de segundo orden, y las microcuencas Huari Chico, Quebrada Huacullani 1, Queruni y Huacuyo son de primer orden.

MAPA 13

FISIOGRAFIA Y SUELOS



Referencias

- Límites Municipales
- Límites Comunales
- Ríos
- Caminos



Descripción

- Cl**: Circundante al lago - Hiptosoles
- Scl**: Suelo circunlacustre - Lixisoles
- Ss**: Suelo de la serranías - Regosoles
- Sm**: Suelo de colinas - Leptosoles y Cambisoles
- Sps**: Suelo de piedemonte superior - Leptosoles
- Spi**: Suelo de piedemonte inferior - Lixisoles
- Sc**: Suelo en las cuestras - Litosoles

Fuente: elaboración propia en base a datos del GAM Tiahuanacu 2016

Las principales características de estas microcuencas corresponden a cursos de aguas temporales, con excepción del río Huacullani que tiene un curso permanente, con dirección Sur – Norte. La zona es parte de la península de Taraco, que presenta un relieve montañoso, con serranías estructurales y denudacionales recientes, con elevaciones entre los 3.810 hasta 4.100 m.s.n.m.

Recursos hídricos subterráneos

La presencia de una gran cantidad de los ríos, arroyos y quebradas (algunas con flujo permanente y otras con flujo temporal), que descienden desde las serranías del sector Norte y Sur tiene como característica sobresaliente que sus aguas se infiltran en la planicie de los depósitos cuaternarios. Este es un rasgo importante desde un punto de vista hidrogeológico, porque con su escorrentía contribuyen a la recarga de los acuíferos subterráneos (GAM Tiahuanacu 2016).

El estudio realizado por el Instituto de Investigaciones Geológicas y Medio Ambiente de la Universidad Mayor de San Andrés sobre las cuencas hidrogeológicas de la jurisdicción municipal de Tiahuanacu establece que existen acuíferos libres o freáticos, semiconfinados y confinados o artesianos. Estos tres tipos de acuíferos se desarrollan en los depósitos cuaternarios de la llanura que están constituidas por materiales detríticos generalmente no consolidados de origen fluvio-lacustre con granulometría muy variable y una alta permeabilidad.

Los acuíferos libres o freáticos están entre 2 a 7 metros de profundidad estando constituidos por gravillas con matriz limo-arcilloso. Los acuíferos semiconfinados y confinados de acuerdo al informe de GEOBOL – NNUU 1973, se encuentran a una profundidad superior a los 150 metros, conformados por gravillas y arenas con matriz limosa de características porosas y permeables. Esto otorga condiciones hidrogeológicas excelentes para la perforación de pozos. Estos acuíferos se advierten principalmente en los alrededores del centro poblado Tiahuanacu y las comunidades Chambi Grande y Humamarca.

El movimiento de las aguas subterráneas en forma general está determinado por la pendiente topográfica que tiene un rumbo Este-Oeste, siendo 2,10 m/km la pendiente de la superficie piezométrica.

La recarga de los acuíferos está principalmente originada por infiltración directa de la precipitación pluvial y por escorrentía de los ríos y quebradas que bajan de las serranías. La descarga se realiza por evapotranspiración, flujo superficial y por flujo subterráneo. La evaporación y transpiración de forma conjunta es el medio de descarga de mayor incidencia en la pérdida del agua y se realiza principalmente en aquellas partes bajas donde el nivel estático está cerca de la superficie o en las superficies libres de agua.

4 Biodiversidad

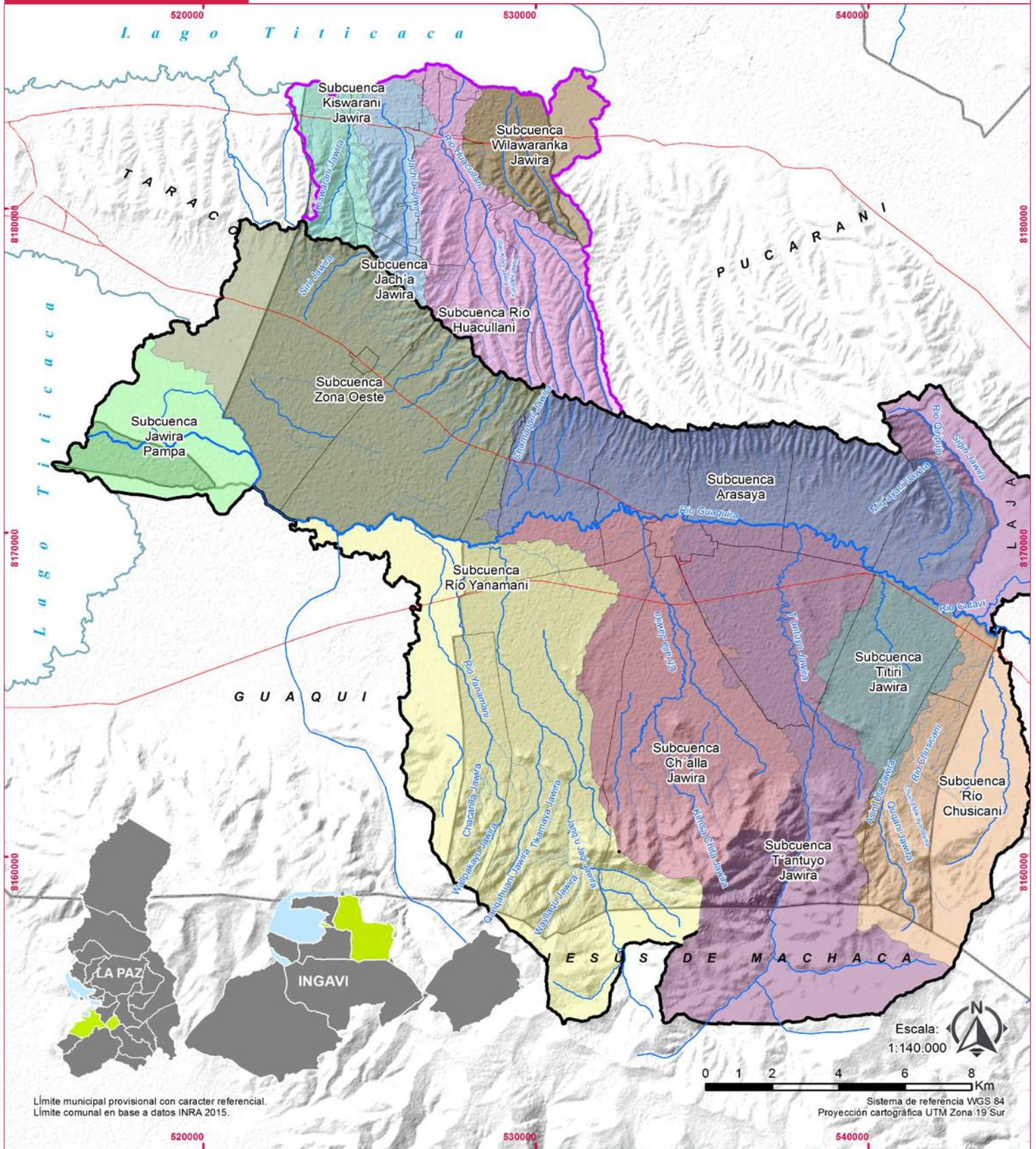
4.1 Agro-biodiversidad

El diagnóstico realizado por Fundación TIERRA (2018), identifica las variedades de cultivo en todas las comunidades del municipio de Tiahuanacu para conocer el agro-ecosistema de las comunidades. Como se puede observar en el Cuadro 47 la papa es la que presenta el mayor número de variedades (18) en las zonas Norte y Este, mientras que en las zonas Oeste y Centro presenta poca variedad (14).

Otros cultivos andinos que tienen una importante cantidad de variedad son: la quinua y oca, y el resto de los cultivos como papalisa, cebada, isaño, cañahua y maíz.

MAPA 14

RED HÍDRICA Y CUENCAS



Límite municipal provisional con carácter referencial.
Límite comunal en base a datos INRA 2015.

Escala: 1:140.000
Sistema de referencia VGS 84
Proyección cartográfica UTM Zona 19 Sur

Referencias

- Límites Municipales
- Límites Comunales
- Ríos
- Caminos



Referencia

- Cuenca Guaquirá
- Cuenca Jach'a Jawira

- Subcuenca Arasaya
- Subcuenca Río Chusicani
- Subcuenca Río Huacullani
- Subcuenca Río Yanamani
- Subcuenca T'antuyo Jawira
- Subcuenca Titiri Jawira
- Subcuenca Walawaranka Jawira
- Subcuenca Zona Oeste
- Subcuenca Siquiri Jawira
- Subcuenca Ch'alla Jawira
- Subcuenca Jach'a Jawira
- Subcuenca Jawira Pampa
- Subcuenca Kiswarani Jawira

Fuente:
Elaboración Fundación TIERRA, 2018.

Cuadro N° 47
Número de variedades cultivadas por zonas, según cultivos

Cultivos	Número de variedades locales			
	Zona Norte	Zona Centro	Zona Este	Zona Oeste
Papa	18	16	18	14
Oca	5	2	5	2
Haba	2	2	1	2
Quinua	6	8	4	2
Cebada	4	2	2	2
Papalisa	3	2	3	2
Isaño	3	1	4	4
Avena	2	2	2	2
Maíz	2	0	0	0
Cañahua	1	1	2	1

Fuente: elaboración Fundación TIERRA, 2018

De forma general se observa que la agrobiodiversidad se ha reducido en cierta medida en las zonas Centro y Oeste, donde se da mayor importancia solo a la siembra de forrajes para la alimentación de ganado bovino. Mientras en las zonas Norte y Este aún se conserva más variedades de papa, oca y cebada, esto debido a su importancia para la subsistencia familiar y además que en estas zonas el fomento de la actividad lechera es menor que en otras zonas.

En el Cuadro 48 se muestra el resumen de todas las variedades (descritas con los nombres locales) identificadas en el municipio de Tiahuanacu.

Cuadro N° 48
Variedades cultivadas, según cultivos

Cultivos	Variedades con nombres locales	N° de variedades
Papa	Huaycha, Ch'iar Imilla, Ch'iar Sani, Janqu Imilla, Janqu Pala, Wila Pala, Laram Pala, P'itacalla, Axawiri, Sakampaya, Surimana, Ch'iar Phiñu, Janqu Phiñu, Luqi, Quyu, Choquepito, Warisaya, Jant'awalla, Huayllach'ia, Sana, Qamila, Waka Laxra, Sicha, Kuntuma, Alpha, Wila Phichhuya.	26
Oca	Lluch'u, Sawacera, Qhini, Qillu Apilla, Janpu Apilla, Khella Sunt'i	6
Haba	Uchucula y Usnayo	2
Quinua	Qillu jupha, Janqu jupha, Chocapaca, Chirimoya morada, Qyutu, Churi Jupha, Yuvi y Quinua real blanco	8
Cebada	Qala grano, Ch'illphi yarana, Chhiri, Ch'iar grano, Qawu	5
Papalisa	Qillu, Willa y Ch'ixi	3
Isaño	Ch'iy Nayrani, Wila Jachir Nayrani, Ch'iar Isaño	3
Cañahua	Qhilla cañahua	1
Maíz	Qillu y Janqu	2
Avena	Janqu y Ch'ira	2

Fuente: elaboración Fundación TIERRA, 2018

En el año 2016, el municipio de Tiahuanacu fue parte del proyecto “Capacidad resiliente mediante norma municipal de banco de semillas de papa nativa en Tiahuanacu” ejecutado por la FAO, que permitió la promulgación de la Ley Municipal N° 102/2016 “Ley de Creación de Banco de Semillas Municipal” para regular la obtención, investigación, producción y comercialización de semillas de papa nativa así como el registro de las mismas. Y a través del decreto 008/2017 “Reglamento General de la Ley de Creación de Banco de Semillas Municipal de Papa Nativa”, se operativizó dicha norma. Este proyecto garantizó el funcionamiento y sostenibilidad del banco de semillas de las variedades Sakampaya, Qhati señorita y Chilltu, seleccionadas por su alto contenido de hierro y zinc (Marza, Alí & Mamani, 2018).

4.2 La fauna silvestre

Entre las especies animales identificadas en el municipio de Tiahuanacu están mamíferos, peces, anfibios, reptiles y aves, además de una variedad de especies menores como insectos, arácnidos, crustáceos y moluscos. Estos merecen un estudio especializado. Las aves mayormente son residentes como la huallata (*Chloephaga melanoptera*), el pato silvestre (*Anas sp.*), la gaviota andina (*Larus serranus*), la *yaka yaka* (*Colaptes rupícola*) y el *leke leke* (*Vanellus resplendens*) y algunas migratorias como el ibis negro (*Plegadys ridgwayi*) (la especie de mayor abundancia que ocupa el biotopo de los totorales del lago Titicaca). Entre los mamíferos predominan el zorro (*Pseudalopex culpaeus*), el zorrino (*Conepatus rex rex*) y el cuy silvestre de campo (*Cavia tschudii*). Entre los reptiles están las lagartijas (*Proctoporus sp.*) y culebras (*Tachymenis peruviana*) (GAM Tiahuanacu 2016).

Por su importancia económica y científica se deben considerar la rana gigante del lago Titicaca (*Telmatobius culeus*) y las especies de peces nativos. Las especies importantes son del género *Orestias* que se caracteriza por peces de pequeño tamaño. Actualmente muchos de estos peces se encuentran en situación de extinción, y una de ellas, el umanto (*Orestias cuvieri*) es una especie extinta. Adicionalmente, existen dos especies introducidas al lago, la trucha arco iris (*Salmo gairdeneri*) (originaria de las costas del océano Pacífico de Norte América) y el pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) (originaria de Argentina).

5 Recursos minerales

5.1 Minerales

En las serranías altas del sector sur del municipio de Tiahuanacu existen tres concesiones mineras auríferas: Tiahuanacu, San Bartolomé y Minera Progreso. Específicamente se encuentran en las comunidades Achaca y Guaraya, en posesión de cooperativas y un privado (GAM Tiahuanacu, 2016).

Cuadro N° 49
Información de concesiones mineras

Concesión	No de cuadrículas	Propietario
Tiahuanacu	10	Privado
San Bartolomé	10	Cooperativa Minera
Minera Progreso	3	San Bartolomé de Achaca

Fuente: Diagnóstico GAM Tiahuanacu, 2016.

5.2 Áridos

En los ríos principales del municipio de Tiahuanacu existen agregados principalmente de arena que son aprovechados por las comunidades, por ejemplo, para usar como contraparte en la ejecución de proyectos que requieren de este insumo. Así también por las familias para la construcción de obras de infraestructura. No hay estimaciones de su volumen de aprovechamiento y su potencial en el futuro. Es importante señalar que el volumen de este recurso varía de acuerdo a las precipitaciones anuales, ya que estas realizan el arrastre de material de las serranías hacia las planicies.

6 Infraestructura productiva colectiva

6.1 Sistemas de riego

En el municipio de Tiahuanacu se ha identificado un total de 13 sistemas de riego y micro riego. La fuente de agua para estos sistemas son las vertientes ubicadas en la cabecera de las comunidades y las micro cuencas. En algunos casos se trata de sistemas de riego de carácter ancestral (sistemas de conducción a canal abierto y sin revestimiento alguno) y están en la zona Centro. En las zonas Este, Oeste y Norte donde el caudal es bajo la conducción se realiza a través de tuberías de PVC y cuentan con estanques de regulación.

En todos los casos la aplicación del riego en las parcelas se realiza por gravedad, es decir por inundación. Se constató que en algunos casos se encuentran abandonados y esto puede responder a la falta de administración.

Cuadro N° 50
Información de sistemas de riego y micro riego, según zonas y comunidades

Zona	Comunidad	Nro.	Nombre	Fuente	Conducción	Aplicación en parcelas	Número de usuarios	Tiene comité de riego
Zona Centro	Achaca	1	Riego Oxra Jawira	Vertiente	Canal abierto	Inundación	206	si
	Guaraya	2	Sistema de Riego Janqu Jaqi	Vertiente	Canal abierto	Inundación	70% de la Zona Ingenio Limitada	si
		3	Sistema de Riego Kh'akawani	Vertiente	Canal abierto	Inundación	10% de la Zona San Bartolomé	si
	Yanamani	4	Sistema de Riego "Qhuya Putu"	Vertiente	Canal abierto	Inundación	40	si
		5	Sistema de Riego "Jach'a Juxu"	Vertiente	Canal abierto	Inundación	42	si
Zona Este	Caluyo	6	Sistema de riego Ojra Jawira	Vertiente	Entubado	Inundación	Todos los comunarios que tienen sus parcelas en la aynuqa de haba	Yapu campu
	Chusicani	7	Sistema de Riego Zona 1	Vertiente	Entubado	Inundación	44	si
		8	Sistema de Riego Zona 2	Vertiente	Entubado	Inundación	15	si
		9	Sistema de Riego Zona 3	Vertiente	Entubado	Inundación	43	si
10		Sistema de Riego Zona 4	Vertiente	Entubado	Inundación	15	si	
Zona Oeste	Suriri	11	Sistema de Riego Suriri	Vertiente	Entubado	Inundación	30	si
Zona Norte	Capiri	12	Sistema de riego 1 Uma Pirwa (Limani)	Vertiente	Entubado	Inundación	19 personas de la zona Uma Pirwa	si
		13	Sistema de riego 2 Achach Qala (Huanq'u Putuni)	Vertiente	Entubado	Inundación	70% de la Zona Achach Qala	si

Fuente: elaboración Fundación TIERRA, 2018.

Las razones principales para ello son que las superficies regadas por familias son muy pequeñas y las condiciones del clima no permiten adelantar las siembras a pesar de contar con riego. Por otro lado las cosechas de las parcelas con riego son mayormente para el consumo. En este sentido los sistemas de riego juegan un rol fundamental para la seguridad alimentaria de las familias.

La cobertura de estos sistemas de riego es baja en relación a número de beneficiarios y superficie regada. Se observa que se puede incrementar esta cobertura a través de la tecnificación a sistema de riego por aspersión. En la mayoría de los casos las diferencias de cota, entre la fuente de agua y las áreas regadas, permitiría esta posibilidad.

En todas las comunidades, los sistemas de riego cuentan con su comité de riego, que se encarga de administrar o realizar la distribución del agua y buscar el financiamiento para el mejoramiento de los sistemas antiguos. En la mayoría de los casos se constata una debilidad de estas organizaciones, que podría ser por falta de conocimientos técnicos y cohesión de los usuarios (beneficiarios).

7. Vegetación

En el municipio de Tiahuanacu existe una diversidad de especies vegetales altoandinas, caracterizadas por su porte bajo desde herbazal a arbustiva. Esta vegetación es rala y se concentra en las zonas de piedemonte y serranía. También existen especies introducidas principalmente arbóreas adaptadas a los factores geomorfológicos y climatológicos de la región.

En las serranías la vegetación dominante comprende los pajonales de Chilliwa e Ichu sicuya (*Stipa ichu*), arbustos de añahuaya (*Adesmia miraflorensis*) y kaylla (*Tetraglochin cristatum*). En las zonas más bajas se encuentran relictos de arbustos, sobre todo de la familia *Baccharis* sp. (Thola, Añawayaya). En las cuevas y mesetas la vegetación con mayor presencia son los pastos del tipo Chillihuas Porkeal y los Chijiales sicuya (*Stipa ichu*), y también los Ichuales, Cebadillares, Ñaccka Tholares, Ichual, Chillihuar Kaillar, añahuaya (*Adesmia miraflorensis*) y kaylla (*Tetraglochin cristatum*).

En las llanuras y piedemontes la vegetación es herbácea caracterizada por gramíneas duras dispuestas en manojos densos, tales como la sicuya (*Stipa ichu*), la chillihua (*Festuca dolichophylla*) y el crespillo (*Deyeuxia* sp.). También existe la vegetación arbustiva resinosa de bajo porte como la tola (*Baccharis incarum*), la añawayaya (*Adesmia miraflorensis*) y la kaylla (*Tetraglochin cristatum*).

En la zona circundante al lago Titicaca, las condiciones medioambientales de temperatura y precipitación determinan la potencialidad de la vegetación arbórea. Aquí predominan el eucalipto (*Eucalyptus glóbulos*), pino radiata (*Pinus radiata*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y la kiswara (*Buddleja coriacea*), y también hay coberturas vegetales con chilliwa (*Festuca dolichophylla*) y sillu sillu (*Lachemilla pinnata*) formadas en los bofedales. Mientras que en las riberas del lago Titicaca la vegetación predominante está conformada por totoras (*Schoenoplectus spp.*) asociadas al llachu (*Elodea* sp.), chara (*Chara* sp.) y el chancu (*Myriophyllum quitense*), estos conforman los grupos de macrófitas más importantes para los peces.

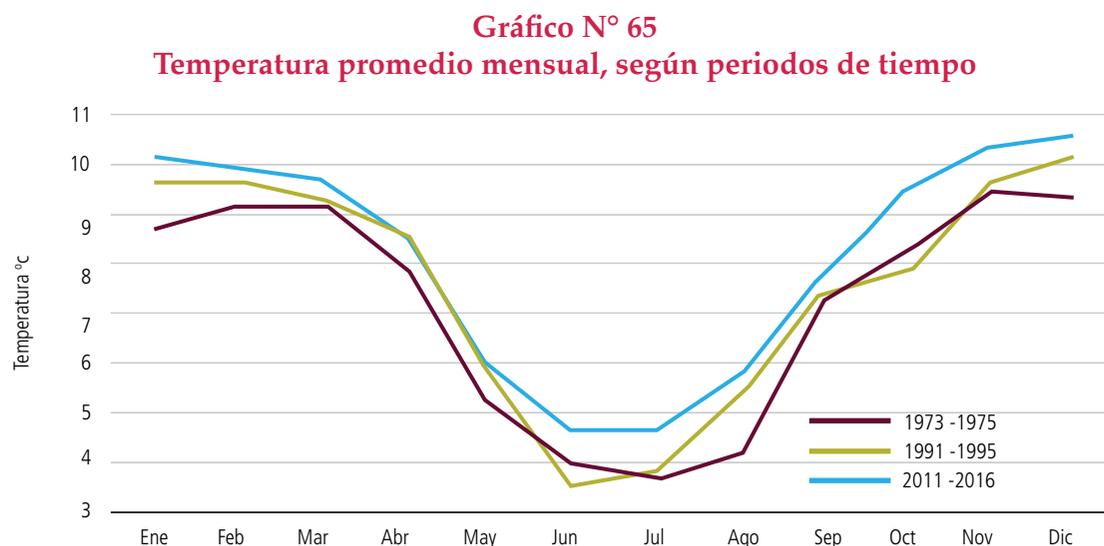
8. Cambio climático y variabilidad climática

8.1 Amenazas climáticas para el sector productivo

Incremento de la temperatura

Los patrones de lluvia y la altitud en Los Andes han hecho que la agricultura en esta región sea siempre vulnerable a heladas, granizo, sequías e inundaciones. Estudios realizados, por Valdivia et al, (2010 citado en García 2013), muestran tendencias de incremento de las temperaturas mínima y máxima para los últimos 50 años. Esto quiere decir que hay un calentamiento de la temperatura de la región como efecto del cambio climático. Ahora con el aumento de la temperatura se da un incremento significativo de la evapotranspiración en el altiplano Norte y Sur (CIDES-UMSA, 2013).

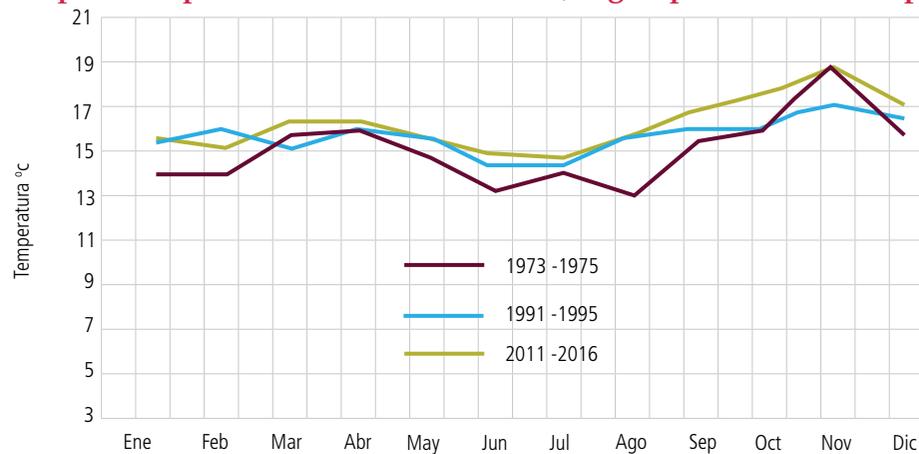
Como se puede observar en el Gráfico 65, elaborado sobre la base de información del SENAMHI, la situación es similar a la descrita anteriormente. La temperatura media mensual (para tres periodos), muestra que para todos los meses del año existe un aumento de temperatura media. Esto influye directamente en el régimen hidrológico de la zona.



Fuente: elaboración propia con datos de SENAMHI.

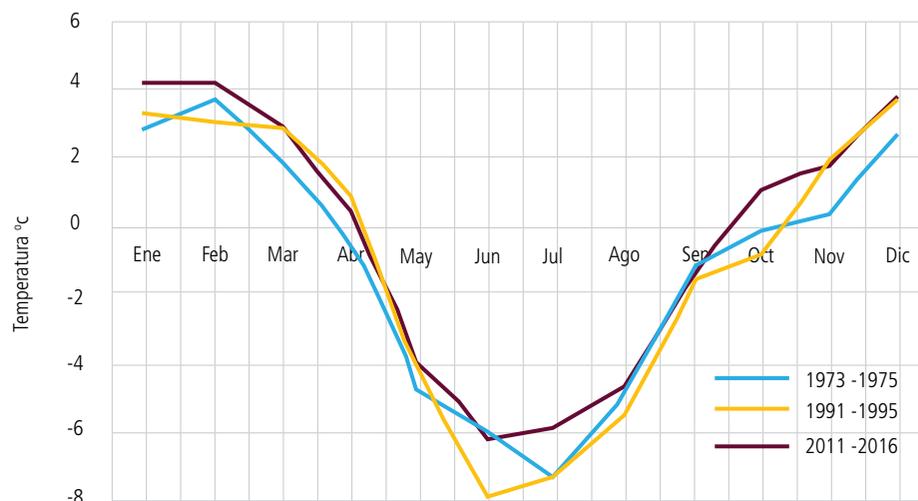
De la misma manera los gráficos 66 y 67 muestran esta misma tendencia, donde la temperatura máxima media para el periodo 2011-2016 es superior para todos los meses de los periodos 1991-1995 y 1973-1975 y la temperatura mínima media también muestra incremento. Es decir que las temperaturas mínimas, medias y máximas se han incrementado. Esto tiene mucha influencia en el régimen hidrológico de la zona y en la ocurrencia de eventos climáticos extremos.

Gráfico N° 66
Temperatura promedio máxima mensual, según periodos de tiempo



Fuente: elaboración propia con datos de SENAMHI.

Gráfico N° 67
Temperatura promedio mínima mensual, según periodos de tiempo



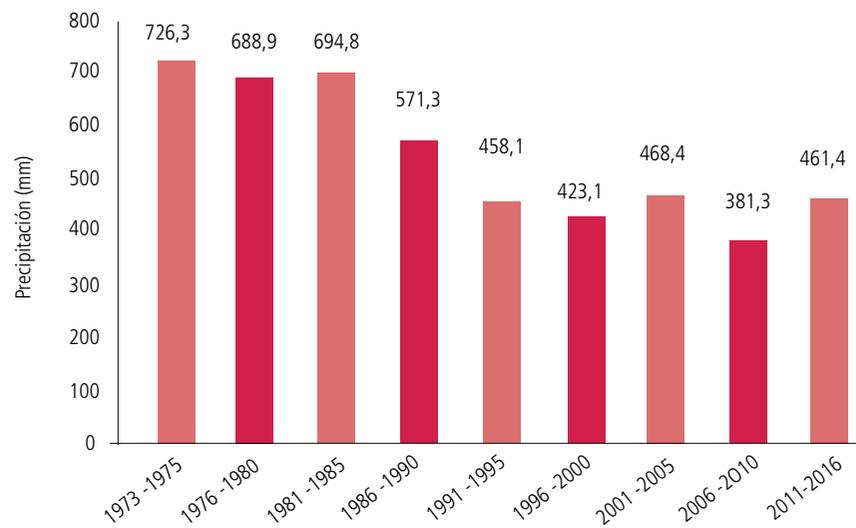
Fuente: elaboración propia con datos de SENAMHI.

Reducción de la precipitación

Respecto a la precipitación se evidencia una reducción contraria a la temperatura. Un análisis realizado por periodos de 5 años para la precipitación total anual (Gráfico 68), desde el primer periodo (1973-1975) hasta el último periodo (2011-2016), muestra claramente una reducción significativa de la precipitación anual en 246,9 mm (de 726,3 mm a 461,4 mm). Esto representa la reducción del 36% de los aportes pluviales tan necesarios para el desarrollo de la agricultura.

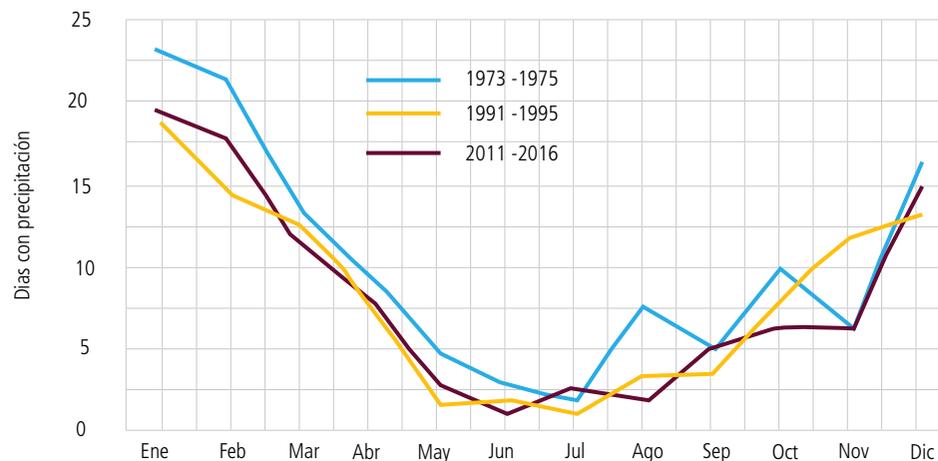
Otro indicador para conocer las alteraciones en el régimen hidrológico es la cantidad de días de un mes con precipitaciones. De acuerdo al Gráfico 69 se observa claramente que para los periodos de análisis (1973-1975, 1991 -1995 y 2011-2016) existe una reducción de días con precipitaciones.

Gráfico N° 68
Precipitación promedio total por periodos de tiempo



Fuente: elaboración propia con datos de SENAMHI.

Gráfico N° 69
Promedio mensual de días con precipitación para diferentes periodos de tiempo



Fuente: elaboración propia con datos de SENAMHI.

Todos los datos anteriores evidencian la presencia del cambio y variabilidad climática en el Municipio de Tiahuanacu, lo que se expresa de forma general en las siguientes manifestaciones en los últimos años:

- Mayor evapotranspiración por el incremento de la temperatura, con el consiguiente mayor requerimiento de agua para las actividades agropecuarias.
- El inicio de las precipitaciones se hace más impredecible, lo que afecta a la siembra de los cultivos que dependen de las lluvias como la haba, oca, cebada grano, cañahua, que se siembran en los meses de agosto a octubre.
- El volumen total de las precipitaciones anuales se ha reducido concentrándose principalmente durante los meses de diciembre a marzo.
- La ocurrencia de las heladas se ha incrementado, afectando a los cultivos en pleno desarrollo y floración.
- La ocurrencia de las granizadas se hace más impredecible.
- La presencia de nuevas plagas de insectos como la polilla de papa, la tijereta, la paloma manchada. Estas han subido a mayores umbrales altitudinales aprovechado la mejora de las temperaturas.

8.2 Vulnerabilidades del sector productivo

El desarrollo de la actividad agropecuaria en el municipio de Tiahuanacu presenta muchas condiciones de vulnerabilidad, tales como:

Reducción de la agro-biodiversidad

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 2011) existe una inminente pérdida de la agro-biodiversidad de cultivos de ciclo largo; reduciendo su superficie de siembra o convirtiéndola en cultivos marginales, lo que reduce su posibilidad de conservación *in situ*. Esto deriva en la disminución en el uso de algunas variedades y especies locales adaptadas a determinados lugares y la introducción de otras variedades.

Este mismo efecto se observa en el municipio de Tiahuanacu, donde las variedades locales de papa de ciclo largo como por ejemplo las papas amargas están siendo desplazadas por variedades más precoces y de mayor rendimiento. Hay un desplazamiento de la agro-biodiversidad que es la riqueza genética con la que cuentan los pueblos para hacer frente a los cambios ambientales a corto y largo plazo.

Uso de semillas erosionadas

Otra práctica observada que concuerda con los datos del Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2013) es la utilización de semillas propias carentes de una buena selección (tamaños no adecuados) y con deficiencias en su almacenamiento. Esto incide en la resistencia frente a los eventos climáticos adversos y en el rendimiento general.

Erosión y degradación de los suelos

El altiplano sufre regímenes climáticos extremos que inciden en la potencialidad de los suelos agrícolas. Estos pueden agudizarse debido al cambio climático y provocar mayor erosión, por ejemplo al producirse precipitaciones concentradas en periodos muy cortos de tiempo. De acuerdo al diagnóstico realizado por Fundación TIERRA, se ha verificado que la mayor parte de las tierras agrícolas se encuentran en las laderas, son superficiales y sometidas a procesos de erosión laminar. Aquí el uso del tractor agrícola, la siembra en la pendiente y la reducción del uso de los abonos orgánicos puede afectar paulatinamente, haciendo de la actividad agrícola más vulnerable a la variabilidad y cambio climático.

Agricultura dependiente de las precipitaciones

Como se ha descrito en el capítulo IV de actividades agrícolas, en el municipio de Tiahuanacu solamente un 5% de la superficie cultivada cuenta con riego por lo que la agricultura es totalmente dependiente de las precipitaciones pluviales (Fundación TIERRA, 2018).

Fuentes de agua susceptibles a la desecación

La totalidad de los sistemas de riego y micro riego existentes dependen de vertientes como fuentes de agua. Frente a la reducción de las precipitaciones, la fuerte escorrentía y las fuertes insolaciones pueden ir desecando las vertientes a medida que pasan los años si no se toman las medidas de adaptación correspondientes.

Escasa capacitación de los productores en el manejo de plagas y enfermedades de los cultivos

De acuerdo al diagnóstico realizado, en todas las comunidades se ha constatado que solamente se presta mayor atención al control del gorgojo de los andes en el cultivo de la papa, mientras otras plagas como la polilla de papa, el complejo de polillas de quinua con "ticonas", los pulgones en el cultivo de haba también causan grandes pérdidas, sin embargo se desconoce casi por completo su ciclo biológico y los métodos y técnicas de control.

Reducción de rendimientos

De acuerdo a PNUD (2011), la reducción de rendimientos en siembras de invierno por falta de agua y las pérdidas asociadas al incremento de la temperatura serán mayores debido a la demanda de agua en los cultivos. Según algunos escenarios climáticos, las tendencias de temporalidad de las heladas cambiarán, por tanto, aumentará la probabilidad de heladas tardías cuando haya retrasos en la época de lluvias, afectando así a los cultivos de siembra o ciclo tardío. Este es un escenario que se podría manifestar a la larga en el municipio de Tiahuanacu.

Mayor vulnerabilidad del sistema agrícola que la ganadería

Los cultivos andinos por ser cultivos anuales, una vez germinado y/o brotado son muy vulnerables a los eventos climáticos adversos como heladas, granizadas y sequías. Al ser dañados casi en su totalidad no poseen la capacidad de rebrote como sucede con los pastos, forrajes o cultivos perennes. Cuando son afectados severamente por estos eventos adversos no solo se pierde la producción que es destinada para la seguridad alimentaria de las familias, sino también las semillas para la próxima campaña y el capital invertido. Por otro lado, los ingresos provenientes de este sector, no son comparables con los beneficios de la actividad lechera. De esta manera los agricultores son más vulnerables que los ganaderos.

8.3 Adaptación al cambio climático y gestión de riesgos

Los conceptos de adaptación al cambio climático y gestión de riesgos de desastres están muy relacionados. La gestión de riesgos y las acciones de adaptación al cambio climático buscan primordialmente el aumento de la resiliencia y la reducción de la vulnerabilidad, priorizando acciones de prevención y preparación antes que las acciones de rehabilitación y reconstrucción en todos los niveles territoriales y sectoriales (PNUD, 2011).

Las proyecciones muestran que el comienzo del periodo de lluvias será más incierto y más seco; sin embargo, las lluvias serán más intensas que en la actualidad, aunque con periodos de corta duración. Todo esto apunta a un periodo agrícola de más corta duración, con mayores temperaturas promedio, menor humedad en el suelo y, además, mayor incertidumbre (PNUD, 2011). Frente a este escenario de variabilidad y cambios climáticos para la región del Altiplano, en el municipio de Tiahuanacu se requiere fortalecer las capacidades de resiliencia de los sistemas productivos a través de acciones que pueden estar enmarcadas en los siguientes puntos:

Desarrollo de sistemas de riego y fortalecimiento de las normas de uso de agua para riego

El agua utilizada como riego es uno de los recursos tecnológicos que permiten mitigar el efecto del déficit hídrico, teniendo en cuenta las condiciones del clima, suelos y recursos hídricos en la producción de cultivos. Sin embargo, las comunidades normalmente se basan en formas de organización y normas tradicionales para el uso del agua (PNUD, 2011).

Fomento de una ganadería bovina planificada

La ganadería bovina de leche ha demostrado en los últimos años que puede ser mucho más resiliente que la agricultura. No solo porque permite generar mejores ingresos, sino también porque las granizadas y las heladas afectan en menor medida a los pastos y forrajes que son la base para la producción bovina, mientras que la sequía afecta en igual medida a ambos sectores. La implantación de alfalfares ha permitido contar con forrajes más nutritivos y más resistentes a las sequías, ya que debido a su profunda raíz tiene rebrotes antes del periodo de lluvias. Sin embargo, se requiere mejorar la planificación a nivel de las comunidades, como por ejemplo en el manejo de las razas, la producción y comercialización de leche y la transformación en quesos criollos.

Protección de las áreas de recarga de los acuíferos

Se ha mostrado que todas las fuentes de agua para riego dependen de las vertientes. Las actividades humanas como el sobrepastoreo, la realización de prácticas agrícolas, la quema, y otras prácticas de remoción de la vegetación de estas áreas, hace que el agua de las precipitaciones fluya rápidamente (escorrentía) hacia los cauces de los ríos, haciendo que la infiltración y recarga de acuíferos sea cada vez menor. Por tanto, se requiere de acciones comunitarias para identificar y proteger las áreas de recarga de acuíferos, no solo agua para el riego, sino también para el consumo humano, realizando la protección con cercos, para permitir la regeneración de la vegetación natural.

Atención diferenciada por el GAM Tiahuanacu, a las comunidades más vulnerables

Se ha identificado que las comunidades Rosa Pata, Capiri y Suriri, presentan grandes desventajas productivas en relación al resto de las comunidades del municipio. Su ubicación en la serranía hace que sus pobladores dependan de una agricultura totalmente de subsistencia, ahí se registran los peores rendimientos, como es el cultivo de papa en el municipio, que va desde 762,9 a 1.471,1 kg/ha, como se puede observar en el Cuadro 51.

Cuadro N° 51
Relación de rendimientos del cultivo de papa en las comunidades Capiri, Suriri y Rosa Pata

Comunidad	Total cultivado	Rendimiento de papa (Kg/ha)
Capiri	80,3	737,2
Suriri	53,1	1471,1
Rosa Pata	43,9	762,9

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística (CNA,2013).

A pesar de que no cuentan con áreas de praderas para el desarrollo de la ganadería, el esfuerzo de sus pobladores hace que cuenten con una media de 2,3 a 3,9 bovinos por UPA, tal cual se muestra en el Cuadro 52.

Cuadro N° 52
Relación de UPA y número de bovinos en las comunidades Capiri, Suriri y Rosa Pata

Comunidad	Total UPA	Total bovinos por comunidad	Promedio de bovinos por UPA
Capiri	75	172	2,3
Suriri	35	135	3,9
Rosa Pata	36	133	3,7

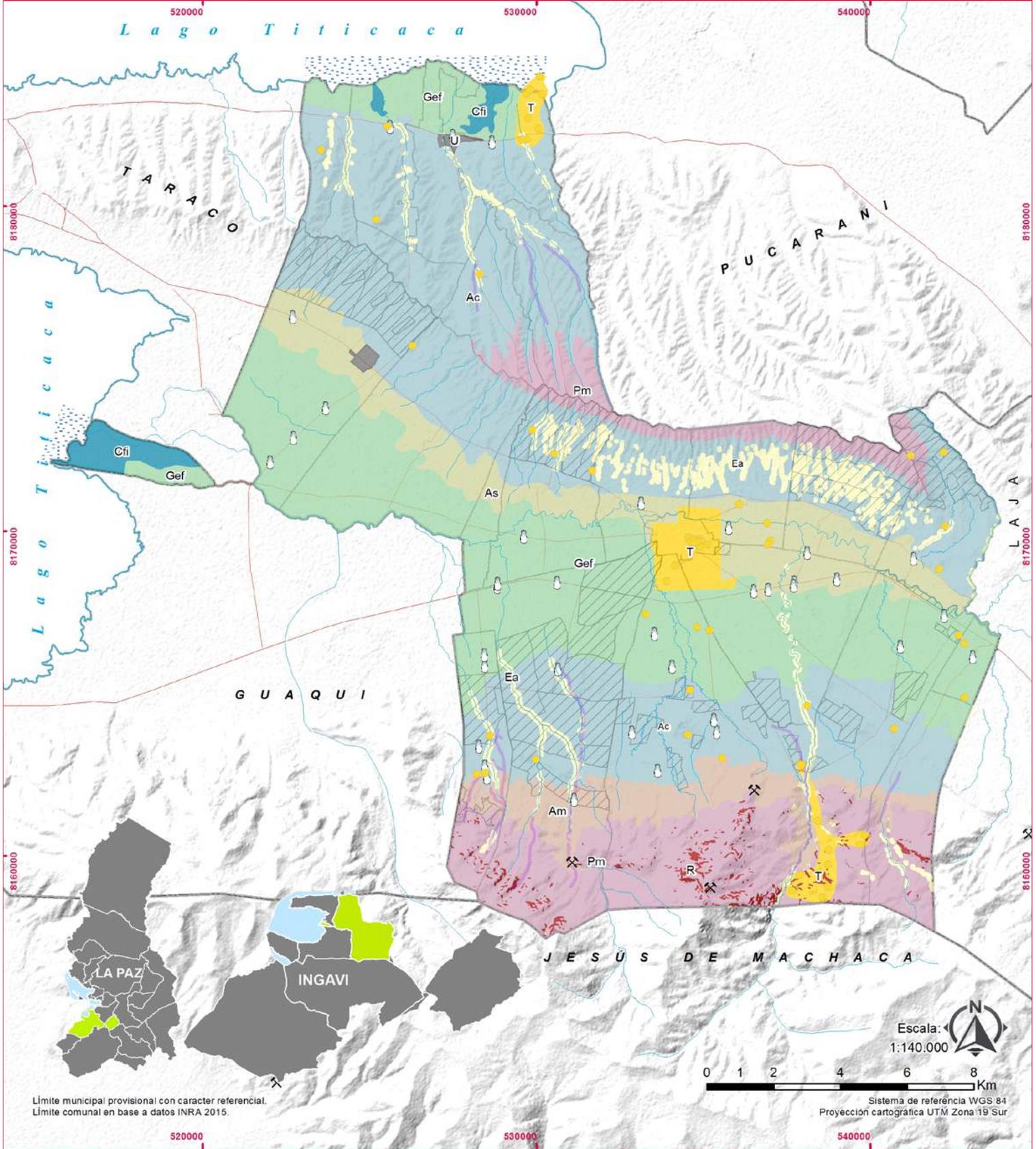
Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística (CNA,2013).

De esta manera, estas tres comunidades requieren atención especial para su desarrollo productivo, a través de alternativas productivas.

Por otro lado existen comunidades en mejores situaciones y otras en situaciones intermedias pero también requieren el fortalecimiento a través de sus potencialidades productivas.

MAPA 15

POTENCIAL PRODUCTIVO



Límite municipal provisional con carácter referencial.
Límite comunal en base a datos INRA 2015.

Escala: 1:140.000
Sistema de referencia WGS 84
Proyección cartográfica UTM Zona 19 Sur

Referencias	Actividades productivas	Potencialidades productivas
<ul style="list-style-type: none"> Limites Municipales Limites Comunales Ríos Caminos 	<ul style="list-style-type: none"> Punto de acopio de leche Sitio turístico Concesión minera Sistema de riego Tierra colectiva (Aynupa) 	<ul style="list-style-type: none"> As Agropecuario por sectores Ac Agrícola para consumo y mercado interno Am Agrícola bajo riego en microclimas Cfi Cultivo de forraje en suelo inundable Gef Ganadero extensivo y siembra de forrajes R Uso restringido por pendientes pronunciadas Ea Extractivo de áridos Pm Pastoreo en montaña y protección de fuentes de agua. T Turístico U Urbano residencial P Piscícola y forraje acuático

Fuente: Elaboración fundación TIERRA, 2018.

Fortalecimiento de capacidades de las comunidades para la gestión territorial

Todas las comunidades poseen características socioterritoriales y económicas productivas diferentes. Sin embargo la gestión del territorio con una visión productiva sólida, equitativa e inclusiva puede permitir dar importantes pasos, podemos citar algunos ejemplos.

- Identificar el potencial productivo de la comunidad en función de los suelos, disponibilidad de agua, etc.
- Ejecutar proyectos, programas o planes orientados a fortalecer el rubro identificado hasta su consolidación (lechería, producción de quesos, turismo, engorde de toros, crianza de animales menores, producción de hortalizas, etc.).
- Capacitación colectiva sobre la ejecución e implementación del proyecto de vida de la comunidad.

Fortalecimiento de la actividad agrícola

La actividad agrícola no puede dejarse de lado frente a los cambios climáticos. Este sector requiere el fortalecimiento de capacidades de las UPA en temas relacionados a:

- Manejo de abonos orgánicos para mantener la estructura del suelo y mejorar su capacidad de retención de humedad.
- Utilizar semillas de calidad ya sea a través de selección masal y/o certificadas para vigorizar las mismas y para hacer frente a los eventos climáticos y mejorar los rendimientos.
- Informar sobre las alternativas de manejo y control de las plagas más dañinas en los cultivos de papa, quinua, haba y otros.
- Capacitar en estrategias de prevención y respuesta ante los eventos climáticos que afectan a la agricultura.

Desarrollo de un sistema municipal de alerta temprana

El Gobierno Municipal de Tiahuanacu, a través de la difusión de información agro-climática, de los pronósticos locales y tecnológicos, puede ayudar a precisar mejor las épocas y lugares de siembra de los cultivos, permitiendo de esta manera reducir las pérdidas por mala planificación de la campaña agrícola. Se ha demostrado que los pronósticos del SENAMHI y las observaciones locales (bioindicadores) contribuyen a la planificación de la campaña agrícola a corto y mediano plazo (días y meses).

9. Potencialidades y limitaciones

El municipio de Tiahuanacu tiene diferentes potencialidades y limitaciones en función de factores de suelos (textura, profundidad efectiva), pendiente, humedad del suelo, riego, vegetación natural, sin embargo no existen diferencias marcadas de precipitación y temperaturas en todo el territorio.

Cuadro N° 53
Descripción de las potencialidades y limitaciones productivas

Uso	Ubicación	Potencialidades	Limitaciones
Restringido para uso agropecuario	Principalmente la parte sur del municipio de Tiahuanacu, en las comunidades Chusicani, Caluyo, Achaca, Guaraya y Yanamani, la serranía alta presenta elevaciones y depresiones muy pronunciadas que limitan cualquier tipo de uso agropecuario. Los factores que limitan son las fuertes pendientes, afloramientos rocoso con presencia de piedras y alta susceptibilidad a la erosión.	Estos espacios pueden ser aprovechados como parte de ofertas de turismo comunitario por su valor paisajístico, a través del establecimiento de miradores y rutas de caminatas con conexión a sitios arqueológicos en la comunidad Caluyo, Yanamani o Achaca.	Se requiere inversión y desarrollo de capacidades en estas comunidades.
Pastoreo extensivo en alta montaña y protección de fuentes de agua	En las serranías altas, ubicadas al sur en las comunidades Chusicani, Caluyo, Achaca, Guaraya y Yanamani. En la cadena montañosa que va desde Causaya, Kasa Achuta, Chambi Chico, Achuta Grande, Suriri y Capiri.	Se desarrolla vegetación apta para el consumo de animales, siendo permisible el pastoreo de carácter extensivo (sobre todo en periodo lluvioso) de bovinos en las partes bajas, pero principalmente ovinos y camélidos. En estas zonas se encuentran las áreas de recarga de acuíferos, por lo que se debe identificar y proteger estas áreas. Tiene mayor vocación forestal, debido a que no hay buen desarrollo de pasturas, por lo que se puede realizar actividades de reforestación. En las comunidades de la zona Norte, también son áreas de recarga de acuíferos. En las actividades de reforestación se debe plantar especies nativas arbóreas o arbustivas.	Son áreas con alta susceptibilidad a la erosión, pendientes pronunciadas, profundidad efectiva de los suelos casi sin desarrollo, textura gruesa y pedregosa. El desarrollo de las pasturas depende de las precipitaciones. Se requiere la producción local de plántulas de árboles forestales. No existen suficientes vías de acceso a las áreas más empinadas.
Agrícola bajo riego en microclimas	En los piedemonte y micro cuencas ubicada en la solana de las serranías de las comunidades Chusicani, Caluyo, Achaca, Guaraya y Yanamani se forman microclimas con importantes fuentes de agua en forma de vertientes y existe el potencial productivo agrícola bajo riego.	Las fuentes de agua en estas micro cuencas constituyen la fuente para los sistemas de riego y micro riego que permiten adelantar la siembra de cultivos para consumo y forrajes. El microclima permite la siembra de hortalizas de hoja, raíces y tubérculos sin la necesidad de crear ambientes controlados. Se puede contar con forrajes verdes (alfalfa y cebada) por mayor tiempo en el año. El fortalecimiento de capacidades de manejo del cultivo de hortalizas puede permitir mejorar los ingresos de las familias.	Las superficies son limitadas y no todas las familias tienen parcelas en estas áreas. El riego aún es por canal abierto en muchos casos, por lo que requiere trabajar en su tecnificación. Los suelos presentan erosión moderada, poca profundidad efectiva, alta pedregosidad en forma de gravilla. En suelos con pendiente se debe realizar la siembra en bancales o terrazas con barreras muertas o vivas.
Agrícola para consumo y mercado interno	Se presenta en forma de dos franjas largas ubicadas en el piedemonte superior, desde la comunidad Chusicani, hasta Yanamani al sur de Tiahuanacu. Y otra que se extiende desde la zona Este de la comunidad Corpa hasta la comunidad Pillapi y todas las comunidades de la zona Norte.	Estas áreas tienen su potencial productivo agrícola, principalmente para la producción de cultivos andinos (papa, haba, quinua, cebada, cañahua, oca, isaño y papalisa) y la siembra de forrajes. Los suelos son moderadamente profundos con capa arable menor a 25 cm, bien drenado, con poca o ninguna susceptibilidad a la inundación. Las <i>aynuqas</i> existentes en las comunidades se encuentran principalmente en estas franjas. Las comunidades Capiri y Suriri cuentan con sistemas de micro riego que deben ser aprovechadas para la producción agrícola.	La agricultura depende totalmente de las precipitaciones pluviales. Moderada erosión laminar, eólica y en cárcavas. Es necesario fortalecer las capacidades de los productores en manejo integral de los cultivos andinos, con enfoque de adaptación al cambio climático.
Agropecuaria por sectores	Se ha identificado principalmente en el piedemonte inferior de la ladera de todas las comunidades, desde Corpa hasta Pillapi.	El material de arrastre de la erosión laminar se ha acumulado en el piedemonte inferior permitiendo a los suelos tener las dos aptitudes productivas: agrícola y ganadero. La agricultura no presenta límites para ningún cultivo agrícola ni la siembra de forrajes por la buena profundidad de los suelos entre 25 a 30 cm, buen drenaje y pendientes entre 0.5 a 5%.	Presenta moderada erosión laminar, eólica y en forma de cárcavas. La agricultura y ganadería depende exclusivamente de las precipitaciones pluviales.

(Continúa en la siguiente página...)

(Continuación de la anterior página...)

Uso	Ubicación	Potencialidades	Limitaciones
Ganadero extensivo y siembra de forrajes	Está constituida por una franja que atraviesa de forma extensa a las comunidades Pircuta, Caluyo, Huancollo, Achaca, Guaraya, Achuta Grande, Yanarico y Pillapi y en menor proporción a las comunidades Chusicani, Chambi Chico, Chambi Grande y Humamarca.	<p>Son áreas de pasturas nativas aptas para el pastoreo extensivo e intensivo de bovinos. La vegetación se forma sobre suelos ricos en materia orgánica, sobre llanuras aluviales, moderadamente profundas y con susceptibilidad de inundaciones temporales.</p> <p>También son aptos para la siembra de forrajes como cebada y avena forrajera y la alfalfa.</p> <p>En comunidades con mayor vocación en elaboración de queso criollo, se debe fomentar el manejo de bovinos pardo suizo mestizos, mientras que en las comunidades con vocación lechera continuar mejorando el manejo de razas Holstein mestizas. En todos los casos es importante fortalecer el manejo integral de la ganadería bovina en función al propósito.</p> <p>El agua subterránea se puede hallar a profundidades de 2 a 7 metros de profundidad en excavaciones que pueden ser muy útiles para el riego de alfalfares a través de motobombas y aspersores tipo cañón.</p>	<p>Las áreas con susceptibilidad de inundaciones no son aptas para la siembra de la alfalfa.</p> <p>Se puede mejorar el almacenamiento de los forrajes para la época de estiaje, a través de técnicas como el ensilaje y apilado bajo los heniles.</p>
Cultivo de forrajes en suelo inundable	Gran parte del territorio de la comunidad Humamarca y Huari chico y Huacuyo tienen áreas con susceptibilidad de inundaciones temporales.	Principalmente la comunidad Humamarca, cuenta con áreas bajas donde es posible la siembra de forraje como la avena, sin embargo en años muy lluviosos (como 2017-2018) estas áreas se inundan ocasionando pérdidas de la producción.	No se cuenta con pronósticos certeros del comportamiento de las precipitaciones para planificar la siembra.
Piscícola y forraje acuático	Ubicada principalmente en comunidades con acceso al lago Titicaca en la zona Norte y Humamarca de la zona Oeste.	<p>A pesar de la disminución del espejo del agua del lago Titicaca, algunas familias aún realizan la pesca de peces nativos.</p> <p>La mayor importancia de estas áreas acuáticas radica en la explotación de recursos forrajeros acuáticos principalmente la totora para la alimentación de los animales, aunque también se puede aprovechar otras plantas acuáticas como <i>llachu</i> y <i>chancu</i>.</p>	La continua contaminación y reducción del nivel de las aguas puede poner fin a la actividad pesquera.
Potencial Turístico	Se ubica principalmente en los alrededores del centro poblado Tiahuanacu, y otros sitios de interés en las comunidades Caluyo, Huari Chico, Achaca, Yanamani, Kasa Achuta entre otros.	<p>El complejo arqueológico de Tiahuanacu constituye la mayor alternativa aún no explotada en todas sus potencialidades.</p> <p>También existen sitios con restos arqueológicos no explorados y excavados en las comunidades Caluyo, Huari Chico, Kasa Achuta. Además hay otros sitios como miradores, recursos paisajísticos en otras que pueden ser atractivos para el turismo comunitario que aún no son aprovechados.</p>	Las excavaciones de muchos restos arqueológicos requieren financiamiento y autorización de la UNESCO.
Extractivo de áridos	En los ríos permanentes o temporales, sobre todo en las laderas de la zona Este y Norte.	Existen importantes cantidades no cuantificadas de áridos que pueden ser explotados para la construcción de infraestructura urbana y rural.	No se tiene estudios sobre los volúmenes de aprovechamiento real.
Extractivo de minerales	Principalmente en la sierra de las comunidades Achaca y Guaraya	Se desconoce el potencial extractivo minero en los yacimientos inactivos existentes.	La población no tiene conocimiento de las potencialidades de estos yacimientos.
Zona urbana residencial	Las tres áreas urbanas o centros poblados: Tiahuanacu, Huacullani y Pillapi San Agustín.	Son centros que permiten la generación de ingresos a muchas familias a través de la venta de servicios como comida, hospedaje, abarrotes y tiendas comerciales, reparación de vehículos, servicios de transporte, entre otros que deben ser potenciados.	El flujo humano en los centros poblados Pillapi San Agustín y Huacullani es relativamente bajo.

Fuente: elaboración Fundación TIERRA, 2018.