



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE DESARROLLO
PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

DAPRO
DIRECCIÓN GENERAL DE
ANÁLISIS PRODUCTIVO



IDENTIFICACIÓN DEL POTENCIAL AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE CAÑAHUA EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO DEL DEPARTAMENTO DE ORURO



Participantes:

- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES
- AGROPECUARIOS DE TOLEDO (CAÑAHUA)
- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES JACHA CHARIRI
- ASOCIACIÓN CAÑAHUEROS DE TOLEDO

2020

INDICE GENERAL

Identificación del Potencial Agrícola del Cultivo de “Cañahua” en el Municipio de Toledo del Departamento de Oruro.....	3
1. Introducción.....	3
2. Diagnóstico Biofísico.....	3
2.4.1 Temperatura suelo.....	9
2.4.2 Precipitación Acumulada.....	11
3. Vocación Productiva.....	12
3.1 Producción agrícola.....	12
3.1.1 Producción de Cañahua.....	13
4. Identificación del Potencial Agrícola para el Cultivo de Cañahua.....	15
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	25

INDICE DE MAPAS

Mapa 1: Distribución de Alturas.....	5
Mapa 2: Cobertura de Uso de Suelos.....	7
Mapa 3: Temperatura Suelo Día, época húmeda desde 2008 a 2019.....	11
Mapa 4: Precipitación acumulada, época húmeda desde 2008 a 2019.....	12
Mapa 5: Concentración de producción de cultivo de cañahua.....	14
Mapa 6: Potencial agrícola del cultivo de cañahua.....	19
Mapa 7: Ubicación geográfica de las Asociaciones de Productoras de Cañahua.....	22

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de conversión de formato netCDF a GeoTIFF – Temperatura suelo día.....	10
Figura 2: Evolución de la producción y superficie del cultivo de cañahua.....	13
Figura 3: Esquema metodológico – Potencial agrícola.....	16
Figura 4: Dispersión de la Temperatura Suelo, meses Enero-Marzo, años 2008-2019.....	17
Figura 5: Dispersión de la PP acumulada mensual, meses Enero-Marzo, años 2008-2019.....	18
Figura 6: Parcelas de cultivo cañahua.....	22
Figura 7: Dispersión de áreas de cultivo de cañahua.....	23
Figura 8: Profundidad de la raíz del cultivo de cañahua.....	23
Figura 9: Zonas con suelo salino expuesto a las áreas de cultivo de cañahua.....	24
Figura 10: Parcelas de producción de cañahua representativa.....	25

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Altitudes Medias por Zonas Agroecológicas.....	6
Tabla 2: Comunidades productoras de Cañahua.....	15

Identificación del Potencial Agrícola del Cultivo de “Cañahua” en el Municipio de Toledo del Departamento de Oruro

1. Introducción

El municipio de Toledo, en relación a sus diferentes actividades económicas, siendo los principales cultivos de tipo andino, y actividades en crianza de ganado bovino, permitieron organizarse a las diferentes Asociaciones de productores en sus distintos rubros de producción e identificar sus potenciales para la optimización de producción. Tal es el caso de la Asociación de Productores de Cañahua del respectivo Municipio.

Por otro lado, el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, a través de la Dirección de Análisis Productivo dependiente del Viceministerio de la micro y pequeña empresa, de acuerdo a sus atribuciones en coordinación con las Asociación de Productores de Cañahua, se efectuó el trabajo de campo en las parcelas de producción del cultivo de cañahua, a fin de observar, categorizar e identificar las zonas con potencial del mismo.

En ese contexto, en el presente informe se describe los resultados obtenidos en campo y procesados en gabinete empleándose técnicas de análisis espacial para el procesamiento de datos meteorológicos y biofísicos, en combinación con herramientas de Sistemas de Información Geográfica, para identificar las zonas con potencial de producción sostenible del cultivo de Cañahua.

2. Diagnóstico Biofísico

En este acápite se describe de acuerdo a la distribución de las zonas agropecuarias las características biofísicas del municipio de Toledo. El análisis de cada uno de estas particularidades, que se constituyen en elementos necesarios para respaldar los objetivos planteados en el presente informe.

2.1 Ubicación Geográfica

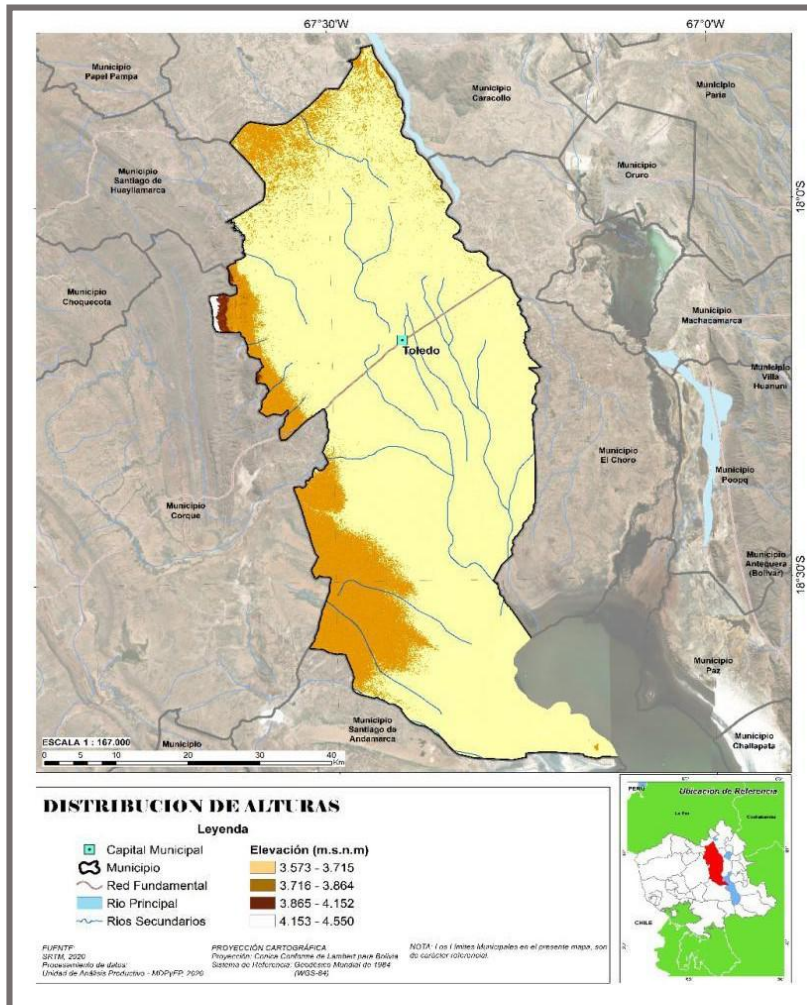
i *El municipio perteneciente a la Provincia Saucarí, se encuentra situado a 37 Km. al Sur oeste de la ciudad capital de Oruro, en la región occidental del altiplano. En su totalidad tiene una extensión de 2996 Km² y está compuesta por tres distritos: Distrito 1 (zona norte), Distrito 2 (zona central) y Distrito 3 (zona sud).*

El camino troncal que pasa por el municipio de Toledo es la carretera internacional Oruro Pisíga que en la actualidad se encuentra asfaltado en el tramo Oruro Toledo.

2.2 Distribución Altitudinal

La capital de la Sección Municipal de Toledo se encuentra entre los 3570 a 4500 metros sobre el nivel medio del mar.

El relieve que presenta el Municipio de Toledo en general, tiene una superficie plana a semiplana con presencia de algunas serranías al lado Oeste circundante a la provincia Carangas que es una parte de la cordillera occidental, presenta muchas depresiones escarpadas, montañas y serranías, de los que resaltan particularmente los cerros Quimsachata, Condor Iquiña y Juna Juna.



Mapa 1: **Distribución de Alturas**
Fuente: SRTM 2020. Elaboración MDPyEP-DAPRO

El Municipio de Toledo en la parte Oeste cuenta con serranías (Alto Saucarí, Piñami, Tijllacagua) cuyas alturas se encuentran entre los 3.717 a 4.548 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) como el cerro Quimsachata, mientras que en la parte plana se encuentran la capital Toledo y los cantones Cari Cari, Chocarasi, Untavi y otros, cuyas alturas oscilan entre 3.695 a 3.710 m.s.n.m. A continuación, se detallan altitudes de comunidades más representativas.

ALTITUD M.S.N.M.	COMUNIDAD REPRESENTATIVA	ZONAS
3.880	Alto Saucarí	Cordillera
3.712	Sica Ullami	Planicie seca
3.710	Toma Toma	Planicie húmeda
3.709	Challavito	Planicie húmeda
3.704	Jauso	Planicie húmeda
3.702	Cruz Pata	Planicie seca
3.700	Challa Cruz	Planicie seca
3.710	Untavi	Planicie húmeda

Tabla 1: **Altitudes Medias por Zonas Agroecológicas**

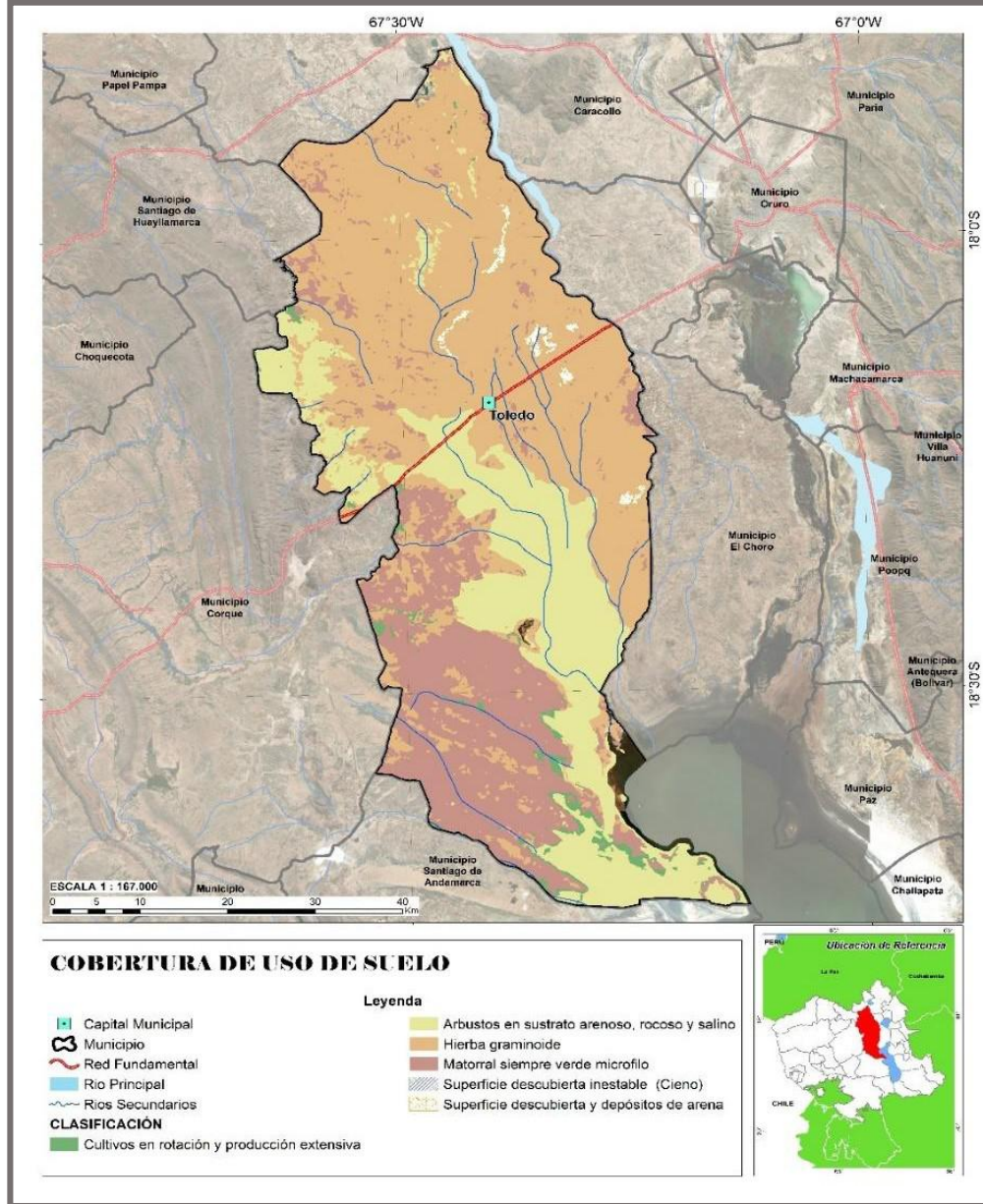
Fuente: Encuesta Nacional Agropecuaria, 2015. Elaboración: MDPyEP-DAPRO

Tanto la zona húmeda como la zona seca presentan ondulaciones, serranías y colinas aisladas de baja altitud, sus suelos tienen una pendiente del 4% y además las partes bajas reciben los sedimentos que son arrastrados por los ríos desde las zonas elevadas y por efectos del desborde en épocas de crecimiento de los mismos.

2.3 Cobertura de Uso de Suelo

i El mapa de cobertura y uso actual de la tierra del municipio de Toledo, es un instrumento técnico que describe en términos de cobertura de la tierra, todos los recursos existentes, identificando el uso actual por cada categoría de cobertura.

Elaborado por la Unidad Técnica Nacional de Información de la Tierra - UTNIT en base a imágenes de satélite Landsat 5 TM de alcance medio, correspondientes al período 2006 - 2010 haciendo un total de 60 escenas completas sobre las que se aplicaron técnicas de análisis de imágenes generando la cartografía final el 2011 a escala 1:1000000.



Mapa 2: Cobertura de Uso de Suelos

Fuente: MDRyT, Unidad Técnica Nacional de Información de la Tierra – 2015. Elaboración MDPyEP-DAPRO

Para el municipio de Oruro, el uso actual y potencial de los suelos establecido en los estudios de Zonificación Agroecológica, nos muestra las potencialidades productivas, caracterizados por las regiones agroecológicas, siendo las siguientes:

a) Cercano a la Cordillera

La zona tiene fertilidad moderada, con afloramiento rocoso, presencia de algunos sectores con pajonal, tholares y otras especies naturales nativas. Los suelos son superficiales con presencia de mantos rocosos, que abarcan parte de los cantones de Alto Saucari y los ranchos Tijllacagua y Piñami, ubicadas en las faldas de los cerros Quimsachata, Condor Iquiña, Juna Juna, Khotasina que son parte de la cordillera occidental; además forman parte de la frontera natural con la provincia Carangas. La zona cuenta con una laguna natural denominada laguna Canaza que es una formación de las aguas provenientes de los cerros descritos anteriormente; presenta micro regiones bioclimáticas que son utilizadas con poca intensidad. Esta zona se caracteriza por la producción de ganado camélido y ovino en la parte pecuaria y la producción de papa en la parte agrícola.

b) Sub zona Planicie Húmeda

Esta zona se caracteriza por estar diferenciada claramente en dos sub zonas, la primera denominada húmeda, debido a la influencia permanente de los desbordes del río Desaguadero principalmente de carácter permanente, otros ríos (temporales) que se encuentran dentro la jurisdicción del municipio y el lago Poopó. Posee terrenos semiplanos, donde la predominancia de la cobertura vegetal es representada por Chiji, Kollcha, tholas, además de ser una zona ganadera productora de ovejas y vacas, llamas en menor cantidad.

Los suelos son aptos tanto para el cultivo de papa y quinua, asimismo para el cultivo de forrajes, debido a que presentan poca pedregosidad y tienen regular fertilidad por la reposición por efecto del lameo. Las comunidades de este sector son Toma Toma, Tuluhuta, Khochi, Wila Jake pampa y Sica humalaca.

c) Sub zona Planicie Seca

La subzona de planicie seca se caracteriza por ser semiplana con sectores aislados de arenales y sectores salitrosos, siendo una zona semiárida con presencia de pastos naturales y amplias zonas de tholares localizados particularmente en las comunidades de Challa Pujru y Khana Khota. Por lo descrito anteriormente esta zona se caracteriza por tener predominio de vegetación tholar-pajonal y pastos naturales de bajo porte, donde se realiza la producción de ganado ovino, camélido y vacuno en menor proporción.

En relación a la distribución del uso de suelo, se puede determinar que la vegetación predominante son las tholares que son utilizados como combustible, las gramíneas en macollo como el lru ichu y otras especies duras, que constituyen la base de la crianza de llamas y ovejas de manera extensiva en pastoreo de vegetación de pajonal y tholar.

También los suelos son útiles para los cultivos tradicionales de cañahua, papa y quinua e introducidos como la alfalfa, cebada, avena, haba y hortalizas en algunos sectores (Alto Saucarí, Chuquiña, Tijllacagua y Cruz Pata).

2.4 Climatología



El municipio de Toledo se caracteriza por tener un clima seco y frío, influenciado por la inmensa planicie que presenta esta zona y la escasa cobertura vegetal, generando una mayor evapotranspiración en época seca, excepto en las zonas que se encuentran cercanas al río desaguadero que tienen un clima frío húmedo y la serranía de Alto Saucari que presenta un ambiente más protegido.

La distribución climática, conlleva severas limitaciones climáticas, lo que ocasiona que la vegetación natural de la zona se vea afectada en su normal crecimiento y cobertura, originando que la producción de biomasa sea baja y la reposición de la materia orgánica no sea la adecuada.

2.4.1 Temperatura suelo

Se obtuvo imágenes satelitales de la época húmeda (enero, febrero y marzo) de los patrones meteorológicos en una serie de tiempo de 2008 al 2019, debido principalmente a que partir del año 2009; en adelante, los efectos del cambio climático inciden en el proceso de frecuencia paramétrica de la precipitación en el Departamento de Oruro.

Por lo anterior expuesto, se empleará la variable del sensor: **Monthly daytime 3min CMG Land-surface Temperature**. Los datos matriciales de la imagen satelital, para el procesamiento de los datos meteorológicos poseen una resolución temporal mensual, resolución espacial de 5.5x5.5 kilómetros y unidad de medida °K (grados Kelvin).

Respecto a la estructura definida de descarga de las imágenes de satélite de datos de temperatura del suelo en el día, dispuestas en el formato netCDF, se procedió a realizar este procedimiento mediante el empleo de las herramientas de procesamiento raster-netCDF del software QGIS.

Subsiguientemente se efectuó el proceso de conversión de los archivos netCDF al formato GEOTIFF, a fin de establecer una serie de operaciones algebraicas y extender la usabilidad de los archivos raster.

En el menú principal de herramientas de geo procesamiento **Raster**, se escogió la opción **Conversion > Traducir**; en la ventana resultante se define los archivos de entrada (netCDF) y salida (GEOTIFF), el sistema de referencia EPSG 4326 (WGS 84) y la exclusión de los niveles digitales con valor 0.

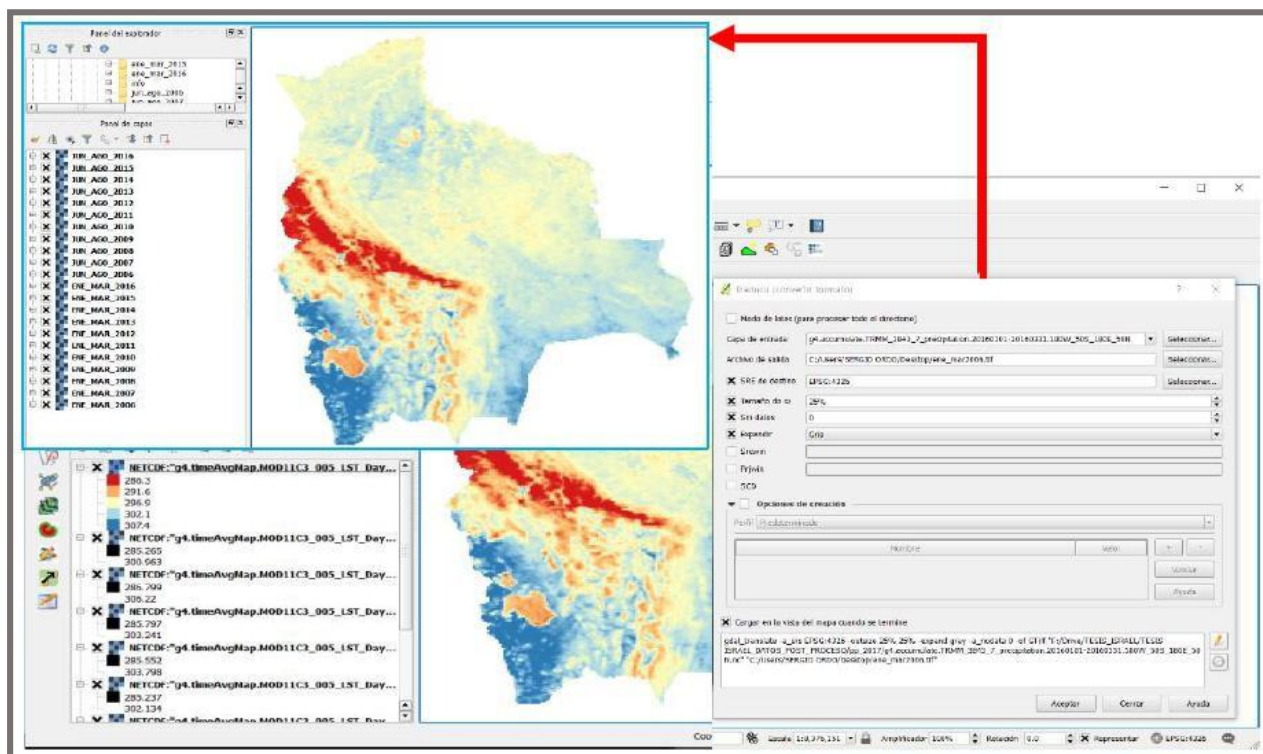
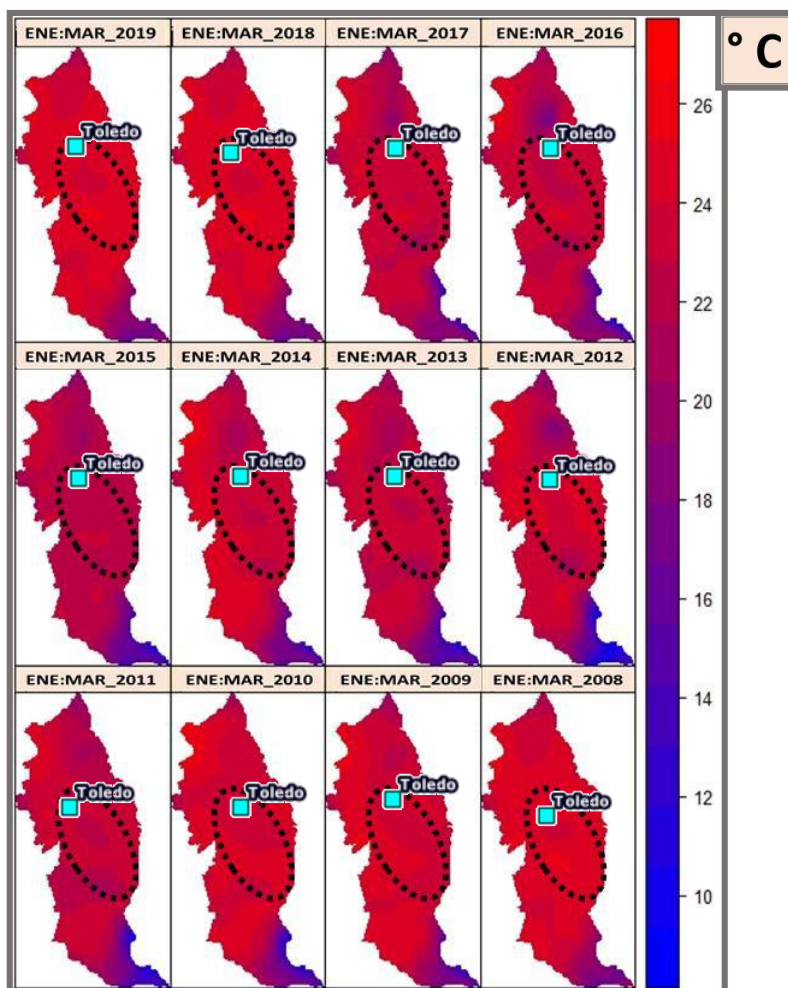


Figura 1: Proceso de conversión de formato netCDF a GeoTIFF – Temperatura suelo día

Fuente: MPDyEP- DAPRO, 2020.

Los procedimientos precedentes resultantes refieren a la colección de los archivos raster en formato GeoTIFF, almacenándose los valores de temperatura suelo día en un tamaño de pixel de 5.5 x 5.5 km, se procedió a través de las herramientas del QGIS, la interpolación de los valores de pixeles por el método del **Remuestreo de convolución cúbica**, con el propósito de mejorar la visualización de las imágenes de satélite, computándose el nuevo valor del pixel en base al ajuste de una curva suave a través de los 16 centros de celdas de entrada más cercanos, el resultado es la distribución de pixeles con menor distorsión, con un tamaño de pixel de 55 x 55 m, lo cual permite mejorar el análisis visual de la distribución espacial de la temperatura suelo día.

En ese entendido, las temperaturas del suelo en el día máximas y mínimas se encuentran sujetas a la dinámica climática regional, y de manera indirecta a la posición latitudinal y altitudinal del Municipio (3.570 a 4.500 m.s.n.m), por lo tanto, se presenta el promedio de las temperaturas del suelo mensuales, de acuerdo a la variación de altura, que las mismas se mostraran en una serie de mapas temáticos que reflejaran su respectivo comportamiento.



Mapa 3: Temperatura Suelo Día, época húmeda desde 2008 a 2019
Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020

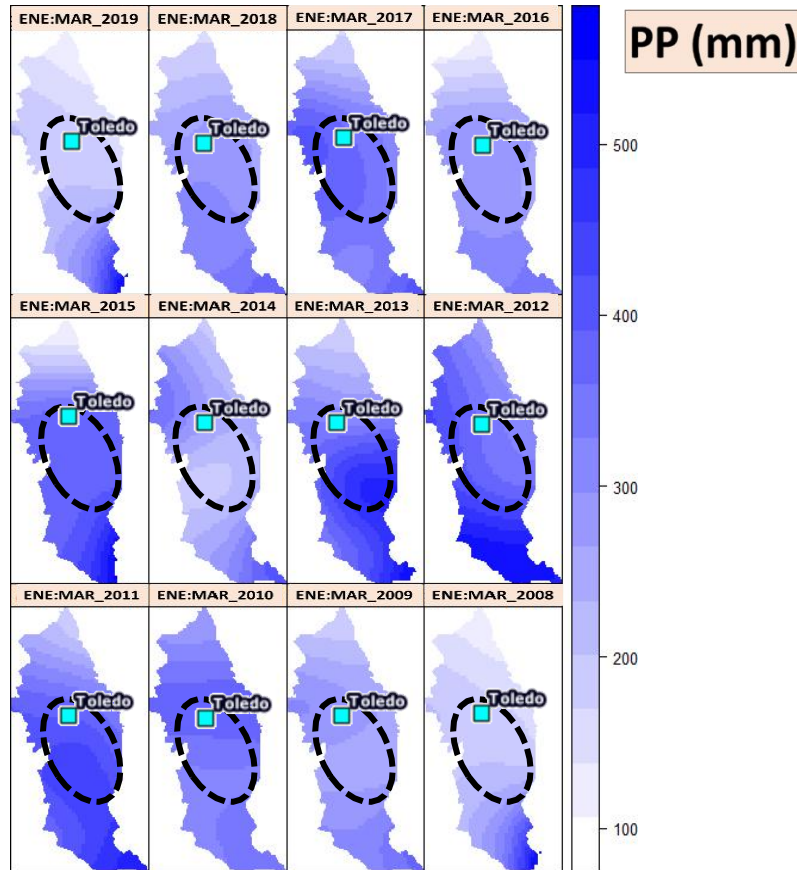
2.4.2 Precipitación Acumulada

Las estimaciones de precipitación generadas a partir de información originada en sensores remotos se emplearán como parte del modelo predictivo, para minimizar el impacto de la escasa densidad y distribución de las estaciones meteorológicas de propiedad del SENAHMI.

Actualmente se utilizan los productos de TRMM para muchos servicios y productos operacionales. A pesar de ciertas limitaciones, muchos autores han destacado la utilidad de los datos del TRMM para las evaluaciones de los recursos hídricos.

Los datos matriciales de la imagen satelital, para el procesamiento de los datos meteorológicos tienen una resolución temporal mm/mes, una resolución espacial de 25x25 kilómetros, y se descargó para los meses enero a marzo (época húmeda), entre los años 2008 a 2019. Una vez definido las variables técnicas del sensor meteorológico, se procede a ingresar a la plataforma web de la **NASA** en su módulo de gestor de datos climáticos **GIOVANNI**.

Seguidamente se empleó similar pos procesamiento descrito en el punto 2.4.1, para obtener la serie espacio temporal de la precipitación acumulada en las zonas de producción de cañahua del municipio de Toledo.



Mapa 4: Precipitación acumulada, época húmeda desde 2008 a 2019
Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020

3. Vocación Productiva



Las características del uso de la tierra dentro del Municipio de Toledo, se enmarca en la Tierra Comunitaria de Origen, en la cual los comunarios tienen desde tiempos pasados ya delimitados sus terrenos agropecuarios.

Estas tierras son utilizadas de dos maneras por los comunarios, como tierras de pastoreo y tierras agrícolas, existen otros tipos de terrenos que son los salitrosos, los lechos de los ríos y las serranías de las partes altas del Municipio (Alto Saucari y Villa Chuquiña) que son cerros que no tienen ninguna utilidad para la explotación económica.

3.1 Producción agrícola

La producción agrícola dentro del Municipio es de autoconsumo principalmente, por las características climatológicas, la escases de agua hace que la gran cantidad de terreno

que se cuenta, solo un 25% de la totalidad es aprovechada para la explotación agrícola y las demás hectáreas disponibles no se la utilizan por falta de riego y por falta de tractores para la roturación del suelo.

El aprovechamiento agrícola se centra en la producción de papa, de quinua y cañahua como principales variedades agrícolas del municipio, solo producen estas variedades por las limitaciones de agua y por la falta de mecanización de la zona por tener extensas áreas para la producción agropecuaria.

3.1.1 Producción de Cañahua

i La planta se cultiva y prospera en condiciones de baja precipitación y en suelos de poca fertilidad y alta salinidad. Es cultivo tiene la capacidad de adaptabilidad y resistencia a los efectos del calentamiento global (sequías, heladas y granizos y otros fenómenos climáticos más intensos), donde los campos de cañahua con plantas de color amarillo, verde, anaranjado, rosado, rojo o púrpura dan vida a un lugar gélido, en el que las temperaturas mínimas pueden llegar a los 8 grados bajo cero.

El alimento, de ciclo corto y que se produce una sola vez al año, posee un gran potencial y un alto valor nutritivo ya que contiene al menos un 15,77% de proteína, 7,12% de fibra cruda y 60,8% de carbohidratos, según datos del Congreso Nacional de Saberes y Conocimientos de la Cañahua.

De acuerdo a los datos de producción y superficie del Instituto Nacional de Estadística, desde el año 1984 al 2018, la producción en toneladas métricas se amplió de 61 a 217 Tm, acrecentándose tan solo de 156 Tm en estos 34 años. Con relación a la superficie de 152 Ha para el año 1984 aumento a 432 Ha al año 2018, ampliándose en 280 Ha en el Departamento de Oruro.

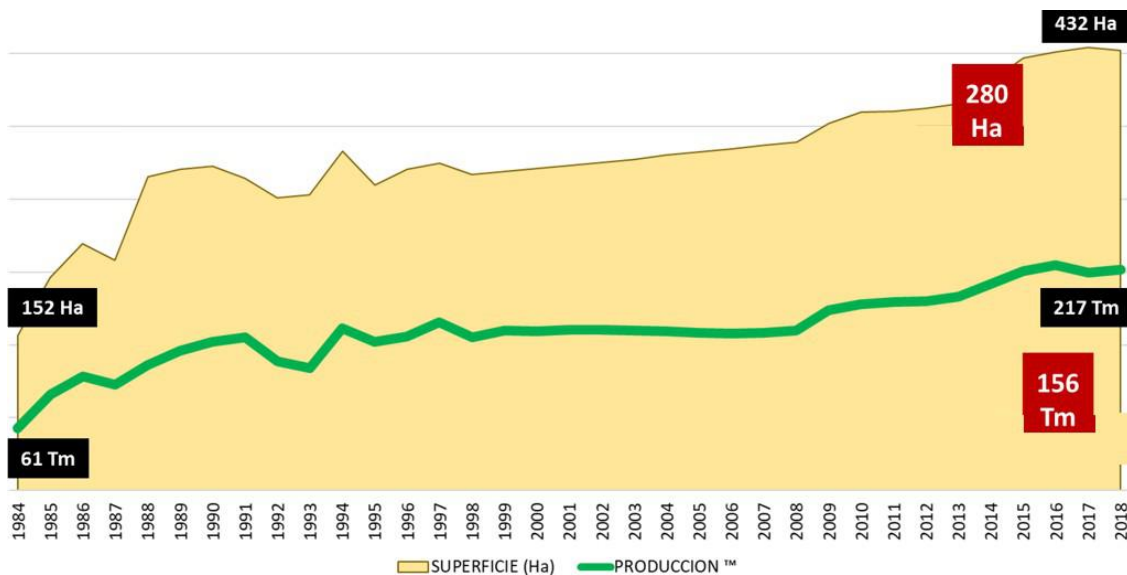
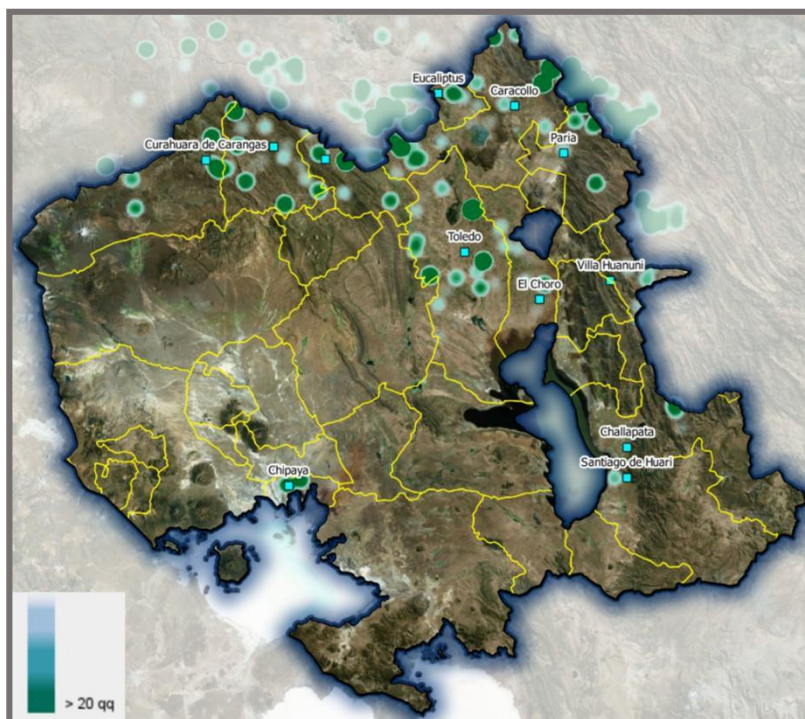


Figura 2: Evolución de la producción y superficie del cultivo de cañahua

Fuente: INE, 2020. Elaboración: MDPyEP - DAPRO, 2020

Si bien estos datos demuestran una baja productividad con relación a la superficie alcanzando un rendimiento promedio de 0.5 Tm por Hectárea, en estos 34 años, estas pueden ser maximizadas si se inserta biotecnología y mecanización.

Por otro lado, estos datos también demuestran que el cultivo en su totalidad aproximada entendida en su siembra es Ecológica, por lo tanto, que si bien se requiere maximizar el rendimiento se debe garantizar los sistemas de producción sostenibles con enfoque de riesgo climático.



Mapa 5: **Concentración de producción de cultivo de cañahua**
Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020

Respecto a la distribución geográfica de concentración de las comunidades productoras del cultivo de cañahua, estas se sitúan al norte, tal como se observa en el mapa 5.

En el municipio de Toledo, 19 comunidades se dedican al cultivo de cañahua, poseen una producción total aproximada de más de 2.000 quintales en una superficie total mayor a las 90 hectáreas, con relación al rendimiento los agricultores logran cosechar en promedio 5 quintales/hectárea ¹.

¹ Sistema de Integrado de Información Productiva (<https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/>)

Comunidades	Produccion (qq)	Superficie (Ha)
TRES CRUCES	411	26,8
BELEN	409	4
CULLURI	390	3,5
PASTO GRANDE	141	4
JILAJ PI	111	1,5
ALTO SAUCARI	395	2,3
MACHACA HUYO	97	1,5
TOMA TOMA	89	3
COOPATA QASAYA	102	1,7
CHOCORASI	120	1,3
CHALLAVITO	323	1,5
KARI KARI	89	4,5
CATUYO	30	1,3
QUISÍÑOCA	22	1,8
JACHA ULLAMI	21	1,1
THIJLLA CAHUA	27	1,3
VILLA CRUCE	31	1,5
CHALLA CRUZ	23	15
MACHACAMARCA	20	15
Total general	2851	92,6

Tabla 2: **Comunidades productoras de Cañahua**
Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020

Estas comunidades presentan limitaciones en el proceso de cultivo la falta de tractores, de riego y los riesgos climáticos hacen de ese cultivo una actividad riesgosa a pesar de tener en el municipio grandes extensiones de terreno apto para la siembra de cañahua.

Otra característica respecto a la pos cosecha, no se realiza la rotación de cultivos por tener extensos campos para la producción tanto agrícola como pecuaria, si no que se realizan los cultivos con terrenos de descanso para la regeneración de los nutrientes y así se realiza el manejo sostenible de los suelos que en muchas partes son suelos salinos.

4. Identificación del Potencial Agrícola para el Cultivo de Cañahua

El factor más importante para obtener los volúmenes propuestos de la producción agrícola depende directamente de la precipitación, en este caso de la acumulación en la superficie caracterizada por los pisos ecológicos en las zonas de cultivo de cañahua. En ese contexto, se planteó la metodología de focalizar matricialmente los valores de temperatura suelo, precipitación acumulada, uso de suelo y altura, analizando su distribución, las conexiones y la correlación entre los datos y la representación espacial, para lo cual, se empleó las herramientas GeoEstadísticas del software Qgis.

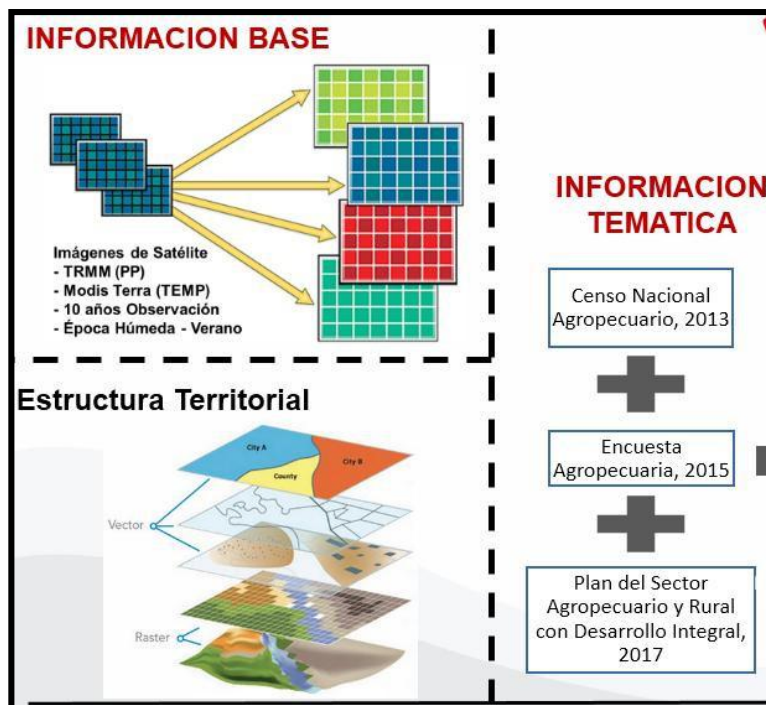


Figura 3: **Esquema metodológico – Potencial agrícola**
 Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020

En esa línea metodológica, la información de las comunidades agro productivas estructurada de acuerdo a condiciones de clasificación por la cantidad de producción, fueron sometidos a criterios algebraicos de carácter cartográfico; resultando información cuantitativa y cualitativa de aquellos volúmenes de producción que se manifiestan en el espacio territorial de acuerdo a las imágenes de satélite meteorológicos. Los siguientes criterios para zonificar las potenciales áreas para el cultivo de cañahua, son los siguientes:

- i. Precipitación: 50 a 150 mm
- ii. Temperatura: -10 a 28 °C
- iii. Suelo: franco-arcillosos
- iv. Altura: 3.500 a 4.500 m.s.n.m

La tendencia del comportamiento mensual del promedio de la temperatura suelo en el municipio de Toledo de acuerdo los datos de temperatura de las imágenes satelitales, descritas en el punto 2.4.1, se analizó y describió el comportamiento de la temperatura suelo en función de la distribución de su elevación basada en la inversión térmica, dependiendo de la intensidad de la energía calorífica.

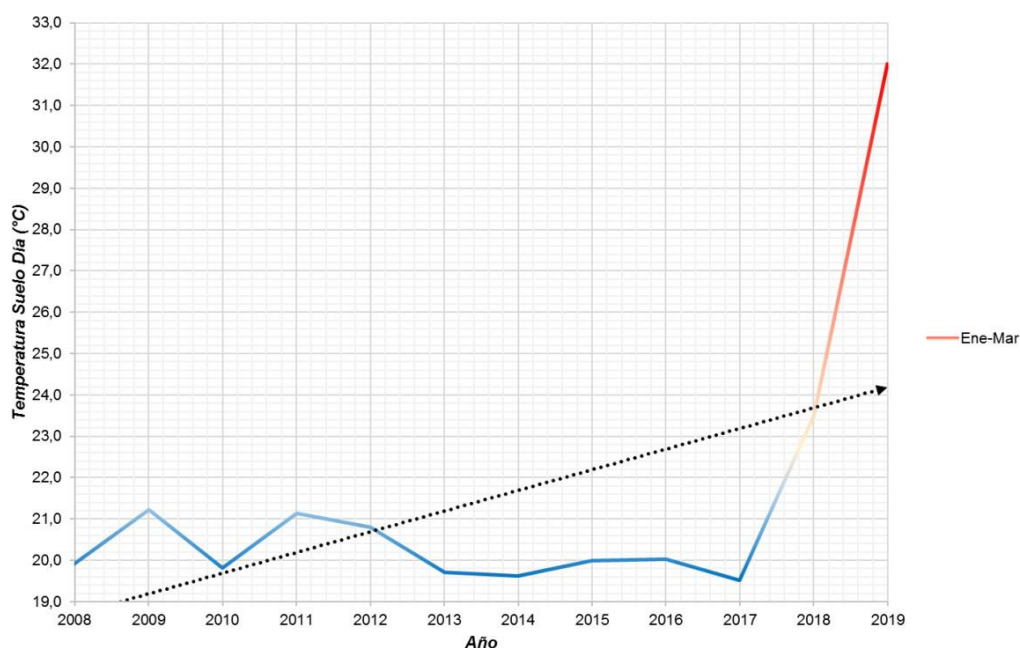


Figura 4: **Dispersión de la Temperatura Suelo, meses Enero-Marzo, años 2008-2019**
 Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020



En la figura 4, muestra el comportamiento de la temperatura en el suelo, entre los años 2008 al 2019, el promedio de temperatura suelo se incrementó en aproximadamente 0.2 °C, para los años 2012 a 2016 se presentó una singularidad de la temperatura de tendencia decreciente con un valor de 0.1°C mensualmente en sus valores debido a la presencia del fenómeno del niño, este comportamiento puede ser considerado anómalo ya que en este periodo estacional las temperaturas normales abarcan entre los 15 a 25 °C. En el año 2019 los valores de temperatura en el suelo crecieron en un 1°C, con respecto a los anteriores años.

En ese contexto, se estima aproximadamente de acuerdo a la tendencia de crecimiento el aumento de la temperatura en el suelo de 1.5°C mensualmente para los meses de la época húmeda.

Los resultados de la tendencia del comportamiento de la precipitación media acumulada mensual, se obtuvo a través del procesamiento de realizar el análisis de la distribución geográfica de la variable de la precipitación respecto a la altura, ya que, existe la posibilidad de error de sensoramiento por pixel, es decir; el sensor del satélite obtiene el valor de la precipitación acumulada como si esta fuese dentro de una superficie plana, pero las diferencias de alturas prominentes distribuidas desde la región amazónica hacia la región altiplánica, pueden afectar al resultado y evaluación de los datos de la precipitación acumulada.

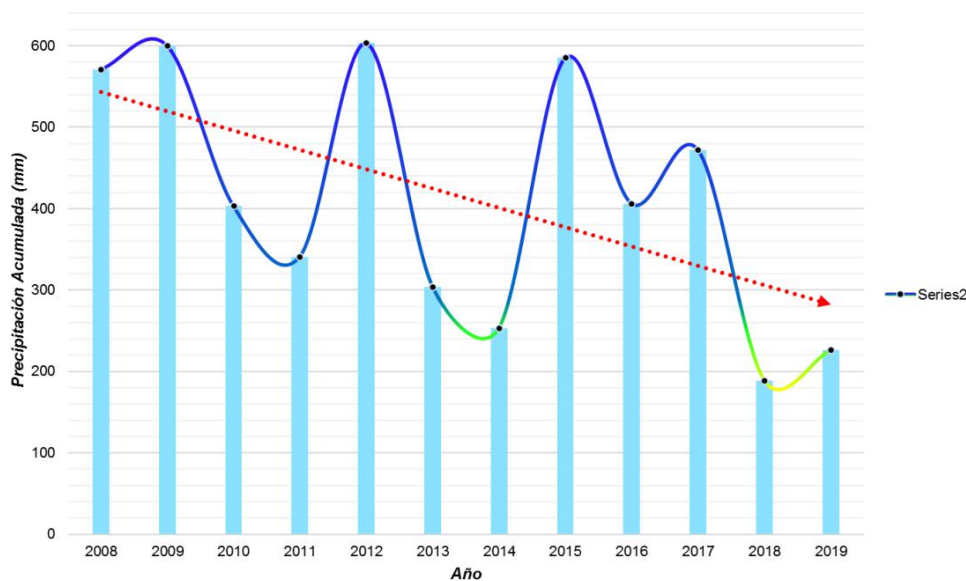


Figura 5: **Dispersión de la PP acumulada mensual, meses Enero-Marzo, años 2008-2019**

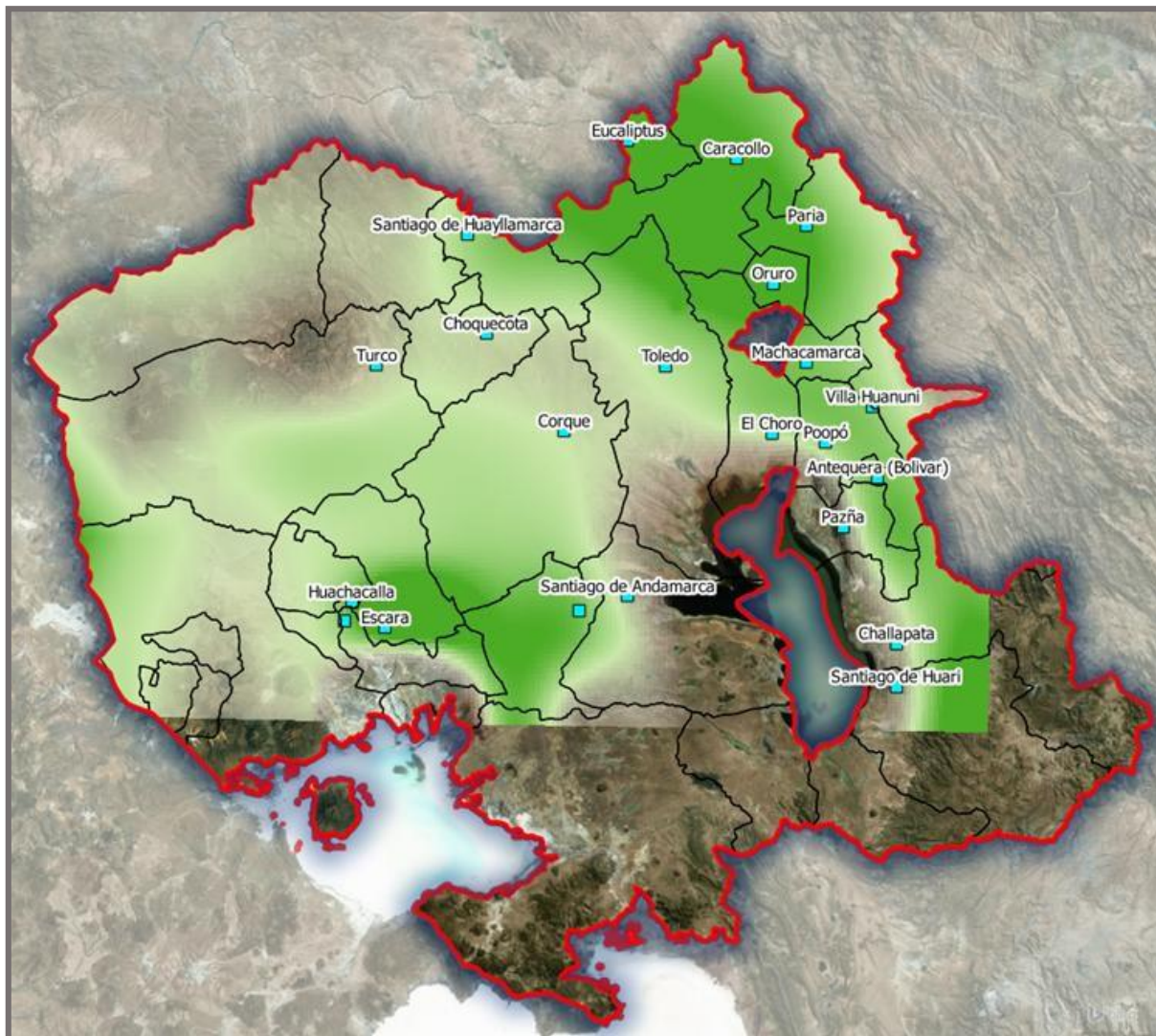
Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020



En la figura 5, de acuerdo a los datos dispersos, muestra estadísticamente una tendencia decreciente del promedio mensual de la precipitación acumulada, para los meses de la época húmeda de la serie de datos entre los años 2008 y 2019.

En ese contexto, a partir del año 2008 hasta el año 2012 se aprecia una baja precipitación acumulada, el año 2013 por efecto del cambio climático (fenómeno del niño), se presenta una anomalía en la acumulación de la precipitación, es decir, acrecentamiento en la acumulación de precipitación provocándose retención de precipitación (inundaciones), entre el año 2014 y el 2015 nuevamente la precipitación acumulada tiende a bajar en sus niveles de acumulación, en un 10% con respecto al año anterior y los meses correspondientes.

Entre los años 2016 y 2017, la precipitación acumulada sube en un 5% y ya para el año 2018 esta baja en un 20%. De acuerdo a este comportamiento para los meses de la época húmeda, se puede estimar que la precipitación acumulada tiende a bajar a razón de un 11%, esto significa la reducción aproximada de 10 mm mensualmente, deducido a partir de la tendencia negativa del gráfico de dispersión. Finalmente empleando el software Qgis se integró los modelos matriciales de temperatura, precipitación, suelo y altura para la zonificación del potencial agrícola.



Mapa 6: **Potencial agrícola del cultivo de cañahua**
 Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020

De acuerdo al mapa resultado, los cultivos de expansión abarcarían el 70% de municipio de Toledo, ya que estas zonas cumplen con los criterios para la producción sostenible del cultivo de cañahua. Además, que, en estas zonas, se requiere de poca agua porque las raíces no son profundas sino superficiales y porque la planta no tiene muchas hojas y tallos, lo que aumentaría el consumo del líquido.

Finalmente, para corroborar los datos de zonificación de potencial agrícola, se efectuó la visita al municipio de Toledo los días 30 y 31 de enero.

Las actividades que se realizaron comprenden: i) Registro de proveedores agropecuarios, ii) Trabajo de campo para la verificación de la composición del suelo cultivados y iii) Georreferenciación y digitalización de las parcelas de cultivos de cañahua.

El día 30 de enero a horas 15:00 a 17:00 pm, se expuso en presencia de los productores que componen a la ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE TOLEDO (CAÑAHUA), ASOCIACION DE PRODUCTORES JACHA CHARIRI y ASOCIACION CAÑAHUEROS DE TOLEDO, los alcances de la funcionalidad del Sistema de Información Territorial de Apoyo a la Producción² (SITAPv2), en su módulo de información de Producción Agrícola y la forma de registro de Proveedores

Agropecuarios en línea, que tiene por finalidad contar con una base de datos geográfica a nivel nacional de productores asociados en sus distintos rubros de producción el intercambio al Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural y a sus distintas Unidades Organizacionales, información de los actores principales y enfocar programas y/o proyectos de sostenibilidad de producción sostenible con valor agregado a partir de la transformación primaria de la materia prima, tal el caso de las actividades agrícolas y pecuarias.



² <http://siip.produccion.gob.bo:8080/geoexplorer/composer/#maps/2>

Del registro de las asociaciones de productores de cañahua se obtuvieron los siguientes resultados:

ASOCIACIÓN	TAMAÑO	PERSONERÍA JURÍDICA	ACTIVIDAD PRINCIPAL	SUPERFICIE (Ha)	PRODUCCIÓN (qq)
PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE TOLEDO	Micro	Inscrito como Asociación	Agricultura de Verano	1500	1000
PRODUCTORES JACHA CHARIRI	Micro	Inscrito como Asociación	Agricultura de Verano	3000	2500
CAÑAHUEROS DE TOLEDO	Micro	En trámite	Agricultura de Verano	7500	4000

La información proporcionada resalta que estas tres asociaciones de productores cuentan con más de 12.000 Hectáreas en pleno proceso de cultivo de cañahua y una producción de 7.500 qq su equivalente a 750 Toneladas, cabe indicar que estas asociaciones carecen de mecanización que afecta directamente al proceso de cosecha, siendo en muchos de los casos que no se cosecha la totalidad del cultivo sumado también que no se cuenta con riego afectando al rendimiento por hectárea de este tipo de cultivo.

La ubicación de las asociaciones se observa en el mapa 7, las dos principales se encuentran en la capital municipal y la asociación Jacha Chariri se encuentra a 5 km de la capital.



Mapa 7: **Ubicación geográfica de las Asociaciones de Productoras de Cañahua**
Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020

El día 31 de enero, de acuerdo a las actividades planificadas se realizó la visita a las parcelas de producción para efectuar trabajo de campo, para lo cual el presidente de la asociación de productores Toledo facilitó el transporte a dirigirse a las parcelas distante a 15 km de la capital municipal.



Figura 6: **Parcelas de cultivo cañahua**

El cultivo de cañahua en el tiempo de siembra se realiza en forma de surcos a una distancia de 40 cm uno del otro, con el propósito de mantener la infiltración progresiva de la precipitación, este proceso se realiza cuando la tierra es sometida a mecanización.



Figura 7: **Dispersión de áreas de cultivo de cañahua**



En la figura 7, se observa un caso particular en las parcelas de producción donde se presenta florecimiento del cultivo de forma dispersa, esto se debe a que en el proceso de siembra los factores de suelo (impermeabilidad) y del viento, pero principalmente a la falta de maquinaria que no pueden acceder los productores.

Este evento no afecta a la producción en su extensión, pero incide en el rendimiento al momento de su cosecha.

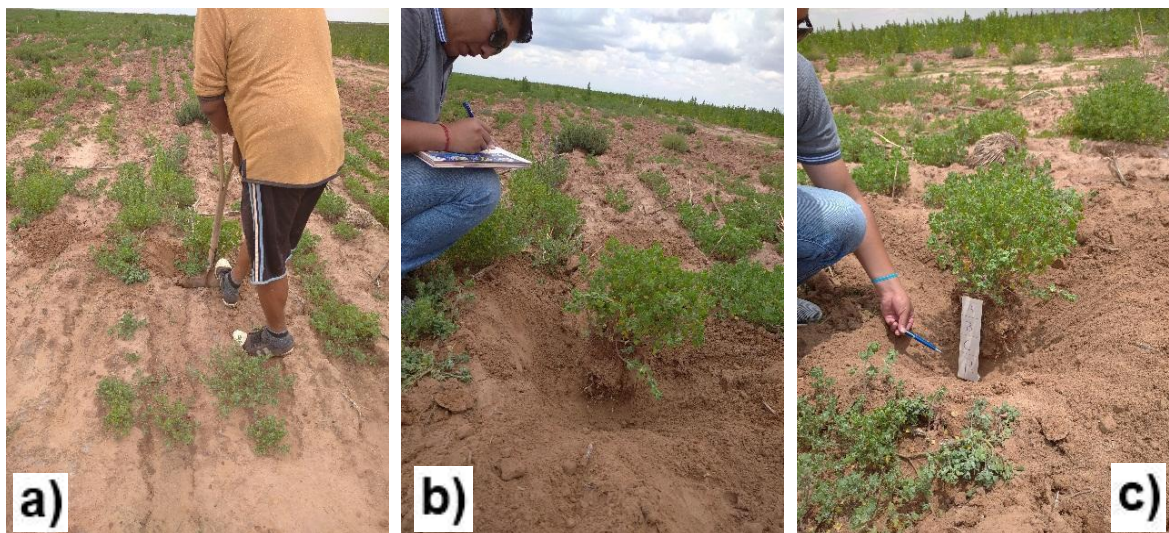


Figura 8: **Profundidad de la raíz del cultivo de cañahua**

En la figura 8, se realizó el muestreo aleatorio para proceder a verificar mediante técnicas básicas, las características de suelo y la profundidad de la raíz, a fin de examinar la sanidad de la misma.

Efectivamente a una profundidad de 50 cm de excavación se pudo observar que la raíz a 30cm no presenta ningún tipo de enfermedad o resequedad, además que las propiedades del suelo son franco arcillosas, esto se debe, de acuerdo a los productores que este tipo de cultivo tiene la capacidad de retención de las precipitaciones por mayor tiempo, por tanto estas zonas de producción al poseer las mismas características biofísicas en el suelo tienen un potencial de expansión para el cultivo de cañahua.



Figura 9: **Zonas con suelo salino expuesto a las áreas de cultivo de cañahua**

Una de las tantas propiedades y capacidad de resistencia a temperaturas bajas y extremas, deficiencia en la precipitación, es sin ningún lugar a duda la capacidad de adaptación de florecer en suelos salinos, citándose como por ejemplo a la Granja Samiri, donde en una cantidad considerable de sus parcelas de producción se encuentran áreas con suelos salinos.

Finalmente se procedió a digitalizar las parcelas de producción representativas de las tres asociaciones productoras de cañahua, empleándose el criterio de distribución con el fin de demostrar que las extensiones de las zonas de producción abarcan con el mas del 60% de las parcelas de cosecha.



Figura 10: **Parcelas de producción de cañahua representativa**
Fuente: MDPyEP - DAPRO, 2020

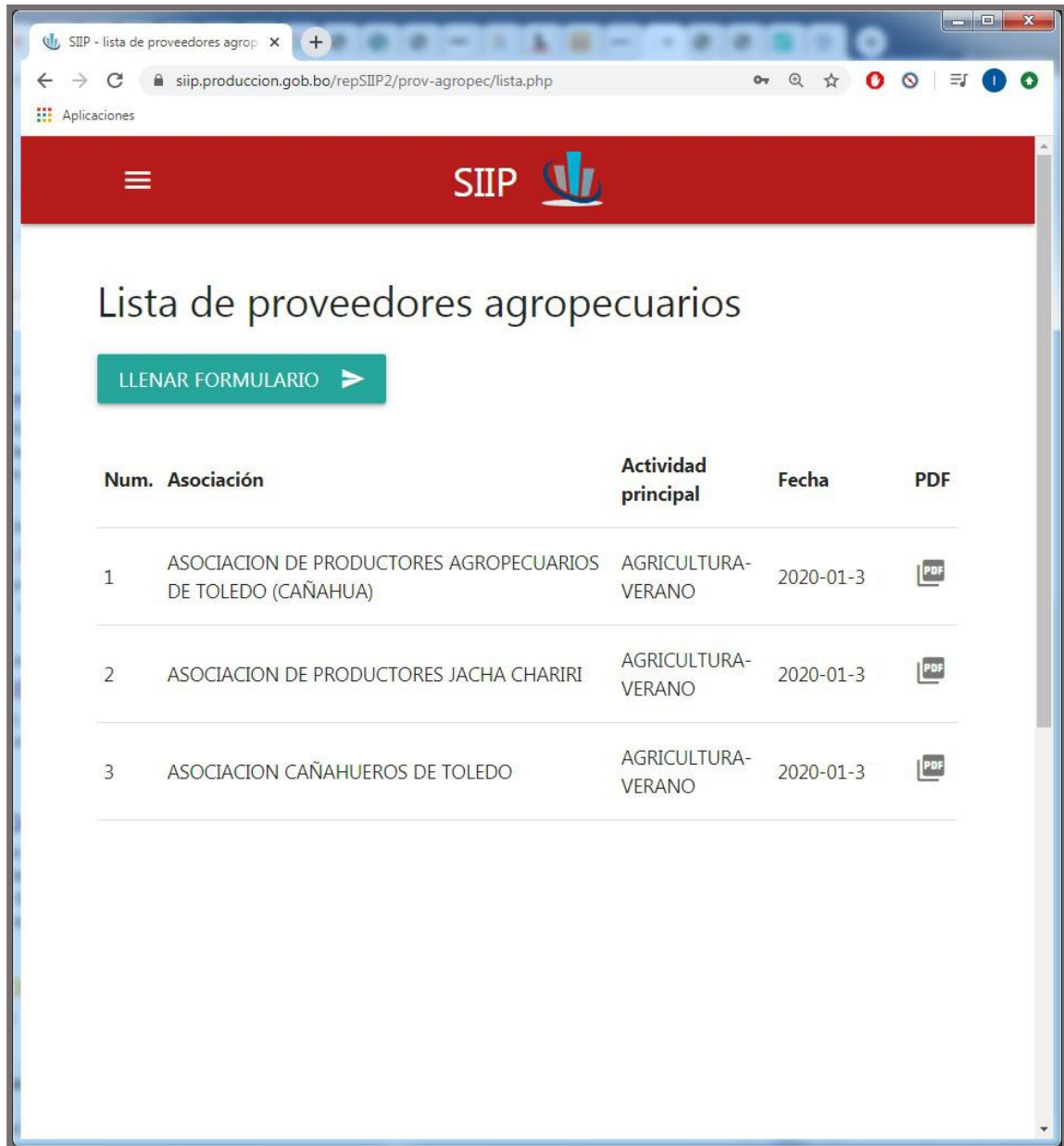
5. Conclusiones y Recomendaciones

- De acuerdo a los datos obtenidos y verificados respecto a las características de los suelos, temperatura de suelo (imágenes de Satélite MODIS-Terra), precipitación acumulada (satélite TRMM) y modelo digital del terreno (SRTM), el municipio de Toledo cuenta con un potencial agrícola de aproximadamente de 1.800 km².
- A nivel departamental de acuerdo a los criterios de suelo, temperatura suelo, precipitación acumulada y altura, se tiene un potencial agrícola para el cultivo de cañahua de aproximadamente 25.000 km².
- Con relación a la infraestructura vial que intersecta al municipio de Toledo, es vinculante internacionalmente hacia el Sur Este e inter departamental con el eje troncal, además que la topografía vial no presenta pendientes lo que favorece la su transporte. Por otro lado, si bien se cuenta con la Red Vial




Fundamental en las parcelas de producción del cultivo de cañahua no se tiene infraestructura vial adecuada tan solo caminos de herradura realizada por los mismos productores.

- *Referente a maximizar el rendimiento del cultivo de cañahua por hectárea cultivada, esta puede ser alcanzada gradualmente con la inclusión de tecnología, mecanización y riego a las parcelas de producción.*
- *Finalmente se recomienda de acuerdo a los datos obtenidos procesados en gabinete y verificados en campo, categorizar al municipio de Toledo como ALTO productor de cañahua lo que conlleva a satisfacer un polo de desarrollo para la transformación de materia prima.*

ANEXO "A"
REGISTRO DE PROVEEDORES AGROPECUARIOS EN EL SIIP



The screenshot shows a web browser window with the URL `siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/prov-agropec/lista.php`. The page title is "Lista de proveedores agropecuarios". There is a green button labeled "LLENAR FORMULARIO" with a right-pointing arrow. Below the button is a table with four columns: "Num.", "Asociación", "Actividad principal", "Fecha", and "PDF". The table contains three rows of data.

Num.	Asociación	Actividad principal	Fecha	PDF
1	ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE TOLEDO (CAÑAHUA)	AGRICULTURA-VERANO	2020-01-3	
2	ASOCIACION DE PRODUCTORES JACHA CHARIRI	AGRICULTURA-VERANO	2020-01-3	
3	ASOCIACION CAÑAHUEROS DE TOLEDO	AGRICULTURA-VERANO	2020-01-3	

ANEXO "B"
MEMORIA FOTOGRAFICA

