

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**CUANTIFICACIÓN DE CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA DE LOS
TÓLARES COMO MEDIDA DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, EN LOS
MUNICIPIOS DE PATACAMAYA Y SICA SICA**

ROLANDO DARIO PONCE QUISPE

**La Paz - Bolivia
2018**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**CUANTIFICACIÓN DE CARBONO ALMACENADO EN LA BIOMASA DE LOS
TÓLARES COMO MEDIDA DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, EN LOS
MUNICIPIOS DE PATACAMAYA Y SICA SICA**

*Trabajo Dirigido presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo*

ROLANDO DARIO PONCE QUISPE

Asesor (es):

Ing. Ph.D. David Cruz Choque

.....

Ing. Hugo Huaycho Callisaya

.....

Tribunal Examinador:

Ing. M.Sc. Isidro Callizaya Mamani

.....

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera

.....

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador:

.....

La Paz - Bolivia
2018

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mi familia por estar en las diferentes etapas de mi vida brindándome apoyo incondicional, amor y confianza.

A mis Padres: Esteban Ponce y Seferina Quispe, por haberme dado la vida, dándome la oportunidad de vivenciar diferentes experiencias y retos a lo largo de mi camino.

A mis Hermanos: Wilzon, Lucio, Ricardo, Francisco y Juan por ser mis ejemplos de vida a seguir.

A la niña de mis ojos: Jade Ponce por ser la razón de mí ser, quien inspira mí día a día.

A mi esposa Ruth Parisaca: por estar a mi lado de forma incondicional y a la mama Rosa Surco, por todas sus atenciones que dios lo bendiga siempre.

A G R A D E C I M I E N T O S

Mi agradecimiento es ante todo a Dios por regalarme la vida, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi prestigiosa casa de estudios Universidad Mayor de San Andrés “Facultad de Agronomía” por haberme abierto las puertas para mi ingreso y por acogermme durante mis años de formación profesional.

A mis Docentes por transmitirme sus conocimientos, por el tiempo dedicado en cada clase dictada, por el empeño puesto en mi formación académica.

Agradecimiento especial:

A mis asesores:

Ing. Ph. D. David Cruz Choque; Ing. Hugo Huaycho C. por haberme guiado y asesorado en la elaboración del presente trabajo, de igual forma a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis revisores:

Ing. M.Sc. Isidro Callizaya Mamani; Ing. Freddy Carlos Mena H. por las sugerencias y recomendaciones para la redacción final y sobre todo por el apoyo en la culminación del presente documento.

Al Ing. Rolando Luna Fabio, quien fue elemento fundamental para la ejecución del presente trabajo.

De la misma forma expreso mi gratitud al INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES (IIAREN) por el apoyo y sustento para la realización del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

INDICE DE CONTENIDO.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2. Metas.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Contexto Normativo.....	4
2.2. Marco Conceptual.....	5
2.2.1. Cambio Climático	5
2.2.2. Consecuencias del cambio climático	6
2.2.3. Cambio Climático en Bolivia.....	9
2.2.4. Causas del cambio climático	11
2.2.5. Características Generales de la T'ola.....	12
2.2.6. Clasificación Taxonómica.....	13
2.2.7. Suphu t'ola (<i>Parastrephia lepidophylla</i>)	14
2.2.8. Ñak'at'ola (<i>Baccharis incarum</i>)	15
2.2.9. Amamaytóla (<i>Fabiana densa</i>).....	16
2.2.10. Importancia de las t'olas.....	16
2.2.11. Uso en el Pronóstico de la Producción Agrícola.....	17
2.2.12. Importancia para su conservación.....	18
2.2.13. Ciclo del Carbono.....	18
2.2.14. Sumideros de Carbono	20
2.2.15. Fijación del Dióxido de Carbono	21

2.2.16. Biomasa Aérea.....	24
2.2.17. Biomasa Subterránea.....	25
2.2.18.Parcelas de Inventario de Biomasa y Carbono.....	27
3. SECCIÓN DIAGNOSTICA.....	28
3.1. Localización y Ubicación.....	28
3.1.1. Ubicación Geográfica.....	29
3.1.1.1.Vías de acceso.....	30
3.1.2. Características del Lugar.....	30
3.1.2.1.Clima.....	30
3.1.2.2.Temperatura.....	31
3.1.2.3. Precipitaciones Pluviales.....	31
3.1.2.4. Humedad Relativa.	31
3.1.2.5.Riesgos Climáticos..	31
3.1.2.6.Características topográficas.....	32
3.1.2.7. Suelo	32
3.1.2.8. Vegetación.....	33
3.1.3. Materiales.....	35
3.1.3.1.Materiales de Campo.....	35
3.1.3.2. Material Biológico.....	35
3.1.3.3. Material de laboratorio.....	35
3.1.4. Metodología.....	36
3.1.4.1.Procedimiento de Trabajo.....	36
3.1.4.1.1.Primer Etapa de Preparación.....	36
3.1.4.1.2. Segunda Etapa de Medición en Campo.....	38
3.1.4.1.3.Tercera Etapa Análisis y Síntesis	40
3.1.4.2. Variables de respuesta.....	42
4. SECCIÓN PROPOSITIVA.....	43
4.1. Resultados y Discusiones de las Variables de Estudio.....	43
4.1.1. Determinación de Áreas de Estudio con Cobertura de Tólas.....	43
4.1.2. Determinación de Biomasa, Carbono y Dióxido de Carbono acumulado en Especies de Tólas por comunidades.....	45

4.1.2.1. Análisis de resultados de acumulación de carbono (C) y absorción Dióxido de Carbono (CO ₂) en especies de tólas parte aéreo y Subterránea en seis comunidades.....	60
4.1.3. Plan de Manejo y Conservación de Tólas en Comunidades del Municipio de Patacamaya y Sica Sica.....	62
4.1.3.1 Introducción	62
4.1.3.2. Manejo forestal de tólares y especies nativas	63
4.1.3.2.1. Delimitación del área para la forestación.....	63
4.1.3.2.2. Características ecológicas, edáficas y botánicas de los tólares.....	64
4.1.3.3. Establecimiento de un vivero forestal, propagación y regeneración de las especies de tólas	66
4.1.3.3.1. Producción de Plantones de tóla en viveros.....	68
4.1.3.3.2. Selección del lugar para el vivero.....	68
4.1.3.3.3. Tamaño del Vivero.....	69
4.1.3.3.4. Construcción del Vivero.....	69
4.1.3.3.5. Construcción de camas.....	69
4.1.3.3.6. Tipos de producción.....	70
4.1.3.3.7. Método de siembra en vivero.....	71
4.1.3.3.8. Labores culturales.....	72
4.1.3.4. Cronograma de actividades en el repoblamiento de las tólas	74
4.2. Aspectos Propositivos de la Investigación.....	74
4.2.1. Proyecto de forestación.....	74
4.2.2. Proyecto de cosecha de agua.....	74
4.2.3. Proyectos de recuperación y adaptabilidad de especies nativas.....	75
5. SECCION CONCLUSIVA.....	76
6. RECOMENDACIONES.....	78
7. BIBLIOGRAFIA	79

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de las t'olas	14
Cuadro 2. Comunidades Seleccionadas del Área de Trabajo.....	29
Cuadro 3. Coordenadas del área de estudio.....	29
Cuadro 4. Principales Especies Nativas en Puna Húmeda.....	33
Cuadro 5. Principales Especies Nativas en la Puna Seca.....	34
Cuadro 6. Tamaño de Muestra por Comunidades.....	38
Cuadro 7. Categorización de T'olas de Acuerdo a la altura en Seis Comunidades.....	39
Cuadro 8. Comunidad San Martin, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Suput'ola).....	45
Cuadro 9. Comunidad San Martin, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Suput'ola).....	46
Cuadro 10. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)	47
Cuadro 11. Comunidad San Martin, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)	47
Cuadro 12. Comunidad Carachuro, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Suput'ola).....	48
Cuadro 13. Comunidad Carachuro, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Suput'ola).....	49
Cuadro 14. Comunidad C.T. Ventilla, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola).....	50
Cuadro 15. Comunidad C.T. Ventilla, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola) ...	51

Cuadro 16. Comunidad C.T. Ventilla, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Amamayt'ola)	52
Cuadro 17. Comunidad C.T. Ventilla Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Amamayt'ola)...	52
Cuadro 18. Comunidad C.T. Pairumani, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)	53
Cuadro 19. Comunidad C.T. Pairumani, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)....	54
Cuadro 20. Comunidad C.T. Iru Centro, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)	55
Cuadro 21. Comunidad C.T. Iru Centro, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)....	56
Cuadro 22. Comunidad Uchusuma, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (variedad Suput'ola)	57
Cuadro 23. Comunidad Uchusuma, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa Subterránea (variedad suput'ola)	57
Cuadro 24. Comunidad Uchusuma, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa aérea (variedad Ñakat'ola).....	58
Cuadro 25. Comunidad Uchusuma, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO ₂) absorbido en la biomasa subterránea (variedad ñakat'ola)	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo del carbono (Oliva y García 1998).....	19
Figura 2. Ciclo de Calvin-Benson (Biología 1M, 2009).....	23
Figura 3. Mapa de localización de los Municipios de Patacamaya y Sica Sica.....	28
Figura 4. Ubicación Áreas de Estudio.....	30
Figura 5. Delimitación del área total de estudio en los Municipios de Patacamaya y Sica Sica.....	44
Figura 6. Áreas con cobertura de t'olares	44
Figura 7. Acumulación de C y CO ₂ en seis comunidades biomasa aérea.....	60
Figura 8. Acumulación de C y CO ₂ en seis comunidades biomasa subterránea.....	61
Figura 9. Acumulación de C y CO ₂ en seis comunidades parte aérea y subterránea.....	61

INDICE DE ANEXOS

A.1 CALCULO DATOS PROMEDIOS DE LAS VARIETADES DE TÓLARES POR CADA ESTRATO EN COMUNIDADES

A.2 CÁLCULO DE LA BIOMASA DE LOS TOLARES EN CADA COMUNIDAD

A.3 CALCULO DE CANTIDAD DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) ABSORBIDO Y CARBONO (C) ACUMULADO POR LOS TÓLARES EN SEIS COMUNIDADES

A.4 REPORTE FOTOGRAFICO

A.5 PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL VIVERO FORESTAL

RESUMEN

Los t'olares, desempeñan una importante función dentro de los ecosistemas terrestres propiamente de zonas occidentales sudamericanas, estos como generadores de una serie de servicios ambientales, en la protección de cuencas, conservación de suelo, sumideros de carbono, equilibrio del ciclo del agua, biodiversidad, función medicinal, alimentación animal y los valores culturales de pueblos originarios.

El presente trabajo de investigación determina la cantidad de carbono almacenado en la biomasa de las t'olas como medida de mitigación al cambio climático a través de su conservación en los municipios de Patacamaya y Sica Sica. El trabajo fue desarrollado mediante metodología de sistemas descriptivos por etapas como: preparación, medición, análisis y síntesis, en seis comunidades de los municipios de Patacamaya y Sica Sica. El procedimiento fue de acuerdo a la determinación de superficies a investigar, mediante la cuantificación en tamaños de muestra estadística, por otra parte las áreas con presencia de t'olas fueron identificadas a través de una prospección en las zonas de estudio y corroborados con ayuda de imágenes satelitales Landsat 8. En la recolección de muestras de t'olas se determinó la biomasa aérea y biomasa subterránea en campo, asimismo se ha cuantificado la materia seca en laboratorio, y mediante el ajuste de IPCC (2003) se ha determinado la cantidad de CO₂ absorbido y carbono C acumulado en t'olares por comunidad. Considerando los resultados de la biomasa aérea y radicular la comunidad San Martín Var. Suput'ola acumuló 3.14 tC/ha y 11.52 tCO₂/ha y Var. Ñakat'ola acumuló 0.76 tC/ha y 2.79 tCO₂/ha. Comunidad Carachuro acumuló 5.17 tC/ha y 18.99 tCO₂/ha. Comunidad Cauchi Titiri Ventilla Var. Ñakat'ola acumuló 1.39 tC/ha y 5.11 tCO₂/ha y Var. Amamayt'ola acumuló 0.41 tC/ha y 1.49 tCO₂/ha. Comunidad Cauchi Titiri Pairumani Var. Ñakat'ola acumuló 1.2 tC/ha y 4.41 tCO₂/ha. Comunidad Cauchi Titiri Iru Centro Var. Ñakat'ola acumuló 1.75 tC/ha y 6.44 tCO₂/ha. Comunidad Uchusuma Var. Suput'ola acumuló 2.11 tC/ha y 7.73 tCO₂/ha y Var. Ñakat'ola acumuló 0.92 tC/ha y 3.37 tCO₂/ha. Se concluye que la comunidad de Carachuro acumula mayor valor en contenido de carbono en 5.17 t/ha y fijación de dióxido de carbono en 18.99 t/ha, con relación a otras comunidades.

Palabras clave: Cuantificación de carbono, dióxido de carbono, biomasa aérea, biomasa radicular, t'olas.

1. INTRODUCCION

Desde la revolución industrial, la humanidad entró en una época donde la producción de bienes fue la base del desarrollo económico y social. Esto produjo grandes avances en la ciencia y en la tecnología, mejorando la calidad de vida. Sin embargo, la sociedad ignoró el daño ambiental que estaba causando al emitir altas cantidades de dióxido de carbono CO₂ al medio ambiente. Hoy en día sufrimos esas consecuencias y nos vemos obligados a mitigar sus efectos secuestrando CO₂ de la atmósfera.

La quema de los combustibles fósiles, cambio de uso de la tierra, incendios forestales, por las acciones naturales y antropogénicas han producido el incremento de las concentraciones del dióxido de carbono y el aumento de la temperatura atmosférica.

De todos los gases efecto invernadero, el CO₂ cobra especial relevancia por su efecto sobre las condiciones climáticas del planeta debido a que es un gas de larga permanencia, es decir, es un gas que permanece activo en la atmósfera durante mucho tiempo. Así, por ejemplo, del CO₂ emitido a la atmósfera, sobre el 50% tardará 30 años en desaparecer, un 30% permanecerá varios siglos y el 20% restante durará varios millares de años (IPCC, 2015).

Las principales medidas de mitigación se dirigen hacia la mejora en eficiencia energética, la reducción de la intensidad energética, la sustitución de combustibles fósiles, el desarrollo de las energías renovables, el desarrollo orientado al transporte sostenible, la reducción de la deforestación, una gestión de los cultivos y los sistemas ganaderos, el fomento de la bioenergía y la captura y almacenamiento de carbono (IPCC, 2015).

Los sistemas de los árboles pueden remover cantidades significativas de carbono de la atmósfera al incorporarlo a su biomasa, además de otros beneficios productivos y ambientales. Estos sistemas se pueden constituir como importantes sumideros de carbono debido a que se concentra carbono en la parte aérea y sistema radicular.

La zona andina de Bolivia está representada por el altiplano y abarca 292.952 km² de la superficie del territorio nacional, donde 241.832 km² son ocupados por los campos nativos de pastoreo (CANAPAS) o praderas nativas (Alzerreca, 1992).

Particularmente las praderas o campos nativos de pastoreo (CANAPAS) del tipo t'olar, son comunidades de plantas compuestas por pastos, hierbas y arbustos leñosos (t'olar) que crecen en los campos sin haber sido sembrados, están muy bien adaptados al medio y proporcionan forraje y protección al ganado doméstico y fauna silvestre. La t'ola al ser una planta de altura (3000 - 4500 m.s.n.m.) está distribuido en todo el altiplano. Las t'olas pueden ser puros o asociados, los puros llamados así porque se observa mucho más t'ola que otros pastos, en cambio los t'olas asociados comparten dominancia con otras especies (PDM Patacamaya, 2015).

Para determinar las concentraciones de C en los ecosistemas naturales es necesaria la estimación adecuada de la biomasa. A través de ésta se puede representar la cantidad potencial de C que puede ser liberado en la atmósfera o conservado y fijado en una determinada superficie cuando los ecosistemas son manejados o preservados para alcanzar los compromisos de mitigación de GEI (Schelengel, 2001).

1.1. Justificación

En la actualidad la emisión de CO₂ por las actividades antropogénicas, han propiciado una creciente destrucción de la capa de ozono, provocando así el calentamiento global, con consecuencias en el factor climático afectando a los organismos vivos, y alteraciones en los sistemas productivos en zonas altamente vulnerables a los cambios climáticos.

Por otro lado Bolivia cuenta con praderas altiplánicas con especies de t'olas los mismos están expuestos a los efectos del cambio climático y además la sobre explotación indiscriminada del hombre, la ampliación de la frontera agrícola, hace que se encuentre en proceso de degradación y extinción de los t'olares.

Con el presente trabajo de investigación se determina la cantidad de CO₂ absorbido y C acumulado por las especies de los tólares como forma de mitigación al cambio climático en los municipios de Patacamaya y Sicasica, por otra parte contar con información específica de los tólares y generar estrategias de manejo para la conservación y uso sostenible de las tólas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Cuantificar el carbono almacenado en la biomasa de las tólas como medida de mitigación al cambio climático a través de su conservación en los municipios de Patacamaya y Sica Sica.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar áreas con cobertura de Tólas en los Municipios de Patacamaya y Sica Sica.
- Cuantificar la biomasa, absorción de dióxido de carbono y carbono acumulado en especies de tólas.
- Establecer un plan de manejo y conservación de las tólas en comunidades del Municipio de Patacamaya y Sica Sica.

1.3. Metas

- Áreas identificadas con Tólares en los Municipios de Patacamaya y Sica Sica.
- Se cuantificó la biomasa, carbono acumulado y dióxido de carbono en las diferentes especies de tólas.
- Se tiene un plan de manejo de conservación de los tólas en comunidades del Municipio de Patacamaya y Sica Sica.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Contexto Normativo

La formulación de las políticas ambientales en Bolivia surge, por una parte, de la preocupación mundial por la protección del medio ambiente que, a partir de la década del 70, se manifestó en diversos foros internacionales. Uno de los más importantes fue la denominada Cumbre de la Tierra, también conocida como “La Cumbre de Río”, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992. Allí quedaron establecidos los principios universales que deben regir el desarrollo armónico de los países para mantener la sostenibilidad del planeta. En este encuentro surgió el concepto de “Desarrollo Sostenible” y se plantearon, a través de la “Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo”, una serie de compromisos que las naciones debían implementar para lograr el bienestar de la población actual sin poner en riesgo el de las futuras generaciones.

La Nueva Constitución Política del Estado, aprobada el 25 de enero de 2009 establece lineamientos sobre los derechos y obligaciones en materia ambiental de los ciudadanos y de autoridades u organizaciones, así como la propiedad de los recursos naturales (del pueblo boliviano).

La Ley del Medio Ambiente N° 1333 promulgada el 27 de abril de 1992 es de carácter general. Su objetivo fundamental es proteger y conservar el Medio Ambiente sin afectar el desarrollo del país, procurando mejorar la calidad de vida de la población.

La Ley 1576 de 25/07/1994, aprueba y ratifica la Convención Marco de la NNUU sobre el Cambio Climático.

La responsabilidad de la representación nacional en este tema y por su administración general, recae en el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos.

El DS 28218 de 24/06/2005 establece de importancia nacional apoyar la implementación de actividades de mitigación del cambio climático, entre ellos en el sector energético.

El Estado boliviano ha avanzado en la aprobación de diversas políticas públicas que apuntan a frenar y/o paliar esta situación, por ejemplo se tiene la Ley Nro. 071 de Derechos de la Madre Tierra del 21 de diciembre de 2010, Ley No. 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien de 15 octubre de 2012, Ley de Gestión de Riesgos del 14 de noviembre de 2014 y el Decreto Supremo Nro. 1858 del 8 de enero de 2014, en las que se determinan los derechos, deberes y responsabilidades sobre el cuidado del medio ambiente, la madre tierra y la creación de instancias desconcentradas, además de otros temas como la soberanía alimentaria, gestión de riesgos y otros, bajo dependencia directa de diferentes Ministerios, sin embargo estas políticas aún no se implementan de manera efectiva, es necesario que el gobierno ponga más atención para lograr resultados más allá del papel.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Cambio Climático

Desde su origen, el planeta ha estado en permanente cambio. Así lo evidencian, por ejemplo, las denominadas eras geológicas, con profundas transformaciones en la conformación del planeta, y la evolución de las especies desde que la vida apareció en la Tierra. Pero el rápido proceso de cambio climático que hoy presenciamos no tiene causa natural si no que su origen está en la actividad humana (Rodríguez, Mance, 2009). Por otro lado, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) lo define como “una variación estadísticamente significativa, ya sea de las condiciones climáticas medias o de su variabilidad, que se mantiene durante un período prolongado”. El cambio del clima puede deberse a procesos naturales internos, a un forzamiento externo, o a cambios duraderos en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra, resultado de las actividades antrópicas (IPCC, 2015).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, lo describe como: “un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que viene a sumarse a la variabilidad climática natural observada” (Cifuentes, 2009).

La evidencia científica no solamente demuestra la existencia del fenómeno del cambio climático, sino que permite afirmar que ha sido causado por las actividades humanas. Los cambios en el uso de la tierra y la quema de combustibles fósiles son las actividades que mayor influencia han tenido (Martino, 2007).

El cambio climático nos afecta a todos. El impacto potencial es enorme, con predicciones de falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor. En definitiva, el cambio climático no es un fenómeno sólo ambiental sino de profundas consecuencias económicas y sociales. Los países más pobres, que están peor preparados para enfrentar cambios rápidos, serán los que sufrirán las peores consecuencias.

Se predice la extinción de animales y plantas, ya que los hábitats cambiarán tan rápido que muchas especies no se podrán adaptar a tiempo. La Organización Mundial de la Salud ha advertido que la salud de millones de personas podría verse amenazada por el aumento de la malaria, la desnutrición y las enfermedades transmitidas por el agua. España, por su situación geográfica y características socioeconómicas, es muy vulnerable al cambio climático. (Carreras, 2007).

2.2.2. Consecuencias del cambio climático

Según IPCC (2015), el sobrecalentamiento del sistema climático es inequívoco y las principales consecuencias son:

- **El aumento de la temperatura media global.** La tendencia lineal de la temperatura a cien años (1906 - 2005), es de 0,74 °C. De los doce últimos años (1995 - 2006), once figuran entre los doce años más cálidos de los registros instrumentales de la temperatura mundial en superficie. Este aumento de temperatura está distribuido por todo el planeta y es mayor en latitudes septentrionales altas. En la región ártica, el promedio de las temperaturas ha aumentado a un ritmo que duplica casi el promedio mundial de los últimos cien años. Las regiones terrestres se han calentado más aprisa que los océanos. Las observaciones efectuadas desde 1961 indican que en promedio la temperatura del océano mundial ha aumentado hasta en profundidades de 3000 m como mínimo, habiendo absorbido los océanos más del 80% del calor incorporado al sistema climático. En promedio, las temperaturas del Hemisferio Norte durante la segunda mitad del siglo XX fueron muy probablemente superiores a las de cualquier otro período de cincuenta años de los últimos 500 años, y probablemente las más altas de los últimos 1300 años, como mínimo.
- **El aumento del nivel del mar.** Los aumentos del nivel del mar concuerdan con el calentamiento, el promedio mundial del nivel del mar aumentó a una tasa de 1.8 mm anuales entre 1961 y 2003 y de 3.1 mm anuales entre 1993 y 2003.
- **La disminución de la extensión de nieves y hielos.** La disminución observada de la extensión de nieves y hielos concuerda también con el calentamiento, los datos satelitales obtenidos desde 1978 indican, en promedio, la extensión de los hielos marinos árticos ha disminuido en 2.7 % por decenio y en mayor medida en verano (7.4 % por decenio).
- **La variación en las precipitaciones.** Se han observado las tendencias de la precipitación entre 1900 y 2005, en este periodo, la precipitación aumentó considerablemente en algunas partes orientales de América del Norte, del Sur, en el norte de Europa y en el Asia septentrional y central. Sin embargo, disminuyó en el Shael, en el mediterráneo, en el sur de África y en la parte del sur del Asia. En

términos mundiales, la superficie afectada por las sequías probablemente ha aumentado desde los años 70.

- **Aumento de la actividad ciclónica tropical.** Las observaciones evidencian un aumento de la actividad ciclónica tropical intensa en el Atlántico Norte desde aproximadamente 1970.
- En todos los continentes y en la mayoría de los océanos evidencian que muchos sistemas naturales (aumento de la escorrentía en numerosos ríos alimentados por glaciares, adelanto de la migración de las aves y peces, y los brotes de los vegetales tienden a aparecer más temprano en primavera) están siendo afectados por los cambios climáticos regionales y particularmente por el aumento de la temperatura.

Están advirtiéndose también otros efectos de los cambios climáticos regionales sobre el entorno natural y humano. Por ejemplo: daños causados por los incendios y plagas en la agricultura y forestal, exceso de mortalidad causada por el calor en Europa y otros. Las consecuencias del cambio climático serán peores de lo que se pensaba hasta el momento, según un estudio elaborado por un equipo de científicos internacionales en el que han participado algunos del Instituto del Cambio Climático de Potsdam (PIK), "Debemos tener más en cuenta las consecuencias negativas del cambio climático, tanto en las personas como en la naturaleza. Los científicos demostraron que todos los ecosistemas son sensibles, como por ejemplo los arrecifes de coral, están reaccionando más al calentamiento global y al aumento de las emisiones de CO₂ que antes (FAO, 2007).

La FAO (2007) señala, que el calentamiento global podría provocar cambios a todos los niveles de organización ecológica: cambios poblacionales, cambios en la distribución de los organismos, en la composición de las especies y cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. El efecto en las plantas incluye, entre otros, disminución de la productividad primaria, cambios en la tasa

fotosintética, sesgos en los límites de distribución de las especies, cambios en la germinación y cambios en la estructura y dinámica de las comunidades

2.2.3. Cambio Climático en Bolivia

En las últimas décadas, el cambio climático ha sido tema de numerosos estudios por la influencia que podría tener hacia la humanidad. En Bolivia sus efectos se han ido sintiendo desde hace tres décadas y cada vez con mayor intensidad. Los parámetros de mayor cambio son los térmicos. Sin embargo, la precipitación podría también tener variaciones. Los cambios en la temperatura global registrada asociados al retroceso y a la desaparición de los glaciares y a la alteración de los caudales, podría afectar el acceso a fuentes de agua para el mantenimiento de los ecosistemas, la producción agrícola y el consumo humano.

En la actualidad, los sistemas agrícolas ya se ven afectados por los patrones anómalos de lluvia y la subida de temperaturas. Los ecosistemas montañosos típicos de Bolivia (páramos, humedales de altitud, bosques nublados) se encuentran entre los ecosistemas más sensibles a los cambios climáticos, pues su ubicación altitudinal determina una fuerte dependencia de la variabilidad térmica. Aunque no existen evidencias científicas probadas, hay datos recientes que sugieren que la alteración de los ciclos hidrológicos de los ecosistemas de altitud, podrían estar relacionados con la alta incidencia de incendios forestales ocurridos en la última década. Dicha alteración de los ciclos hidrológicos causaría desequilibrios que pueden repercutir incluso en la región amazónica. Como se mencionó, La Niña y El Niño (Oscilación del Sur - ENOS) son alteraciones climáticas periódicas que representan una amenaza por los impactos recurrentes sobre el sistema climático de Bolivia (AGRIFOR, 2009).

Bolivia es considerada el segundo país más vulnerable de Sudamérica y el quinto menos preparado para mitigar los daños del cambio climático. Eso develó en abril una investigación del programa ND-GAIM Country Index, del proyecto Iniciativa de Adaptación Global de la Universidad de Notre Dame (EEUU). Este dato corrobora lo

que en 2014 advirtió la Organización de las Naciones Unidas (ONU): que Bolivia era uno de los países más expuestos al fenómeno del calentamiento global.

Según el estudio norteamericano, Bolivia se encuentra en el puesto 124 de 181 países estudiados y es el segundo país más vulnerable de Sudamérica a ser golpeado por el cambio climático (el primero es Guayana) y es el quinto menos preparado para mitigar los daños (Venezuela, Surinam, Guayana Francesa y Guayana están peor capacitados).

La vulnerabilidad medioambiental de Bolivia, según la ONU, se debe entre otras razones a la existencia en el país de ecosistemas variables, una creciente deforestación y una falta de información científica para afrontar el problema del cambio climático.

El informe del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, 2011) concluía que la temperatura media de Bolivia está experimentando aumentos que podrían ser de hasta dos grados centígrados en 2030 y de 5 a 6 grados hasta 2100.

La ONU también constató cambios significativos en los patrones de lluvia, con un descenso en zonas secas y un incremento en el área húmeda de la selva amazónica. Entre las recomendaciones del (UNDP) a Bolivia figuran el freno a la deforestación y el diseño de un nuevo marco regulatorio para hacer frente al cambio climático.

Así, en 2015, el fenómeno de El Niño azotaba el país e intensificaba los periodos de sequía. Como trágico ejemplo, el lago Poopó, ubicado en la zona del altiplano de Oruro, se secaba y quedaba reducido a un pequeño humedal.

A esos problemas se añade también una falta de control de la contaminación de los ríos por parte de las compañías del sector minero, clave para la economía del país. El negocio de la minería absorbe además el agua que necesitan muchas áreas rurales y urbanas del país y su expansión afecta al medio ambiente por la creciente deforestación de bosques próximos a las cuencas mineras (UNDP, 2011).

Según reporte del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras: entre 2004 y 2014, granizadas, riadas, inundaciones, sequías, vientos huracanados, plagas y enfermedades afectaron a 250 de los 339 municipios que tiene Bolivia. Pero, pese a evaluaciones y percepciones, en este proceso de cambio climático se dejan echar de menos el monitoreo científico y la información orientadora.

2.2.4. Causas del Cambio Climático

Las causas del cambio climático se pueden dividir en aquellas relacionadas con los procesos naturales y las causas vinculadas con la actividad humana (IPCC 2015).

- **Causas Naturales:** De forma natural han existido cambios radicales en el clima planetario debido a modificaciones en la rotación, en la órbita y en la inclinación de la Tierra, o por eventos naturales extraordinarios como las erupciones volcánicas.

El ejemplo más claro de esta modificación del clima son las glaciaciones, y se producen por el cambio en la forma de la órbita de la Tierra y de la inclinación del planeta con respecto a su eje.

Ahora nos encontramos en un periodo interglaciar (entre dos glaciaciones) y esa estabilidad del clima ha permitido el desarrollo y crecimiento de la civilización humana.

El efecto invernadero natural: El efecto invernadero es un proceso que ocurre de manera natural en la atmósfera de la Tierra, y resulta de la interacción entre la energía que proviene del Sol y algunos de los gases de la atmósfera, llamados gases de efecto invernadero (GEI). El efecto invernadero natural permite que exista la vida tal y como la conocemos en el planeta, pues sin él, la temperatura promedio de la Tierra sería inferior a los $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. La atmósfera está compuesta principalmente por Nitrógeno y Oxígeno y sólo en un 1% por otros componentes, entre ellos los GEI. El vapor de agua (H_2O), bióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) y ozono (O_3) y los gases fluorados (HFCs, PFC, SF_6). Son los principales

gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, los cuales, tienen la capacidad de actuar como el vidrio que cubre la estructura de un invernadero. La mayoría de los gases de efecto invernadero siempre han existido en la atmósfera y su ciclo parte de procesos naturales (IPCC 2015).

- **Causas Antropogénicas:** Desafortunadamente, existe otra fuente de cambio en el clima global. Este cambio se asocia con las actividades humanas. Desde la llamada Revolución Industrial hasta nuestros días, los procesos industriales se desarrollan quemando combustibles fósiles (petróleo, gas y sus derivados, como la gasolina) y aprovechando de manera desmedida los recursos naturales. Estas actividades están cambiando la composición de la atmósfera terrestre, emitiendo más gases y compuestos de efecto invernadero que pueden permanecer en la atmósfera hasta por más de 50 años. Si bien más de la mitad del CO₂ emitido tarda un siglo en la actualidad para eliminarse de la atmósfera, una parte del CO₂ emitido (cerca del 20%) se mantiene en la atmósfera durante muchos milenios. En los últimos 800 000 años, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado a niveles sin precedente. Las concentraciones de dióxido de carbono han aumentado en un 40% desde la era preindustrial debido, en primer lugar, a las emisiones derivadas de los combustibles fósiles y, en segundo lugar, a las emisiones netas derivadas del cambio de uso del suelo. Los océanos han absorbido alrededor del 30% del dióxido de carbono antropogénico emitido, provocando su acidificación (IPCC, 2015)

2.2.5. Características Generales de la T'ola

Choque y Magne (1997), describen que las praderas de tipo T'olar cubren extensas áreas del altiplano de Bolivia, se ubican en laderas, pies de serranías y terrazas altas. La especie dominante es el arbusto de la familia Asteraceae: *Parastrephia lepidophylla*, que se encuentra asociada también con otros arbustos de los géneros *Baccharis*, *Fabiana*, *Adesmia*, *Tetraglochin* entre otros. Entre las gramíneas presentes en este tipo de comunidades vegetales se destacan los géneros *Stipa*, *Festuca*,

Calamagrostis, Nassella. Los suelos por lo general son arenosos y pobres (CIPCA, 1998).

En Bolivia la t'ola se encuentra distribuida, en todo el altiplano que corresponde a los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y en distintas provincias de los departamentos de Cochabamba y Sucre (FAO, 1996).

La t'ola quiere decir leña, es decir, arbustos que dan leña como la suput'ola, ñakat'ola y amamayt'ola entre otros, las mismas se encuentran a una altitud de 3850 a 5000 m.s.n.m. (Paca et al., 2003).

Por otro lado, Reynel (1988) indica que los t'olas dominados por la especie suput'ola (*Parastrephia lepidophylla*) y ñakat'ola (*Parastrephia incarum*) ocupan grandes extensiones en comparación a otras especies de t'ola. Así mismo, poseen el mayor rendimiento de leña frente a las otras. El mismo autor, indica que la suput'ola y ñakat'ola se usa como Indicador biológico, los productores principalmente observan entre octubre y diciembre la fructificación para la predicción de la producción de papa, también se usa como leña entre enero y marzo y finalmente como arbusto medicinal durante todo el año.

2.2.6. Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de la t'ola no es reciente. Cabrera (1978). En ausencia de estudios exhaustivos, hasta donde ha sido posible la búsqueda, parece pertinente tratar como un grupo asociativo a todos estos arbustos que conforman las t'olas. La diferencia entre géneros y especies de las unidades botánicas no son iguales pero, similares. Así, las especies *Parastrephia lepidophylla* y *Baccharis incarum*, las t'olas más destacadas, se clasifican botánicamente de acuerdo a la siguiente categoría taxonómica (ver cuadro1).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de las t'olas

CATEGORIA TAXONOMICA	Suput'ola (<i>Parastrephya lepidophylla</i>)	Ñakat'ola (<i>Baccharis incarum</i>)	Amamayt'ola (<i>Fabiana densa</i>)
Clase	Dicotiledoneae	Dicotiledoneae	Dicotiledoneae
Subclase	Asteridae	Asteridae	Asteridae
Orden	Asterales	Asterales	Asterales
Familia	Compositae	Compositae	Compositae
Tribu	Astereae	Astereae	Astereae
Género	Parastrephia	Baccharis	Fabiana
Especie	lepidophylla	Incarum	Densa

2.2.7. Suphu t'ola (*Parastrephia lepidophylla*)

PNUD (2003), describe morfológicamente como arbusto, resinoso, lignificado, erecto, ramoso; con una altura de 0,5 – 2.0 m de altura, con una cobertura aérea (cobertura foliar) promedio de 1971 cm² y un área basal promedio de 106.4 cm². Tiene una raíz ramificada; con una principal y de estas nacen las raíces secundarias con una profundidad promedio 40 – 80 cm. El tallo primario no es notorio, los tallos secundarios son de forma cilíndrica, erectos, resinosos, lignificados; en número de 18, con un grosor promedio de 1,80 cm, glabros o ligeramente tomentosos. Hojas enteras semi agudas en el ápice y ensanchadas en la base, carnosas adosadas al tallo (imbricadas), albo tomentosas en la cara exterior en la nervadura central, 0,20 cm de largo y 0,1 cm de ancho. Inflorescencia en capítulos, cabezuelas solitarias en los ápices de las ramitas, sésiles; involucreo acampanado de 0,5 – 0,64 cm de altura y un diámetro de 0,20 – 0,35 cm, amarillas, con 3 series de filarias, lanceoladas, enteras, curvadas hacia afuera, ovadas, obtusas, algo resinosas, glabras o pubescentes. Flores dimorfas; las flores femeninas vienen a ser las que se encuentran en el perímetro del capítulo o las marginales, que en su mayoría son en un número de 7 – 8 flores, 0.4 cm de altura, estas representan una corola tubulosa- filiforme-angostas, corta, estilo prolongado de 0,5 cm de largo, estigma bífido de 0,1 cm de largo; las flores hermafroditas son las que

se encuentran en el disco o en la parte central, presentan una corola tubular, 0.5 - 0.6 cm de altura, pentadentada-lobulada, 8 – 10 flores por capitulo. Aquenios turbinados, 0.2 – 0.3 cm, marrón, velloso; pappus de 0.3 – 0.4 cm de largo con cerdas ásperas, blanquecino; por otro lado Alzerreca et al. (2002), menciona que posee el mayor el mayor rendimiento de leña frente a las otras tolas. Su mayor uso de la suput'ola es como leña. Así mismo PNUD (2003), indica que su propagación es mediante semilla botánica y vegetativamente por estacas.

Según Alzerreca et al. (2002), la suput'ola presenta un valor nutritivo bueno, sin embargo la presencia de resina limita su consumo, por esta razón es poco palatable y por lo tanto su respuesta ecológica es acrecentante.

2.2.8. Ñak'at'ola (*Baccharis incarum*)

Es una de las especies más frecuentes en el semiárido, árido y en el sub húmedo del Altiplano y Alto andino de Bolivia (Alzerreca et al., 2002). Es un arbusto de hasta 1.2 m de altura, muy ramificado, lignificado desde la base, apretado de follaje en las partes terminales y distinguibles por sus hojas pequeñas, coriáceas y muchas veces con tres dientes menudos. Las flores están en cabezuelas blanquecinas y pequeñas. Hojas sésiles, oblongado – espatulado 0.6 a 1.2 cm de largo por 0.2 – 0.5 cm de ancho, enteras o frecuentemente con 1 a 2 dientes de cada lado. Capítulos numerosos, solitarios en las axilas de las hojas y en el extremo de las ramillas. La especie es dioica, la misma que se desarrolla mayormente entre los 2500 - 4000 m.s.n.m. (PNUD, 2003).

Así mismo se menciona que a pesar del bajo consumo de las t'olas por el ganado, este puede ser importante en la época seca o como forraje de emergencia cuando otros forrajes no son disponibles por nevadas o sequias que son fenómenos comunes del Altiplano.

2.2.9. Amamaytóla (*Fabiana densa*)

Es un arbusto que alcanza un tamaño de hasta 1 m de altura se caracteriza por sus raíces, el follaje denso y los pelos glandulares. Las flores están en las partes superiores de las ramas y son de 3 a 5,7 mm de largo, el tubo de cáliz está en la base de forma de urna. La corola está en forma de embudo, que mide 10 al 13 (raro 13,5) mm, tiene a menudo rayas rojas o púrpuras en un fondo amarillo. El fruto es una cápsula de 6 a 7 mm y las semillas tienen un tamaño de aproximadamente 1.5×0,5 mm.

Su distribución, en Bolivia, Argentina y Chile. En el Perú, distribuida en partes pies de montaña, mayormente entre los 2,500-4,000 msnm, aunque también se le encuentra a menores altitudes. En el área, suele formar extensos parches superpuestos a las planicies.

2.2.10. Importancia de las t'olas

Alzérreca et al. (2002) indica que la t'ola tienen una importancia económica y biológica, la cual es relevante en las tierras altas de Bolivia por las siguientes razones:

- La estructura de las t'olas como comunidades vegetales posibilita a que estas actúen como eficientes cortinas rompe vientos.
- Los ecosistemas de t'olas aportan protección a los animales domésticos y fauna silvestre.
- La vegetación de las t'olas estabiliza y protege los suelos contra todo tipo de erosión.
- Entre las t'olas, la suput'ola, nakat'ola y amayt'ola forman parte de la dieta de llamas y ovejas, aunque estos porcentajes están por debajo del 4%.

- Los ecosistemas de t'olas presentan microclimas benignos y suelos fértiles que benefician el crecimiento y producción de especies forrajeras para la alimentación del ganado y para agricultura en lugares con clima apropiado.
- Los usos de la t'ola en las culturas andinas fueron tradicionales y en el presente estos aún continúan.
- La superficie de distribución de t'olares en la zona Andina abarca extensiones considerables.
- La t'ola cuya forma de planta de media luna investida o cono truncado hace que sirva como colchón de la gotas de lluvia, las cuales posibilitan mayor absorción de agua para el suelo.

A la vez, indica que hay diferentes especies de t'olas las cuales se caracterizan a una vegetación que se encuentran en zonas de altura, lo que constituye un aporte a la biodiversidad florística de arbustos en los Andes.

De la misma manera, Beck et al. (2009) identificaron nueve formas de uso de la vegetación nativa en el altiplano, entre ellas el uso alimenticio, ceremonial, combustible, construcción, cosmético, forrajero, medicinal, tintorero y como detergente. A su vez, el mismo autor indica que la t'ola sirve para la protección del suelo contra la erosión, albergue y alimento de enemigos naturales de plagas de cultivos, actividad simbiótica con micro organismos entre otros usos.

2.2.11. Uso en el Pronóstico de la Producción Agrícola

La fenología de la tola es también considerada un indicador climático del tiempo, con fines de predicción del ciclo agrícola. Para muchas familias de los Municipios de Patacamaya, Sica Sica (provincia Aroma, La Paz), según Céspedes y Rodríguez (1996), la suput'ola es un indicador de la presencia de heladas y del cumplimiento del

ciclo agrícola. La observación que hacen estas familias es el 21 de septiembre, es decir, cuando florece la suput'ola en forma abundante significa que habrá heladas y en consecuencia no habrá buena producción de papa, por el contrario, si la suput'ola florece poco no habrá heladas y en el año habrá buena cosecha de la papa.

Céspedes y Rodríguez (1996), complementan indicando que el resultado de la observación de la suput'ola le permite al campesino determinar si el año agrícola será adelantado, normal, tardío o retrasado. Además, indica en qué lugar de los observados, se obtendrá el mejor resultado de la producción. Las predicciones basadas en la observación de la fenología de la tola se practican frecuentemente, gracias a su presencia en abundancia relativa y porque se trata de una especie plurianual.

2.2.12. Importancia para su conservación

Vargas (2005), reporta que los t'olas (*Baccharis incarum* y *Parastrephia lepidophylla*) son ecosistemas amenazados por la extracción permanente de leña para uso industrial y doméstico; además, es utilizado para forraje del ganado, esta especie es de vital importancia para las comunidades vegetales, que permanecen en medios aislados, con una superficie reducida, dispersos y fuertemente amenazados por el sobre pastoreo, la extracción de leña y la expansión de áreas agrícolas.

Asimismo, Quelca (2003) menciona que la t'ola está desapareciendo debido al pastoreo y a la extracción indiscriminada para ser comercializados como leña. El pastoreo elimina la regeneración natural, ya que las ramas tiernas son bastante palatables para los camélidos y ovinos, especialmente cuando escasea los forrajes.

2.2.13. Ciclo del Carbono

El ciclo del carbono es un ciclo biogeoquímico por el cual el carbono se intercambia entre la biosfera, la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera de la Tierra. Los

conocimientos sobre esta circulación de carbono posibilitan apreciar la intervención humana en el clima y sus efectos sobre el cambio climático.

El aire atmosférico se encuentra formado por dióxido de carbono (CO_2), el cual se encuentra disuelto en el agua y es utilizado por las plantas, algas y bacterias fotosintéticas durante la fotosíntesis para incorporar el carbono al ciclo en forma de carbohidratos ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), y transformarlos en proteínas y grasas, que sirven de alimento a los herbívoros y carnívoros y estos a su vez a los omnívoros de la cadena trófica; una vez muertos estos organismos las bacterias y hongos descomponedores incorporan el CO_2 al aire por la respiración, fermentación y putrefacción. Otra forma de incorporar el CO_2 al aire es por la respiración de las plantas, animales y bacterias aeróbicas (García-Oliva, 1998).

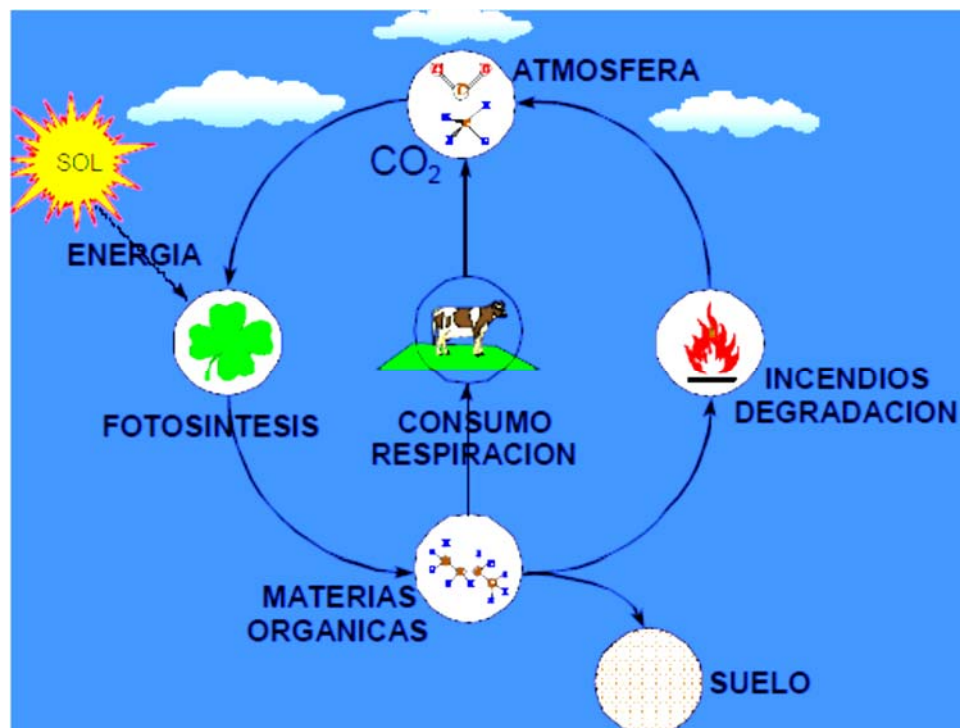


Figura 1. Ciclo del carbono (Oliva y García 1998)

Ordoñez (1999), menciona que, este ciclo gira especialmente alrededor del dióxido de carbono, ya que constituye la especie química predominante en la atmósfera.

El ciclo funciona básicamente a través de la fotosíntesis, la respiración, las emisiones por quema de combustibles fósiles y fenómenos naturales como las erupciones volcánicas. A sí mismo afirma que, el ciclo del carbono es el responsable de la cantidad de CO₂ contenido en la atmósfera, ya que es el mecanismo que equilibra las cantidades de carbono presentes en los diferentes reservorios o almacenes de carbono en el planeta. Como consecuencia se establece todo un balance de carbono a través de procesos fijadores/almacenadores de carbono y otros que a su vez lo emiten. Castellanos, et al. (1991), afirman que el carbono fijado por las plantas se transforma en moléculas móviles, que se asignan a las diferentes estructuras de la planta para satisfacer sus demandas fisiológicas y estructurales. Esta asignación determina las rutas por las cuales se dará posteriormente el flujo de C al suelo. Cada especie de planta asignará más o menos C para producir biomasa en la parte aérea o en la parte subterránea.

2.2.14. Sumideros de Carbono

Según la Convención Marco de Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC, 1992), un sumidero de gases de efecto invernadero es cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o elimina de la atmósfera uno de estos gases o uno de sus precursores, o bien un aerosol y que lo almacena. En el ámbito del Protocolo de Kioto, la definición se limita a determinadas actividades de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (creación de nuevos bosques, gestión forestal y gestión de tierras agrícolas, entre otras) que se traducen en una captura del CO₂ presente en la atmósfera y su almacenamiento posterior en forma de materia vegetal. Esta captura de CO₂ contribuye a reducir la concentración de los Gases de Efecto Invernadero de la atmósfera, y por lo tanto, a mitigar el cambio climático.

La captación de CO₂ por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de Carbono (C). A escala mundial se considera que la biosfera terrestre fija cerca de 2.000.000 toneladas/año (UNESA, 2005). Este valor es el resultante de la pequeña diferencia entre la absorción

fotosintética de CO₂ y las pérdidas por respiración, por descomposición de la materia orgánica y por perturbaciones de diferente naturaleza. A este valor le se denomina producción neta de la biosfera (PNB), y es la cantidad que a largo plazo queda almacenada en el sumidero.

El CO₂ secuestrado por las plantas es el resultado de las diferencias entre el CO₂ atmosférico absorbido durante el proceso de la fotosíntesis y el CO₂ emitido por la atmosfera durante la respiración. Esta diferencia es convertida en biomasa y suele oscilar entre el 45-50 % del peso seco de la planta. Por lo tanto, mientras el crecimiento sea alto, la vegetación natural y los cultivos agrícolas se convierten en los sumideros de carbono. (IPCC, 2007). Teniendo esto en cuenta, los árboles se puede convertir en un mecanismo efectivo para mitigar el incremento del CO₂ atmosférico.

2.2.15. Fijación del Dióxido de Carbono

La Fijación de CO₂ es un proceso que resulta de la fotosíntesis elaborada por las plantas, mediante el cual el dióxido de Carbono es absorbido y transformado en material orgánico o biomasa.

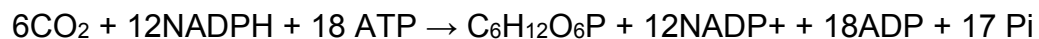
El Ciclo de Calvin es el método más común de fijación de carbono. Dicho Ciclo, también conocido como el Ciclo de Calvin- Benson o la “fase de fijación del CO₂ de la fotosíntesis”, consiste en procesos biológicos y químicos que se llevan a cabo en el estroma de los cloroplastos de los organismos que realizan fotosíntesis. Su nombre se debe a que fue descubierto por Melvin Calvin y Andy Benson de la Universidad de California Berkeley mientras trabajaban con los isótopos radiactivos del Carbono.

En la fotosíntesis se presenta una fase conocida como luminosa o fotoquímica, donde la energía lumínica se almacena en moléculas orgánicas sencillas e inestables, que aportan energía para efectuar el proceso (ATP) y tienen la capacidad de donar electrones (poder reductor) a otra molécula como nicotín –amida dinucleótido fosfato o NADPH+H*.

“En el Ciclo de Calvin se integran y convierten moléculas inorgánicas de dióxido de carbono en moléculas orgánicas sencillas a partir de las cuales se formará el resto de los compuestos bioquímicos que constituyen los seres vivos. Este proceso también se puede, por tanto, denominar como asimilación del carbono.”

En el Ciclo de Calvin- Benson la primera enzima que participa y que logra fijar el CO₂ de la atmósfera uniéndolo a una molécula orgánica, la ribulosa-1-5-bifosfato, es llamada o conocida como RuBisCO (siglas de Ribulosa Bisfosfato Carboxilasa-Oxigenasa)

“Para un total de 6 moléculas de CO₂ fijado, la estequiometría final del ciclo de Calvin se puede resumir en la ecuación:



Que representaría la formación de una molécula de azúcar-fosfato de 6 átomos de carbono (hexosa) a partir de 6 moléculas de CO₂. ”

El Ciclo de Calvin-Benson presenta tres fases: Fijación de CO₂, Reducción y Regeneración; de las cuales prestaremos mayor atención a la primera pues es la más relacionada con la Fijación de CO₂.

En la primera fase, la de la Fijación de CO₂, “la RuBisCO cataliza la reacción entre la ribulosa bifosfato (una pentosa, es decir un monosacárido de 5C, RuBP) con el CO₂, para crear 1 molécula de 6 carbonos, la cual al ser inestable termina por separarse en 2 moléculas que contienen 3 átomos de carbono cada una, el fosfoglicerato (PGA). La importancia de la RuBisCo queda indicada por el hecho de ser el enzima más abundante en la naturaleza.”

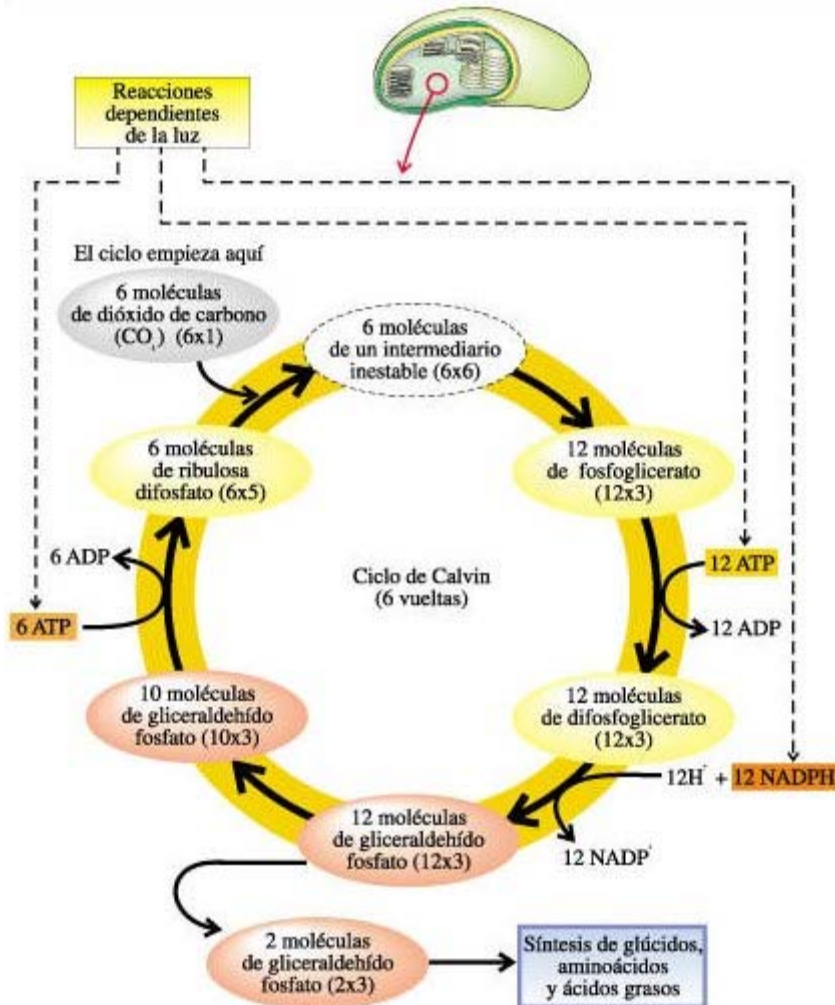


Figura 2. Ciclo de Calvin-Benson (Biología 1M, 2009)

El azúcar formado en el ciclo participa en la composición de todas las estructuras necesarias para que la planta pueda desarrollarse (follaje, ramas y raíces). Al crecer, éste incrementa su follaje, ramas, flores, frutos y yemas de crecimiento, así como su altura y el grosor de su tronco o tallo. Todos estos productos finales tienen un tiempo de vida determinado, después del cual se degradan aportando CO₂ al suelo y a la atmósfera, (Ordoñez, 1999 citado por Rodríguez et al, 2006).

El C en vegetación es la suma del contenido de la biomasa aérea de la biomasa de las raíces. La biomasa aérea comprende el tronco, las hojas, las ramas y el follaje, mientras que el C contenido en las raíces es definido como biomasa de las raíces,

(Ordoñez, 1999). La producción de biomasa por las plantas es la mayor fuente de captación de C atmosférico, el crecimiento y sucesión de las comunidades vegetales en turno juega un rol importante en la moderación del actual y futuro incremento del CO₂. Más del 90% de la materia seca (biomasa) producida por la planta proviene de CO₂ asimilado (Luo and Money, 1999).

Las plantas asimilan el CO₂ de la atmósfera conforme fotosintetizan y crecen. La vegetación aérea contiene entre 5-25 t C/ha. A medida que crecen las plantas, las hojas y tallos secos o muertos (hojarasca) caen al suelo y se descomponen. Las raíces (que a menudo contienen más C que la biomasa aérea) también crecen, y algunas de las raíces subterráneas mueren y se descomponen año tras año. Los microorganismos del suelo contribuyen a la descomposición de la materia orgánica, (Tennigkeit y Wilkes, 2006).

El C de estas fuentes se asimila en reservas de C del suelo y contribuye a la acumulación de C orgánico del suelo. Por tanto, los modelos comunes de C se centran generalmente en tres o cuatro “reservorios” de C: C almacenado en la vegetación viva (incluyendo la biomasa aérea y las raíces subterráneas vivas), la hojarasca y el C del suelo (Tennigkeit y Wilkes, 2006).

2.2.16. Biomasa Aérea

Garzuglia y Saket (2003) definen la biomasa como la cantidad total de materia orgánica aérea presente en los vegetales (hojas, ramas, tronco principal y corteza), expresada en toneladas de materia seca por hectárea. El uso del peso seco permite eliminar la variabilidad de la humedad en los diferentes componentes de la biomasa y la cantidad de materia seca expresa el rendimiento de productividad del ecosistema (Cancino, 2006).

Por otro lado Zamora, Quiroz (2000), define la biomasa como la cantidad de organismos vivos de una o más especies o de todas de una comunidad, por unidad de superficie en un momento dado.

Wadsworth (2000), menciona que la biomasa total es solo parcialmente fitomasa (la porción de tejido vivo o muerto). Aunque el termino biomasa se refiere a organismos que existe sobre y debajo del suelo, en la práctica común se utiliza al termino biomasa.

La biomasa de una pradera está distribuida en una gran variedad de componentes agrupados como biomasa aérea (tallos, ramas, hojas y hierbas), biomasa subterránea (raíces gruesas y finas) y biomasa muerta o necromasa (hojarasca, plantas muertas en pie o caídos), los cuales requieren de diferentes métodos para su cuantificación, expresados en términos de peso verde o seco al horno (Marquez, Roy, 2000).

La cosecha de la vegetación herbácea y leñosa pequeña implica cortar la parte aérea de la planta, el material recolectado debe ser pesado en campo y una muestra de peso fresco conocido debe secarse entre 65 a 80 °C (MacDicken 1997).

La estimación de las densidades de la biomasa (t ha⁻¹) también proporcionan los medios para calcular la cantidad de dióxido de carbono que se puede quitar de la atmósfera, estableciendo los índices de producción de la biomasa y de los límites superiores para el secuestro del carbono (Brown, 1997).

La biomasa del estrato herbáceo no es la misma a lo largo del año ya que depende de factores abióticos diversos (tipo de suelo, clima, orientación del ecosistema, etc.) y de factores bióticos (existencia o no de herbívoros, parásitos, etc.).

2.2.17. Biomasa Subterránea

Biomasa de las raíces, está la representan los sistemas radiculares, constituyen otro sumidero de carbono (Medina, 2006).

Las raíces, como componentes subterráneos de las plantas, son el soporte de todo el crecimiento aéreo y juegan un rol vital en el abastecimiento y almacenamiento de agua y nutrientes (Karizumi, 1974, citado por Guerra et al., 2005). No obstante, la biomasa

de raíces de muchas especies ha sido poco estudiada, seguramente por la dificultad y lo costoso de la extracción de los sistemas radicales completos (Guerra et al., 2005).

Investigaciones referidas al tema señalan que existe gran variabilidad en la producción de raíces finas y gruesas, según sea el tipo de clima donde se desarrollan, tipo de especie, estado de desarrollo o edad de los individuos (Guerra et al., 2005).

Existen dos compartimientos de almacenamiento del carbono en la biomasa subterránea: las raíces gruesas y las finas. Las raíces finas (diámetro ≤ 5 mm) son consideradas biológicamente activas y exhiben un rápido recambio (crecimiento y mortalidad), pero su contribución a la biomasa total es muy baja (menos del 1%); en contraste, las raíces gruesas (diámetro > 5 mm) representan alta contribución a la biomasa total (20%), pero su tasa de recambio es lenta (Cairns et al. 1997).

También, factores del suelo son determinantes para explicar las diferencias en productividad (Massmann, 2000), especialmente aquellos que afectan la elongación de las raíces, el abastecimiento de agua, la aireación y la composición química de la solución del suelo. Factores como textura y estructura condicionan las características de la porosidad y drenaje interno, las cuales son importantes al momento de evaluar la fertilidad del suelo para la producción de biomasa subterránea, como así también lo son las actividades de uso anterior de estos suelos (Massmann, 2000, citado por Guerra *et al.*, 2005).

Así también, las características genéticas de la especie son influyentes en la forma y distribución de los sistemas radicales (Donoso, 1993), ya que pueden determinar que una especie presente raíces axomorfas o fasciculadas, o bien, algunas especies presenten raíces profundas y otras superficiales (Massmann, 2000, citado por Guerra *et al.*, 2005).

La superficie del sistema radical en general es muy inferior a la correspondiente de los constituyentes del suelo, pudiendo ser del orden de 1000 a 10000 veces menor; por

consiguiente el movimiento de la solución del suelo (agua más solutos) hacia las superficies absorbentes de las raíces, y una buena colonización de las mismas juegan un rol protagónico en la nutrición de las plantas. Al mismo tiempo, el crecimiento del sistema radical está estrechamente ligado a la provisión de glúcidos de la parte aérea, por lo tanto, todo factor que actúe sobre esta última, también incidirá sobre el crecimiento y funcionamiento de la parte subterránea (Gil, 2007).

2.2.18. Parcelas de Inventario de Biomasa y Carbono

Schlegel et al. (2001, Citado por Pizzurno, 2010) mencionan que la unidad de muestreo que se utiliza, son parcelas de tipo temporal; sin embargo, en sitios donde se pretendan llevar a cabo proyectos de carbono, con el objetivo de hacer un monitoreo de éste a través del tiempo se establecen parcelas de muestreo permanentes. Se sugiere utilizar un muestreo al azar o sistemático estratificado de la población, ya que éste proporciona estimaciones más precisas para una cantidad de parcelas limitada en comparación con otros inventarios, dado que cada estrato, en que se subdivide la población puede ser definido por el tipo de vegetación, tipo de suelo o topografía obteniendo resultados más similares con menor error en el caso de estratos por tipos de cobertura (Pizzurno, 2010).

El tamaño y la forma de las parcelas de muestreo representan una compensación entre exactitud, precisión, tiempo y costo para la medición, en la que se pueden implementar dos tipos de parcelas: parcelas individuales de un tamaño fijo o parcelas concéntricas que contienen pequeñas sub-unidades de diferentes formas y tamaños. La experiencia de algunos investigadores ha demostrado que este tipo de parcelas representan un balance razonable entre esfuerzo y precisión (Pearson et al. 2005).

3. SECCIÓN DIAGNOSTICA

3.1. Localización y Ubicación

La localización del presente trabajo de investigación se realizó en los Municipios de Patacamaya y Sica Sica.

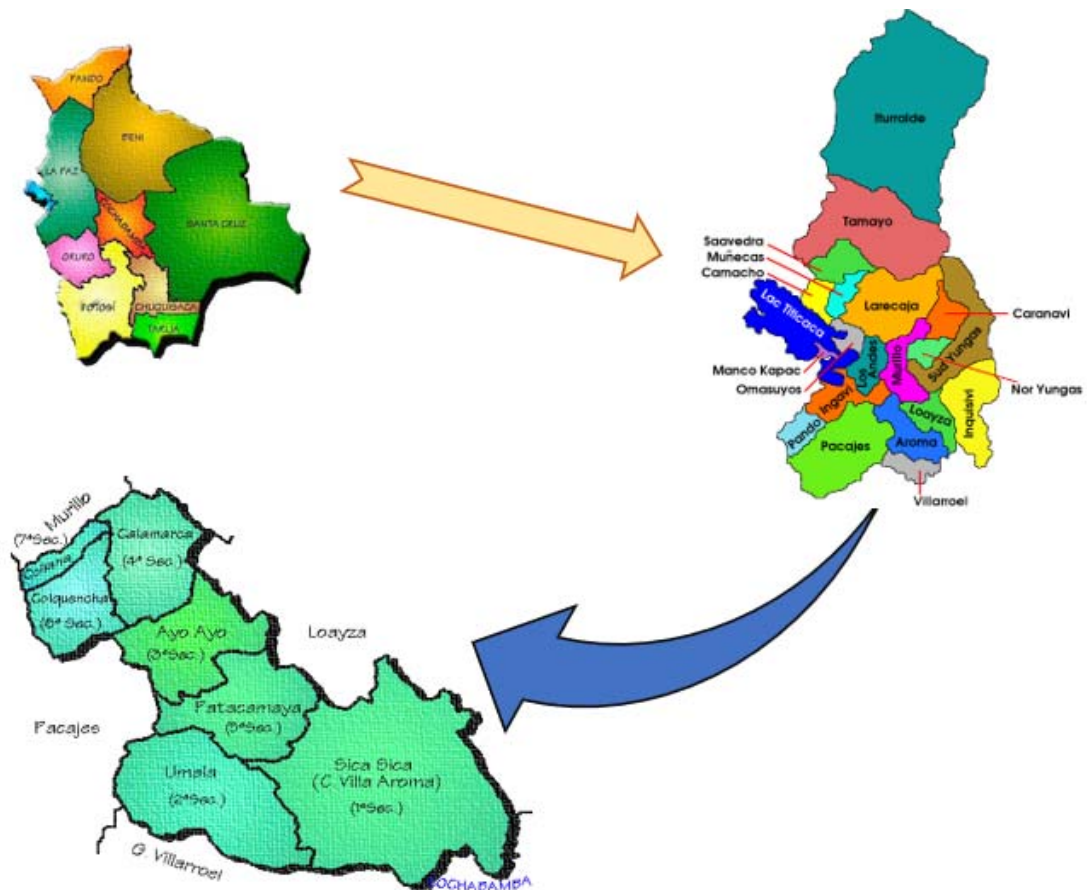


Figura 3. Mapa de localización de los Municipios de Patacamaya y Sica Sica.

La ubicación de las seis comunidades donde se realizó el trabajo de investigación es de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 2. Comunidades Seleccionadas del Área de Trabajo.

Municipio	Comunidad	Ubicación Latitud Sur	Ubicación Longitud Oeste
Patacamaya	San Martin	17°12' 50.69'	67°58' 57.95'
	Cauchi Titiri 1 (Ventilla)	17°17' 50.20'	67°52' 17.84'
	Cauchi Titiri 2 (Pairumani)	17°19' 24.34'	67°50' 10.46'
	Cauchi Titiri 3 (Iru centro)	17°20' 16.66'	67°51' 34.68'
	Carachuro	17°21' 8.38'	67°55' 0.18'
Sica Sica	Uchusuma	17°21' 58.04'	67°43' 27.37'

Fuente: Elaboración propia (2017)

3.1.1. Ubicación Geográfica

Las comunidades de estudio se encuentran situadas entre las siguientes coordenadas a una altura de 3890 m.s.n.m.

Cuadro 3. Coordenadas del área de estudio

Puntos	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)
1	17° 12' 7.61''	67° 59' 29.68''
2	17° 12' 7.07''	67° 42' 15.62''
3	17° 22' 26.70''	67° 59' 29,39''
4	17° 22' 27.85''	67° 42' 17.15''

Fuente: Elaboración propia en base al Google Maps (2017)

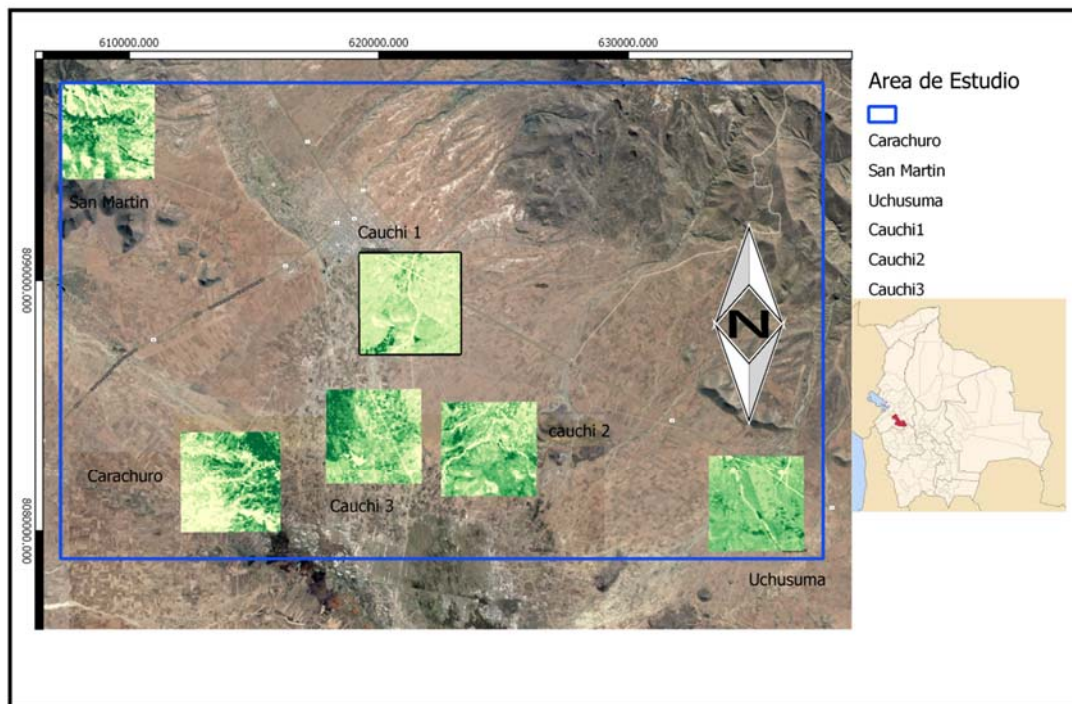


Figura 4. Ubicación Áreas de Estudio

3.1.1.1. Vías de acceso

Las vías de acceso a los municipios de Patacamaya y Sica Sica es a través de la carretera internacional, cuyo tramo conecta a La Paz (Bolivia) con Arica (Chile). Entre los principales tramos carreteros y asfaltados están: La Paz, Patacamaya, Sica Sica, con una distancia de 101 Km y 126 Km respectivamente.

3.1.2. Características del Lugar

3.1.2.1. Clima

La región se caracteriza por presentar dos tipos de épocas, la época seca que comprende los meses abril a septiembre, y la época húmeda que comprende los meses octubre a marzo. Donde la variación regular entre estas épocas seca (invierno) y de lluvias (verano) tiene como principal factor al calentamiento terrestre.

3.1.2.2. Temperatura

Según los datos de la estación meteorológica Patacamaya, el Municipio presenta una temperatura máxima de 21,2 °C y una mínima de – 5,2 °C, con una temperatura promedio de 9,7 °C.

Las temperaturas mínimas se presentan entre mayo a septiembre, en este periodo la temperatura crítica se presenta en los meses de junio y julio que es aprovechado para la elaboración de productos deshidratados (chuño, caya y tunta).

3.1.2.3. Precipitaciones Pluviales

Las precipitaciones se presentan desde septiembre a marzo, con mayor intensidad en enero alcanzando los 102,2 mm promedio. Las de menor intensidad se encuentran en los meses de mayo a agosto.

3.1.2.4. Humedad Relativa.

La humedad relativa promedio fluctúa entre 65% y 44% en los meses de enero y junio respectivamente.

3.1.2.5. Riesgos Climáticos.

Por las características estacionales de clima en la región, se manifiestan principalmente en la variación del régimen de las precipitaciones por su irregular distribución a lo largo del año.

El comportamiento de los vientos es variable; debido a la ubicación de las serranías; en la zona alta los vientos son más fuertes en comparación a las Zonas Bajas o planicies.

La presencia de heladas, granizadas, escasees lluvias (sequias) afecta a la producción seriamente. En la zona altiplánica presenta 180 – 200 días de heladas PDM Patacamaya (2011).

3.1.2.6. Características topográficas

En el municipio se puede distinguir una topografía variada, con colinas onduladas, llanuras y serranías de pendientes suaves a fuertemente escarpadas que oscilan entre 2% y 30% en dirección Noreste y Noroeste. En este contexto el grado de erosión es variable de acuerdo a las características de los suelos, tipo de vegetación, precipitación y vientos. Hacia el sur predomina la planicie que abarca un 45% de la superficie total, los restantes 55% se encuentran al Norte de la carretera La Paz Oruro donde se presenta las ondulaciones y serranías, PDM Patacamaya (2011).

3.1.2.7. Suelo

Los suelos del municipio tienen la particularidad de ser heterogéneos debido a su origen fluviolacustre. El contenido de materia orgánica es bajo y de acuerdo a la clasificación ecológica presenta las siguientes características:

- **Puna húmeda**

Los suelos situados en la puna húmeda del Municipio, se caracterizan por ser francos arcillosos, con pH ligeramente ácido a neutro, la profundidad de la capa arable es de 20 a 30 centímetros. Respecto a la humedad de los suelos, estos se encuentran a capacidad de campo, debido principalmente a que la zona cuenta con agua para riego. Razón por la cual se cultiva de dos a tres veces al año, como es el caso de la producción hortícola (lechuga, zanahoria, cebolla), algunas leguminosas (haba, arveja) y papa, misma que se cultiva en las laderas. De acuerdo a la clasificación de la séptima aproximación de la F.A.O., debido a la pendiente que presenta el terreno los siguientes Cantones y Comunidades pertenecen a la clase IV.

- **Puna seca**

Con respecto a los suelos en la puna seca, estos presentan las siguientes características: francos arcillosos, con pH ligeramente básico a neutro, la profundidad de la capa arable es de 30 a 45 centímetros, la humedad del suelo es baja, razón por la cual la agricultura que se practica es en condiciones de asecano, con la siembra de papa, cebada, alfalfa y quinua. Los pobladores aprovechan la época de lluvias para desarrollar esta actividad, otro rubro al que se dedican es la ganadería.

3.1.2.8. Vegetación

La formación vegetal en el Municipio es de carácter xerófitico y composición florística variada. Las especies más comunes que se encuentran son los siguientes (Cuadro 4).

Cuadro 4. Principales Especies Nativas en Puna Húmeda

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
<i>Horduem muticum</i>	Gramineae	Cola de Ratón	Forraje
<i>Ephedra americana</i>	Efedraceae	Sanu sanu	Medicinal
<i>Baccharis incarum</i>	Compositae	Ñak'a thola	Leña, medicinal
<i>Brassica campestris</i>	Cruciferaeae	Mostacilla	Medicinal
<i>Astragalus garbancillo</i>	Leguminosae	Garbancillo	Toxica
<i>Erodium cicutarum</i>	Leguminosae	Yauri yauri	Alimento para ganado
<i>Tarasa tenella</i>	Malvaceae	Q'ora	Forraje
<i>Adesmia sp.</i>	Leguminosae	Añahuaya	Forrajera, mejoramiento de suelos
		Pasacana	Const. Alimento humano
<i>Trifolium amabili</i>	Leguminosae	Layu layu	Forraje

Fuente: PDM Patacamaya (2011).

Cuadro 5. Principales Especies Nativas en la Puna Seca

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
<i>Bromus catarticus</i>	Gramineae	Cebadilla	Forraje
<i>Budleja incana</i>	Logoniaceae	Kolle (Kiswara)	Leña, medicinal
<i>Chenopodium sp.</i>	Chenopodaceae	Quinoa silvestre	Forraje, medicina
<i>Distichilis humilis</i>	Gramineae	Urco chiji	Forraje
<i>Festuca dolichophylla</i>	Gramineae	Chillihua	Forraje, construcción,
<i>Festuca orthophylla</i>	Gramineae	Iru ichu	Construcción, forraje.
<i>Parastrephia lepidophila</i>	Asteraceae	Suphu thola	Forraje, construcción, leña, medicinal, mejoramiento de suelos.
<i>Junelia minima</i>	Verbenacea	Jupha qhuta	
<i>Lachemilla pinnata</i>	Rosaceae	Sillu sillu	Forraje, medicinal
<i>Muhlebergia fastigiata</i>	Gramineae	Q'achu chiji	Forraje
<i>Satureja boliviana</i>		Muña, k'oa	Medicinal, plaguicida.
<i>Stipa ichu</i>	Gramineae	Ichu, sicuya	Construcción, forraje
<i>Stipa sp.</i>	Gramineae	Llawara	Forraje
<i>Schoenoplectus tatora</i>		Tatora	Insumos para artesanía, forraje,
<i>Tetraglochin cristatum</i>		Kailla	Leña,
<i>Cortaderia speciosa</i>	Gramineae	Sewenka	Forraje
<i>Baccharis obtussifolia</i>	Compositae	Chua chua	Leña forraje
<i>Baccharis sp.</i>	Compositae	Carwa thola	Forraje, leña, medicinal

Fuente: PDM Patacamaya (2011).

Según la observación realizada en campo, la asociación más frecuente de las especies vegetales es T'olar-chillihuar, t'olar-pajonal, y las más predominantes se encuentra compuesta de la familia *Gramineae* alternada con arbustos de la familia *Compositae*.

3.1.3. Materiales

3.1.3.1. Materiales de Campo

- Cámara fotográfica
- Tablero
- Material de escritorio
- Equipo de computación
- Cinta métrica
- G.P.S.
- Estacas
- Bolsas de muestreo
- Lienzo
- Pala
- Pico
- Balanza
- Cierra mecánica
- Guantes

3.1.3.2. Material Biológico

- T'ola

3.1.3.3. Material de laboratorio

- Mufia
- Balanza
- Instrumentos de laboratorio

3.1.4. Metodología

3.1.4.1. Procedimiento de Trabajo

El trabajo fue desarrollado en base a la macro metodología de sistemas descriptivos según, León-Velarde y Quiroz (1994), citado por Morales (2002). Esta metodología de estudio descriptivo comprende tres etapas: Primera etapa de preparación (gabinete) Segunda etapa de medición (de campo) y tercera etapa análisis y síntesis (gabinete).

3.1.4.1.1. Primera Etapa de Preparación

En esta etapa de preparación se recolectó información necesaria de diversas fuentes como: el Instituto Geográfico Militar (IGM), Plan de Desarrollo Municipal (PDM), obtención de imágenes satelitales (Landsat 8) e internet.

a) Socialización del trabajo de investigación en las diferentes comunidades

La Universidad Mayor de San Andrés a través del Instituto de Investigación Agropecuaria y de Recursos Naturales (IIAREN), viene ejecutando el proyecto: CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE DE T'OLARES COMO MEDIDA DE MITIGACION Y ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN COMUNIDADES ALTO ANDINAS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ," para este propósito se ha socializado el proyecto con las autoridades locales de las seis comunidades del municipio de Patacamaya y Sica Sica, a través de las reuniones comunales, se dio a conocer a la población, la magnitud y alcance del proyecto de investigación.

b) Selección y Ubicación del Área de Estudio

Para el presente estudio, se tomó en cuenta a seis comunidades con presencia de praderas con t'olas, Con la ayuda de los mapas satelitales se determinó el área de influencia utilizando diferentes programas como: **Arcgis v. 10.3, QGIS v. 2.18, Google**

Eart Pro, Google Maps, entre otros. Para luego realizar con GPS la corroboración de la georreferenciación de las parcelas de estudio.

c) Tamaño de la muestra

Se estableció un área efectiva de 3936 hectáreas con t'olas en las seis comunidades, luego se determinó el tamaño de muestra que sugiere Murray (2005) según la siguiente fórmula.

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{E^2 + \frac{Z^2 * p * q}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

E = Error experimental = 15 % = 0.15

p = Probabilidad a favor de un evento (de que exista) 0.5

q = Probabilidad en contra de un evento (de que no exista) 0.5

Z = Valor de distribución estándar dos colas al 15% = 1.44

Reemplazando en la formula tenemos:

$$n = \frac{(1.44)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.15)^2 + \frac{(1.44)^2 * 0.5 * 0.5}{3936}}$$

$$n = 22.90$$

De acuerdo a la formula, de un total de 3936 hectáreas con t'olas de todas las comunidades, el tamaño de la muestra es de 23 hectáreas distribuidos de la siguiente manera (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Tamaño de Muestra por Comunidades

Comunidades	Superficie (Has)	Porcentaje (%)	Muestra (Has)
San Martin	395	10	2
Carachuro	1141	29	7
Cauchi Titiri 1 (Ventilla)	237	6	2
Cauchi Titiri 2 (Pairumani)	407	10	2
Cauchi Titiri 3 (Iru centro)	1186	31	7
Uchusuma	569	14	3
Total	3936	100	23

3.1.4.1.2. Segunda Etapa de Medición en Campo

a) Identificar las Diferentes Especies de T'olas

Una vez determinada las áreas de estudio en cada comunidad se vio por conveniente identificar las diferentes especies de t'olas, mediante una prospección de las diferentes parcelas con la ayuda de los habitantes en las seis comunidades, quienes definieron la existencia en su mayor proporción solo tres especies de t'olas como son la Suput'ola (*Parastrephya lepidophylla*), Ñakat'ola (*Baccharys incarum*) y Amamayt'ola (*Fabiana densa*), además a través de una entrevista con los pobladores mencionan que existen otras variedades de t'olas, pero que son en menor proporción, y son los más requeridos por los habitantes del lugar ya que los mismos tienen diferentes usos medicinales y artesanales, por lo que se encuentran en proceso de extinción.

b) Obtención de Muestras de Tólas (altura y diámetro de la planta)

Se tomó muestras de las diferentes especies de tólas para llevarlos a laboratorio de la parte aérea y subterránea.

Para la obtención del carbono acumulado y la absorción del dióxido de carbono en tólas, se ha realizado una categorización en función a la altura de las plantas de Suputólas, Ñakatólas y Amamaytólas, como se detalla a continuación:

Cuadro 7. Categorización de Tólas de Acuerdo a la Altura en Seis Comunidades

Categoría	Suputólas (cm)	Ñakatólas (cm)	Amamaytólas (cm)
Pequeños	< a 49	< a 39	< a 49
Mediano	50 – 99	40 – 59	50 – 99
Grande	> a 100	> a 60	> a 100

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

Con respecto al diámetro de copas medidas en diferentes especies de tólas encontradas en las parcelas de estudio, estos no presentan correlación respecto al parámetro de las alturas.

c) Obtención de la Biomasa Húmeda en Campo (aéreo y subterráneo)

La obtención de la biomasa aérea se ha realizado de acuerdo a la categorización anteriormente mencionado, con lo que se procedió a realizar la extracción de las tólas en su integridad tanto parte aérea y subterránea de las plantas de tólas para la parte aérea se ha realizado un corte a nivel de la diferenciación entre tallos y raíces luego se procedió a la medición del peso húmedo en campo, asimismo para la obtención de la parte radicular fue a través de la excavación de forma minuciosa extrayendo cuidadosamente toda la raíz de la planta y posteriormente se procedió a la medición en peso húmedo de las raíces, luego a esta actividad se tomó muestras para la obtención de la biomasa seca en laboratorio de las especies de tólas.

d) Obtención de la Biomasa Seca en Laboratorio (aéreo y subterráneo)

Los órganos de la parte aérea y subterránea de las diferentes especies de tólas fueron llevados en bolsas de polietileno y codificación al laboratorio de la Facultad de Agronomía (U.M.S.A.). Después se sometieron a secado en la mufla a 80°C hasta un peso constante, luego son pesados nuevamente y así determinar la biomasa aérea y de raíz de las diferentes especies de tólas.

3.1.4.1.3. Tercera Etapa Análisis y Síntesis

Se procesó la información recolectada de cada comunidad para determinar el la absorción de dióxido de carbono CO₂ y fijación de carbono C de los tólares para luego analizar los datos y obtener los resultados y conclusiones.

a) Determinación del Carbono (C) y Dióxido de Carbono (CO₂)

- **Cálculo de la Biomasa**

La biomasa se dividió en dos grupos: biomasa de la parte aérea (tallos y hojas) y biomasa subterránea (raíces).

Por diferencia de pesos se ha obtenido la biomasa de la tóla en sus diferentes variedades, de acuerdo a la siguiente formula:

$$\mathbf{BM = PH - PS}$$

Dónde:

BM = Biomasa de la planta (g)

PH = Peso Húmedo (campo) (g)

PS = Peso Seco (Laboratorio) (g)

- **Porcentaje de humedad.**

Se determinó de acuerdo a la siguiente formula:

$$\% \text{ H} = \left(\frac{\text{PH} - \text{PS}}{\text{PH}} \right) * 100$$

Dónde:

% H = Porcentaje de Humedad (%)

PH = Peso Húmedo (campo) (g/planta)

PS = Peso Seco (Laboratorio) (g/planta)

- **Cálculo del Contenido de Carbono**

Para el cálculo de carbono fijado por las tólas, debemos primero determinar la biomasa (BM) de las tólas que contiene para sus diferentes variedades y especies, donde este valor está estrechamente relacionado con el contenido de carbono, que por unidad de BM se considera un valor promedio de aproximadamente de 50%, (IPCC, 2003) para especies maderables, asumiendo que existen ligeras diferencias en este valor según las diferentes especies leñosas, el contenido de carbono utilizado en el presente trabajo fue de 47.70 % (Montero et al. 2002).

De esta manera podemos considerar la siguiente formula:

$$\text{CBt} = \text{BM} * 0.477$$

Donde:

CBt = Carbono Contenido en la Biomasa en (t /ha)

BM = Biomasa total de las tólas (t /ha)

- **Cálculo del Dióxido de Carbono (CO₂)**

Las reducciones de emisiones resultantes de la actividad de proyectos forestales son contabilizadas en forma de Certificados de Reducción de Emisiones (CRE's) y negociadas en mercados internacionales de carbono. Un CRE corresponde a una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), calculada en base al potencial de calentamiento global de este gas. Una tonelada de carbono equivale a 3,67 toneladas de CO₂e (obtenido en razón de los pesos moleculares 44/12). Para saber la cantidad de CO₂e emitido o almacenado a partir de la cantidad de carbono de un determinado depósito se debe multiplicar esta por 3,67.

Determinación de CO₂ absorbido:

$$\text{CO}_2 = \text{Kr} * \text{CBt}$$

Donde:

CO₂ = Dióxido de Carbono (t/ha)

CBt = Carbono Contenido en la Biomasa en (t/ha)

Kr = 3.67, Factor de conversión a CO₂, resultante del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono 44 y del carbono 12.

3.1.4.2. Variables de Respuesta

- Determinación de áreas con cobertura de T'olas.
- Determinación de la biomasa de t'olas, cuantificación en la absorción de dióxido de carbono (CO₂) y carbono acumulado (C) en especies de t'olas.
- Plan de manejo y conservación de las t'olas en comunidades del Municipio de Patacamaya y Sica Sica.

4. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1. Resultados y Discusiones de las Variables de Estudio

4.1.1. Determinación de Áreas de Estudio con Cobertura de Tólas

El punto crucial para llevar a cabo el estudio en el sitio fue la aceptación de la comunidad, principalmente porque el muestreo que se realizó fue de manera destructivo. Todo el trabajo de campo se ha realizado con el apoyo de los técnicos del proyecto y autoridades sindicales de la comunidad, quienes nos dieron los mojones para el área de estudio.

Para la ubicación del área de estudio en las comunidades se procedió mediante el programa (Google Earth Pro) determinando los puntos de coordenadas en las regiones identificadas, luego se descargó las imágenes satelitales Lantat 8 de las paginas <https://earthexplorer.usgs.gov/>, "<https://glovis.usgs.gov/>", para el estudio se tomó mapas de junio 2017, con el documento obtenido se ha procesado con el programa QGIS 2.18 y el Arc Gis 10.4 y determinar las seis regiones de 1600 hectáreas cada una.

Seguidamente se ha cuantificado el área total con presencia de tólas mediante Arc Gis y el QGIS 2.18 utilizando las bandas 4 y 5 de las imágenes Lantat 8 con las cuales mediante la fórmula de cálculo de (índice de vegetación) de diferencia Normalizada ($NDVI = (NIR-VIS)/(NIR+VIS)$) se obtuvo los mapas NDVI preliminares, estos fueron corroborados con el GPS en las comunidades.

Una vez determinado los lugares donde existe presencia de tólas, procesando mapas con el índice de vegetación (NDVI), se procedió al muestreo aleatorio determinando un total de 23 puntos de muestreo cada uno con superficies de una hectárea.

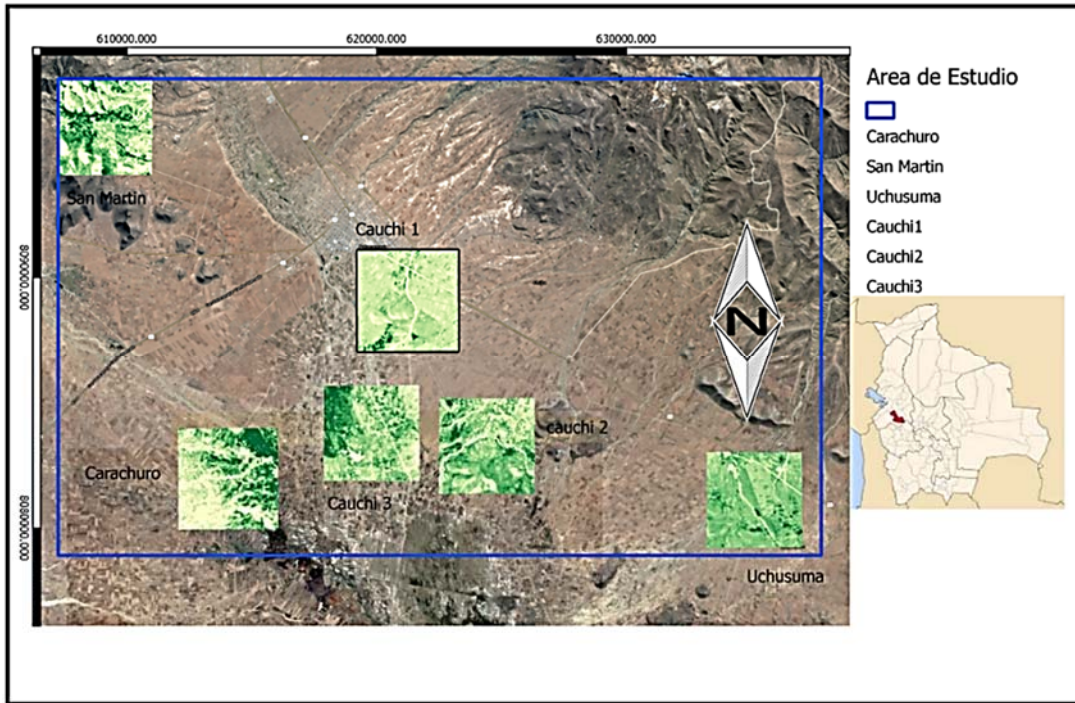


Figura 5. Delimitación del área total de estudio en los Municipios de Patacamaya y Sica Sica

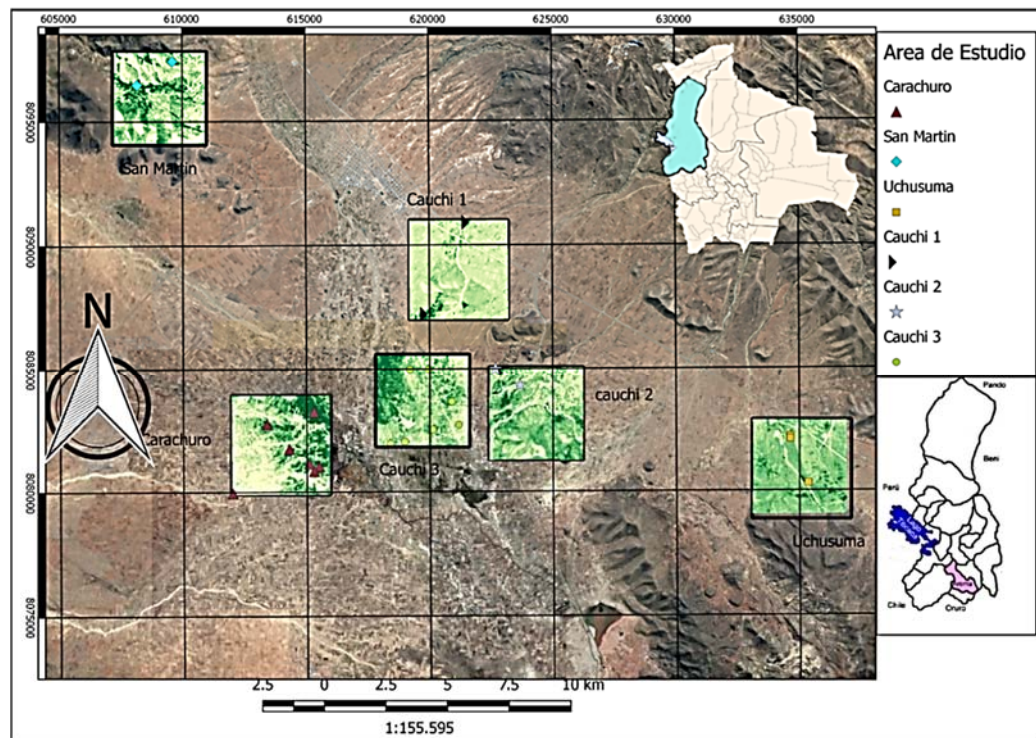


Figura 6. Áreas con cobertura de t'olares

4.1.2. Determinación de Biomasa, carbono (C) acumulado y Dióxido de Carbono (CO₂) Absorbido en Especies de T'olas por Comunidades

a) Comunidad San Martin

Cuadro 8. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	58,70	36,13	17,24	63,25	39,15	47,70	18,93	0,19	69,47	0,69	1,098
MEDIANO	3427,60	1901,71	907,12	3329,12	45,33	47,70	152,49	1,52	559,62	5,60	0,168
GRANDE	4278,33	2232,69	1065,00	3908,53	47,78	47,70	43,13	0,43	158,30	1,58	0,041
TOTAL	7764,63	4170,54	1989,35	7300,90	132,26	47,70	214,55	2,15	787,39	7,87	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas medianas es de 1901.71 g/planta, con un porcentaje de humedad de 45.33%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70 %.

En la comunidad San Martin, el carbono (C) total acumulado y absorción de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico por las Suput'olas, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se ha podido determinar que plantas medianas acumula en 1.52 tC/ha, con respecto a las demás categorías, asimismo también se puede deducir que la absorción de dióxido de carbono es 5.6 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una superficie de una hectárea es de 2.15 tC/ha y el CO₂ absorbido por las Suput'olas es de 7.87 tCO₂/ha, (Cuadro 8).

Cuadro 9. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD	
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/m2	T/ha	g/m2	T/ha	Plantas/m2	
PEQUEÑO	22,32	14,93	7,12	26,13	33,31	47,70	7,82	0,08	28,70	0,29	1,098	
MEDIANO	1358,05	865,14	412,67	1514,50	36,67	47,70	69,37	0,69	254,59	2,55	0,168	
GRANDE	1743,58	1143,28	545,34	2001,41	34,44	47,70	22,09	0,22	81,06	0,81	0,041	
TOTAL	3123,96	2023,34	965,13	3542,04	104,42	47,70	99,28	0,99	364,34	3,64		
TOTAL CO2								3,14	11,52			

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Suput'olas, la categoría grande reportó una biomasa mayor, con un valor de 1143.28 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 34.44% y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido, por el sistema radicular de las Suput'ola, se puede apreciar que la categoría mediana es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.69 tC/ha frente a las categorías pequeñas y grandes, asimismo el dióxido de carbono en 2.55 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el carbono acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 0.99 tC/ha y dióxido de carbono absorbido por la planta es de 3.64 tCO₂/ha, (Cuadro 9).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del C aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Suput'olas existentes en las tres categorías pequeños, medianos y grandes, es de 3.14 tC/ha y 11.52 tCO₂/ha respectivamente, así como las variaciones y la acumulación de C y CO₂ son debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de las Suput'olas.

Cuadro 10. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/ m ²	T/ha	g/ m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	57,86	32,89	15,69	57,58	44,02	47,70	23,43	0,23	85,98	0,86	1,49
MEDIANO	159,00	75,86	36,19	132,80	51,67	47,70	19,98	0,20	73,32	0,73	0,55
GRANDE	75,00	35,70	17,03	62,50	21,00	47,70	3,40	0,03	12,48	0,12	0,20
TOTAL	291,86	144,45	68,90	252,87	116,69	47,70	46,81	0,47		1,72	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas pequeñas es de 32.89 g/planta, con un porcentaje de humedad de 44.02%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por las Ñakat'olas, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se ha podido determinar que plantas pequeñas acumulan en 0.23 tC/ha, con respecto a las demás categorías, asimismo también se puede deducir que la absorción de CO₂ es 0.86 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una superficie de una hectárea es de 0.47 tC/ha y CO₂ absorbido por las Ñakat'olas es 1.72 tCO₂/ha, (Cuadro 10).

Cuadro 11. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/ m ²	T/ha	g/ m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	31,16	19,07	9,10	33,39	39,53	47,70	13,59	0,14	49,86	0,50	1,49
MEDIANO	73,03	42,56	20,30	74,51	41,11	47,70	11,21	0,11	41,14	0,41	0,55
GRANDE	84,00	47,70	22,75	83,50	43,33	47,70	4,54	0,05	16,68	0,17	0,20
TOTAL	188,19	109,33	52,15	191,40	123,97	47,70	29,34	0,29	107,67	1,08	
TOTAL CO₂								0,76		2,79	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Ñakat'olas, la categoría grande reportó una biomasa mayor, con un valor de 84.00 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 43.33% y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por el sistema radicular de las Ñakat'olas, se pudo apreciar que las raíces de plantas de la categoría pequeño es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.14 tC/ha, frente a las categorías medianas y grandes, asimismo el dióxido de carbono en 0.50 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 0.29 tC/ha y CO₂ absorbido por las plantas es 1.08 tCO₂/ha, (Cuadro 11).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del C aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Ñakat'olas existentes en las tres categorías pequeños, medianos y grandes, es de 0.76 tC/ha y 2.79 tCO₂/ha respectivamente, así como las variaciones y la acumulación de C y CO₂ son debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de las Ñakat'olas.

b) Comunidad Carachuro.

Cuadro 12. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g/ planta	g/ planta	g C/ planta	g CO2/ planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	372,40	244,00	116,39	427,14	34,48	47,70	94,57	0,95	347,05	3,47	0,81
MEDIANO	3093,60	2067,47	986,18	3619,29	33,17	47,70	148,91	1,49	546,51	5,47	0,15
GRANDE	10620,33	7306,89	3485,39	12791,37	31,20	47,70	124,78	1,25	457,93	4,58	0,04
TOTAL							368,26	3,68		13,51	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas categoría grande es de 10620.33 g/planta, con un porcentaje de humedad de 31.20%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por las Suput'olas en la comunidad Carachuro, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se ha podido determinar que plantas medianas acumulan en 1.49 tC/ha, con respecto a las demás categorías, asimismo también se puede deducir que la absorción de CO₂ es 5.47 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una superficie de una hectárea es de 3.68 tC/ha y el CO₂ absorbido por las Suput'olas es de 13.51 tCO₂/ha, (Cuadro 12).

Cuadro 13. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g/ planta	g/ planta	g C/ planta	g CO2/ planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	167,00	108,04	51,54	189,13	35,33	47,70	41,87	0,42	153,67	1,54	0,81
MEDIANO	1293,30	745,11	355,42	1304,38	46,00	47,70	53,67	0,54	196,96	1,97	0,15
GRANDE	5055,60	3135,63	1495,69	5489,20	38,00	47,70	53,55	0,54	196,51	1,97	0,04
TOTAL							149,09	1,49		5,47	
TOTAL CO2							517,34	5,17		18,99	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Suput'olas, la categoría grande reportó una biomasa mayor, con un valor de 5055.60 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 38.00% y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido, por el sistema radicular de las Suput'olas, se puede apreciar que las raíces de plantas de la categoría mediana es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.54 tC/ha frente a las categorías pequeñas y grandes, asimismo el dióxido de carbono en 1.97

tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 1.49 tC/ha y CO₂ absorbido por la planta es de 5.47 tCO₂/ha (Cuadro 13).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del (C) aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Suput'olas existentes en las tres categorías pequeños, medianos y grandes, es de 5.17 tC/ha y 18.99 tCO₂/ha respectivamente, así como las variaciones y la acumulación de C y CO₂ son debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de las Suput'olas.

c) Comunidad Cauchi Titiri (Ventilla)

Cuadro 14. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g / m ²	T/ha	g / m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	66,40	41,21	19,66	72,15	37,93	47,70	30,44	0,30	111,72	1,12	1,5485
MEDIANO	681,40	434,18	207,10	760,07	36,28	47,70	59,46	0,59	218,22	2,18	0,2871
GRANDE											
TOTAL	747,80	475,39	226,76	832,22	74,21	47,70	89,90	0,90	329,94	3,30	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas medianas es de 434.18 g/planta, con un porcentaje de humedad de 36.28%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por las Ñakat'olas, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se ha podido determinar que plantas medianas acumulan en 0.59 tC/ha, con respecto a las demás categorías, asimismo también se puede deducir que la absorción de CO₂ es 2.18 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una

superficie de una hectárea es de 0.90 tC/ha y el CO₂ absorbido por las Ñakat'olas es 3.30 tCO₂/ha (Cuadro 14).

Cuadro 15. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/m ²	T/ha	g/m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	34,08	21,74	10,37	38,05	36,95	47,70	15,02	0,15	55,12	0,55	1,4485
MEDIANO	235,68	147,39	70,31	258,02	37,33	47,70	34,25	0,34	125,68	1,26	0,4871
GRANDE											
TOTAL	269,76	169,13	80,67	296,07	74,28	47,70	49,26	0,49	180,80	1,81	
TOTAL CO₂								1,39	5,11		

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Ñakat'olas, la categoría mediano reportó una biomasa mayor, con un valor de 147.39 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 37.33% y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por el sistema radicular de las Ñakat'olas, se pudo apreciar que las raíces de plantas de la categoría mediana es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.34 tC/ha frente a los demás categorías, asimismo el dióxido de carbono en 1.26 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 0.49 tC/ha y CO₂ absorbido por las plantas es de 1.81 tCO₂/ha (Cuadro 15).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del C aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Ñakat'olas existentes en las categorías pequeños y medianos es de 1.39 tC/ha y 5.11 tCO₂/ha respectivamente. Así como las variaciones y la acumulación de C y CO₂ son debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de las Ñakat'olas.

Cuadro 16. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Amamayt'ola)

AMAMAYT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/ m ²	T/ha	g/ m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	122,20	100,15	47,77	175,33	18,67	47,70	16,65	0,17	61,10	0,61	0,3485
MEDIANO	371,00	286,89	136,84	502,22	22,67	47,70	10,77	0,11	39,52	0,40	0,0787
GRANDE											
TOTAL	493,20	387,04	184,62	677,55	41,33	47,70	27,42	0,27	100,63	1,01	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas medianas es de 371 g/planta, con un porcentaje de humedad de 22.67%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70%.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por las Amamayt'olas, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se ha podido determinar que plantas medianas acumulan en 0.11 tC/ha, con respecto a las demás categorías, asimismo también se puede deducir que la absorción de CO₂ es 0.40 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una superficie de una hectárea es de 0.27 tC/ha y el CO₂ absorbido por las Amamayt'olas es de 1.01 tCO₂/ha, (Cuadro 16).

Cuadro 17. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Amamayt'ola)

AMAMAYT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/ m ²	T/ha	g/ m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	79,80	55,04	26,25	96,35	32,67	47,70	9,15	0,09	33,58	0,34	0,3485
MEDIANO	169,80	110,87	52,88	194,08	34,67	47,70	4,16	0,04	15,27	0,15	0,0787
GRANDE											
TOTAL	249,60	165,91	79,14	290,43	67,33	47,70	13,31	0,13	48,85	0,49	
TOTAL CO₂								0,41	1,49		

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Amamayt'olas, la categoría mediano reportó una biomasa mayor, con un valor de 169.8 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 34.67% y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono de (CO₂) absorbido, por el sistema radicular de las Amamayt'olas, se pudo apreciar que las raíces de plantas de la categoría pequeña es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.09 tC/ha frente a las demás categorías, asimismo el dióxido de carbono en 0.34 tCO₂/ha Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 0.13 tC/ha y CO₂ absorbido por las plantas es 0.49 tCO₂/ha, (Cuadro 17).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del C aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Amamayt'olas existentes en las tres categorías pequeños, medianos y grandes, es de 0.41 tC/ha y 1.49 tCO₂/ha respectivamente, así como las variaciones y la acumulación de C y CO₂ son debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de las Amamayt'olas.

d) Comunidad Cauchi Titiri (Pairumani)

Cuadro 18. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	68,60	43,95	20,96	76,93	35,94	47,70	24,21	0,24	88,86	0,89	1,1551
MEDIANO	687,40	480,22	229,06	840,67	30,14	47,70	34,59	0,35	126,94	1,27	0,1510
GRANDE	985,33	643,11	306,76	1125,82	34,73	47,70	10,98	0,11	40,30	0,40	0,0358
TOTAL								0,70		2,56	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas grande es de 643.11 g/planta, con un porcentaje de humedad de 34.73%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70%.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por las Ñakat'olas, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se pudo determinar que plantas medianas acumulan en 0.35 tC/ha, con respecto a las demás categorías, asimismo también se puede deducir que la absorción de CO₂ es 1.27 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una superficie de una hectárea es de 0.70 tC/ha. y CO₂ absorbido por las Ñakat'olas es de 2.56 tCO₂/ha, (Cuadro 18).

Cuadro 19. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g/ planta	g/ planta	g C/ planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/m ²	T/ha	g/m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	38,80	23,19	11,06	40,60	40,22	47,70	14,99	0,15	55,02	0,55	1,3551
MEDIANO	239,00	145,31	69,31	254,38	39,20	47,70	27,10	0,27	99,46	0,99	0,3910
GRANDE	356,00	230,44	109,92	403,41	35,27	47,70	8,33	0,08	30,58	0,31	0,0758
TOTAL							50,43	0,50		1,85	
TOTAL CO ₂								1,20		4,41	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Ñakat'olas, la categoría grande reportó una biomasa mayor, con un valor de 230.44 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 35.27% y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido, por el sistema radicular de las Ñakat'olas, se puede apreciar que las raíces de plantas de la categoría mediana es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.27 tC/ha frente a las categorías pequeñas y grandes, asimismo el dióxido de carbono en 0.99

tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 0.50 tC/ha y CO₂ absorbido por las plantas es de 1.85 tCO₂/ha, (Cuadro 19).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del C aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Ñakat'olas existentes en las tres categorías pequeños, medianos y grandes es de 1.20 tC/ha y 4.41 tCO₂/ha respectivamente, así como las variaciones y la acumulación de C y CO₂ son debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de las Ñakat'olas.

e) Comunidad Cauchi Titiri (Iru Centro)

Cuadro 20. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g / m ²	T/ha	g / m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	73,60	47,15	22,49	82,53	35,94	47,70	32,72	0,33	120,10	1,20	1,4551
MEDIANO	692,40	483,72	230,73	846,80	30,14	47,70	67,14	0,67	246,42	2,46	0,2910
GRANDE	1007,33	669,02	319,12	1171,18	33,58	47,70	27,38	0,27	100,49	1,00	0,0858
TOTAL								1,27		4,67	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas grande es de 669.02 g/planta, con un porcentaje de humedad de 33.58%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70%.

El de carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por las Ñakat'olas, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se ha podido determinar que plantas medianas acumulan en 0.67 tC/ha, con respecto a las demás categorías, asimismo también se puede deducir que la absorción de CO₂ es 2.46 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una

superficie de una hectárea es de 1.27 tC/ha y CO₂ absorbido por las Ñakat'olas es 4.67 tCO₂/ha, (Cuadro 20).

Cuadro 21. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	42,80	25,59	12,21	44,80	40,20	47,70	17,76	0,18	65,19	0,65	1,4551
MEDIANO	243,00	147,74	70,47	258,63	39,20	47,70	20,51	0,21	75,26	0,75	0,2910
GRANDE	365,67	240,67	114,80	421,31	34,18	47,70	9,85	0,10	36,15	0,36	0,0858
TOTAL							48,12	0,48		1,77	
TOTAL CO2								1,75		6,44	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Ñakat'olas, la categoría grande reportó una biomasa mayor, con un valor de 240.67 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 34.18 % y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por el sistema radicular de las Ñakat'olas, se pudo apreciar que las raíces de plantas de la categoría mediana es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.21 tC/ha frente a las categorías pequeñas y grandes, asimismo el dióxido de carbono en 0.75 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 0.48 tC/ha y CO₂ absorbido por la planta es de 1.77 tCO₂/ha, (Cuadro 21).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del C aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Ñakat'olas existentes en las tres categorías pequeños, medianos y grandes, es de 1.75 tC/ha y 6.44 tCO₂/ha respectivamente, así como las variaciones y la acumulación de C y CO₂ son debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de las Ñakat'olas.

f) Comunidad Uchusuma

Cuadro 22. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	292,78	201,52	96,12	352,78	31,33	47,70	49,22	0,49	180,62	1,81	0,512
MEDIANO	2446,39	1536,64	732,98	2690,02	36,67	47,70	71,98	0,72	264,16	2,64	0,098
GRANDE	3138,00	2115,83	1009,25	3703,96	32,67	47,70	21,30	0,21	78,15	0,78	0,021
TOTAL	5877,17	3853,99	1838,35	6746,76	100,67	47,70	142,49	1,42	522,94	5,23	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas grandes es de 2115.83 g/planta, con un porcentaje de humedad de 32.67%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por las Suput'olas, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se ha podido determinar que plantas medianas acumulan en 0.72 tC/ha, con respecto a las demás categorías, asimismo también se puede deducir que la absorción de CO₂ es 2.64 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una superficie de una hectárea es de 1.42 tC/ha y el CO₂ absorbido por las Suput'olas es de 5.23 tCO₂/ha, (Cuadro 22).

Cuadro 23. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa Subterránea (variedad suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	120,82	74,82	35,69	130,98	38,00	47,70	18,27	0,18	67,06	0,67	0,512
MEDIANO	1357,88	883,51	421,43	1546,66	34,67	47,70	41,38	0,41	151,88	1,52	0,098
GRANDE	1341,60	840,20	400,77	1470,84	37,33	47,70	8,46	0,08	31,03	0,31	0,021
TOTAL	2820,30	1798,52	857,90	3148,48	110,00	47,70	68,11	0,68	249,98	2,50	
TOTAL CO2								2,11	7,73		

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Suput'olas, la categoría grande reportó una biomasa mayor, con un valor de 840.20 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 37.33% y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido, por el sistema radicular de las Suput'olas, se puede apreciar que las raíces de plantas de la categoría mediana es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.41 tC/ha frente a las categorías pequeñas y grandes, asimismo el dióxido de carbono en 1.52 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 0.68 tC/ha y CO₂ absorbido por las plantas es 2.50 tCO₂/ha, (Cuadro 23).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del C aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Suput'olas existentes en las tres categorías pequeños, medianos y grandes, es de 2.11 tC/ha y 7.73 tCO₂/ha respectivamente, así las variaciones y la acumulación de C y CO₂ son debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de las Suput'olas.

Cuadro 24. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	51,80	18,07	8,62	31,63	63,34	47,70	7,35	0,07	26,96	0,27	0,85
MEDIANO	676,80	632,27	301,59	1106,84	7,33	47,70	45,87	0,46	168,35	1,68	0,15
GRANDE	1101,76	733,65	349,95	1284,31	33,33	47,70	15,82	0,16	58,05	0,58	0,05
TOTAL	1830,36	1383,98	660,16	2422,79	104,01	47,70	69,04	0,69	253,36	2,53	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total aérea de plantas grande es de 733.65 g/planta, con un porcentaje de humedad de 33.33%, y con respecto al porcentaje en peso seco de carbono es 47.70%.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por las Ñakat'olas, de acuerdo a la categorización en pequeños, medianos y grandes, se ha podido determinar que plantas medianas acumulan en 0.46 tC/ha, con respecto a las demás categorías, así mismo también se puede deducir que la absorción de CO₂ es 1.68 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa aérea en una superficie de una hectárea es de 0.69 tC/ha y el CO₂ absorbido por las Ñakat'olas es de 2.53 tCO₂/ha, (Cuadro 24).

Cuadro 25. Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (variedad ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/m2	T/ha	g/m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	28,70	18,07	8,62	31,63	36,67	47,70	7,35	0,07	26,96	0,27	0,85
MEDIANO	676,80	138,88	64,36	236,21	79,91	47,70	9,79	0,10	35,93	0,36	0,15
GRANDE	1101,76	259,82	123,94	454,85	76,50	47,70	5,60	0,06	20,56	0,21	0,05
TOTAL	1807,26	416,77	196,92	722,69	193,08	47,70	22,74	0,23	83,45	0,83	
TOTAL CO2								0,92		3,37	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo (2017)

La biomasa total subterránea corresponde al aporte de las raíces primarias y secundarias de plantas Ñakat'olas, la categoría grande reportó una biomasa mayor, con un valor de 259.82 g/planta, frente a los demás, con un porcentaje de humedad de 76.50 % y porcentaje en peso seco de carbono de 47.70 %.

El carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido por el sistema radicular de las Ñakat'olas, se puede apreciar que las raíces de plantas de la categoría mediana es la que obtiene valores mayores de acumulación de carbono en 0.10 tC/ha frente a las categorías pequeñas y grandes, asimismo el dióxido de carbono en 0.36 tCO₂/ha. Teniendo en cuenta que el C acumulado en la biomasa total subterránea de las tres categorías es de 0.23 tC/ha y CO₂ absorbido por las plantas es 0.83 tCO₂/ha, (Cuadro 25).

De acuerdo a los valores obtenidos tanto del C aéreo y subterráneo, como el CO₂ aéreo y subterráneo, es decir en todas las plantas de Ñakat'olas existentes en las tres categorías pequeños, medianos y grandes, es de 0.92 tC/ha y 3.37 tCO₂/ha respectivamente, así las variaciones y la acumulación de C y CO₂ es debido a las densidades de crecimiento considerable en cada categorización de la Ñakat'olas.

4.1.2.1. Análisis de resultados de acumulación de Carbono (C) y absorción dióxido de carbono (CO₂) en especies de t'olas parte aéreo y subterránea en seis comunidades.

La variación de absorción de dióxido de carbono y acumulación de carbono en los t'olares con respecto a la biomasa aérea y subterránea en las diferentes comunidades, presentó las siguientes particularidades como se muestra en la figura 7 y 8.

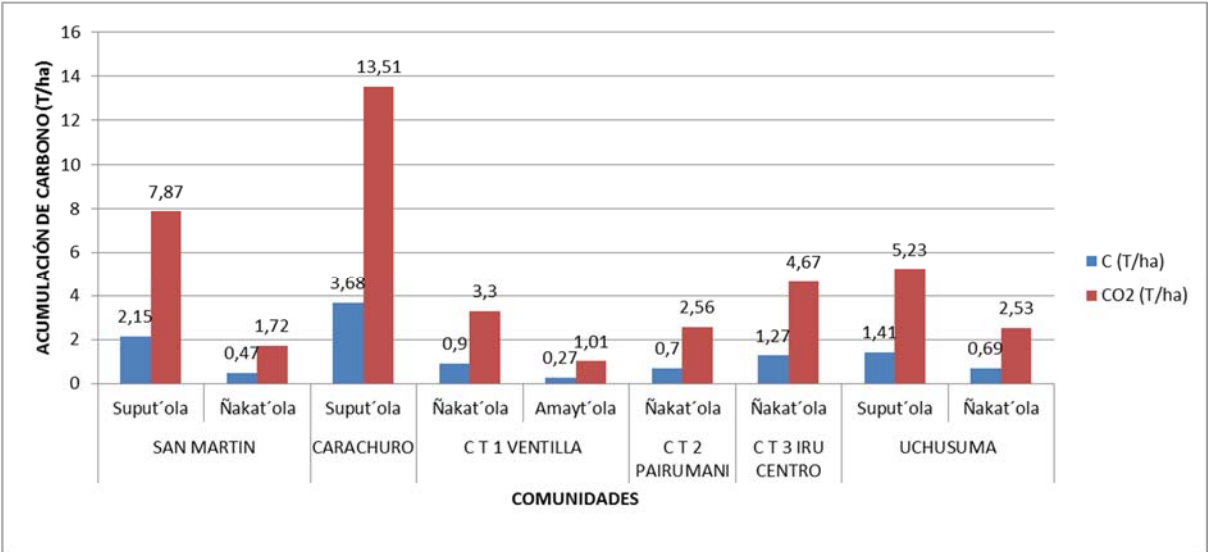


Figura 7. Acumulación de C y CO₂ en seis comunidades biomasa aérea.

De las seis comunidades estudiadas con relación a la biomasa aérea de los t'olares la acumulación de carbono y absorción de dióxido de carbono se encontró con mayor significancia en la comunidad de Carachuro en la variedad de suput'ola con 3,68 tC/ha y 13,51 tCO₂/ha respectivamente, frente a las demás comunidades que muestran menor proporción (Figura 7).

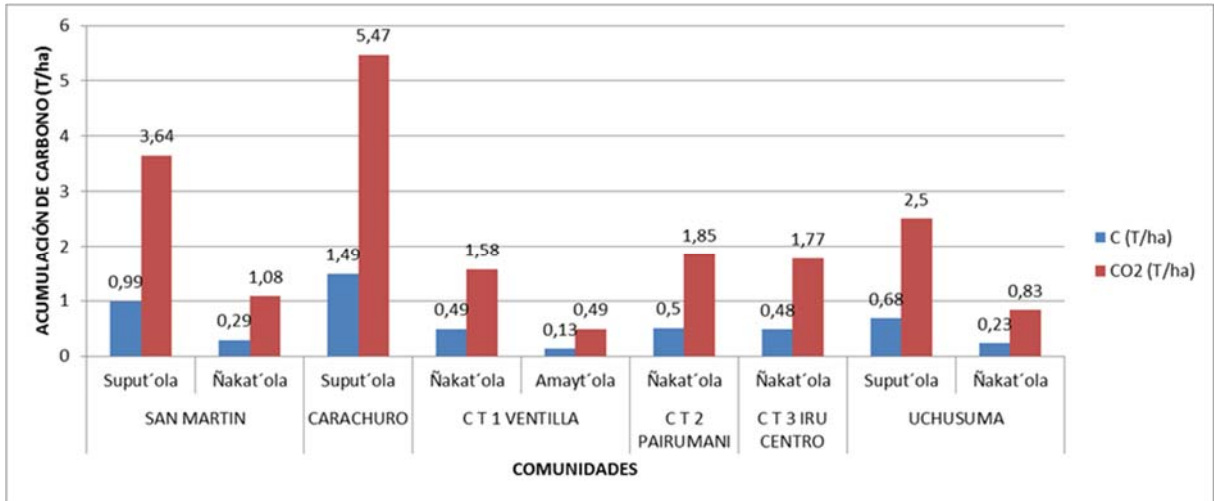


Figura 8. Acumulación de C y CO₂ en seis comunidades biomasa subterránea.

Con relación a la biomasa subterránea (raíces) de los t'olares la acumulación de carbono y absorción de dióxido de carbono de las seis comunidades se encontró con mayor significancia en la comunidad de carachuro en la variedad de suput'ola con 1,49 tC/ha y 5,47 tCO₂/ha respectivamente, frente a las demás comunidades que muestran menor proporción (Figura 8).

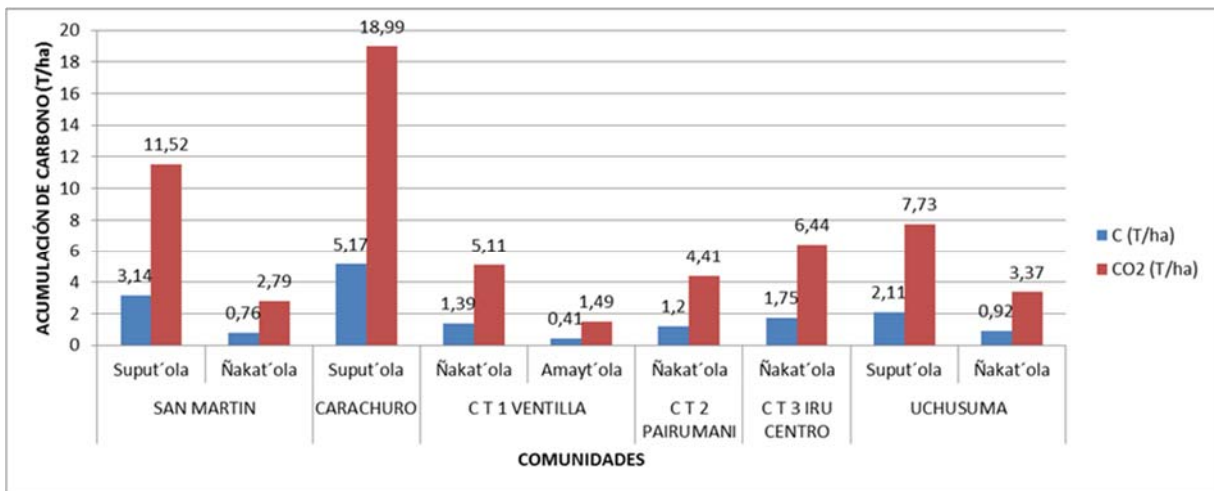


Figura 9. Acumulación de C y CO₂ en seis comunidades parte aérea y subterránea.

Finalmente tomando en cuenta la biomasa total (aérea y subterránea) de las plantas de tólas en las seis comunidades estudiadas, la comunidad de Carachuro con la variedad de suputóla presenta mayor valor en acumulación de carbono en 5,17 tC/ha, y absorción de dióxido de carbono en 18,99 tCO₂/ha, con relación a otras comunidades.

Así mismo la relación entre la parte subterráneo (raíces) representa un 31% aproximadamente respecto de la parte aérea (tallos y hojas) de la planta de los tólares en la comunidad de Carachuro, sin embargo en los bosques la relación de raíz respecto de los tallos y hojas la raíz representa solo un 15% de la biomasa total de las plantas y/o árboles.

Estas diferencias de fijación de carbono y absorción de dióxido de carbono en las parcelas de estudio se atribuye principalmente a los siguientes factores como: la densidad, altura y diámetro en la acumulación de biomasa en los tólares existentes en la región, características del suelo, humedad del suelo, el progresivo crecimiento de la frontera agrícola, la intensidad de manejo en el pastoreo y la explotación de tólas de categoría grandes, para el uso en forma de combustible por los habitantes de estas comunidades.

4.1.3. Plan de Manejo y Conservación de Tólas en Comunidades del Municipio de Patacamaya y Sica Sica

4.1.3.1. Introducción

El manejo y conservación de un ecosistema tólar por su importancia económica y biológica es relevante en las tierras altas de Bolivia porque es una planta estratégica en la conservación y recuperación de suelos. Sus raíces, que alcanzan profundidades de más de un metro, además, de aportar con materia orgánica al suelo sirven como protector de la erosión hídrica y eólica. La estructura de las tólas contribuye a mantener microclimas al reducir la velocidad de los vientos favoreciendo el

establecimiento y crecimiento de otras plantas de estrato bajo; contribuyen también a la estabilidad del ecosistema y son aporte como forraje para el ganado, y a la vez ofrecen protección para la fauna y también absorben el dióxido de carbono de la atmosfera.

El objetivo del presente Plan es que los actores sociales que usan y manejan la t'ola y las formaciones t'olares garanticen su sostenibilidad y obtengan bienes y servicios generando mejoras en un ingreso familiar y a la vez mantengan en equilibrio el ecosistema del cual son parte integrante.

4.1.3.2. Manejo forestal de t'olares y especies nativas

El presente Plan de Manejo toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las formas de tenencia de la tierra, tamaño y distribución espacial de los t'olares.
- El conocimiento de las características ecológicas medioambientales, edáficas y botánicas en especies de t'olares.
- Establecimiento de un vivero forestal, formas de propagación y regeneración de especies de t'olas.

4.1.3.2.1. Delimitación del área para la forestación

En la delimitación del área para la forestación en un manejo adecuado de los t'olares se debe realizar las siguientes actividades:

- Prospección y determinación de la superficie a forestar con las autoridades y bases de las comunidades, ya que los mismos en una gestión de producción agrícola cuentan con una planificación definida de áreas para sus cultivos.

- Una vez definida la superficie para la forestación con los habitantes de las comunidades y con la ayuda de imágenes satelitales corroborar las superficies definidas para la forestación y cuantificar zonas sin cobertura vegetal.
- definir el porcentaje de cubrimiento anual el avance de áreas reforestadas respecto de las áreas sin cobertura vegetal de las comunidades con planes de forestación, para determinar la acumulación de carbono y absorción de dióxido de carbono que realizarán las plantas en las comunidades forestadas por gestión.

4.1.3.2.2. Características ecológicas, edáficas y botánicas de los t'olares

a) Ecología de los T'olares

Estudios realizados por Paca et al. (2003) indican que la t'ola prospera a una altitud de 3850 hasta los 5000 m.s.n.m., áreas que corresponden a zonas semiáridas de escasa precipitación, con temperaturas mínimas, en las estaciones de invierno y otoño y bastante seco en las estaciones de primavera y verano.

b) Condiciones climáticas

El crecimiento, distribución y comportamiento de los t'ulares depende de muchos factores principalmente del clima. En cuanto a la radiación solar, indican que es importante en el crecimiento de las plantas, ya que es la fuente principal de energía para el proceso de la fotosíntesis; en cuanto, al enraizamiento de esquejes, los productos de las fotosíntesis son importantes para el inicio de las actividades fisiológicas y crecimiento de las raíces. La intensidad y una duración de la luz deben ser de magnitud suficiente para que produzcan carbohidratos en exceso de los que se usan en la respiración.

c) Condiciones edáficas

Los t'olares están ubicados en suelos residuales y superficiales, desarrollados in situ, ubicados en fisiografías de laderas, lomadas y pie de montes de cerros, sobre suelos pedregosos, poco profundos, inestables y susceptibles a la erosión hídrica, y en menor escala en los suelos coluvioaluviales, localizadas en planicies, son suelos más recientes y profundos. Las características internas de los suelos indican colores claros hasta pardo amarillento oscuro; texturas ligeras hasta pesados; estructuras que varían desde bloques angulares medios hasta migajon muy fino; consistencia suelta hasta muy dura en seco, suelta hasta muy firme en húmedo, y desde no plástico hasta muy plástico en mojado.

d) Especies de t'olas adaptables a la región

- **Suput'ulas** (*Parastrephia lepidophylla*)

Son t'olares dominados por la especie (suput'ola) que ocupan grandes extensiones en llanuras y fondos de valle. En tamaño en comparación a otras especies de t'ola es una de las de mayor tamaño en promedio, así mismo posee el mayor rendimiento de leña frente a las otras t'olas. Su mayor uso de la suput'ola es como leña.

- **Ñakat'ulas** (*Baccharis incarum*).

Son t'olares compuestos por la Ñakat'olas (*Baccharis incarum*). El tamaño de planta es variable, puede estar asociada con otras plantas como la Añahuaya (*Adesmia cristatum*), la kaylla (*Tetraglochin cristatum*), y los pajonales de sicuyichu e iru ichu (*Stipa ichu* y *Festuca orthophilla*). La distribución de estas t'olas está en llanuras, laderas y serranías con bastante presencia de piedras. Si el clima y la altitud lo permiten, estas t'olas con frecuencia son usadas para agricultura.

- **Amamayt'olas** (*Fabiana densa*)

Es un arbusto que alcanza un tamaño de hasta 1 m de altura. Se caracteriza por sus raíces, el follaje denso y los pelos glandulares. Las flores están en las partes superiores de las ramas y son de 3 a 5,7 mm de largo, el tubo de cáliz está en la base de forma de urna. La corola está en forma de embudo, que mide 10 al 13 (raro 13,5) mm, tiene a menudo rayas rojas o púrpuras en un fondo amarillo. El fruto es una cápsula de 6 a 7 mm y las semillas tienen un tamaño de aproximadamente 1.5 × 0,5 mm.

Su distribución, en Bolivia, Argentina y Chile. En el Perú, distribuida en partes pies de montaña, mayormente entre los 2,500-4,000 msnm, aunque también se le encuentra a menores altitudes. En el área, suele formar extensos parches superpuestos a las planicies.

4.1.3.3. Establecimiento de un vivero forestal, propagación y regeneración de las especies de t'olas

En las comunidades de estudio se estableció un vivero forestal por comunidad en una superficie de 28 m² teniendo un área productiva de 18 m². Para una producción de 2500 plantines de especies t'olares.

Se realizó una proyección del trasplante de plantas de t'olas a reforestar de acuerdo a la densidad de siembra a terreno definitivo de 1600 (plantas t'olas/ha), por lo tanto la capacidad productiva de plantines de t'olas en el vivero forestal es para 1.6 hectáreas por gestión.

La reproducción o multiplicación de este arbusto leñoso se realiza en dos formas:

- a) Propagación Natural**, no interviene la mano del hombre.

- Por Semilla: Cuando el fruto está maduro (semilla), es desprendida o trasladada por el viento, el agua de las precipitaciones pluviales, animales u otros, cae en el suelo, crece la plantita y desarrolla. Lo que se conoce con el nombre de brinzal, de esta forma se realiza la repoblación de la pradera en forma natural.
- Por Rebrotos: Crece del cuello o corona de la planta madre.

b) Propagación Artificial, Interviene la mano del hombre, se presenta las siguientes alternativas para su aplicación: Por semilla, por recolección de brinzales.

- **Siembra directa,** Para realizar la siembra directa en el terreno a inicios de la temporada de lluvias (Diciembre), en la ladera del cerro se hace el marcado con el método tresbolillo y se prepara el suelo en los puntos marcados para los hoyos en un espacio de 50 x 50 cm por lado y una profundidad de 10 cm, de inmediato se siembra con cuatro semillas en promedio por hoyo, con un distanciamiento de 1 m entre plantas y 0.50 m entre líneas, tapar la semilla con un espesor de 1 cm aproximadamente de tierra.
- Siembra por almácigos
- Siembra por platabandas
- **Trasplante directo,** Utilizar el método de tresbolillo, marcar y preparar los suelos de los hoyos simultáneamente días antes, luego se recolecta los brinzales del terreno y de inmediato se realiza el trasplante en el campo, teniendo cuidado de que la raíz no este doblada. En áreas pequeñas se puede efectuar este proceso en un solo día.
- Estacas o esquejes
- **Hijuelos retoños o brotes,** Las raíces secundarias se prolongan en forma horizontal cerca de la superficie del suelo de donde se generan los brotes que luego formará una nueva planta (Brinzales). Para la recolección de los hijuelos retoños se utiliza la herramienta llamada sacabocado que facilita la extracción en forma directa.

4.1.3.3.1. Producción de plántulas en viveros

Un vivero es el lugar donde se producen plántulas, empleando semillas y ramas (estacas). Estos viveros pueden ser viveros temporales y permanentes.

a) **Viveros Temporales**, Sirve para la producción de material forestal reproductivo para un área determinada y está situada en la misma zona donde se realizará la reforestación. El vivero desaparece cuando se termina la reforestación de la zona, razón por la cual se le dice que es temporal.

b) **Viveros Permanentes**, generalmente es de gran extensión y se utiliza en forma intensiva, para atender permanentemente y reforestar zonas más amplias, la producción de este tipo de viveros es para zonas extensas en cantidades mayores a 1 000,000 plántulas.

4.1.3.3.2. Selección del lugar para el vivero

Para realizar la selección de un lugar para la instalación de un vivero, se debe tener en cuenta las siguientes características:

- Agua durante todo el año.
- Una suficiente pendiente (0.25%) y con orientación de norte a sur.
- Suelo fértil.
- La orientación debe ser lo más apropiada posible con respecto a factores como: viento, irrigación, drenaje, sistema de caminos y paso del sol.
- El suelo debe tener buena profundidad, que no tenga cascajo y sea de fácil drenaje.
- Una fuente de suelo adecuado que permita llenar recipientes y camas de repique.
- Accesibilidad durante todo el año.
- Los viveros deben estar protegidos de los daños que pudieran producir los animales que habitan en el medio.

4.1.3.3.3. Tamaño del vivero

Depende de la cantidad de plantas que se va a requerir y la extensión de áreas a reforestar cada año; en base a este dato se calcula la cama para almacigos y repique. La relación es 1 m² para el almacigo y 10 m² para el repique, la instalación del almacigo nos permitirá sembrar 3.0 gr, que corresponde a 7866 semillas aproximadamente; y la cama de repique tiene la capacidad de albergar a 1730 plántulas.

4.1.3.3.4. Construcción del vivero

Para construir un vivero en la zona, se debe empezar el trabajo en la época seca, es necesario conocer cuántas plantas vamos a producir, embolsado o a raíz desnuda y debemos contar con el cronograma de actividades.

- **Labores Preliminares**, Limpiar toda la vegetación del área donde se construirá el vivero. Si el terreno tiene pendiente hay que nivelar, es aceptable hasta un 0.25% de pendiente o inclinación. Desarrollar un croquis de las instalaciones, el canal de agua, pozo de agua o manantial, trochas, caminos, poblados. Las camas deben estar orientadas de norte a sur.

4.1.3.3.5. Construcción de camas

a) **Almacigo**, Los almacigos pueden construirse sobre y bajo el nivel del suelo, en los cuales se rellenan con un substrato, listo para recibir a la semilla para que germine y desarrollen sus raíces, el almacigo tiene 1 m² en el cual se podrá sembrar 3.0 gr, que corresponde a 7866 semillas aproximadamente.

Utilizaremos materiales de la zona, para los bordes de los almacigos así como adobe, piedra y otros. Los almacigos debe tener 0.20 m de profundidad y 1m. Por lado. Después de la siembra con semilla de t'ola se cubrirá con paja de chilligua para proteger del frío, el almacigo hasta la emergencia y luego colocar un tinglado (chilligua trenzada) a 1.20 m a 1.30 m de altura, para proteger las plántulas.

b) Camas de repique, En las camas de repique son rellenas con sustrato donde son trasplantadas las plántulas extraídas de los almácigos a una distancia de 0.7 m entre líneas y 0.7 m, entre plántulas, con la finalidad de que estas puedan tomar consistencia. Pueden plantarse también en bolsas de polietileno negras de 0.10 x 0.15 m. Las dimensiones de estas camas de repique deben tener 1.0 m de ancho por 10.0 m de largo.

c) El sustrato, Es la mezcla de tierra agrícola, arena y guano de oveja, componentes que le darán condiciones favorables de nutrientes y desarrollo de plántulas de t'ola.

- **Sustrato para almácigos:** La mezcla debe tener: 3 partes de tierra agrícola, 3 parte de arena, 1 parte de tierra negra, 2 parte de estiércol (ovino, vacuno, camélidos).
- **Sustrato para la cama de repique:** La mezcla debe tener: 3 partes de tierra agrícola o tierra negra, 2 parte de arena, 1 parte de guano (ovino, vacuno, alpaca).
- **Desinfección del sustrato,** Se desinfecta el sustrato como prevención del ataque de hongos para aniquilar gusanos, semillas de malas hierbas.

El método consiste en aplicar agua hirviendo con una regadera con chorros finos, en una cantidad de 6 litros por metro cuadrado de sustrato, horas antes de la siembra en el almacigo y cama de repique.

4.1.3.3.6. Tipos de producción

a) Plántulas de raíz desnuda, En el caso de la t'ola por ser una especie rústica, soporta el stress del trasplante y el manipuleo. Las plantas producidas en las camas de repique a raíz desnuda, desarrollan mejor sus raíces por lo tanto tendrá mejor tallo y los cortes de transporte y de plantación son menores. En este caso la altura de la cama debe ser de 0.30 m, se llena la base con 0.05m de arena gruesa, luego 0.05 m de arena fina, luego 0.20 m con sustrato y nivelar con una regla.

b) Plantones embolsados, Las plántulas sacadas del almacigo son plantadas en las bolsas negras de plástico con orificios en la base para facilitar el drenaje de agua, llenas de sustrato. Las plántulas permanecen en las bolsas hasta que tengan el soporte adecuado para ser trasplantado en terreno definitivo. Esta Técnica es más fácil, ocupa menos espacio en las camas y se puede obtener mayor prendimiento.

c) Control de la luz y la sombra

En el almacigo el tinglado de paja debe dejar pasar solo el 50% de luz de sol. En la cama de repique el tinglado debe dejar pasar solo el 50% de la luz del sol, y paulatinamente dejar pasar más luz y faltando 2 meses aproximadamente para que salga al campo, las plantas se ponen a plena luz para que se acostumbren totalmente

d) La semilla, La semilla debe ser proveniente t'olares en su clímax de producción natural, los arbustos deben tener tallos gruesos, buena altura, buena cantidad de ramas, de hojas y abundante semilla. Para la recolección se debe doblar las ramas de las inflorescencias maduras en forma de "s", ahorcando la misma dentro de la bolsa de plástico, sacudiendo a la vez enérgicamente para lograr desprender las semillas, se repite este proceso las veces que sean necesarias. Una vez concluida la recolección purificar y limpiar las semillas manualmente, eliminando las impurezas, luego almacenarlas en bolsas de papel.

4.1.3.3.7. Métodos de siembra en vivero

a) Siembra en almacigo, El tamaño de la semilla en el caso de t'ola es pequeña por lo que debe ser mezclada con arena fina y seca para sembrar al voleo o en líneas. En el almacigo cuyo sustrato debe ser desinfectado con agua hirviendo 3 o más horas antes, después de la siembra la semilla se cubre con una fina capa de arena ó sustrato en forma uniforme (al voleo), de un centímetro de espesor aproximadamente. Luego tapar con paja y regar con chorro fino. Para los almacigos

de 1m², en la siembra se usa de 3.0 gr de semilla de t'ola (7866 semillas), cuando se inicie la emergencia instalar el tinglado.

b) El repique, En el repique las plántulas del almacigo son trasladados y plantados en la cama de repique o en bolsas.

- Para realizar esta labor hacerlo cuando el sol no caliente mucho.
- Para que salgan fácilmente las plántulas del almacigo sin malograrse las raíces debe regarse con bastante agua 2 – 3 horas antes del repique.
- Después del riego hay que aflojar el substrato del almacigo por partes con un clavo grande o palo con cuidado sin dañar las raíces.
- Extraer las plántulas del almacigo cuando tenga 0.03 a 0.05 m de altura, agarrando de la base del tallo o de las hojas con cuidado de no romperla eliminando a la vez las plántulas enfermas, defectuosas y pequeñas.
- Las plántulas extraídas deben ser colocadas en un lugar con sombra, tapándolas con barro o arena húmeda.
- Si el repique es en bolsa de polietileno (negro) con la ayuda de un repicador, se hace un hoyo de 0.08 m de profundidad en el centro de la bolsa y se coloca la plántula introduciendo la raíz ligeramente; la raíz principal y secundaria debe ser introducida sin ser doblada.
- Apretar el substrato alrededor del cuello de la plántula para compactar y evitar que queden huecos con aire, luego regar ligeramente.
- Si el repique es en platabandas se debe trasplantar en las camas a un distanciamiento de 0.07 m entre plantas y 0.07 m entre líneas, cuidando de no trasplantar con la raíz doblada, se recuperará en dos semanas.

4.1.3.3.8. Labores culturales

a) Riego, El riego debe ser a diario por las mañanas, con chorros finos y evitar el amasamiento, controlar la humedad, luego de transcurrir 1 mes el riego se disminuye de 2 a 3 veces por semana. No regar con lata, ni manguera, porque

pueden lavar la tierra fuera del almacigo. Se debe utilizar una regadera con una capacidad de 3 litros de agua.

- b) Deshierbe,** La competencia de las hierbas es abundante, se debe eliminar las malas hierbas de la bolsa y la cama de repique, reconociendo bien las plántulas de t'ola. Deshierbar apenas estén creciendo las malas hierbas en forma manual.

- c) Semisombra (Techo),** El techo de las camas debe construirse con paja de chilligua y colocarse al almacigo y cama de repique. Controlar la sombra proyectada que hace el techo o tinglado. La altura aproximada debe ser de 1.20 a 1.30m. Si se coloca muy bajo, no dejara hacer las labores culturales (deshierbe, riego, etc), también favorecerá la operación de enfermedades de hongo.

- d) Endurecimiento,** Antes de que las plántulas sean trasladadas a campo definitivo se les disminuye el riego (15 días antes), esto ayudará al endurecimiento del substrato utilizado; con lo cual serán más resistentes para el trasplante.

- e) Podas,** Se debe realizar esta labor a las raíces que sobresalen de las bolsas, antes de salir al campo, para favorecer el crecimiento de las raíces secundarias, cortar con una tijera, se debe podar también la base de la bolsa aproximadamente 1 pulgada.

- f) Plantación al terreno definitivo,** Preparar el hoyo de 20 x 20 x 20 cm de ancho, largo, profundidad respectivamente de acuerdo al método de tresbolillo, colocar en el centro del hoyo el plantón tapando con el substrato preparado (mezcla). Si no hubiera de preparar el substrato utilizaremos el suelo natural del terreno donde se realizará la plantación.

Presionar a nivel del cuello hacia abajo para que no quede aire, Regar, Proteger con pircado de piedras a la plántula.

4.1.3.4. Cronograma de actividades en el repoblamiento de las tólas

ACTIVIDADES	Meses											
	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Recolección de semillas	■	■										■
Siembra en almácigo										■	■	
Trasplante de plántulas			■	■	■							
Trasplante por partición de tolas			■	■	■							
Siembra directa con semilla		■	■									
Capacitación uso sostenible	■				■				■			

4.2. Aspectos Propositivos de la Investigación

Se sugiere plantear proyectos para los municipios de Patacamaya y Sica Sica, del departamento de La Paz, involucrando la participación de instituciones gubernamentales que apoyen con programas de reforestación, cosecha de aguas, recuperación de especies forestales nativos y adaptabilidad de diferentes especies tólares.

4.2.1. Proyecto de forestación

Ante la necesidad de contar con el recurso forestal, se vio por conveniente la construcción de viveros forestales, dicho proyecto será para un buen manejo y conservación de suelos en laderas, por otro lado disminuir la concentración de CO₂ atmosférico de esa manera mitigar las consecuencias del calentamiento global.

4.2.2. Proyecto de Cosecha de Agua

El calentamiento global está afectando a los nevados, de esta manera disminuye drásticamente el suministro de aguas superficiales y subterráneas. En un futuro no muy lejano dicho recurso será muy escaso, es por eso que se sugiere la construcción de qhut'añas o estanques artesanales con cubierta de agrofílm, dicho proyecto será

para captar mayor cantidad de aguas filtrantes en zonas de laderas, de esta manera asegurar y garantizar el recurso agua para la producción agropecuaria.

4.2.3. Proyectos de recuperación y adaptabilidad de especies nativas

Se plantea el proyecto de recuperación de especies autóctonas existentes en la región, de esta manera reforestar áreas sin cobertura vegetal y coadyuvar en la mitigación de gases efecto invernadero.

5. SECCIÓN CONCLUSIVA

En base a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- El trabajo de investigación consta de un área de 3936 hectáreas ocupadas por praderas nativas con presencia de tólas, mediante programa del QGIS v. 2.18 fueron localizadas las áreas en cada comunidad de la siguiente manera: comunidad San Martin (395 ha), Carachuro (1141 ha), Cauchi Titiri ventilla (237 ha), Cauchi Titiri pairumani (407 ha), Cauchi Titiri Iru Centro (1186 ha), Uchusuma (569 ha).
- En la comunidad de San Martin, la variedad de Suput'ola tiene un aporte de Carbón acumulado de 3.14 tC/ha, a su vez el dióxido de carbono reportó un valor de 11.52 tCO₂/ha, por otro lado, la variedad ñakatola el aporte de carbón es de 0.76 tC/ha el dióxido de carbono es de 2.79 tCO₂/ha. Sin embargo en toda la superficie de praderas nativas con presencia de tólas el carbón acumulado total por ambas variedades como Suput'ola y Ñakat'ola en la comunidad de San Martin es 1540.50 tC, y 5652.45 tCO₂.
- En la comunidad de Carachuro la variedad de Suput'ola tiene un aporte de carbón acumulado de 5.17 tC/ha a su vez el dióxido de carbono reportó un valor de 18.99 tCO₂/ha. Sin embargo en (1141 ha) que representa toda la superficie de praderas nativas con presencia de tólas, el carbón acumulado total por la variedad Suput'ola en la comunidad de Carachuro es 5898.97 tC, y 21667.59 tCO₂.
- En la comunidad de Cauchi Titiri Ventilla la variedad Ñakat'ola tiene un aporte de carbón acumulado de 1.39 tC/ha, el dióxido de carbono reportó un valor de 5.11 tCO₂/ha por otro lado la variedad Amamayt'ola, el aporte de Carbón fue de 0.41 tC/ha, el dióxido de carbono es de 1.49 tCO₂/ha. Sin embargo (237 ha) que representa toda la superficie de praderas nativas con presencia de tólas el carbón acumulado total por ambas variedades como Ñakat'ola y Amamayt'ola en la comunidad de Cauchi Titiri Ventilla es 426.60 tC y 1564.20 tCO₂.

- En la comunidad de Cauchi Titiri Pairumani la variedad de Ñakat'ola tiene un aporte de carbón acumulado de 1.20 tC/ha a su vez el dióxido de carbono reportó un valor de 4.41 tCO₂/ha. Sin embargo en (407 ha) que representa toda la superficie de praderas nativas con presencia de t'olas, el carbón acumulado total por la variedad Ñakat'ola en la comunidad de Cauchi Titiri Pairumani es 488.40 tC y 1794.87 tCO₂.
- En la comunidad de Cauchi Titiri Iru Centro la variedad de Ñakat'ola tiene un aporte de carbón acumulado de 1.75 tC/ha a su vez el dióxido de carbono reportó un valor de 6.44 tCO₂/ha. Sin embargo en (1186 ha) que representa toda la superficie de praderas nativas con presencia de t'olas, el carbón acumulado total por la variedad Ñakat'ola en la comunidad de Cauchi Titiri Iru Centro es 2075.50 tC y 7637.84 tCO₂.
- En la comunidad de Uchusuma la variedad Suput'ola tiene un aporte de carbón acumulado de 2.11 tC/ha, el dióxido de carbono reportó un valor de 7.73 tCO₂/ha por otro lado la variedad Ñakat'ola, el aporte de Carbón fue de 0.92 tC/ha, el dióxido de carbono es de 3.37 tCO₂/ha. Sin embargo (569 ha) que representa toda la superficie de praderas nativas con presencia de t'olas el carbón acumulado total por ambas variedades como Suput'olas y Ñakat'olas en la comunidad de Uchusuma es 1724.07 tC y 6315.90 tCO₂.
- Se tiene un plan de manejo y conservación de t'olas, que coadyuvará al bienestar de las poblaciones de la región, porque nos proporciona una metodología de trabajo planificada.
- De acuerdo al establecimiento y planificación de un vivero forestal en las comunidades por gestión, el área productiva del vivero es de 18 m² para una producción de 2500 plantines de especies nativas forestales y plantas que se adapten en zonas altiplánicas.

- Se realizó una proyección del trasplante de plantas de tólas a reforestar de acuerdo a la densidad de siembra a terreno definitivo es de 1600 (plantas tólas/ha), por lo tanto la capacidad productiva de plantines de tólas en el vivero forestal es para 1.6 hectáreas por gestión.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo considerado en las conclusiones se presentan las siguientes recomendaciones a manera de sugerencia.

- Realizar una continuidad al trabajo de investigación para estas mismas variedades de tólas en las demás comunidades vecinas y de esta manera acumular resultados concretos para corroborar los resultados obtenidos en el presente investigación, los cuales nos permitan realizar proyecciones para establecer el grado de acumulación del carbono y dióxido de carbono.
- Realizar trabajos de investigación estimando el porcentaje de captura de dióxido de carbono en las demás especies arbustivas predominantes de las zonas de estudio.
- Gestionar y ejecutar proyectos de repoblamiento de tólas como de especies que se adaptan a las condiciones del presente trabajo de investigación.
- Crear un Centro Taller de Educación en el municipio, para planificar, discutir planes, programas y proyectos que sean de interés comunal, principalmente de especies arbustivas perenes como las tólas, además estos deben responder a las necesidades educativas de niños, jóvenes y adultos.

7. BIBLIOGRAFIA

Alzerreca, 2002 Manual de manejo de la t'ola y los t'olares, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Autoridad Binacional de Lago Titicaca (ALT). La Paz – Bolivia 118 – 121 pp.

Alzerreca, H. 1992, Producción y utilización de los pastizales de la Zona Andina de Bolivia, REPAAN, IBTA. La Paz - Bolivia. pp. 3-11.

Beck, 2009, La vegetación nativa fuente elemental de sistemas agroforestales sostenibles. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, universidad Mayor de San Andres ACTA NOVA; Vol. 4 No. 2-3, diciembre 2009. La Paz, Bolivia 442 pp.

Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest: a Primer: FAO forestrypaper-134. Roma. Obtenido de www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.htm

Cairns, M. Brown, S., Helmer, E., Baumgardner, E. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forest. *Oecologia* 111: 1-11.

Cabrera, A. L. 1978. Compositae. In: Cabrera, A. L. (ed.), Fl. Prov. Jujuy, Colecc. Ci. Inst. Nac. Technol. Agropecu. 13 p.

Cancino, J. 2006. Dendrometría básica. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de manejo de bosques y medio ambiente. 171pp.

Carreras, J; Aladro, A; Martín, L; Rosemberg, A. 2007. Consecuencias del cambio climático. *Revista Sustainlabour* 6 – 46 p.

- Choque, S. y J. Magne, 1997.** Chiji – Thola – Wichu, Fuente de alimentación de la llama Programa de Promoción Social y Desarrollo Agrario (PRODA), Unidad Ejecutora de Proyectos Camélidos (UNEPCA). Oruro, Bolivia. 89 pp.
- CIPCA. 1998.** Manejo y Conservación de Praderas Nativas, Producido por el Apoyo de INTERMON, La Paz, Bolivia. 53 p.
- Donoso, C. 1993.** Bosques templados de Chile y Argentina. Variación estructura y dinámica. 1ra ed., Editorial Universitaria. Chile. 484 pp.
- FAO, 2007.** Los bosques y el cambio climático. Disponible en: <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/index.html>. Revisada el 15-11-2012.
- Garzuglia, M. y M. Saket. 2003.** Wood volumen and woody biomass. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Roma 30 pp.
- Gil, R. 2007.** El ambiente del suelo y el crecimiento de las raíces. Publicación Miscelánea N° 107. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica De Trigo Y Otros Cultivos De Invierno.
- Guerra, J., Gayoso, J., Schlatter, J., Nespolo, R. 2005.** Análisis de la biomasa de raíces en diferentes tipos de bosques. Avances en la evaluación de *Pinus radiata* en Chile. Bosque 26(1): 5-21pp.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). 2015.** Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Paris, Francia. s.e. 2 pp.
- Macdicken, K. G. 1997.** A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Winrock International Institute for Agricultural Development, Arlington.

- Massmann, C. 2000.** Características y variabilidad de sitios con plantaciones de *Pinus radiata* D en suelos graníticos y metamórficos de las regiones VII, IX y X. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 93 p.
- Martino, D. 2007.** Las masas forestales constituyen un medio eficaz para mitigar el cambio climático. (En línea). Revisado el 27 de Feb. 2012. Disponible en <http://www.basoa.org/datos/documentos/Entrevista%2074.pdf>
- Medina, C. 2006.** Indicadores de impactos de los sistemas forestales y agroforestales. POSAF II p 1, 28 p.
- Oliva, M. y F. García-Oliva. 1998.** Un nuevo campo de acción en la química biológica: Parte I. Generalidades sobre el cambio global. Educación Química. UNAM. México.
- Ordóñez, A. 1999.** Estimación de la Captura de Carbono en un Estudio de Caso. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México DF
- Paca, F.; Paca, R.; Palao, A.; Canaza, D.; Bustinza, H.; Vásquez, G.; Chambilla, R. Y Chávez, M. 2003.** Autoridad Binacional del Lago Titicaca sistema TDPS. Estudio de la t'ula y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito peruano del sistema. Instituto de investigación, producción, servicios y capacitación, Puno. pp. 9-55.
- PNUD. 2003.** Proyecto Per/98/g-32, conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca – Desaguadero – Poopo – Salar de coipasa (tdps). Estudio de la t'ula y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito peruano del sistema T.D.P.S. Puno – Perú 78-88 pp.

PDM (Plan de Desarrollo Municipal) 2006-2010 Gobierno Municipal de Patacamaya. Consultora Multidisciplinaria y Asistencia Técnica COMAT S.R.L. La Paz – Bolivia. 11-28 pp.

Reynel, C. 1988. “Plantas para Leña en el Sur Occidente de Puno”. Proyecto Árbol Andino Puno – Perú

Rodríguez Becerra, Manuel. 2009. “Calentamiento global, deterioro ambiental y desastres”. En Portafolio, 25 de junio. Disponible en <http://www.manuelrodriguezbecerra.com/calentamiento.htm>

Schelengel, B. 2001. Estimaciones de biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempre verde. Simposio Internacional Medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales, 18 a 20 de octubre del 2000. Valdivia Chile. 13pp.

UNESA, (2005). Forestación y Reforestación. Sumideros de Carbono. En: Metodologías para la Implementación de los Mecanismos flexibles de Kioto – Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica. Rivero Torre, Pedro, León, Gonzalo, Eichhamer, Wolfgang, Deputy, Gázquez Mateos, José Luis, González Santaló, José Miguel, Ferrando Bravo, Gerardo, Cisneros Gárate, Pablo, Pérez Pallarés, Diego. Capítulo 8.

UNDP, 2011. Tras las huellas del cambio climático en Bolivia, estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático agua y seguridad alimentaria. 144.

Vargas, C. 2005. Caracterización de los recursos forrajeros nativos de la zona de Caquiviri Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 1999 pp.

Zamora, J. C. 2003. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea en el bosque de pino del ejido “La Majada” municipio de Periban de Ramos, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan Michoacán. 59 pp.

ANEXOS

A. 1 CALCULO DATOS PROMEDIOS DE LAS VARIEDADES DE TÓOLAS POR CADA ESTRATO EN COMUNIDADES.

COMUNIDAD : SAN MARTIN					VARIEDAD : SUPUT'OLA			
Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Grandes	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	14		M1	43		G1	104	
P2	10		M2	34		G2	120	
P3	25	17	M3	74	50	G3	113	110
P4	15		M4	50		G4	107	
P5	21		M5	49		G5	105	
P6	25		M6	85		G6	118	
P7	19		M7	66		G7	137	
P8	27	23	M8	78	70	G8	114	118
P9	16		M9	53		G9	108	
P10	28		M10	69		G10	113	
P11	40		M11	82		G11	118	
P12	40		M12	64		G12	137	
P13	16	31	M13	84	78	G13	114	118
P14	26		M14	83		G14	108	
P15	35		M15	77		G15	113	
P16	47		M16	85		G16	125	
P17	29		M17	66		G17	145	
P18	47	35	M18	86	80	G18	115	122
P19	33		M19	84		G19	109	
P20	21		M20	79		G20	117	
P21	47		M21	99		G21	129	
P22	42	43	M22	93	97	G22	119	125
P23	41		M23	99		G23	128	

COMUNIDAD : SAN MARTIN**VARIEDAD : ÑAKAT'OLA**

Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Grandes	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	20		M1	47		G1	50	
P2	15		M2	52		G2	48	
P3	14	17	M3	50	51	G3	78	60
P4	16		M4	55		G4	60	
P5	20		M5	49		G5	64	
P6	22		M6	46		G6	59	
P7	17		M7	49		G7	56	
P8	14	18	M8	55	50	G8	79	65
P9	16		M9	50		G9	61	
P10	21		M10	50		G10	69	
P11	26		M11	40		G11	65	
P12	20		M12	40		G12	61	
P13	15	20	M13	40	40	G13	79	68
P14	16		M14	40		G14	61	
P15	24		M15	40		G15	73	
P16	37		M16	40		G16	71	
P17	29		M17	48		G17	67	
P18	16	26	M18	47	43	G18	80	71
P19	17		M19	40		G19	62	
P20	31		M20	41		G20	76	
P21	34		M21	40		G21	82	
P22	25	31	M22	37	37	G22	51	71
P23	35		M23	35		G23	79	

COMUNIDAD : CARACHURO**VARIEDAD : SUPUT'OLA**

Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Grandes	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	49		M1	81		G1	112	
P2	47		M2	91		G2	101	
P3	49	48	M3	81	80	G3	112	110
P4	47		M4	73		G4	112	
P5	48		M5	74		G5	113	
P6	47		M6	83		G6	120	
P7	46		M7	92		G7	104	
P8	44	45	M8	80	80	G8	120	118
P9	45		M9	74		G9	122	
P10	45		M10	75		G10	124	
P11	36		M11	87		G11	122	
P12	44		M12	93		G12	105	
P13	35	35	M13	86	85	G13	122	120
P14	30		M14	79		G14	125	
P15	30		M15	80		G15	127	
P16	25		M16	97		G16	124	
P17	42		M17	96		G17	105	
p18	25	25	M18	96	95	G18	124	122
P19	16		M19	92		G19	127	
P20	16		M20	94		G20	129	
P21	50		M21	98		G21	121	
P22	50	50	M22	97	97	G22	128	125
P23	50		M23	96		G23	126	

COMUNIDAD : CAUCHI TITIRI 1 (Ventilla)**VARIEDAD : ÑAKAT'OLA**

Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	18		M1	40	
P2	26		M2	43	
P3	18	18	M3	42	41
P4	14		M4	40	
P5	14		M5	40	
P6	29		M6	41	
P7	28		M7	43	
P8	28	28	M8	43	42
P9	27		M9	41	
P10	28		M10	42	
P11	36		M11	40	
P12	29		M12	43	
P13	35	35	M13	40	40
P14	37		M14	40	
P15	38		M15	40	
P16	39		M16	48	
P17	37		M17	45	
P18	39	38	M18	50	49
P19	38		M19	51	
P20	38		M20	52	
P21	39		M21	57	
P22	39	39	M22	54	55
P23	39		M23	53	

COMUNIDAD : CAUCHI TITIRI 1 (Ventilla)**VARIEDAD : AMAMAYT'OLA**

Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	29		M1	52	
P2	43		M2	81	
P3	28	28	M3	52	51
P4	20		M4	35	
P5	20		M5	35	
P6	31		M6	54	
P7	43		M7	82	
P8	30	30	M8	54	53
P9	23		M9	37	
P10	23		M10	38	
P11	33		M11	66	
P12	44		M12	86	
P13	32	32	M13	66	65
P14	26		M14	53	
P15	26		M15	54	
P16	45		M16	95	
P17	46		M17	96	
P18	45	44	M18	81	80
P19	42		M19	64	
P20	43		M20	65	
P21	49		M21	91	
P22	49	49	M22	88	88
P23	49		M23	86	

COMUNIDAD : CAUCHI TITIRI 2 (Pairumani)**VARIEDAD : ÑAKAT'OLA**

Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Grandes	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	20		M1	38		G1	72	
P2	26		M2	43		G2	59	
P3	19	19	M3	42	41	G3	64	63
P4	15		M4	41		G4	59	
P5	15		M5	42		G5	60	
P6	31		M6	40		G6	82	
P7	28		M7	43		G7	61	
P8	29	29	M8	44	43	G8	72	71
P9	28		M9	44		G9	70	
P10	29		M10	45		G10	71	
P11	36		M11	41		G11	77	
P12	29		M12	43		G12	70	
P13	34	34	M13	46	45	G13	76	75
P14	35		M14	47		G14	75	
P15	36		M15	48		G15	77	
P16	37		M16	45		G16	78	
P17	38		M17	44		G17	71	
P18	39	38	M18	50	49	G18	79	78
P19	38		M19	53		G19	77	
P20	38		M20	54		G20	78	
P21	39		M21	59		G21	75	
P22	39	39	M22	56	58	G22	83	80
P23	39		M23	59		G23	82	

COMUNIDAD : CAUCHI TITIRI 3 (Iru Centro)**VARIEDAD : ÑAKAT'OLA**

Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Grandes	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	19		M1	38		G1	67	
P2	26		M2	43		G2	58	
P3	22	22	M3	44	43	G3	66	65
P4	21		M4	45		G4	67	
P5	21		M5	46		G5	68	
P6	28		M6	40		G6	75	
P7	28		M7	43		G7	60	
P8	32	32	M8	46	45	G8	74	73
P9	35		M9	48		G9	78	
P10	36		M10	49		G10	79	
P11	33		M11	42		G11	82	
P12	39		M12	43		G12	61	
P13	38	37	M13	48	47	G13	81	80
P14	38		M14	51		G14	87	
P15	38		M15	52		G15	89	
P16	35		M16	45		G16	83	
P17	39		M17	44		G17	62	
P18	39	38	M18	52	51	G18	82	81
P19	38		M19	57		G19	88	
P20	39		M20	58		G20	90	
P21	39		M21	59		G21	70	
P22	39	39	M22	59	59	G22	85	81
P23	39		M23	59		G23	88	

COMUNIDAD : UCHUSUMA**VARIEDAD : SUPUT'OLA**

Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Grandes	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	29		M1	60		G1	100	
P2	43		M2	84		G2	100	
P3	28	28	M3	56	55	G3	100	100
P4	20		M4	53		G4	100	
P5	20		M5	23		G5	100	
P6	39		M6	65		G6	107	
P7	45		M7	86		G7	100	
P8	39	38	M8	61	60	G8	105	104
P9	34		M9	61		G9	103	
P10	34		M10	27		G10	105	
P11	41		M11	76		G11	109	
P12	45		M12	89		G12	100	
P13	41	40	M13	71	70	G13	105	104
P14	36		M14	79		G14	102	
P15	37		M15	35		G15	104	
P16	44		M16	84		G16	108	
P17	46		M17	92		G17	100	
p18	44	43	M18	78	77	G18	106	105
P19	41		M19	92		G19	104	
P20	41		M20	40		G20	106	
P21	49		M21	97		G21	100	
P22	47	48	M22	80	90	G22	100	100
P23	48		M23	93		G23	100	

COMUNIDAD : UCHUSUMA**VARIEDAD : ÑAKAT'OLA**

Pequeños	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Medianos	ALTURA (cm)	Promedio (cm)	Grandes	ALTURA (cm)	Promedio (cm)
P1	15		M1	40		G1	64	
P2	25		M2	40		G2	68	
P3	16	16	M3	40	40	G3	61	60
P4	12		M4	40		G4	53	
P5	12		M5	40		G5	54	
P6	18		M6	46		G6	68	
P7	26		M7	44		G7	69	
P8	19	19	M8	49	48	G8	65	64
P9	16		M9	50		G9	59	
P10	16		M10	51		G10	60	
P11	22		M11	48		G11	70	
P12	26		M12	45		G12	69	
P13	24	24	M13	51	50	G13	67	66
P14	23		M14	53		G14	61	
P15	24		M15	54		G15	62	
P16	26		M16	53		G16	75	
P17	27		M17	56		G17	70	
P18	28	28	M18	56	55	G18	71	70
P19	29		M19	55		G19	67	
P20	29		M20	56		G20	68	
P21	40		M21	40		G21	75	
P22	32	34	M22	40	40	G22	86	80
P23	30		M23	40		G23	79	

A.2 CÁLCULO DE LA BIOMASA DE LOS T'OLARES EN CADA COMUNIDAD.

COMUNIDAD : SAN MARTIN						MUESTRA MATERIA HUMEDA	MUESTRA MATERIA HUMEDA	MATERIA SECA		PESO SECO TALLO (gr)/planta	PESO SECO RAIZ (gr)/planta
MATERIA HUMEDA						PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO TALLO S(gr)	PESO RAIZ (gr)		
	ALTURA (cm)	DIAM. PLANTA (cm)	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO PLANTA TOTAL						
Variedad 1 Suputola											
P1	17	14	34,00	14,62	48,62	30	14,62	18	9	20,40	9,00
P2	23	20	29,50	10,21	39,71	29,5	10,21	16	7	16,00	7,00
P3	31	27	62,00	26,70	88,70	60	30	38	22	39,27	19,58
P4	35	31	70,00	29,52	99,52	60	30	41	19	47,83	18,70
P5	43	38	98,00	30,54	128,54	60	30	35	20	57,17	20,36
PROMEDIO	29,80	26,00	293,50	22,32	81,02	47,90	22,97	29,60	15,40	36,13	14,93
M1	50	52	2287,50	915,01	3202,51	60	30	29	17	1105,63	518,51
M2	70	110	3200,00	1403,00	4603,00	60	30	31	19	1653,33	888,57
M3	78	82	3565,00	1319,05	4884,05	60	30	34	21	2020,17	923,34
M4	80	85	3656,00	1602,89	5258,89	60	30	34	18	2071,73	961,73
M5	97	103	4429,50	1550,32	5979,82	60	30	36	20	2657,70	1033,55
PROMEDIO	75,00	86,40	3427,60	1358,05	4785,65	60	30	32,80	19,00	1901,71	865,14
G1	110	130	4000,00	1720,01	5720,01	60	30	32	19	2133,33	1089,34
G2	118	140	4397,00	1846,74	6243,74	60	30	31	20	2271,78	1231,16
G3	118	142	4438,00	1664,00	6102,00	60	30	31	20	2292,97	1109,33
	122	147	4588,00	1881,00	6469,00	60	30	31	20	2370,47	1254,00
	125	148	4744,37	1945,19	6689,56	60	30	32	20	2530,33	1296,79
PROMEDIO	115,33	137,33	4278,33	1743,58	6021,92	60	30	31,33	19,67	2232,69	1143,28
Variedad 2 Ñakatola											
P1	17	12	12	8	20	12	8	6	5	6,00	5,00
P2	18	17	34	15	49	34	15	21	9	21,00	9,00
P3	20	18	64,4	28,3	92,7	60	28,3	31	16	33,27	16,00
P4	26	23	82,7	61,5	144,2	60	30	35	20	48,24	41,00
P5	31	25	96,2	43	139,2	43	30	25	17	55,93	24,37
PROMEDIO	22,4	19	57,86	31,16	89,02	41,8	22,26	23,6	13,4	32,89	19,07
M1	41	25	179	83,1	262,1	60	30	25	15	74,58	41,55
M2	43	40	120	62	182	60	30	32	19	64,00	39,27
M3	40	27	178	74	252	60	30	30	19	89,00	46,87
M4	50	45	239	82	321	60	30	28	17	111,53	46,47
M5	47	48	244	98	342	60	30	28	17	113,87	55,53
PROMEDIO	44,2	37,0	192,0	79,8	271,8	60,0	30,0	28,6	17,4	90,6	45,9
G1	60	45	180	81	261	60	30	27	16	81,00	43,20
G2	65	49	195	87	282	60	30	30	18	97,50	52,20
G3	68	51	204	85	289	60	30	30	18	102,00	51,00
G4	71	60	205	88	293	60	30	30	18	102,50	52,80
G5	71	40	213	89	302	60	30	32	20	113,60	59,33
PROMEDIO	67,0	49,0	199,4	86,0	285,4	60,0	30,0	29,8	18,0	99,3	51,7

COMUNIDAD : CARACHURO			MATERIA HUMEDA			MUESTRA MATERIA HUMEDA	MUESTRA MATERIA HUMEDA	MATERIA SECA		PESO SECO TALLO	PESO SECO RAIZ
	ALTURA (cm)	DIAM. PLANTA (cm)	PESO TALLOS(gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO PLANTA TOTAL	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO TALLO S(gr)	PESO RAIZ (gr)	(gr)/planta	(gr)/planta
Variedad 1 Suputola											
P1	25	35	200,00	108,00	308,00	30	30	17	18	113,33	64,80
P2	45	50	352,00	147,00	499,00	30	30	20	21	234,67	102,90
P3	46	50	400,00	195,00	595,00	30	30	19	19	253,33	123,50
P4	48	55	550,00	230,00	780,00	30	30	20	19	366,67	145,67
P5	50	46	360,00	155,00	515,00	30	30	21	20	252,00	103,33
PROMEDIO	42,8	47,2	372,4	167	539,4	30	30	19,4	19,4	244	108,04
M1	80	100	2915,00	982,00	3897,00	30	30	18	9	1749,00	294,60
M2	80	120	2716,00	915,01	3631,01	30	30	21	18	1901,20	549,01
M3	85	130	3100,00	2300,00	5400,00	30	30	20	22	2066,67	1686,67
M4	95	145	3200,00	1078,00	4278,00	30	30	19	20	2026,67	718,67
M5	97	120	3537,00	1191,50	4728,50	30	30	22	12	2593,80	476,60
PROMEDIO	87,4	123,0	3093,6	1293,3	4386,9	30,0	30,0	20,0	16,2	2067,5	745,1
G1	110	150	10200,00	4788,00	14988,00	30	30	22	19	7480,00	3032,40
G2	118	180	10650,00	5000,00	15650,00	30	30	20	18	7100,00	3000,00
G3	120	180	11011,00	5065,00	16076,00	30	30	20	18	7340,67	3039,00
G4	122	183	11194,00	5149,00	16343,00	30	30	20	18	7462,67	3089,40
G5	125	280	11470,00	5276,00	16746,00	30	30	21	20	8029,00	3517,33
PROMEDIO	119,0	194,6	10905,0	5055,6	15960,6	30,0	30,0	20,6	18,6	7482,5	3135,6

COMUNIDAD : CAUCHI TITIRI VENTILLA			MATERIA HUMEDA			MUESTRA MATERIA HUMEDA	MUESTRA MATERIA HUMEDA	MATERIA SECA		PESO SECO TALLO	PESO SECO RAIZ
	ALTURA (cm)	DIAM. PLANTA (cm)	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO PLANTA TOTAL	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO TALLO S(gr)	PESO RAIZ (gr)	(gr)/planta	(gr)/planta
Variedad 1 NAKATOLA											
P1	18	20	32,00	19,00	51,00	30	19	18	10,5	19,20	10,50
P2	28	37	68,00	33,00	101,00	30	30	19	20	43,07	22,00
P3	35	30	85,00	48,40	133,40	30	30	17	19	48,17	30,65
P4	38	35	71,00	34,00	105,00	30	30	19	19	44,97	21,53
P5	39	39	76,00	36,00	112,00	30	30	20	20	50,67	24,00
PROMEDIO	31,60	32,20	66,40	34,08	100,48	30,00	27,80	18,60	17,70	41,21	21,74
M1	41	33	585,00	165,00	750,00	30	30	20	19	390,00	104,50
M2	42	50	600,00	216,00	816,00	30	30	18	19	360,00	136,80
M3	42	60	612,00	223,00	835,00	30	30	21	19	428,40	141,23
M4	49	56	795,00	281,00	1076,00	30	30	19	18	503,50	168,60
M5	55	63	815,00	293,40	1108,40	30	30	18	19	489,00	185,82
PROMEDIO	45,80	52,40	681,40	235,68	917,08	30,00	30,00	19,20	18,80	434,18	147,39
Variedad 2 AMAYTOLA											
P1	28	29	63,00	56,00	119,00	30	30	23	15	48,30	28,00
P2	30	30	63,00	54,00	117,00	30	30	25	18	52,50	32,40
P3	32	30	70,00	66,00	136,00	30	30	26	26	60,67	57,20
P4	44	45	317,00	134,00	451,00	30	30	25	22	264,17	98,27
P5	49	40	98,00	89,00	187,00	30	30	23	20	75,13	59,33
PROMEDIO	36,6	34,8	122,2	79,8	202,0	30,0	30,0	24,4	20,2	100,2	55,0
M1	51	49	350,00	140,00	490,00	30	30	22	19	256,67	88,67
M2	53	53	364,00	152,00	516,00	30	30	24	19	291,20	96,27
M3	65	55	371,00	134,00	505,00	30	30	25	21	309,17	93,80
M4	80	59	384,00	192,00	576,00	30	30	24	19	307,20	121,60
M5	88	65	386,00	231,00	617,00	30	30	21	20	270,20	154,00
PROMEDIO	67,4	56,2	371,0	169,8	540,8	30,0	30,0	23,2	19,6	286,9	110,9

COMUNIDAD : CAUCHI TITIRI PAIRUMANI			MATERIA HUMEDA			MUESTRA MATERIA HUMEDA	MUESTRA MATERIA HUMEDA	MATERIA SECA		PESO SECO TALLO	PESO SECO RAIZ
	ALTURA (cm)	DIAM. PLANTA (cm)	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO PLANTA TOTAL	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO TALLO S(gr)	PESO RAIZ (gr)	(gr)/planta	(gr)/planta
Variedad 1 ÑAKAT'ULA											
P1	19	25	40,00	35,00	75,00	30	30	19	17	25,33	19,83
P2	29	39	67,00	35,00	102,00	30	30	18	19	40,20	22,17
P3	34	32	86,00	50,00	136,00	30	30	18	17	51,60	28,33
P4	38	36	74,00	37,00	111,00	30	30	19	17	46,87	20,97
P5	39	40	76,00	37,00	113,00	30	30	22	20	55,73	24,67
PROMEDIO	32	34	69	39	107	30	30	19	18	44	23
M1	41	60	621,00	223,00	844,00	30	30	23	19	476,10	141,23
M2	43	53	605,00	220,00	825,00	30	30	21	19	423,50	139,33
M3	45	41	591,00	171,00	762,00	30	30	20	17	394,00	96,90
M4	49	65	795,00	283,00	1078,00	30	30	20	17	530,00	160,37
M5	58	68	825,00	298,00	1123,00	30	30	21	19	577,50	188,73
PROMEDIO	47,2	57,4	687,4	239	926,4	30	30	21	18,2	480,22	145,31
G1	63	73	886	320	1206,00	30	30	21	18	620,20	192,00
G2	71	83	1007	364	1371,00	30	30	20	19	671,33	230,53
G3	75	79	1063	384	1447,00	30	30	18	21	637,80	268,80
G4	78	78	1106	442	1548,00	30	30	20	20	737,33	294,67
G5	80	93	1128	407	1535,00	30	30	18	19	676,80	257,77
PROMEDIO	73	81	1038	383	1421	30	30	19	19	669	249

COMUNIDAD : CAUCHI TITIRI IRU CENTRO			MATERIA HUMEDA			MUESTRA MATERIA HUMEDA	MUESTRA MATERIA HUMEDA	MATERIA SECA		PESO SECO TALLO (gr)/planta	PESO SECO RAIZ (gr)/planta
	ALTURA (cm)	DIAM. PLANTA (cm)	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO PLANTA TOTAL	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO TALLO S(gr)	PESO RAIZ (gr)		
Variedad 1 NAKAT'ULA											
P1	22	27	45,00	39,00	84,00	30	30	19	17	28,50	22,10
P2	32	41	72,00	39,00	111,00	30	30	18	19	43,20	24,70
P3	37	34	91,00	54,00	145,00	30	30	18	17	54,60	30,60
P4	38	38	79,00	41,00	120,00	30	30	19	17	50,03	23,23
P5	39	42	81,00	41,00	122,00	30	30	22	20	59,40	27,33
PROMEDIO	34	36	74	43	116	30	30	19	18	47	26
M1	43	62	626,00	227,00	853,00	30	30	23	19	479,93	143,77
M2	45	55	610,00	224,00	834,00	30	30	21	19	427,00	141,87
M3	47	43	596,00	175,00	771,00	30	30	20	17	397,33	99,17
M4	51	67	800,00	287,00	1087,00	30	30	20	17	533,33	162,63
M5	59	70	830,00	302,00	1132,00	30	30	21	19	581,00	191,27
PROMEDIO	49	59,4	692,4	243	935,4	30	30	21	18,2	483,72	147,74
G1	65	75	891	324	1215,00	30	30	21	18	623,70	194,40
G2	73	85	1012	368	1380,00	30	30	20	21	674,67	257,60
G3	80	90	1119	405	1524,00	30	30	19	20	708,70	270,00
G4	81	95	1133	411	1544,00	30	30	17	19	642,03	260,30
G5	81	92	1121	407	1528,00	30	30	19	17	709,97	230,63
PROMEDIO	73	83	1007	366	1373	30	30	20	20	669	241

COMUNIDAD : HUCHUSUMA						MUESTRA MATERIA HUMEDA	MUESTRA MATERIA HUMEDA	MATERIA SECA		PESO SECO TALLO	PESO SECO RAIZ
	ALTURA (cm)	DIAM. PLANTA (cm)	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO PLANTA TOTAL	PESO TALLOS (gr)	PESO RAIZ (gr)	PESO TALLO S(gr)	PESO RAIZ (gr)	(gr)/planta	(gr)/planta
Variedad 1 Suputola											
P1	28	40	233,30	98,00	331,30	30	30	20	20	155,53	65,33
P2	38	28	295,00	118,00	413,00	30	30	20	17	196,67	66,87
P3	40	50	285,70	117,10	402,80	30	30	22	18	209,51	70,26
P4	43	80	307,10	126,00	433,10	30	30	19	19	194,50	79,80
P5	48	80	342,80	145,00	487,80	30	30	22	19	251,39	91,83
PROMEDIO	39,40	55,60	292,78	120,82	413,60	30,00	30,00	20,60	18,60	201,52	74,82
M1	55	95	1911,20	1032,05	2943,25	30	30	20	19	1274,13	653,63
M2	60	94	2085,00	1563,00	3648,00	30	30	21	18	1459,50	937,80
M3	70	90	2432,50	1337,88	3770,38	30	30	17	20	1378,42	891,92
M4	77	80	2675,75	1605,45	4281,20	30	30	19	19	1694,64	1016,79
M5	90	110	3127,50	1251,00	4378,50	30	30	18	22	1876,50	917,40
PROMEDIO	70,40	93,80	2446,39	1357,88	3804,27	30,00	30,00	19,00	19,60	1536,64	883,51
G1	100	170	3000,00	1320,00	4320,00	30	30	22	19	2200,00	836,00
G2	100	165	3005,00	1352,20	4357,20	30	30	18	17	1803,00	766,25
G3	104	170	3355,00	1378,80	4733,80	30	30	22	19	2460,33	873,24
G4	104	150	3125,00	1375,00	4500,00	30	30	19	19	1979,17	870,83
G5	105	180	3205,00	1282,00	4487,00	30	30	20	20	2136,67	854,67
PROMEDIO	102,60	167,00	3138,00	1341,60	4479,60	30,00	30,00	20,20	18,80	2115,83	840,20
Variedad 2 Nakatola											
P1	16	20	34,00	22,00	56,00	30	30	19	19	21,53	13,93
P2	19	15	40,00	26,00	66,00	30	30	19	22	25,33	19,07
P3	24	23	52,00	31,50	83,50	30	30	20	19	34,67	19,95
P4	28	59	60,00	30,00	90,00	30	30	19	17	38,00	17,00
P5	34	65	73,00	34,00	107,00	30	30	20	18	48,67	20,40
PROMEDIO	24,20	36,40	51,80	28,70	80,50	30,00	30,00	19,40	19,00	33,64	18,07
M1	40	63	617,00	222,00	839,00	30	30	28	17	575,87	125,80
M2	40	50	600,00	215,80	815,80	30	30	25	15	500,00	107,90
M3	48	65	632,00	227,30	859,30	30	30	27	16	568,80	121,23
M4	50	58	811,00	291,80	1102,80	30	30	32	19	865,07	184,81
M5	55	59	724,00	290,00	1014,00	30	30	27	16	651,60	154,67
PROMEDIO	46,60	59,00	676,80	249,38	926,18	30,00	30,00	27,80	16,60	632,27	138,88
G1	60	100	972,30	349,80	1322,10	30	30	21	20	680,61	233,20
G2	64	115	1037,00	373,00	1410,00	30	30	19	19	656,77	236,23
G3	66	110	1069,50	384,80	1454,30	30	30	21	20	748,65	256,53
G4	70	122	1134,00	408,00	1542,00	30	30	19	17	718,20	231,20
G5	80	120	1296,00	466,30	1762,30	30	30	20	22	864,00	341,95
PROMEDIO	68,00	113,40	1101,76	396,38	1498,14	30,00	30,00	20,00	19,60	733,65	259,82

A.3 CALCULO DE CANTIDAD DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) ABSORBIDO Y CARBONO (C) ACUMULADO POR LOS TÓLARES EN SEIS COMUNIDADES.

COMUNIDAD SAN MARTIN, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	58,70	36,13	17,24	63,25	39,15	47,70	18,93	0,19	69,47	0,69	1,098
MEDIANO	3427,60	1901,71	907,12	3329,12	45,33	47,70	152,49	1,52	559,62	5,60	0,168
GRANDE	4278,33	2232,69	1065,00	3908,53	47,78	47,70	43,13	0,43	158,30	1,58	0,041
TOTAL	7764,63	4170,54	1989,35	7300,90	132,26	47,70	214,55	2,15	787,39	7,87	

COMUNIDAD SAN MARTIN, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD	
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2	
PEQUEÑO	22,32	14,93	7,12	26,13	33,31	47,70	7,82	0,08	28,70	0,29	1,098	
MEDIANO	1358,05	865,14	412,67	1514,50	36,67	47,70	69,37	0,69	254,59	2,55	0,168	
GRANDE	1743,58	1143,28	545,34	2001,41	34,44	47,70	22,09	0,22	81,06	0,81	0,041	
TOTAL	3123,96	2023,34	965,13	3542,04	104,42	47,70	99,28	0,99	364,34	3,64		
TOTAL CO2								3,14	11,52			

COMUNIDAD SAN MARTIN, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	57,86	32,89	15,69	57,58	44,02	47,70	23,43	0,23	85,98	0,86	1,49
MEDIANO	159,00	75,86	36,19	132,80	51,67	47,70	19,98	0,20	73,32	0,73	0,55
GRANDE	75,00	35,70	17,03	62,50	21,00	47,70	3,40	0,03	12,48	0,12	0,20
TOTAL	291,86	144,45	68,90	252,87	116,69	47,70	46,81	0,47	1,72		

COMUNIDAD SAN MARTIN, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/ m ²	T/ha	g/ m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	31,16	19,07	9,10	33,39	39,53	47,70	13,59	0,14	49,86	0,50	1,49
MEDIANO	73,03	42,56	20,30	74,51	41,11	47,70	11,21	0,11	41,14	0,41	0,55
GRANDE	84,00	47,70	22,75	83,50	43,33	47,70	4,54	0,05	16,68	0,17	0,20
TOTAL	188,19	109,33	52,15	191,40	123,97	47,70	29,34	0,29	107,67	1,08	
TOTAL CO₂								0,76	2,79		

COMUNIDAD CARACHURO, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/ m ²	T/ha	g/ m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	372,40	244,00	116,39	427,14	34,48	47,70	94,57	0,95	347,05	3,47	0,81
MEDIANO	3093,60	2067,47	986,18	3619,29	33,17	47,70	148,91	1,49	546,51	5,47	0,15
GRANDE	10620,33	7306,89	3485,39	12791,37	31,20	47,70	124,78	1,25	457,93	4,58	0,04
TOTAL							368,26	3,68		13,51	

COMUNIDAD CARACHURO, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO ₂	TOTAL CO ₂	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO ₂ / planta	%	% PS	g/ m ²	T/ha	g/ m ²	T/ha	Plantas/m ²
PEQUEÑO	167,00	108,04	51,54	189,13	35,33	47,70	41,87	0,42	153,67	1,54	0,81
MEDIANO	1293,30	745,11	355,42	1304,38	46,00	47,70	53,67	0,54	196,96	1,97	0,15
GRANDE	5055,60	3135,63	1495,69	5489,20	38,00	47,70	53,55	0,54	196,51	1,97	0,04
TOTAL							149,09	1,49		5,47	
TOTAL CO₂								517,34	5,17	18,99	

COMUNIDAD CAUCHI TITIRI VENTILLA, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/m2	T/ha	g/m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	66,40	41,21	19,66	72,15	37,93	47,70	30,44	0,30	111,72	1,12	1,5485
MEDIANO	681,40	434,18	207,10	760,07	36,28	47,70	59,46	0,59	218,22	2,18	0,2871
GRANDE											
TOTAL	747,80	475,39	226,76	832,22	74,21	47,70	89,90	0,90	329,94	3,30	

COMUNIDAD CAUCHI TITIRI VENTILLA, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD	
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/m2	T/ha	g/m2	T/ha	Plantas/m2	
PEQUEÑO	34,08	21,74	10,37	38,05	36,95	47,70	15,02	0,15	55,12	0,55	1,4485	
MEDIANO	235,68	147,39	70,31	258,02	37,33	47,70	34,25	0,34	125,68	1,26	0,4871	
GRANDE												
TOTAL	269,76	169,13	80,67	296,07	74,28	47,70	49,26	0,49	180,80	1,81		
TOTAL CO2								1,39	5,11			

COMUNIDAD CAUCHI TITIRI VENTILLA, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Amamayt'ola)

AMAMAYT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/m2	T/ha	g/m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	122,20	100,15	47,77	175,33	18,67	47,70	16,65	0,17	61,10	0,61	0,3485
MEDIANO	371,00	286,89	136,84	502,22	22,67	47,70	10,77	0,11	39,52	0,40	0,0787
GRANDE											
TOTAL	493,20	387,04	184,62	677,55	41,33	47,70	27,42	0,27	100,63	1,01	

COMUNIDAD CAUCHI TITIRI VENTILLA, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Amamayt'ola)

AMAMAYT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD	
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2	
PEQUEÑO	79,80	55,04	26,25	96,35	32,67	47,70	9,15	0,09	33,58	0,34	0,3485	
MEDIANO	169,80	110,87	52,88	194,08	34,67	47,70	4,16	0,04	15,27	0,15	0,0787	
GRANDE												
TOTAL	249,60	165,91	79,14	290,43	67,33	47,70	13,31	0,13	48,85	0,49		
TOTAL CO2								0,41	1,49			

COMUNIDAD CAUCHI TITIRI PAIRUMANI, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	68,60	43,95	20,96	76,93	35,94	47,70	24,21	0,24	88,86	0,89	1,1551
MEDIANO	687,40	480,22	229,06	840,67	30,14	47,70	34,59	0,35	126,94	1,27	0,1510
GRANDE	985,33	643,11	306,76	1125,82	34,73	47,70	10,98	0,11	40,30	0,40	0,0358
TOTAL								0,70		2,56	

COMUNIDAD CAUCHI TITIRI PAIRUMANI, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD	
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2	
PEQUEÑO	38,80	23,19	11,06	40,60	40,22	47,70	14,99	0,15	55,02	0,55	1,3551	
MEDIANO	239,00	145,31	69,31	254,38	39,20	47,70	27,10	0,27	99,46	0,99	0,3910	
GRANDE	356,00	230,44	109,92	403,41	35,27	47,70	8,33	0,08	30,58	0,31	0,0758	
TOTAL							50,43	0,50		1,85		
TOTAL CO2								1,20	4,41			

COMUNIDAD CAUCHI TITIRI IRU CENTRO, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	73,60	47,15	22,49	82,53	35,94	47,70	32,72	0,33	120,10	1,20	1,4551
MEDIANO	692,40	483,72	230,73	846,80	30,14	47,70	67,14	0,67	246,42	2,46	0,2910
GRANDE	1007,33	669,02	319,12	1171,18	33,58	47,70	27,38	0,27	100,49	1,00	0,0858
TOTAL								1,27		4,67	

COMUNIDAD CAUCHI TITIRI IRU CENTRO, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (Variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	42,80	25,59	12,21	44,80	40,20	47,70	17,76	0,18	65,19	0,65	1,4551
MEDIANO	243,00	147,74	70,47	258,63	39,20	47,70	20,51	0,21	75,26	0,75	0,2910
GRANDE	365,67	240,67	114,80	421,31	34,18	47,70	9,85	0,10	36,15	0,36	0,0858
TOTAL							48,12	0,48		1,77	
TOTAL CO2								1,75		6,44	

COMUNIDAD UCHUSUMA, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (variedad Suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/ m2	T/ha	g/ m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	292,78	201,52	96,12	352,78	31,33	47,70	49,22	0,49	180,62	1,81	0,512
MEDIANO	2446,39	1536,64	732,98	2690,02	36,67	47,70	71,98	0,72	264,16	2,64	0,098
GRANDE	3138,00	2115,83	1009,25	3703,96	32,67	47,70	21,30	0,21	78,15	0,78	0,021
TOTAL	5877,17	3853,99	1838,35	6746,76	100,67	47,70	142,49	1,42	522,94	5,23	

COMUNIDAD UCHUSUMA, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa Subterránea (variedad suput'ola)

SUPUT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/m2	T/ha	g/m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	120,82	74,82	35,69	130,98	38,00	47,70	18,27	0,18	67,06	0,67	0,512
MEDIANO	1357,88	883,51	421,43	1546,66	34,67	47,70	41,38	0,41	151,88	1,52	0,098
GRANDE	1341,60	840,20	400,77	1470,84	37,33	47,70	8,46	0,08	31,03	0,31	0,021
TOTAL	2820,30	1798,52	857,90	3148,48	110,00	47,70	68,11	0,68	249,98	2,50	
TOTAL CO2								2,11	7,73		

COMUNIDAD UCHUSUMA, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa aérea (variedad Ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/m2	T/ha	g/m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	51,80	18,07	8,62	31,63	63,34	47,70	7,35	0,07	26,96	0,27	0,85
MEDIANO	676,80	632,27	301,59	1106,84	7,33	47,70	45,87	0,46	168,35	1,68	0,15
GRANDE	1101,76	733,65	349,95	1284,31	33,33	47,70	15,82	0,16	58,05	0,58	0,05
TOTAL	1830,36	1383,98	660,16	2422,79	104,01	47,70	69,04	0,69	253,36	2,53	

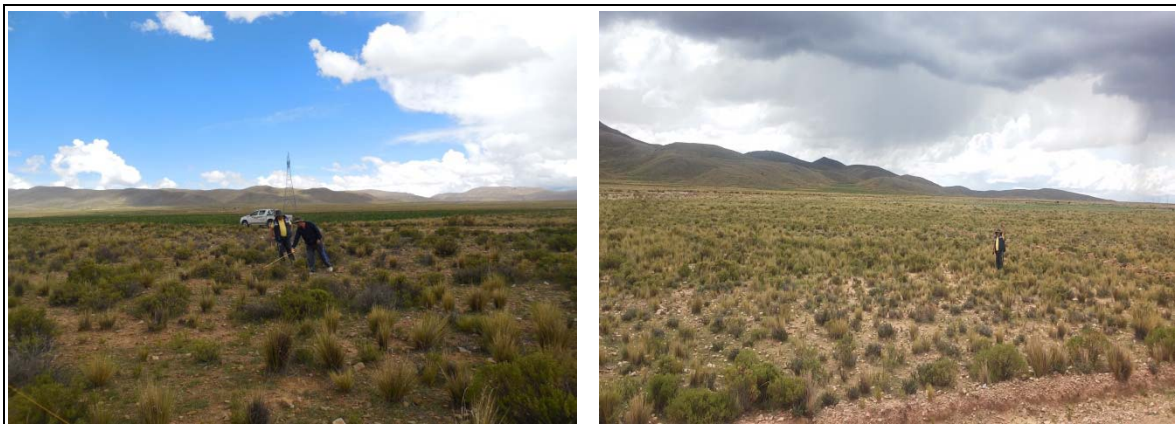
COMUNIDAD UCHUSUMA, Carbono (C) total acumulado y dióxido de carbono (CO₂) absorbido en la biomasa subterránea (variedad ñakat'ola)

ÑAKAT'OLA	PESO HUMEDO	PESO SECO	TOTAL PLANTA		% HUMEDAD	% C	TOTAL C	TOTAL C	TOTAL CO2	TOTAL CO2	DENSIDAD
	g / planta	g / planta	g C / planta	g CO2 / planta	%	% PS	g/m2	T/ha	g/m2	T/ha	Plantas/m2
PEQUEÑO	28,70	18,07	8,62	31,63	36,67	47,70	7,35	0,07	26,96	0,27	0,85
MEDIANO	676,80	138,88	64,36	236,21	79,91	47,70	9,79	0,10	35,93	0,36	0,15
GRANDE	1101,76	259,82	123,94	454,85	76,50	47,70	5,60	0,06	20,56	0,21	0,05
TOTAL	1807,26	416,77	196,92	722,69	193,08	47,70	22,74	0,23	83,45	0,83	
TOTAL CO2								0,92	3,37		

A.4 REPORTE FOTOGRAFICO



Coordinación con las autoridades de las comunidades



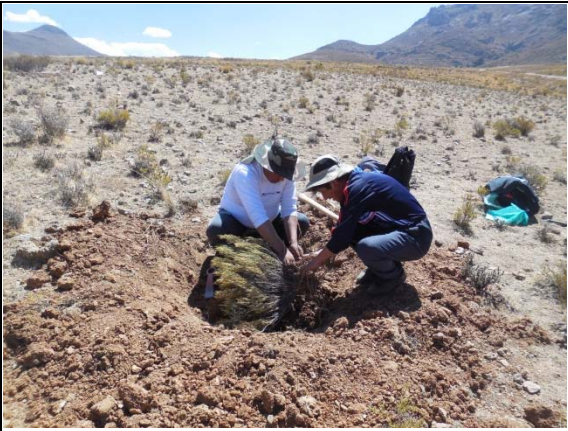
Se realizó una prospección del área de investigación y obtención de datos de campo.



Identificación de Tres variedades de t'olas predominantes en la región de estudio



Se realizó la obtención de datos de campo "comunidad de Huchusuma"



Se realizó la extracción de los tolares biomasa aérea y subterránea en campo



Se realizó la extracción de los tolares biomasa aérea y subterránea en campo



Datos de cálculo de biomasa aérea y subterráneo de tólas en campo



Secado hasta peso constante de las muestras de tólas en la mufla en laboratorio



Datos de cálculo de biomasa aérea y subterráneo de tólas en laboratorio

