

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE ORÉGANO
(*Origanum vulgare L.*) EN EL DISTRITO DE TARATA PROVINCIA DE
TARATA - TACNA**

Tesis

Presentado por

Bach. José Luis Arias Calizaya

Para optar el título profesional de

Ingeniero Agrónomo

Tacna – Perú

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

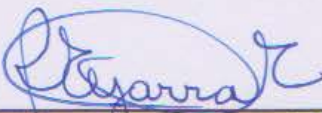
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE ORÉGANO
(*Origanum vulgare L.*) EN EL DISTRITO DE TARATA PROVINCIA
DE TARATA – TACNA

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 12 DE ENERO DEL 2012,
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE:



Dra. Rosario Zegarra Zegarra

SECRETARIA:



MSc. Nelly Arévalo Solsol

VOCAL:



MSc. Magno Santos Robles Tello

ASESOR:



MSc. Nivardo Núñez Torreblanca

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios porque me dio la fuerza suficiente para seguir adelante en mi afán de superación, y al ser más importante de mi vida quien estuvo en los momentos más difíciles que he pasado, con amor a mis padres y hermanos quien en todo momento estuvieron presentes brindándome su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	01
	Objetivos	03
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	04
2.1.	Antecedentes	04
2.1.1.	Determinación de la cédula de cultivo del distrito de Tarata.	05
2.1.1.1.	Cédula de cultivo actual	06
2.2.	Condiciones agrológicas para el cultivo del orégano.	08
2.2.1.	Clima	08
2.2.2.	Suelo	09
2.2.3.	Agua	11
2.3.	Variedades de orégano	12
2.4.	Zonificación agroecológica	13
2.4.1.	Definición de unidades para la zonificación agroecológica	14
2.4.2.	Grupos de actividades de zonificación agroecológica	16
2.4.3.	Unidades cartográficas	17

2.4.4.	El suelo como un recurso natural	18
2.4.5.	Uso de la tierra	18
2.4.6.	Importancia de la clasificación de las tierras.	19
2.5.	Descripción de las unidades de uso de tierras	19
2.5.1.	Centros poblados e instalaciones industriales y pecuarias	19
2.5.2.	Cultivo de hortalizas (Intensivo)	21
2.5.3	Árboles y otros cultivos permanentes	23
2.5.4.	Tierras con cultivos anuales	23
2.5.5.	Praderas mejoradas permanentes	24
2.5.6.	Praderas no mejoradas	24
2.5.6.1.	Tierras con vegetación natural (Tolar-Pajonal)	24
2.5.7.	Tierras boscosas	25
2.5.8.	Pantanos y ciénagas	26
2.5.9.	Tierras sin uso y/o improductivas	27
2.6.	Modelamiento espacial geográfico	30
2.7.	Proyectos de zonificación	30
III.	MATERIALES Y METODOS	32
3.1.	Características del área de estudio	32

3.2.	Características de los suelos del distrito de Tarata	32
3.2.1.	Geología.	34
3.2.2.	Fisiografía.	35
3.3.	Climatología.	36
3.3.1.	Evaluación climatológica.	37
3.3.1.1.	Precipitación.	38
3.3.1.2.	Temperatura.	38
3.3.1.3.	Humedad relativa.	40
3.3.1.4.	Insolación. (hs)	41
3.3.1.5.	Hidrografía.	41
3.4.	Calidad de agua	42
3.5.	Material temático	42
3.6.	Materiales y equipos	43
IV.	METODOLOGÍA	45
4.1.	Fase preliminar de gabinete.	45
4.2.	Fase de campo.	46
4.3.	Mapeo sistemático y recolección de muestras	46
4.4.	Fase de laboratorio.	48

4.5.	Los métodos utilizados por el laboratorio de aguas y suelos de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno	49
4.6.	Fase final de gabinete.	50
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
5.1.	Zonificación agroecológica del orégano	52
5.2.	Análisis del mapa de zonificación agroecológica del cultivo de orégano (<i>Origanum vulgare L.</i>)	55
VI.	CONCLUSIONES	59
VII.	RECOMENDACIONES	61
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	63
IX.	ANEXOS	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Superficie agrícola total, bajo riego	06
Cuadro 2: Cédula de cultivo en la situación actual	07
Cuadro 3: Características de las variedades de orégano	12
Cuadro 4: Determinantes utilizados para la zonificación	14
Cuadro 5: Serie histórica de datos climatológicos del distrito de Tarata (1980 – 2010).	37
Cuadro 6: Materiales y quipos	43
Cuadro 7: Coordenadas de muestreo	48
Cuadro 8: Rango de potencialidades y limitaciones para el cultivo de Orégano en el distrito de Tarata	54
Cuadro 13: Rango de potencialidades y limitaciones para el cultivo de orégano en el distrito de Tarata. (Año 2011)	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Datos de temperatura del distrito de Tarata	39
Gráfico 2: Datos de humedad relativa del distrito de Tarata	40

RESUMEN

La finalidad del presente estudio es construir una herramienta de modelamiento y gestión de datos (sobre la base de un SIG) que permita la integración de los componentes ambientales (sub modelos cartográficos) tales como el físico-geográfico, el climático, el edafológico y el hídrico mediante el uso de cuatro sub-modelos cartográficos. Esto con la finalidad de realizar una zonificación agroecológica que delimita áreas con aptitud agroecológica para el cultivo de orégano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, Departamento de Tacna.

Los resultados obtenidos en el presente estudio determinaron áreas para el cultivo de orégano (*Origanum vulgare L.*), con diferentes grados de adaptación. Ello brinda una orientación espacial sobre las expectativas de producción de los cultivos en función a variables de clima, suelo, agua, altitud y pendiente, determinando zonas similares que cumplen condiciones y exigencias iniciales del cultivo mencionado. Esta estrategia de modelamiento permitió apreciar restricciones y potencialidades, obteniendo resultados que mantienen una concordancia con la realidad.

Es importante mencionar que en todas las etapas desarrolladas se involucra a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en todo un proceso de análisis espacial mediante el uso de la geoestadística. Esta zonificación agroecológica se realizó mediante un procedimiento muy avanzado de modelamiento teórico-cartográfico ejecutado con el instrumento SIG, Model Builder. Éste vínculo del SIG en el análisis espacial permitió identificar los espacios agrícolas de acuerdo a las potencialidades y limitaciones de los lugares, para finalmente caracterizar zonas estratégicas para la producción óptima de uno de los principales cultivos de la Región Tacna.

I. INTRODUCCIÓN

Las áreas sembradas de orégano en el distrito de Tarata, ocupan suelos de topografía variada desde laderas con mucha pendiente (andenes) hasta zonas llanas. Estas características no limitan en lo fundamental el desarrollo del cultivo, que dada su fisiología, presenta un poder de adaptación a las condiciones ecológicas de estas zonas.

La selección y evaluación del potencial agroecológico del cultivo de *orégano (Origanum vulgare L.)* obedece a la forma en que influye en la estructuración de una región, por constituir una especie de alto valor económico y su significativa proyección en la economía nacional, tanto en la actualidad como en su desarrollo prospectivo y por ocupar extensos espacios en condiciones físico-geográficas muy complejas. Para determinar las condiciones favorables de la especie *Origanum vulgare L.* en un lugar determinado el trabajo de zonificación agroecológica es indispensable analizar las condiciones edafoclimáticas y de relieve que influyen en el cultivo del orégano y el territorio de estudio.

Uno de los problemas fundamentales que se plantean para la consolidación de la economía oreganera del distrito de Tarata es la

subutilización de los potenciales naturales. Por otra parte, investigaciones realizadas (Gobierno regional Tacna - zonificación económica y ecológica) muestran que en la actualidad muchas de las zonas ocupadas por el cultivo del orégano, sobre todo las tradicionales se corresponden con condiciones naturales poco favorables para este cultivo, mientras existen áreas que a pesar de su alto potencial no son utilizadas.

Se decidió determinar que factores agroecológicos son importantes para la obtención de óptimos rendimientos en el cultivo, zonificar agroecológicamente el *Origanum vulgare L.* teniendo en cuenta sus requerimientos agroecológicos y las características de la zona de estudio que en este caso se refiere a la zona del distrito de Tarata y obtener las zonas de potencial agroecológicos mediante el empleo de un SIG.

Por lo tanto, la zonificación agroecológica del cultivo del orégano representa un reto, razón por la cual planteamos los siguientes objetivos:

OBJETIVOS:

- Zonificar agroecológicamente el cultivo del orégano en el distrito de Tarata, utilizando como referencia la metodología de la FAO (Organización para la alimentación y la agricultura).
- Caracterizar el área agrícola del distrito de Tarata con potencial para el cultivo del orégano en diferentes zonas agroecológicas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES

En el distrito de Tarata no se conoce con exactitud las potencialidades y limitaciones de los suelos. Aquí existen terrenos con disponibilidad agrícola que no se explotan debido a la falta de ordenamiento de sus recursos suelo. Existe una evidencia a la simple observación de la realidad, como el mal uso de tierras agrícolas y los que no son agrícolas; esto se agrava mas por la falta de información de suelos y su capacidad de uso para su explotación.

Por otra parte estudios realizados por el Gobierno regional de Tacna en el año 2008 – Zonificación económica ecológica (ZEE), muestran que en la actualidad muchas de las zonas ocupadas por el cultivo de orégano, sobre todo las tradicionales se corresponden con condiciones naturales poco favorables para este cultivo, mientras que existen áreas que a pesar de su alto potencial no son utilizadas. La selección y evaluación del potencial agroecológico del cultivo de *Origanum vulgare L.* es importante en el distrito de Tarata ya que

obedece en la forma en que influye en la estructuración y ordenamiento de las áreas de cultivo de orégano del distrito de Tarata. Conocer la cedula de cultivos del distrito de Tarata nos ayudara a zonificar de una mejor manera el cultivo del orégano.

2.1.1. Determinación de la cédula de cultivo del distrito de Tarata.

La superficie destinada a la producción agrícola bajo riego en la actualidad entre las comisiones de regantes en total es de 1 464 há, el área está compuesta de la siguiente manera; comisión de regantes de Lupaja 919 há, comisión de regantes Yunga 545 há,. Quedando disponible un área por recuperar, que en la actualidad no se irriga 29 há. La parte critica lo lleva la Comisión de Regantes de Lupaja, porque existe potencialmente mayor oportunidad de incrementar suelos para cultivos agrícolas. Los terrenos correspondientes a estas Comisiones de Regantes presentan una topografía desuniforme cuya pendiente promedio es 5 a 11 %, según su clasificación de uso son terrenos aptos para el desarrollo de la agricultura, para cédulas de cultivos resistentes a las condiciones climatológicos de esta altitud.

CUADRO 01: Superficie agrícola total, bajo riego

Comisión de Regantes	AREA TOTAL (há)	BAJO RIEGO (há).
Lupaja	944	919
Yunga	549	545
TOTAL	1 494	1 464

Fuente: Padrón de usuarios del sub-distrito de Tarata (2 010)

Los Pobladores de la comisión de regantes de Lupaja, Yunga, tienen como principal actividad el desarrollo de la agricultura, cuyos sembríos están compuestos por cultivos de; alfalfa; maíz, papa, haba, ajo, orégano, y frutales (otros).

2.1.1.1. Cédula de cultivo actual

La cédula de cultivo de la situación actual en la zona se tiene alfalfa, maíz, papa, haba, ajo, orégano y frutas, conducidas en 1464 há. bajo riego, en las dos comisiones de regantes se aplica el riego a gravedad el 100 %, según los reportes de la junta de usuarios de Tarata. Ver cuadro 02.

CUADRO 02: Cédula de cultivo en la situación actual

CÉDULA DE CULTIVO	Comisión de Regantes Lupaja (ha)	Comisión de Regantes Yunga(ha)	TOTAL (ha)
Alfalfa	292	162	454
Maíz amiláceo	222	131	354
Papa	138	81	220
Orégano	116	74	191
Maíz choclo	111	60	171
Haba GV	38	22	61
Ajo	0	0,87	0,87
Frutales	0	10	10
Total	919	545	1 464

Fuente: Administración técnica de riego Locumba – Sama (2 010)

El área bajo riego se encuentra distribuida de la siguiente manera; para la comisión de regantes de Lupaja con el 63,23 %, comisión de regantes de Yunga con el 36,77 %.

Desde el punto de vista de las cédulas cultivo de todas comisiones de regantes involucradas tienen la siguiente distribución con el 31,04 % para el cultivo de alfalfa, el 24,17 % de maíz amiláceo, 11,71 % de maíz choclo, el 15,02 % con el cultivo de papa, el 4,20 % con haba, el 0,06 % con cultivo de ajo, el 13,05 % con el cultivo de orégano, los frutales y otros cultivos representan el 0.74 % del área bajo riego actual.

2.2. CONDICIONES AGROLÓGICAS PARA EL CULTIVO DEL ORÉGANO.

2.2.1. Clima

El clima es una condición a tener muy en cuenta en el cultivo del orégano, a pesar de ser una planta resistente al frío y soportar inclusive temperaturas cercanas a cero grados °C. Habita en lugares con altitudes que van desde 0 a 3 500 m.s.n.m. pero se consiguen rendimientos satisfactorios en alturas comprendidas entre los 2 400 m.s.n.m. y 3 300 m.s.n.m. donde concentra mayor cantidad y calidad de aceites esenciales. Indudablemente el clima preferido es el templado con alta luminosidad.

En zonas ubicadas a alturas superiores a los 3 300 m.s.n.m., el cultivo sufre alteraciones fisiológicas, las heladas (Mayo - Julio) dañan el desarrollo foliar de la planta ocasionándole en muchos casos la muerte total o parcial. En altitudes menores de 2 400 m.s.n.m., la planta se va comportando en forma rastrera, las hojas cambian a color verde amarillenta, con ramificación poca densa y tallos sinuosos.

La temperatura máxima permisible para su cultivo oscila entre los 17 y 20 °C y la mínima varia entre los 2 y 6 °C, siendo la optima de 12 a 16 °C dependiendo del estado vegetativo de la planta. La presencia de humedad relativa de un rango de 60 – 65 % origina que las plantas adquieran un mejor desarrollo vegetativo en menos tiempo, condición que se adquiere en temporadas de lluvias.

El orégano es una planta tolerante al frio, las altitudes mas apropiadas para su cultivo están comprendidas entre los 2 500 a 3 500 m.s.n.m. en zonas con altitudes superiores o inferiores a estas, el cultivo sufre alteraciones en su desarrollo en su desarrollo. En zonas con altitudes mayores a 3 500 m.s.n.m., en los meses de mayo a agosto se presentan heladas que dañan el desarrollo de las plantas, ocasionando la muerte total o parcial de la planta. **(10)**.

2.2.2. Suelo

El suelo en el orégano desempeña un doble papel, el primero de ellos esta referido al soporte de su estructura vegetal cumpliendo las condiciones de estabilidad, aireación y permeabilidad; y el segundo como despensa ya que el suelo contiene o debe contener las sustancias minerales necesarias para la nutrición del orégano.

Tradicionalmente reconocemos que el orégano se adapta mejor en aquellos suelos francos o franco – arenosos (longevidad mayor a 10 años), produciendo mejor que en cualquier otra condición de cultivo; esta cualidad es debido a que la producción la evaluamos en función a la cosecha de hojas, ramas e inflorescencias que necesariamente dependen del sistema radicular. El cual debe de tener las mejores condiciones para un buen desarrollo y obtener mayores beneficios. En suelos arcillosos su vida se reduce a 5 años, con una producción comercial óptima.

El suelo es poco exigente a la naturaleza del suelo, prefiere tierras de mediana consistencia pedregosos – arenosos, poco profundos y ricos en materia orgánica, con un pH cercano a 7. La existencia de materia orgánica en el suelo es otro factor de importancia, en suelos ricos desarrolla mejor que en suelos pobres, igualmente la salinidad y humedad excesiva y continua en el suelo influyen negativamente en el prendimiento, siendo necesarios en estos casos, antes de la instalación, corregir por drenaje. El orégano se adapta a suelos de topografía variada desde ladera con mucha pendiente (andenes) hasta zonas llanas. **(22)**.

2.2.3. Agua

El agua es principal factor limitante en la agricultura. Además de su papel fundamental como componente de la materia vegetal (80 a 90 %), es indispensable para el mecanismo de utilización de abonos; el orégano no absorbe los elementos nutritivos mas que en solución o disueltos, por lo que mucha veces puede restringir las posibilidades de alimentación de la planta si existe en el suelo en cantidad insuficiente.

El suelo es considerado como un reservorio de agua, a medida que las plantas lo utilizan, la disponibilidad disminuye. Su contenido en un suelo es principalmente el resultado de la interacción de dos componentes: las partículas de arcilla y la materia orgánica humificada; la capacidad de un suelo para almacenarla dependerá de la profundidad y porosidad del mismo (arenoso o arcilloso); teniendo mayor capacidad los suelos profundos. **(23)**.

El agua es utilizada progresivamente por el orégano para su transpiración y la constitución de sus tejidos, mientras que cierta capacidad se evapora de la superficie del suelo, de aquí la noción de evotranspiración. El orégano desarrolla muy bien en presencia de agua dulce sin elementos pesados, la presencia de azufre y/o boro impide su crecimiento y desarrollo. **(10)**.

2.3. VARIEDADES DE ORÉGANO

En el año 2 004, trabajos de investigación ejecutados en el laboratorio de biotecnología Vegetal de la Facultad de ciencias agrícolas de la universidad nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna se determino que existen tres variedades que se cultivan en el distrito de Tarata, que en muchos casos son denominados por diferentes nombres, como ser; americano, palo rojo criollo, común, chino, etc.

Para una mejor clasificación se estableció que las variedades que existen en el distrito de Tarata son las que se describen a continuación:

CUADRO 03 : Características de las variedades de orégano

PARTE VEGETATIVA	PERUANO MEJORADO	CRIOLLO PERUANO	PERUANO COPOSO
Raíz	60 cm de longitud	30 - 40 cm de longitud	20 - 30 cm de longitud
Tallos Entrenudos Ramas	50 a 60 cm de alto 3 - 4 cm de largo 8 -10 ramas secundarias	30 a 40 cm de alto 3 cm de largo 8 -12 ramas secundarias	20 a 25 cm de alto 2 - 2,5 cm de largo 18 - 25 ramas secundarias
Hojas Pecíolo	2 - 3 cm de largo 2 - 2,5 cm de ancho 1,5 - 2 cm de largo	1 - 2 cm de largo 0,5 - 1,5 cm de ancho 1,0 - 1,5 cm de largo	0,5 - 1 cm de largo 0,3 - 0,5 cm de ancho 0,5-0,7 cm de largo
Flores	20 - 80 brácteas 1,5 - 2,5 de longitud	20 - 60 brácteas 1,5 - 2 de longitud	12 - 30 brácteas 1,5 de longitud
Fruto	Igual	Igual	Igual
Rendimiento Kg. (hoja seca/corte/ha)	1 200 – 1 500	1 500 – 1 700	1 600 – 1 800

Fuente: Universidad Jorge Basadre G. (2009)

2.4. ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA

La zonificación agroecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos. La zonificación agroecológica consiste en la identificación de áreas relativamente homogéneas, su caracterización con respecto a factores físicos (clima, suelo, formas de tierras, etc.) y biológicos (vegetación, fauna) con relación a su potencial de uso sustentable para algunos fines específicos. **(9)**.

La zonificación agroecológica se considera a la diferenciación de los espacios encontrados en un ecosistema de acuerdo a las variables que afectan directamente al uso de la tierra. La zonificación permite así planificar no solo los sistemas de producción más apropiados, sino las prioridades de investigación, así como facilitar la extensión de los

resultados. Existen diversas propuestas de zonificación con diferentes prioridades, sin embargo, en ellas prevalecen las condiciones ecológicas, tales como clima, suelo, topografía, etc., que permiten definir las unidades con una mayor uniformidad. **(25).**

2.4.1. Definición de unidades para la zonificación agroecológica

De los diversos factores que afectan el uso de la tierra, se considera que no todos tienen el mismo peso, razón por la cual la zonificación propuesta incluye diferentes niveles jerárquicos de clasificación. Como unidades de diferente nivel jerárquico, se sugieren: la subregión (SR), la zona agroecológica (ZA) y la zona o ambiente homogénea de producción (ZHP). Cada uno de estos niveles se define utilizando una terminología local descriptiva que permite reconocer fácilmente no solo las condiciones climáticas, sino también el potencial de uso agropecuario. **(12).**

CUADRO 4: Determinantes utilizados para la zonificación

UNIDADES DE ZONIFICACIÓN		
Subregión	Zona agroecológica	Zona homogénea de Producción
Latitud	Climáticos	Edáficos
Orientación	- Temperatura	- Drenaje
- Oriental	- Humedad	- Fertilidad
- Occidental	- Geomorfología	- Hidromorfismo
- Interandina	- Fisiografía	- Pendiente

Fuente: FAO (1 997)

a. Subregión (SR)

Es un primer nivel macro de clasificación de la sierra. Cada subregión se diferencia por la ubicación geográfica (latitud y longitud) y por características orográficas (delimitadas por las cordilleras que forman las cuencas mayores y que pueden estar orientadas hacia la vertiente oriental, interandina u occidental). Al incluir cadenas de montañas, las subregiones propuestas comprenden cumbres, laderas, valles y quebradas con diferenciaciones altitudinales y micro climáticas. **(18)**

b. Zona Agroecológica (ZA)

Las zonas agroecológicas están definidas por condiciones climáticas como temperatura (relacionada a la altitud), humedad disponible (determinada por la precipitación y evapotranspiración) y la geomorfología (fondo de valle, laderas, cumbres). Son factores que condicionan los cultivos y crianzas que se puedan producir y sus niveles de producción. A este nivel, algunos factores limitantes pueden ser modificados, aunque a elevados costos energéticos.

Esta diferenciación y caracterización de las zonas agroecológicas en cada subregión permite una primera evaluación de la realidad agropecuaria de la sierra. Sin embargo, las diferencias edáficas

existentes en cada zona agroecológica requieren una clasificación a nivel micro con mayores detalles que permitan evaluar el real potencial productivo. Para ello se propone la unidad de zona o ambiente homogéneo de producción. **(13)**.

c. Zona o ambiente homogéneo de producción (ZHP)

Las zonas agroecológicas no son uniformes y se diferencian por sus condiciones edáficas, como la fertilidad, profundidad y acidez de los suelos; por la pendiente, la capacidad de retención de la humedad. Estas zonas o ambientes no son continuos y se presentan como parches. El agricultor puede alterar en este caso las características del suelo, su topografía e introducir el riego o drenar el suelo, lo que tiene gran importancia en los Andes en vista que la mayor parte del área agrícola es de secano. **(28)**.

2.4.2. Grupos de actividades de zonificación agroecológica

El módulo central o de aplicaciones básicas de la metodología ZAE, que trata de estimar la aptitud de tierras y la productividad potencial para usos específicos, tres grupos principales de actividades:

- Inventario de tipos de usos de tierras y sus requerimientos ecológicos.
- Definición y cartografía de las zonas agro-ecológicas en base a los inventarios de recursos de tierras (incluyendo clima, relieve y suelos).
- Evaluación de la aptitud de tierras de cada zona agro-ecológica.
- Los procedimientos ZAE se describen paso a paso, junto con los datos básicos necesarios y los resultados intermedios y, a su vez, se ilustran con ejemplos de estudios de ZAE desarrollados por FAO. **(12)**.

2.4.3. Unidades cartográficas

En un mapa, cada área circunscrita totalmente por límites de suelo se denomina delineación de suelos. Un conjunto de delineaciones de suelos nominadas de igual forma constituyen una unidad cartográfica (U.C.) o unidad de mapeo. Según Soil Survey Staff (1 993), la U.C. es “una colección de áreas definidas y nominadas igualmente en términos de los componentes de suelos y/o áreas misceláneas”. Cada unidad cartográfica difiere en algo de todas las demás dentro del área de estudio y es identificada como única en el mapa. **(7)**.

2.5.4. El suelo como un recurso natural

El suelo es un cuerpo tridimensional que ocupa la parte superficial de la corteza terrestre, que posee propiedades diferentes del material de la roca que lo origina como resultado de las interacciones entre el clima, organismos vivientes (incluido el hombre), material parental y el relieve en el transcurso del tiempo. **(18).**

El suelo es un recurso natural que ocupa un espacio de forma organizado, dinámico y desarrollado a partir de una intemperización y descomposición de las rocas minerales y restos orgánicos, bajo la influencia de los factores formadores del suelo, conteniendo cantidades apropiadas de aire, agua y suministrando los nutrimentos y el sostén que requieren las plantas. **(5).**

2.5.5. Uso de la tierra

El uso de la tierra es la utilización del recurso suelo por la actividad humana con fines agrícolas, pastoreo, forestación y otros usos de una manera racional y eficiente.

La coincidencia de los límites del uso de la tierra con los límites de los tipos de suelo, generalmente es muy baja en áreas con alta presión poblacional. Además que en periodos largos, el uso de la tierra puede tener un gran impacto en el suelo, tanto en forma constructiva o

destruictiva, la historia de uso de la tierra puede ser reflejada en su parcelación de la tierra. **(6)**.

2.5.6. Importancia de la clasificación de las tierras.

Es importante la clasificación de las tierras a pesar de que persiguen diferentes objetivos, pero sobre todo busca el mejor uso posible de una unidad de tierra conociendo su capacidad y sus limitaciones de los suelos. Mediante los estudios de clasificación de tierras se puede obtener una predicción confiable concerniente a la capacidad natural productiva del recurso tierra. **(22)**.

La clasificación de tierras permite conocer el potencial y las limitaciones de las mismas, de tal manera que hace posible la planificación adecuada de su uso, proporcionando así, una base sólida para el desarrollo sostenido de las poblaciones dependientes. **(28)**.

2.5. Descripción de las unidades de uso de tierras

2.5.1. Centros poblados e instalaciones industriales y pecuarias

Es todo lugar del territorio nacional, identificado mediante un nombre, habitado con ánimo de permanencia, ante el cual los habitantes están vinculados por intereses comunes de carácter económico, social, cultural e histórico. **(14)**.

a) Áreas urbanas y/o gubernamentales y privadas.

Por lo general, se considera que un área urbana es aquella que presenta una población de dos mil habitantes a más. El área urbana como las ciudades se caracterizan por el desarrollo de su sector secundario (industrial) y terciario (servicios). **(17)**.

b) Áreas industriales.

El área industrial es un espacio territorial en el cual se agrupan una serie de actividades industriales, que pueden o no estar relacionadas entre sí. Las áreas industriales tienen la particularidad de contar con una serie de servicios comunes, como pueden ser: abastecimiento de energía eléctrica, abastecimiento de agua con diversos tipos de tratamiento, en función del uso que se le quiera dar, como, por ejemplo, para uso potable, para calderas, o para enfriamiento, etc. Las áreas industriales suelen tener también otros servicios comunes, como servicio de vigilancia, portería, tratamiento de aguas servidas, entre otros. **(22)**.

c) Áreas pecuarias.

La zona alto andina presenta un panorama muy similar donde las instalaciones pecuarias se limitan a corrales con pircas de piedras en

puntos muy aislados unos de otros, razón por la cual no es posible delimitar áreas de mediana magnitud. **(7)**.

2.5.2. Cultivo de hortalizas (Intensivo)

Las hortalizas son un conjunto de plantas cultivadas generalmente en huertas o regadíos, que se consumen como alimento, ya sea de forma cruda o preparada culinariamente. El término hortaliza incluye a las verduras y a las legumbres verdes como las habas y arvejas. Las hortalizas excluyen a las frutas y a los cereales. Sin embargo, esta distinción es bastante arbitraria y no se basa en ningún fundamento botánico. **(20)**.

Estas tierras están ubicadas, principalmente dentro de los valles y en las laderas de montañas (terrazas). Son tierras de importante valor para los habitantes del lugar porque sirven para sembrar sus alimentos. La actividad agrícola en la zona presenta una baja productividad, debido a factores como: semillas de baja calidad, limitación en el nivel tecnológico y poca asistencia técnica y crediticia. De otro lado, a las limitaciones ligadas al propio suelo se suman las limitaciones climáticas térmicas y, por último, debido a que no tienen fuentes de agua cercanas, los cultivos quedan librados al secano, es decir, a los aportes de las lluvias y su irregular distribución. Es una situación de extrema dependencia productiva de las

condiciones geográficas, ya que la producción está sujeta a las variaciones climáticas desde la siembra hasta la cosecha, siendo ésta a la vez una de las principales causas de la extrema pobreza, pero también una de sus principales consecuencias, y es una de las características más marcadas de la sierra en prácticamente todo el país.

Los esquemas productivos son en gran parte similares a los indicados para los valles andinos. Se inician las siembras en setiembre, para favorecer la germinación con las primeras lluvias equinocciales de setiembre – octubre, y se cosecha principalmente entre marzo y abril (algunos cultivos son más precoces y algunos llegan incluso a cosecharse en junio, en plena temporada de heladas). El invierno, que va de mayo a agosto es un período de descanso obligado de los terrenos, tanto por las frecuentes heladas nocturnas, como por la ausencia casi total de lluvias y la sequedad climática. El ganado de la población y de las comunidades aprovecha los rastrojos de las cosechas (en los casos de cultivos que aplican), pero a medida que avanza la estación seca, el ganado es llevado hacia las zonas más altas, donde los pastos naturales son permanentes.

Los suelos del distrito de Tarata deben descansar largos períodos para reiniciar los ciclos productivos. Los rendimientos son muy variables,

dependiendo sobre todo de la magnitud del período lluvioso y de la forma como se distribuyen las lluvias en el año respectivo. No basta que un año no sea de sequía (frecuentes en el sur del país) y que las lluvias sean abundantes, ya que sin las lluvias se retrasan en exceso las campañas. En el distrito de Tarata se cultivan productos agropecuarios como son: Habas, arvejas, quinua, etc. **(20)**

2.5.3 Árboles y otros cultivos permanentes

Los cultivos permanente con predominancia de frutales, se presenta en una parte del distrito de Tarata. Es una actividad que caracteriza amplios sectores del distrito ya mencionado como una fuente de ingreso permanente para su economía. Las áreas con cultivos como el manzano, durazno, y membrillo. Entre otros cultivos perennes (frutales) que se cultivan, se puede citar, *Opuntia ficus-indica* "Tuna", *Pyrus communis* "Manzana" y *Cydonia oblonga* "Membrillo". **(15)**.

2.5.4. Tierras con cultivos anuales

Estos terrenos se encuentran en las planicies donde existe disponibilidad de recurso hídrico, incluye una proporción importante de tierras de buena calidad agrológica, con limitaciones de fertilidad y agua, principalmente. Además, los terrenos cercanos al cauce están expuestos

a la erosión lateral cuando la quebrada aumenta el caudal como consecuencia de fuertes lluvias en la zona alta.

No obstante el régimen estacional del agua, las disponibilidades hídricas en la época de verano se encuentran en un nivel que permite limitadamente el aprovechamiento agrícola extensivo de estas tierras. Estos terrenos se cultivan con especies anuales como el maíz, la papa, alfalfa, orégano, entre otras. **(19)**.

2.5.5. Praderas mejoradas permanentes

En el área de estudio no se encontró tierras usadas dentro de esa categoría.

2.5.6. Praderas no mejoradas

2.5.7.1. Tierras con vegetación natural (Tolar-Pajonal)

Los matorrales altoandinos denominados tolares ocupan grandes extensiones entre los 3 600 y 4 600 m de altitud. Se asientan sobre grandes llanuras formadas por antiguos cauces y coladas volcánicas, siendo típicas en las planicies por encima de las zonas de cultivos del distrito de Tarata, estas comunidades son de tamaño pequeño y se va intercalando en diferentes zonas la predominancia de especies teniendo

así predominancia de *Parastrephia lucida*, *Parastrephia lepidophylla* y *Tetraglochin cristatum* .

El pajonal es una formación vegetal compuesta de comunidades de herbáceas alto andinas, que se distribuyen formando densas agrupaciones o matas mayormente de gramíneas hojas duras, en algunos casos punzantes, conocidas con el nombre de ichu o paja, de ahí el nombre de pajonal. **(15)**.

2.5.7. Tierras boscosas

- **Monte ribereño**

La vegetación silvestre (monte ribereño) se caracteriza por una composición heterogénea, que en realidad se trata de una serie de etapas sucesionales que van desde orillas recién descubiertas hasta zonas arbustivas muy densas. Está compuesto por arbustos, hierbas y algunos árboles perennifolios que crecen cerca y en la orilla de los ríos. Conforman pequeñas áreas porque en su mayoría son remplazadas por áreas de cultivo.

Es una formación típica de las riberas fluviales de la zona andina son comunidades perennifolias, herbáceas, arbustivas o arbóreas. La flora del monte ribereño es más o menos similar en todas las cuencas

involucradas. Los árboles del monte ribereño no se escapan de la depredación ya que son utilizados para la leña y formar cercos para sus animales. **(2)**.

- **Bosque de queñoales**

En los queñoales es predominante el género *Polylepis* conocido como queñoal, quinal, quenual, representado por árboles tortuosos de porte bajo (menos de 8 m de altura). En lugares con fuertes limitaciones climáticas o edáficas, estos bosquecillos se reducen a matorrales, menores de 3 m. Las poblaciones del género *Polylepis* son los denominados Bosques de Queñoales, están confinadas a los andes tropicales y subtropicales sudamericanos. No existen mapas detallados para el género. **(2)**.

2.5.8. Pantanos y ciénagas

- **Bofedales**

Un bofedal es un ecosistema presente en zonas agroecológicas de puna seca. Es considerado una pradera nativa poco extensa con humedad permanente, vegetación siempre verde y de elevado potencial productivo. Los bofedales se encuentran compuestos de comunidades vegetales semihidrofiticas de excelente volumen y calidad. Son las zonas

donde se concentran las aguas de escorrentía de las laderas, de las fusiones nivales y de las fusiones casi diarias de las condensaciones directas de la escarcha, que llegan a los fondos de valle y pie de laderas, formando superficies saturadas de agua superficial y suelos mal drenados permanentemente. **(4)**

2.5.9. Tierras sin uso y/o improductivas

- **Tierras marginales altoandinas;**

A diferencia de la unidad anterior, estas zonas tienen además importantes restricciones climáticas por el clima excesivamente frío. Por lo que, son tierras que prácticamente carecen de uso. Estas áreas están conformadas mayoritariamente por afloramientos rocosos, depósitos de material rocoso, arenales muy próximos a las áreas nivales. Su escasa a nula vegetación aunada al intenso frío hacen imposible su uso o beneficio por la población local. **(14)**.

- **Cauces de quebradas**

Estas tierras localizadas en los cauces de las quebradas que cortan la cadena de colinas y montañas de la vertiente occidental y otras menores, están desprovisto de especies vegetales debido a la carencia de agua, quedando en las partes altas solo los fragmentos rocosos como gravas,

guijarros y piedras. En las partes bajas están cubiertas por mantos de arena. Con frecuencia la mayoría de estas quebradas no muestran vegetación que pueda hacer propicia alguna actividad antrópica de beneficio local. **(21)**.

- **Áreas disectadas con vegetación de matorral húmedo**

Estos terrenos localizados en las laderas de colinas y montañas, se encuentran desprovistas de vegetación o poseen vegetación muy escasa, ya sea por encontrarse en zonas con pendientes muy empinados que carecen de suelo (afloramientos rocosos), o que tienen una capa muy delgada de suelos sujeta a la escasez de humedad. Estas tierras presentan fuertes pendientes y por ser improductivas, carecen de uso agropecuario y más aun no es factible la instalación de viviendas y granjas. Estas tierras son características en toda la franja desértica de la provincia de Tarata, en esta formación son típicas las cactáceas. **(2)**.

- **Lagunas.**

Las lagunas ocupan zonas importantes en nuestro distrito, ya que el recurso hídrico es fundamental para la vida, en la actualidad este recurso se está secando considerablemente y en áreas de lagunas al igual que la zona nival ha descendido considerablemente en estos últimos 10 años.

Entre las lagunas principales del distrito de Tarata tenemos: Vilacota que es una importante área de conservación del distrito y Jarumas, pero existen muchas otras con menores áreas y con diferentes volúmenes de captación. En estas áreas se desarrollan actividades muy importantes, tanto para el mantenimiento del ecosistema de la zona, como sostenibilidad económica de la población aledaña que radica principalmente en la crianza de truchas. **(22)**.

- **Nivales**

En esta zona la vegetación es nula, en estos últimos años el área de esta zona se ha reducido considerablemente por el gran problema mundial como es el calentamiento global, nuestra región no se escapa a ello, por lo que se ha actualizado el área de esta zona para tener conciencia de este problema y poder cuidar un recurso que cada vez se agota como es el agua. Constituido por materiales rocosos o afloramientos líticos cubiertos en su mayor proporción por nieve. En esta unidad están incluidos los nevados. Son áreas con abundante pedregosidad superficial y por suelos esqueléticos muy superficiales, que no tienen ninguna aptitud de uso para fines agrarios, pecuarios o forestales sino que tienen otros usos, como por ejemplo para recreación, por lo que entre otros constituye las tierras de protección. **(2)**.

2.6. MODELAMIENTO ESPACIAL GEOGRÁFICO

En general, se entiende por modelo de datos al conjunto de información que define las tablas en que ésta se va a almacenar, así como las relaciones existentes entre ellas y el resto de características que permiten conocer exhaustivamente la estructura de la información. Un modelo de datos geográfico es una abstracción del mundo real que emplea un conjunto de datos y objetos que soportan ser desplegados como un mapa, consultas, edición y análisis. En un sistema de información geográfica (SIG), la forma en que se decida desplegar y analizar la información depende del modelo geográfico que se emplea para representar el mundo real. **(30)**.

2.8. PROYECTOS DE ZONIFICACIÓN

El Proyecto zonas agroecológicas (ZAE; FAO, 1 978) fue un primer ejercicio en la aplicación de la evaluación de tierras a una escala continental. La metodología usada fue innovadora en caracterizar extensiones de tierra por medio de información cuantificada de clima suelos y otros factores físicos, que se utilizan para predecir la productividad potencial para varios cultivos de acuerdo a sus necesidades específicas de entorno y manejo. **(11)**.

La primera serie de resultados del proyecto Zonificación agroecológica (ZAE) fue la aptitud de tierra estimada para 11 cultivos y tres niveles de insumos, en cinco regiones del mundo en desarrollo, se llevó a cabo una evaluación de la producción potencial y la capacidad de sostén de la población para las 117 naciones en desarrollo incluidas en el proyecto. Después de la presentación de los resultados de este estudio en la conferencia de FAO en 1983 se recomendó que estudios similares se emprendieran a nivel nacional. Ya entonces, la organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), había estado ayudando a varios países, incluyendo a Mozambique, Kenia, China, Bangladesh, Nepal, Nigeria y Brasil, mostrándoles la metodología, y aplicando los resultados para hacer frente a problemas de tierras, alimentos, y población en sus provincias y distritos componentes. Investigaciones ZAE (Zonificación agroecológica) aún más detalladas se habían llevado a cabo en áreas seleccionadas dentro de países, o en pequeñas islas como Granada. **(12).**

La zonificación agroecológica en Ilave – Puno permitió definir cuatro zonas agroecológicas en la provincia de Ilave – Puno sobre la base de información cuantitativa, proporcionando mayores elementos de juicio para el manejo sostenible de recursos naturales en cuencas hidrográficas. El 78 % del área de la cuenca se encuentra adecuadamente utilizada, 4 % sobre utilizada y 4 % subutilizada. **(29)**

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El distrito de Tarata se encuentra ubicada al nor-este del departamento de Tacna, región Tacna, limitando por el este con la república de Bolivia, por el nor-este con el departamento de Puno, por el norte con el distrito de Ticaco y por el sur con el distrito de Tarucachi y Héroes Albarracín.

Geográficamente se encuentra entre los paralelos 17°28' 24" de latitud sur y a 70°01'51" de longitud oeste, abarca una extensión de 16 586 ha, a 3 070 m.s.n.m. y la distancia de Tarata a la capital de la región es de 89,6 km. aproximadamente.

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL DISTRITO DE TARATA

Debido principalmente a las condiciones climáticas, topográficas, de vegetación y régimen hidrológico, los procesos químicos y bióticos son muy lentos en la formación del suelo dando como resultado suelos jóvenes, pocos profundos, pobres en materia orgánica con contenidos de fragmentos de roca madre y con horizontes no bien diferenciados; así

mismo, no hay desplazamiento de elementos solubles y coloidales lo que da como resultado la presencia de horizontes empobrecidos.

En los sectores de Yunga y Lupaja (Tarata) se encuentran distribuidos suelos de origen residual. Está compuesto por todas las impurezas insolubles de la roca; arcilla desde la caolinita a la montmorillonita, sílice en la forma de pedernal, tamaño de boleos y más pequeños, arena silíceo y limo. El espesor de las capas de suelo residual varía en la edad, la intensidad de la meteorización y porcentaje de impurezas. El suelo que está inmediatamente arriba de la roca y especialmente en canales y agujeros, es por lo general blando y pastoso. El situado más arriba está más seco, firme y algunas veces parcialmente endurecido por cimentaciones o desecación. Generalmente, su masa no tiene estructura, excepto la zona blanda sobre la roca y de origen Coluvial, materiales que han sido transportados y depositados por gravedad permitiendo la formación de suelos.

Estos suelos se han determinado que presentan texturas Franco Arenosas - Areno Franco y Arcilloso. En general, son suelos poco profundos que varían de 20 a 60 cm. Algunas series presenta profundidades mayores a 60 cm. Tiene poco contenido de materia orgánica. **(22)**.

3.2.1. Geología.

Los estudios realizados por el proyecto “Fortalecimiento de Capacidades de planificación y ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible de la región Tacna”, establece que la zona está geológicamente integrada en un 98 % por rocas Ígneas de tipo volcánico e intrusivo plutónico y tanto éstas como las del complejo volcánico constituyen el basamento o roca madre de los suelos.

El intrusivo presentó diferenciaciones magmáticas haciéndose algunas veces exclusivamente dioríticas de grano grueso, con fuerte proporción de fierro magnesiano y presenta zonas profundamente descompuestas cuya disgregación es mecánica. Originan suelos granulares residuales in situ. De las rocas volcánicas aflorantes, existen unas de textura porídica de composición andesítica y la mayor parte de los derrames son de estructura tufásica leucocrática, siendo esta última la que mayor susceptibilidad presenta debido o que por su naturaleza porosa se embebe de agua descomponiéndose en suelos de grano fino. Los suelos del distrito de Tarata, desde el punto de vista de su origen y evolución son iguales, los espesores varían desde capas de 0,10 m en las partes altas de las lomas y laderas hasta los 2, 4 y 5 m en las zonas bajas, siendo los perfiles inmaduros en general.

En cuanto al origen, el 90 % son suelos residuales in situ, producto de la descomposición y desintegración de las rocas ígneas que forman el basamento; el 10 % son alóctanos, transportados, ubicados en los flancos de las zonas bajas de las quebradas que corresponden al volcánico y al intrusivo. El basamento o roca madre de los suelos está constituido en un 98% por rocas ígneas de las que se encuentran tanto las holocristalinas como los volcánicos. Los suelos originados por la meteorización del intrusivo como los suelos del volcánico guardan íntima relación con los suelos de origen. Asimismo, la influencia de la topografía es decisiva, especialmente en cuanto al contenido del material fino, sobre todo en las partes altas debido al arrastre.

En cuanto al drenaje interno y externo es bueno y está garantizado por las profundas quebradas; en cuanto a la estabilidad de los taludes, los materiales regolíticos son estables por lo general.

3.2.2. Fisiografía.

La fisiográfica del distrito de Tarata es compleja, con pendientes escarpadas que varían entre el 2 y 75 % de inclinación y superficies conformadas por laderas y planicies, depresiones pequeñas y promontorios interrumpidos por quebradas profundas de fuerte pendiente,

con tramos inaccesibles que conducen volúmenes de aguas torrentosas en época de avenidas.

Las laderas ocupan la mayor extensión y su pendiente ha sido modificada en un 90 % por el sistema de andenería que ahora predomina en las áreas bajo riego. Están formados por suelos de origen coluviales ubicados generalmente en su parte baja; dentro de esta posición fisiográfica se encuentran las tierras misceláneas formadas por suelos muy pedregosos, superficiales y afloraciones rocosos con pendiente moderada.

Las pampas y planicies se ubican principalmente en los alrededores de los poblados y están constituidos por suelos relativamente profundos, de textura media y poco material grueso; son de pendiente moderado y en general los más fértiles y productivos del sector.

3.3. CLIMATOLOGÍA.

El distrito de Tarata se caracterizan por presentar un clima seco del tipo semiárido, debido principalmente al ritmo de variación termo pluviométrica que manifiesta una nítida influencia de la topografía andina, así: La temperatura media anual es de 11,4 °C siendo abril el mes más caluroso con una máxima media de 19,4 °C y junio el más frío con una

mínima media de 4,0 °C o sea que el comportamiento térmico es más o menos uniforme.

3.6.1. Evaluación climatológica.

Los datos de la estación meteorológica de Tarata, complementados con otros de las cuencas adyacentes, luego de su análisis y comprobada su consistencia, han servido de base para evaluar el comportamiento de los diferentes parámetros meteorológicos, cuyos resultados son los siguientes:

CUADRO 05: Serie histórica de datos climatológicos del distrito de Tarata (1980 – 2010).

PARÁMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T° MAXIMA	21,1	22,1	21,5	21,7	21,5	21,0	20,7	21,4	21,5	21,7	21,4	21,4
T° MINIMA	6,4	6,7	6,4	4,9	3,7	3,4	3,7	4,2	4,6	5,0	5,9	5,0
T° MEDIA	12,5	12,7	12,8	12,6	11,9	11,3	11,4	11,8	12,3	12,5	12,6	12,3
PRECIPITACIÓN FLUVIAL	61,0	66,7	33,2	2,1	0,1	0,5	0,6	0,9	1,4	1,3	9,8	14,8
VELOCIDAD DEL VIENTO	1,7	1,6	2,0	1,8	2,0	1,8	1,9	2,1	2,0	2,1	2,0	1,9
HUMEDAD RELATIVA	59,4	62,2	60,0	52,6	39,6	37,5	32,0	36,4	38,2	43,6	47,1	45,4
EVAPORACIÓN TOTAL	88,3	64,4	95,5	121,7	143,8	152,0	153,2	167,0	165,2	149,1	128,5	132,9

Fuente: SENAMHI (2 010)

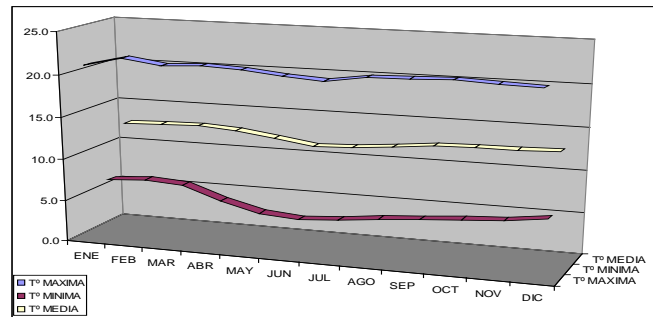
3.1.1.1. Precipitación.

- **Periodo húmedo:** Es el más importante y se extiende de diciembre a marzo, lapso en el que se registra 170,7 mm cifra que representa el 88,45 % de la precipitación.
- **Periodo seco.-** Contrario al anterior, comprende los meses de franca disminución o precipitación nula; se extiende de abril a noviembre, periodo en el que se registra solamente 7,4 mm. (3,83 %). Ahora bien, esta distribución nos permite determinar una periodicidad definida de los años secos y húmedos; pero en Líneas generales y tomando como base el promedio anual de los 30 años de estadística (1 980 - 2 010), se puede decir que cada par de años secos le siguen grupos de tres o cuatro años húmedos.

3.1.1.2. Temperatura.

Si observamos los promedios, vemos que el clima del distrito de Tarata presenta un comportamiento térmico bastante uniforme durante el año; es decir que no se presentan grandes ni bruscas fluctuaciones, tal como se puede apreciar en el Gráfico 01, cuyo resumen es el siguiente:

GRAFICO 01: Datos de temperatura del distrito de Tarata



Fuente: SENAMHI Tacna (2 010)

Este comportamiento se considera como normal y en gran parte se atribuye al grado de nubosidad que al ser mínima en otoño, origina días claros, despejados y un sol intenso durante el día, condiciones que favorecen para que se produzca una fuerte radiación e irradiación terrestre; de ahí que en este período la temperatura alcanza su registro más alto y más bajo del año, con una máxima de 22,1 °C en febrero, y una mínima de 3,4 en junio.

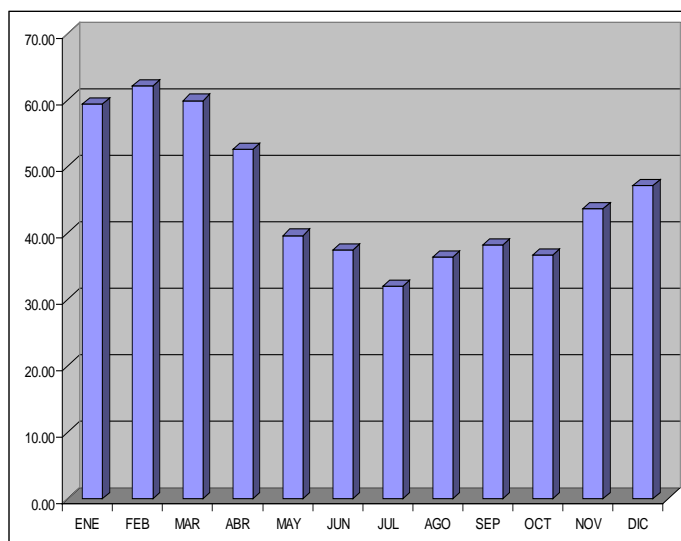
En cambio en la época veraniega, por ser la época lluviosa el alto porcentaje de nubes no permite el calentamiento o enfriamiento terrestre exagerado, motivo por el que aquí se obtiene las temperaturas máximas más moderadas y las mínimas más elevadas del año.

3.1.1.3. Humedad relativa.

En los promedios expuestos en el grafico 02, apreciamos que el porcentaje más alto de HR se registra en febrero con 62,19 % en promedio y en junio el más bajo con solamente 31,97 %; estos meses de acuerdo al régimen termo-pluviométrico corresponden a la época más húmeda y más seca de la zona.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en el distrito de Tarata, se les puede tipificar como zonas secas, ya que el promedio anual que es de 45,42 %, es menor al límite superior de los climas secos que es de 50% según el criterio climatológico.

GRAFICO 02: Datos de humedad relativa del distrito de Tarata



Fuente: SENAMHI Tacna (2 010)

3.1.1.4. Insolación. (hs)

Se ha calculado las horas de insolación en base a la latitud, cuyos valores han sido ajustados en función del grado de nubosidad, de donde resulta que la insolación en Tarata es del orden de los 2,552 horas/año o sea 7,9 h/día. Respecto a la variación estacional, vemos que la distribución es más o menos uniforme durante el año, ya que entre el valor más alto registrado en invierno 742 horas (29 %) y el más bajo obtenido en verano, 526 horas (20 %) hay una diferencia de 216 horas.

3.1.1.5. Hidrografía.

En primer término diremos que la cuenca del Río Sama pertenece al sistema hidrográfico del océano Pacífico. Su origen se encuentra en la laguna Catanvique (4 700 m.s.n.m), su curso se alimenta principalmente con las precipitaciones y en menor incidencia con los deshielos de los nevados.

La cuenca del río Sama tiene un área de drenaje de 4 645 km² aproximadamente desde sus orígenes hasta la desembocadura en el Pacífico con un recorrido de 163 Km y una pendiente promedio de 2,1 % de esta área 635 Km² o sea el 13,7 % corresponde a la Cuenca húmeda por encontrarse encima de los 3 900 m.s.n.m. El distrito de Tarata, se encuentra en la parte alta de la cuenca del río Sama, entre los 3 000 y

3 500 m.s.n.m. y para atender la demanda hídrica de las 1 464 ha. que hay en explotación (Campaña Agrícola 2 010) se dispone de los ríos Ticalaco, Tarata y Ticaco.

3.7. CALIDAD DE AGUA

La aptitud agrícola de las aguas del río Quequesane se clasifican como C1S1 lo que indica un bajo contenido de sales mostrando de esta manera una aptitud buena para el desarrollo de la agricultura, la misma que en la actualidad viene siendo usada para fines agrícolas en la provincia – distrito de Tarata, mezcladas con las aguas provenientes de la represa Jarumas la cual también presenta bajo contenido de sales.

3.8. MATERIAL TEMÁTICO

- Mapa Fisiográfico a escala 1:50 000 de Tacna de la base de datos de zonificación económica ecológica – 2 008, con memoria descriptiva.
- Mapa de cobertura vegetal de Tacna de la base de datos del proyecto de ordenamiento territorial - 2 009, a escala 1:50 000.
- Mapa fisiográfico del distrito de Tarata (Zonificación ecológica económica, gobierno regional de Tacna).
- Mapa de recursos hídricos del distrito de Tarata (Zonificación ecológica económica, gobierno regional de Tacna).

- Mapa de ubicación de calicatas.

3.9. MATERIALES Y EQUIPOS

CUADRO 06: Materiales y equipos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
EQUIPOS		
GPS	unidad	3
Cámara fotográfica	unidad	1
VEHÍCULOS		
Camioneta	unidad	1
RECURSO HUMANO		
Técnicos de Campo	unidad	2
Chofer de vehículo	unidad	1
HERRAMIENTAS		
Pala o lampa	unidad	1
Barreta y cuchillo de campo	unidad	1
Picota	unidad	1
OTROS		
Combustible (gasolina 84 octanos)	galón	30
Bolsas herméticas de plástico (almacenar muestras de suelo)	ciento	1
Tablero de campo	unidad	1
Cuaderno de apuntes	unidad	1
Cinta masking tape	unidad	1
Plumon indeleble	unidad	1

Fuente: Elaboración Propia (2 010)

El gobierno regional de Tacna asumió el costo de las imágenes satelitales y brindo apoyo en el estudio con su área de información geográfica (SIG). La impresión de los mapas, análisis de suelos y agua fueron asumidos por el investigador.

IV. METODOLOGÍA

En el presente trabajo de investigación la metodología tiene un carácter descriptivo – explicativo (Ministerio del ambiente)” por la naturaleza del tema, es decir, busca caracterizar el área agrícola del distrito de Tarata con potencial para el cultivo del orégano en diferentes zonas agroecológicas; por lo tanto, para cumplir con los objetivos del tema de investigación, pueden distinguirse las siguientes etapas:

4.1. Fase preliminar de gabinete.

Consiste en la recopilación, clasificación y análisis sistemático de diversos estudios desarrollados en la zona, y la interpretación a mayor detalle del mapa mediante imágenes de satélites. Para la elaboración del mapa base de fisiografía, se utilizó imágenes de satélite Landsat TM, las mismas que se delimitaron utilizando el programa de ArcGis 9,3. Para la caracterización de los paisajes se siguió la metodología de análisis fisiográfico, hasta el nivel de su elemento de paisaje. Este método se fundamenta en la delimitación y separación de unidades naturales, sobre la base de elementos identificables, como son el relieve, grado de disección, los patrones de drenaje, la vegetación y las tonalidades de colores en la imagen de satélite. Esta primera aproximación fue revisada y

analizada, utilizando imágenes de satélite y de radar en formato digital y de papel a escala 1:50 000, Donde se modificaron las unidades que lo requerían.

4.2. Fase de campo.

Se realizaron visitas a diferentes sectores del distrito de Tarata (Ver el cuadro N° 6) donde se validó cada mapa temático (Mapa de uso actual de tierras, mapa de cobertura vegetal, mapa fisiográfico, mapa climático y mapa hidrológico del distrito de Tarata) involucrado en el proceso de zonificación agroecológica, y luego se trabajó en cada uno de ellos.

4.3. Mapeo sistemático y recolección de muestras

Se tomó las coordenadas de las muestras por cada unidad de mapeo pre-establecido, luego se procedió a su descripción, examinando cuidadosamente, con el objeto de determinar la influencia que podrían tener sobre el crecimiento de las plantas de orégano.

Para el muestreo en campo se realizaron calicatas eligiendo un sitio con el menor grado posible de alteraciones debidas al laboreo, tránsito vehicular, construcción, erosión, etc. De acuerdo a las características del paisaje se excavó calicatas de 1 m de ancho por 1,50 m de largo y de profundidad variable, según las condiciones del terreno. Con ello se

determinó el perfil modal de los suelos. La descripción general del perfil se realizó mediante la descripción de cada horizonte, se anotó el símbolo del horizonte, espesor del horizonte (en centímetros), color, color de moteaduras, textura, estructura, consistencia, contenido de fragmentos de rocas y minerales, capas endurecidas, contenido de carbonatos, sales solubles, restos de la actividad humana, rasgos de origen biológico, contenido de raíces, naturaleza del límite con el horizonte subyacente y pH, los que han sido incluidos en la descripción temática del suelo registrada en tarjetas de descripción de perfiles.

Para ubicar las calicatas se contó con la ayuda del GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y luego se extrajo las muestras de aproximadamente 1 kg de cada horizonte para embolsarlos, etiquetarlos y enviarlos al laboratorio de aguas y suelos de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

CUADRO N° 07: Coordenadas de muestreo

CALICATA	COORDENADAS UTM		Altura (m.s.n.m.)	Sector
	E	N		
C - 1	390814	8067014	3 180	Mocara
C - 2	388672	8065035	3 015	Tasabaya
C - 3	390403	8068866	3 216	Circa
C - 4	389608	8069056	3 146	Ticalaco
C - 5	442603	8079221	4 196	Cueva
C - 6	431513	8076451	4 448	Paso los vientos
C - 7	422542	8083272	4 359	Kallapuma
C - 8	406758	8086833	4 286	Aichuta
C - 9	398370	8073171	4 438	Solabaya Poma
C - 10	394235	8071107	3 766	Isquilive- Chivateria
C - 11	391172	8068466	3 085	Chacavira

Fuente: Elaboración Propia (2 010)

4.4. Fase de laboratorio.

Consistió en los análisis de caracterización de suelos, en el laboratorio de la universidad nacional del altiplano de Puno. En esta fase se determinó pH, conductividad eléctrica, % arena, limo, arcilla, clase textural y los elementos químicos básicos como: % de materia orgánica, fósforo, potasio, carbonato de calcio y cationes cambiables que conforman cada muestra extraída de la calicata.

4.5. Los métodos utilizados por el laboratorio de aguas y suelos de la universidad Nacional del Altiplano – Puno, son los siguientes:

- Análisis mecánico (Textura del suelo: método del hidrómetro).
- Salinidad: Conductividad eléctrica (C.E.) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación.
- Determinación de la concentración de pH: método del potenciómetro de la suspensión del suelo: agua relación 1:1 o suspensión del suelo: KCIN, relación 1:2:5.
- Determinación de materia orgánica: Método de Walkley Y Black, oxidación de carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O = %Carbono x 1,724.
- Determinación de nitrógeno total: Método de micro Kjeldahl: 5% de la % de materia orgánica.
- Capacidad de Intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N, pH 7,0
- Calcáreo total (CaCO_3): Método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
- Determinación de fósforo disponible (P): Método de Olsen modificado extracción $\text{NaHCO}_3 = 0,05\text{M}$, pH 8,5

- Determinación de potasio disponible (K): Con acetato de Amonio(CH₃ – COONH₄)N, pH 7, 0
- Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃ – COONH₄)N, pH 7,0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
- Al⁺³ + H: Método de Yuan, extracción KCl, N
- Determinación de % carbono: % de materia orgánica/ 1,724

4.6. Fase final de gabinete.

En el presente estudio se ha utilizado como base información tabular y cartográfica relacionada a la capacidad de uso mayor (CUM), Modelos de elevación digital (DEM), suelo, etc.

A continuación se describe de manera resumida los modelos empleados:

El modelo madre “Zonificación agroecológica (ZAE)” comprende cuatro sub-modelos cartográficos estos sub-modelos fueron propuestos por el ministerio del ambiente y son los siguientes:

- a) Sub-modelo físico-geográfico,** Para este sub-modelo se tuvo en cuenta las variables de Pendiente de suelos, Altitud sobre el nivel del

mar; y como resultado de la suma de ambas variables se obtuvo la zonificación geográfica.

- b) Sub-modelo climático,** Este sub-modelo es nada menos que la suma de la humedad mas la temperatura máxima y la temperatura mínima mas las horas sol. Todo esto nos da como resultado la zonificación climática.
- c) Sub-modelo agrologico.** Para la obtención de este sub-modelo se tomo en cuenta las variables de pH del suelo, conductividad eléctrica (C.E), profundidad y textura del suelo; todas las variables fueron multiplicadas por la capacidad de uso mayor de suelos (CUM) del distrito de Tarata. Todas estas variables darán como resultado la zonificación agrologica del distrito de Tarata.
- d) Zonificación agroecológica del cultivo de orégano,** Para obtener la zonificación agroecológica, se tomo en cuenta los resultados obtenidos en la zonificación hídrica, zonificación climática, zonificación agrologica, y zonificación geográfica; como resultado de unir todas estas variables se obtuvo la zonificación agroecológica del cultivo del orégano, según sus requerimientos de agua, clima y suelos.
- e) Sub-modelo hídrico,** Este sub-modelo es el resultado de fusionar la Conductividad eléctrica (C.E.) y el nivel de pH del agua de riego. Con esta fusión se obtendrá la zonificación hídrica.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Zonificación agroecológica del orégano

Para lograr los resultados de zonificación agroecológica del cultivo del orégano se realizó el análisis espacial raster utilizando el Model Builder (Construcción de modelamiento), identificando de esta manera las potencialidades y limitaciones de cada lugar, los rangos de calificación sugeridas por el Ministerio del Ambiente (MINAN) son:

- **0 = Nula adaptación**, No cumple ningún requerimiento de los cultivos.
- **1 = Baja adaptación**, Cumple con solo algunas variables de los sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo).
- **2 = Regular adaptación**, Cumple con dos sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo).
- **3 = Buena adaptación**, Cumple con tres sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo).
- **4 = Excelente adaptación**, Cumple con todos los requerimientos de los cultivos.

Los estudios físico-geográficos, climáticos, agrológicos e hídricos determinan las potencialidades y limitaciones naturales acerca del comportamiento agronómico de un cultivo. En el caso específico de esta zonificación agroclimática del orégano, se trata de relacionar las exigencias bioclimáticas, con las disponibilidades físico-geográficas, hídricas y agrológicas del distrito.

Esta zonificación define los lugares donde es posible implementar, o no, este cultivo, además, clasifica las distintas áreas del distrito, según la mayor o menor adaptación que tenga dicho cultivo, siendo una de las primeras actividades para lograr este objetivo, la construcción del modelo cartográfico y el flujograma a seguir en los sistemas de información geográfica.

CUADRO 08: Rango de potencialidades y limitaciones para el cultivo de orégano en el distrito de Tarata.

CUADRO DE DATOS TÉCNICOS		
CLASIFICACIÓN	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
Nula adaptación	83 774	95
Buena adaptación	1 859	2,1
Regular adaptación	1 636	1,9
Excelente adaptación	501	0,6
Baja adaptación	181	0,2
ÁREA TOTAL	87 953	100

Fuente: Elaboración Propia (2 011)

Estos resultados obtenidos corresponden a los parámetros y condiciones indicados en la ficha técnica de requerimiento del cultivo del orégano para el distrito de Tarata. Debido a que el proceso de modelamiento cartográfico es flexible, cualquier modificación en alguna condición o actualización en el insumo dará como resultado la variación del mapa de zonificación agroecológica.

5.2. Análisis del mapa de zonificación agroecológica del cultivo de orégano (*Origanum vulgare L.*)

Lo que se puede apreciar en el mapa final de zonificación agroecológica, son zonas en donde se presentan las condiciones naturales más apropiadas y que están en condiciones de producir el cultivo. Debemos entender este resultado en términos de probabilidad, es decir, podemos decir que en dichas zonas existe la mayor probabilidad de que el cultivo o la especie analizada se desarrollen mejor, porque las restricciones de tipo climático, hídrico, agrológico y físico-geográfico son mínimas o no existen. En otras palabras el modelo ha permitido diferenciar zonas homogéneas en donde el cultivo puede desarrollarse en condiciones distintas, pero que tiene variables naturales dentro de las exigencias requeridas.

Para el análisis del cultivo del orégano (*Origanum vulgare L.*) se generó el mapa mostrado que están en formato raster. Las categorías resultantes en dicho mapa tienen valores que se clasifican por rangos numéricos y que indican el cumplimiento o no de las exigencias del cultivo (Ver cuadro 09).

CUADRO 09: Rango de potencialidades y limitaciones para el cultivo de orégano en el distrito de Tarata. (Año 2 011)

CLASIFICACIÓN	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
Nula adaptación	83 774	95
Buena adaptación	1 859	2,1
Regular adaptación	1 636	1,9
Excelente adaptación	501	0,6
Baja adaptación	181	0,2
Área total	87 953	100

Fuente: Elaboración propia (2 011)

Analizando el cuadro anterior se pudo identificar 5 rangos de calificación de potencialidades y limitaciones de cada lugar, los rangos de calificación son:

- 0=Nula adaptación, No cumple ningún requerimiento de los cultivos.
- 1=Baja adaptación, Cumple con solo algunas variables de los sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo).
- 2=Regular adaptación, Cumple con dos sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo).

- 3=Buena adaptación, Cumple con tres sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo).
- 4=Excelente adaptación, Cumple con todos los requerimientos de los cultivos.

Las zonas donde presenta nula adaptación al cultivo del orégano por no cumplir con ningún requerimiento al cultivo, representa un área de 83 774 ha, que es un 95 % del área total, mientras que las zonas con baja adaptación están con un área 181 ha con un porcentaje de 0,2 %, las zonas de Regular adaptación que cumple con dos sub-modelos cartográficos representa un 1,9 % con un área 1 636 ha , (varía de acuerdo al cultivo), en zonas de Buena Adaptación tenemos un área de 1 859 ha con un porcentaje de 2,1 %, y finalmente, tenemos la zona que cumple con todos los requerimientos del cultivo y por lo tanto, presenta una **Excelente adaptación** al cultivo del orégano, es un área de 501 ha que representa un 0,6 % del área total en estudio.

Según la Dirección Regional Agricultura Tacna (Agencia agraria Tarata – 2 010), la superficie agrícola del distrito de Tarata es de 1 494 ha, y la superficie destinada a la producción agrícola bajo riego entre las Comisiones de Regantes en total es de 1 464 ha, el área está compuesta de la siguiente manera; comisión de regantes de Lupaja 919 há, comisión

de regantes Yunga 545 ha. Quedando disponible un área por recuperar, que en la actualidad y no se irriga 29 ha. La parte crítica lo lleva la comisión de regantes de Lupaja, porque existe potencialmente mayor oportunidad de incrementar suelos para cultivos agrícolas.

El área que ocupa el cultivo del orégano en el distrito de Tarata es de 191 hectáreas ocupando el 12,79 % del área agrícola. Están distribuidos en el sector de Yunga con 74 ha y en el sector de Lupaja 116 ha. Y según la zonificación agroecológica que se hizo para el cultivo de orégano en el distrito de Tarata, el área donde es posible cultivar orégano y se obtendría excelentes resultados es 501 hectáreas.

VI. CONCLUSIONES.

1. El área de estudio cubre una extensión de 87 953 has y abarca todo el distrito de Tarata. Según el método de zonificación agroecológica (ZAE) utilizado se han identificado 5 rangos de calificación de potencialidades y limitaciones de cada lugar, los rangos de calificación son: Nula adaptación 83 774 ha (95 %), No cumple ningún requerimiento de los cultivos. Baja adaptación 181 ha (0,2 %), Cumple con solo algunas variables de los sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo). Regular adaptación 1 636 ha (1,9 %), Cumple con dos sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo), Buena adaptación 1 859 ha (2,1 %), Cumple con tres sub-modelos cartográficos (varía de acuerdo al cultivo), Excelente adaptación 501 ha (0,6 %), Cumple con todos los requerimientos de los cultivos.
2. El distrito de Tarata (Sectores de Yunga y Lupaja), se caracterizan por estar distribuidos en terrenos predominantemente irregulares, con constantes quiebres de pendiente. En ella sin embargo se desarrolla la actividad agropecuaria con especial énfasis, utilizando el sistema de andenes para el aprovechamiento de las áreas de

cultivo, resaltando los cultivos de maíz amiláceo, orégano, alfalfa y la actividad forestal que se viene impulsando en los últimos años. Es notoria la acción erosiva ejercida por los ríos de las vertientes, originando una topografía de quebradas y laderas con pendientes muy pronunciadas, con fondos estrechos, que generalmente está ocupado por el cauce de los ríos con gradientes que varían entre 3 a 12 %. Esta condición de la geografía obliga a los sectores de Yunga y Lupaja habilitar pequeñas terrazas y andenerías, donde se desarrolla en forma intensiva la agricultura tradicional. Estos suelos se han determinado que presentan texturas Franco Arenosas - Areno Franco y Arcilloso. En general son suelos poco profundos que varían de 20 a 60 cm. Algunas series presenta profundidades mayores a 60 cm. Tiene poco contenido de materia orgánica. Mayor detalle ver anexo (Suelos delo Distrito de Tarata).

3. El clima del distrito de Tarata es predominantemente variado debido a sus diferentes pisos ecológicos, registrando una temperatura mínima de 0 °C a 3 °C y una máxima de 20,9 °C. En este tipo de clima y suelo se desarrolla perfectamente el cultivo del orégano.

VII. RECOMENDACIONES.

1. La metodología para realizar la zonificación agroecológica se adapta a la información climática, edáfica, hídrica disponible en la zona de estudio y se logró elaborar la zonificación propuesta con una precisión aceptable; sin embargo, para elevar la precisión de ésta, habrá que hacer estudios de suelo más detallados y un análisis climático en períodos más cortos.
2. Mejorar y actualizar la información edafoclimática, para establecer diferencias del modelo de zonificación establecido con futuras aproximaciones.
3. Realizar estudios socio-económicos del área de estudio para obtener una visión integral que permita incentivar a la participación ciudadana y cooperación institucionales la toma de decisiones.
4. Los suelos con topografía plana y de origen aluvial deben ser considerados para la instalación y extensión de áreas agrícolas; pero el inconveniente es el déficit hídrico que existe en la mayoría del área de estudio.

5. En general, para lograr un cambio de uso de la tierra de acuerdo a su capacidad de uso mayor no solo se debe tomar los aspectos técnicos, si se quiere llevar adecuadamente el proceso, también deben tomarse aspectos económicos, sociales y una participación de los pobladores y/o productores.

6. Para obtener mejores resultados en cuanto a rendimientos se recomienda implementar este cultivo en las zonas donde se obtuvo excelente adaptación que en su totalidad es de 501 ha.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. ARANGO ARGOTI M. 2 007. “Zonificación agroecológica del Café en Puerto Rico y Análisis Estructural y de Composición de especies Arbóreas presentes en el Agro sistema cafetero”. Tesis para optar el grado de Ing. Agrónomo – Puerto Rico, 82pp.
2. BIODIVERSIDAD DE TACNA, 2 008 “Zonificación Económica Ecológica de Tacna” Tacna 2 008 111pp
3. BOULI S. W, et; 1 983; “Génesis y Clasificación de los Suelos”, 1ra. Edic. Editorial Hispano Americana S.A, México, 411pp.
4. CHAPMAN S, et, 1 976; “Producción Agrícola”, Editorial Acribios, Zaragoza-España, 603pp.
5. CARRERA, F. 1 986. Edafología, texto base de suelos de la FCAyP-UMSS. Cochabamba-Bolivia. 50p.
6. DURANG, T.CARRERA, F. ROCHA,R 1 998. Evaluación de tierras, estudio del uso y manejo campesino de tierras andinas; aspectos técnicos y biofísicos .UMSS-PEIRAV. Cochabamba Bolivia. 96p.

7. DAVELOUIS M. E, 1991, "Edafología I" 1ra Edic, Editorial CEA, Lima – Perú, 110pp.
8. DIEZ, A. 2 002. "Aplicaciones de los SIG al análisis del riesgo de inundaciones fluviales", en "Los Sistemas de Información Geográfica en la gestión de los riesgos geológicos y el medio ambiente". Madrid 2 002, 288pp.
9. ESPINOZA ORQUERA A. 2 006. "Zonificación Agroecológica del Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*) en las provincias de Bolivar, Cotopaxi, Chimborazo". Bolivia – 2 006. 125pp.
10. FERNANDEZ C. O; ALE F. O; ZEGARRA Z. R. 2 008, "Cultivo del Orégano" Tacna – Peru. 99pp.
11. FAO, 1 985. Evaluación de Tierras para Agricultura en Secano Boletín de suelos FAO N.-52, Roma Italia. 228p.
12. FAO. 1 997, Zonificación agroecológica – Guía General. Roma – Italia. 12 - 14pp.

- 13.FAO. 1 981. Informe del Proyecto de Zonas Agro-Ecológicas. Vol 3, Metodología y resultados para América del Sur y Central. Roma, Italia.143pp
- 14.GOBIERNO REGIONAL DE TACNA, 2 008, Zonificación Económica y Ecológica – Región Tacna, Estudio Geología y Geomorfología, Edición 1, Tacna – Perú, 122pp.
- 15.GRT – ZEE 2 008, “Zonificación Ecológica Económica – Capacidad de Uso Mayor y Uso Actual de Tierras”. Tacna – Perú. 138pp.
- 16.HENIN R. G, et, 1 972, “Perfil Cultural” , Editorial Mundi Prensa, Madrid - España, 335pp.
- 17.INADE – PET 2 001, Plan de Gestión de la Oferta de Agua en las Cuencas del Proyectos Especial Tacna. Primera Edición. Tacna. 6-13,15-20,21-32 pp.
- 18.LLANOS GAREA E. 2 008 “Zonificación agroecológica en condiciones de montaña mediante métodos de análisis espacial”. Cuba – 2008. 135pp.
- 19.MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2 010. Reglamento sobre uso, manejo y conservación de Tierras. Lima-Perú. 58p.

20. MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1 972 “Estudio Agrológico detallado del Valle de Tacna”, Tacna – Perú, 270pp.
21. PORTA, J., LOPEZ-ACEVEDO, M. y ROQUERO, C. 1 999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa. Madrid, España. 807 p. Agriculture. Washington, D. C. 784 p.
22. PROYECTO ESPECIAL TACNA (PET) – 2 008. “Estudio agrológico de los sectores de Yunga, Lupaja y Ticaco.”. Tarata - Tacna. 54pp.
23. ROBLES TELLO M. 1 998, “Cultivo del Orégano” Curso taller. Tarata – Tacna. 17pp.
24. SIÑA F. J, 1 989, “Reconocimiento Agrológico del CEA I Magollo”, Tesis para optar el grado de Ing. Agrónomo – Tacna – Perú, 82pp.
25. TORRES R, 1 981, “Manual de Conservación de Suelos y Aguas”, 2da Edición, Editorial Diana, México, 163pp.
26. UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G. – Escuela de Geología, 2 002 “Estudio mapa de peligros de la ciudad de Tarata”, Tacna – Perú, 164pp.

27. VARGAS, J. R. 1 999. Sistema de Gestión y Ordenamiento Territorial a través de la Teledetección y Sistemas de Información Geográfica para el Municipio de Cercado-Cochabamba. Tesis de grado Ing.Agr. FCAyP. UMSS. p5-15
28. ZAVALITA GARCIA A, 1 992, Edafología, el suelo en relación con la producción, Primera edición, Editorial CONCYTEC, País: Perú, 223pp
29. VÁZQUEZ A. M. 2 002. "Zonificación Agroecológica para Aguacate en la zona Central de Venezuela". Venezuela. 167pp.
30. TAPIA E. M. 1 999, "Zonificación Agroecológica Basada en el uso de La Tierra, el Conocimiento local y las Alternativas de Producción" Perú. 128pp.

ANEXOS

ANEXO 01: IMÁGENES DE SUELOS DONDE SE DESARROLLA EL CULTIVO DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) DEL DISTRITO DE TARATA



Foto 01: Los suelos del distrito de Tarata tienen pendientes de 2 al 75%, conformados por laderas y planicies, interrumpidos por quebradas profundas de fuerte pendiente.



Foto 02: Las laderas ocupan la mayor extensión y su pendiente ha sido modificada en un 90% por sistema de andenería.



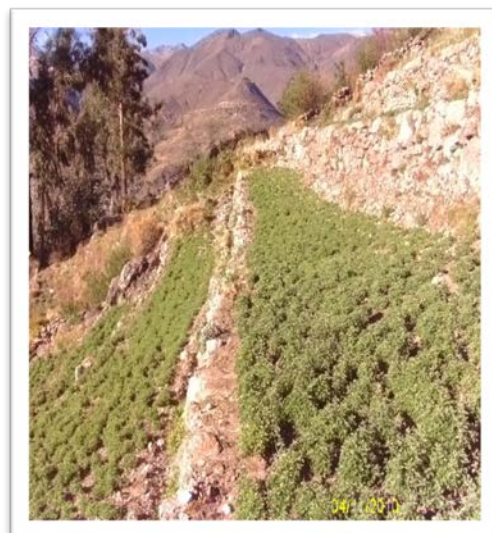
Foto 03: Son suelos jóvenes, pocos profundos, pobres en materia orgánica con contenidos de fragmentos de roca madre y con horizontes no bien diferenciados.



Foto 04: El cultivo del orégano está distribuido a lo largo de suelos del distrito de Tarata.



Foto 05: Cultivo de orégano Ubicado en Andenes, Se nota la erosión de suelos.



Fotos 06 y 07: Cultivo de orégano ubicado en una terraza, y en terrenos de mucha pendiente.

ANEXO 02: IMÁGENES DEL ESTUDIO DE SUELOS



Fotos 08 y 09: Uno de los cultivos que predomina en el área de estudio (Tarata Pampa) es el cultivo de Orégano (*Origanum vulgare* L.).



Fotos 10 y 11: Vista de la toma de datos de la caracterización física del perfil de suelo sector Mocara – Tarata.



Fotos 12 y 13: Descripción física y recolección de muestras de suelos sector Sirca – Tarata.



Foto 14: Vista panorámica de un perfil de suelo donde se cultiva orégano (*Origanum vulgare L.*)



Fotos 15 y 16: Imágenes del personal de trabajo y unidad de transporte utilizado



Fotos 17 y 18: Empaquetado y etiquetado de las muestras de suelos y agua, para luego ser llevados al laboratorio de suelos y agua de la UNA.

ANEXO 03: FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO DEL ORÉGANO

REQUERIMIENTO AGROECOLÓGICO DEL CULTIVO	
CULTIVO	
Nombre Científico	<i>Origanum vulgare L.</i>
Nombre Común	Orégano.
Familia	Labiaceae.
Variedades	Nigra. Ecotipos: crespo o coposa, cocotea o chinita (chino), nigra mejorada (hoja ancha), criolla.
Período Vegetativo	8-10 años
Ciclo Vegetativo	plurianual
Tipo Fotosintético	C3
Plagas del cultivo	Áfidos (pulgón verde), cigarritas, ácaros, arañita roja, trips, polilla, gusanos de suelo, gusano medidor de hojas, nemátodos, quereza de tallo, mosca blanca.
Enfermedades del cultivo	Fusarium, rizoctonia, alternaria, phytophthora, oídium, roya, mildiu, virosis.
Meses de Siembra	Diciembre - Marzo, Mayo- Julio
Meses de Cosecha	Mayo- Julio, Octubre- Diciembre
Rendimiento (t/ha)	1,5- 4,0
Fenología	Período (días)
plantación	0
brotamiento	30
macollamiento	30
crecimiento vegetativo	60
botón floral	30
floración	30

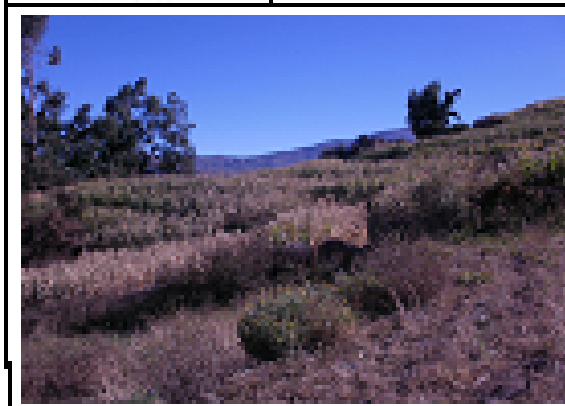
REQUERIMIENTO AGROECOLÓGICO DEL CULTIVO			
Climáticos	Min.	Max.	Óptima
Pendiente (%)	10	90	50 - 90
Altitud (m.s.n.m)	500	4 000	2 700-3 700
Humedad Relativa (%)	50	80	55-65
Temperatura (°C)	5	22	12-18
Precipitación	15	170	100-120
Heliofanía (horas sol)	5	11	8-9
Edafológicos - Riego	Min.	Max.	Óptima
Módulo de riego (m³/ha/campaña)	3 000 – 4 000		
Profundidad (m)	mayor a 0,3		
Textura	Arenoso Franco	Franco Limoso, Franco Arcilloso Limoso	Franco Arenoso, Franco
pH en suelo	6	8	7- 7,5
pH en agua	6	8.5	7- 7,5
C.E. (uS/cm) en suelo	0	2 500	0 - 1 500
C.E. (uS/cm) en agua	0	3 000	0 - 2 000
M.O (t/ha) instalación	4.5	10	7
M.O (t/ha) mantenimiento	1-2	4-6	3-4
Nitrógeno (kg/ha)	100	150	120
P₂O₅ (kg/ha)	80	150	100
K₂O (kg/ha)	50	120	80
Boro (ppm)	0,5	3,5	0,7-3,5
PSI (%)	menor a 15		

Fuente: Dirección Regional Sectorial Agricultura Tacna (2 010)

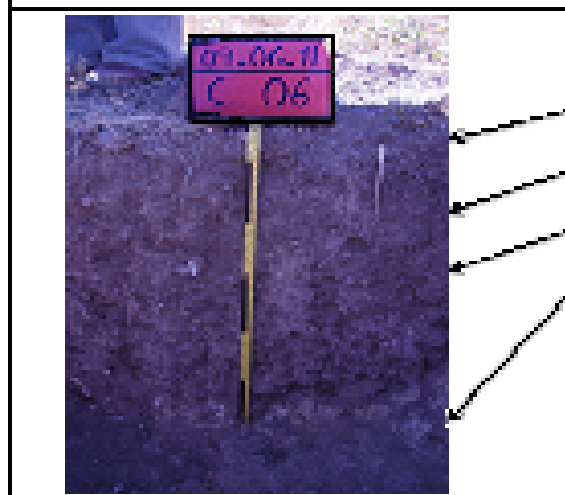
**ANEXO 04: PERFILES REPRESENTATIVOS DE LOS SUELOS DEL
DISTRITO DE TARATA.**

FICHA TÉCNICA EDAPOLÓGICA - AMBIENTAL

Gobierno de La Paz		Municipio de La Paz		Departamento de La Paz		Municipio de La Paz		Municipio de La Paz	
Provincia de La Paz		Municipio de La Paz		Municipio de La Paz		Municipio de La Paz		Municipio de La Paz	



DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE SUELO)			TIPO DE SUELO		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE VEGETACIÓN)			TIPO DE VEGETACIÓN		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE CLIMA)			TIPO DE CLIMA		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE CLASIFICACIÓN)			TIPO DE CLASIFICACIÓN		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE USO)			TIPO DE USO		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE PROTECCIÓN)			TIPO DE PROTECCIÓN		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE RIESGO)			TIPO DE RIESGO		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE MANEJO)			TIPO DE MANEJO		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE MONITOREO)			TIPO DE MONITOREO		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE EVALUACIÓN)			TIPO DE EVALUACIÓN		
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO (TIPO DE RECOMENDACIONES)			TIPO DE RECOMENDACIONES		



Profundidad (cm)	Materia orgánica			Nitrógeno			Fósforo			Potasio			pH
	g/kg	%	g/kg	g/kg	%	g/kg	g/kg	%	g/kg	%	g/kg	%	
0-10	15.2	0.8	1.2	0.15	0.02	0.05	0.10	0.01	0.02	0.05	0.10	0.02	6.5
10-20	12.5	0.7	1.0	0.12	0.015	0.04	0.08	0.008	0.015	0.03	0.06	0.015	6.8
20-30	10.8	0.6	0.9	0.10	0.012	0.03	0.07	0.006	0.012	0.02	0.04	0.01	7.0
30-40	9.5	0.5	0.8	0.08	0.01	0.02	0.06	0.005	0.01	0.015	0.03	0.008	7.2
40-50	8.2	0.4	0.7	0.06	0.008	0.015	0.05	0.004	0.008	0.01	0.02	0.006	7.5
50-60	7.0	0.3	0.6	0.05	0.006	0.01	0.04	0.003	0.006	0.008	0.015	0.005	7.8
60-70	6.0	0.2	0.5	0.04	0.005	0.008	0.03	0.002	0.004	0.005	0.01	0.004	8.0
70-80	5.0	0.1	0.4	0.03	0.004	0.006	0.02	0.001	0.003	0.004	0.008	0.003	8.2
80-90	4.0	0.05	0.3	0.02	0.003	0.004	0.01	0.001	0.002	0.003	0.005	0.002	8.5
90-100	3.0	0.02	0.2	0.01	0.002	0.003	0.005	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.001	8.8

ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIOLÓGICAS

pH	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	pH	C/N	Capacidad catiónica (cmol/kg)		Análisis estadístico			Características físicas			Características biológicas		
							Ca	Mg	Media	Desv. Est.	Coef. Var.	Coef. de Asim.	Coef. de Curtosis	Coef. de Skewness	Coef. de Kurtosis	Coef. de Asim.	Coef. de Curtosis
6.5	0.8	0.02	0.05	0.10	6.5	12.5	1.5	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6.8	0.7	0.015	0.04	0.08	6.8	10.0	1.2	0.4	0.8	0.8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
7.0	0.6	0.012	0.03	0.07	7.0	8.0	1.0	0.3	0.7	0.7	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
7.2	0.5	0.01	0.02	0.06	7.2	6.0	0.8	0.2	0.6	0.6	0.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
7.5	0.4	0.008	0.015	0.05	7.5	4.0	0.6	0.1	0.5	0.5	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
7.8	0.3	0.006	0.01	0.04	7.8	3.0	0.5	0.05	0.4	0.4	0.05	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
8.0	0.2	0.005	0.008	0.03	8.0	2.0	0.4	0.02	0.3	0.3	0.02	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
8.2	0.1	0.004	0.006	0.02	8.2	1.5	0.3	0.01	0.2	0.2	0.01	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
8.5	0.05	0.003	0.004	0.01	8.5	1.0	0.2	0.005	0.1	0.1	0.005	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1



ANEXO 05: DESCRIPCIÓN DE SUELOS REPRESENTATIVOS DE LOS SUELOS DEL DISTRITO DE TARATA

a) Suelo Challa I (Typic Haplustepts) C-1

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap, Bw, R, con Ócrico (0-21cm) de color pardo (10 YR 4/3), con textura media franco arenosa y estructura granular muy fino, estabilidad fuerte, su consistencia moderadamente duro, presenta abundantes raíces gruesas y medianas, presenta fragmentos gruesos grava y gravilla 8%, con límite difuso al horizonte Bw (21-50 cm) de color pardo (7,5 YR 5/3), de textura fina (franco arenoso arcilloso), con estructura bloque subangular, estabilidad fuerte, de consistencia dura, el cual presenta raíces finas y medianas escasas, presenta fragmentos gruesos como gravilla, sin modificadores texturales.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente ácida a neutra (pH 6,36 – 6,69); muy ligeramente salino (< 0,14 dS/m), no presenta carbonatos; presentan contenidos bajos de materia orgánica (2,46 – 0,14 %); bajo contenido de fósforo disponible (6,1 – 2,8 ppm) y con contenidos altos a bajos de potasio disponible (423 – 91 ppm). La capacidad de intercambio catiónico varía de niveles medios (20,32 – 15,68 cmol₍₊₎/ kg de suelo), y además presenta niveles altos de

porcentaje de saturación de bases PSB (100 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea media.

b) Suelo Challa II (Typic Haplustepts) C-2

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap/Bw1/C, con epipedón ócrico (0 - 14cm) de color pardo oscuro (10 YR 3/3), con textura media franco arenosa y estructura granular fino, estabilidad fuerte, su consistencia suave, presenta escasas raíces finas, presenta fragmentos gruesos grava 1,6%, con límite difuso al horizonte Bw1 (14 - 32 cm) de color pardo (10 YR 4/4) de textura franco arenoso, con estructura bloque subangular, estabilidad débil, de consistencia muy dura, el cual presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava 3,6%, con límite difuso al horizonte C (32-66 cm) de color pardo (10 YR 4/4) de textura franco arenoso, con estructura granular simple.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente básica (pH 7,13 – 7,35); y muy ligeramente salino (<1,94 dS/m), no presenta carbonatos; presentan contenidos medias de materia orgánica (2,94 – 0,61 %); bajo contenido de fósforo disponible (2,3 – 4,3 ppm) y con contenidos altos a bajos de potasio disponible (585 – 123 ppm). La capacidad de intercambio catiónico varía de niveles bajos a medios (17,12 – 13,44 cmol₍₊₎/ kg de suelo), y además presenta niveles

altos de porcentaje de saturación de bases PSB (100 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea media.

c) Suelo Tasabaya (Typic Haplustepts) C-3

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap/AB/C, con epipedón ócrico (0-24cm) de color pardo amarillento brillante (2,5Y 6/3), con textura franco arenoso arcilloso y estructura granular muy fino, estabilidad fuerte, de consistencia dura, presenta escasas raíces finas, presenta fragmentos gruesos grava 1%, con límite difuso al horizonte Bw1 (24-54 cm) de color pardo oliváceo brillante (2,5Y 5/3) de textura (franco arcilloso), con estructura granular, estabilidad moderada, de consistencia suave, el cual presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava 20 %, con límite claro al horizonte Bw2 (54-100 cm) de color pardo amarillento brillante (2,5Y 6/3), de textura (arena franca), con estructura granular fino, estabilidad débil, de consistencia suelta, el cual no presenta raíces finas, presenta fragmentos gruesos como grava gruesa 40 %.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente básica (pH 7,70 – 7,81); y muy ligeramente salino (<1,69 dS/m), bajo contenido de carbonatos (0.30 – 0.70 %); presentan contenidos de materia orgánica media a baja (2,12 – 0,20 %); bajo

contenido de fósforo disponible (4,0 – 1,1 ppm) y con contenidos medios a bajos de potasio disponible (158 – 86ppm). La capacidad de intercambio catiónico varía de niveles medios a bajos (16,32 – 11,20 cmol), y además presenta niveles altos de porcentaje de saturación de bases PSB (100 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea media.

d) Suelo Calvario I (Typic Haplustolls) C-4

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap1/Ap2/Bw, con epipedón Móllico (0-16cm) de color pardo oscuro (7,5 YR 3/3), con franco areno arcilloso y estructura granular fino, estabilidad moderada, de consistencia suelta, presenta cantidad moderada de raíces finas y medianas, presenta fragmentos gruesos grava 15%, con límite difuso al horizonte Ap2 (16-47 cm) de color pardo oscuro (7,5 YR 3/3) de textura franco - arcillo - arenoso, con estructura granular fino, estabilidad moderado, de consistencia friable, el cual presenta cantidad moderada presenta raíces finas, presenta fragmentos gruesos como grava gruesa 5%, con límite difuso al horizonte Bw (47-62 cm) de color pardo oscuro (7,5 YR 3/4) de textura (franco – arcillo - arenoso), con estructura bloque subangular muy fino, estabilidad moderada, de consistencia firme, el cual presenta raíces gruesas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava gruesa 5%.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente ácida a neutra (pH 6,42 – 6,68); y muy ligeramente salino (<0,53 dS/m), no presenta carbonatos; presentan contenidos bajas de materia orgánica (1,16 – 0,27 %); bajo contenido de fósforo disponible (3,7 – 2,4 ppm) y con contenido altos a medios de potasio disponible (406 – 209 ppm). La capacidad de intercambio catiónico varía de niveles medios (22,72 – 18,72 cmol₍₊₎/ kg de suelo), y además, presenta niveles altos de porcentaje de saturación de bases PSB (100 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

e) **Suelo Humite (Typic ustortents) C-5**

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap/Bw/R, con epipedón ócrico (0-10cm) de color pardo (7,5 YR 4/2), con textura franco – arcillo – arenoso y estructura granular fino, estabilidad moderada, su consistencia friable, presenta escasas raíces finas, presenta fragmentos gruesos grava y gravilla 2,6%, con límite difuso al horizonte Bw (10-26 cm) de color pardo (7,5 YR 4/3) de textura franco – arcillo – arenoso, con estructura bloque subangular media, estabilidad moderada, de consistencia muy firme, el cual presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava y gravilla 10%.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente ácida (pH 6,16 – 6,11); y muy ligeramente salino (< 0.56 dS/m), no presenta carbonatos; presentan contenidos de materia orgánica media a baja (2,25 – 0,75 %); bajo contenido de fósforo disponible (3,5 ppm) y con contenidos medias a bajas de potasio disponible (190 – 70 ppm). La capacidad de intercambio catiónico es de niveles medios (23,52 – 22,88 cmol₍₊₎/ kg de suelo), estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea media.

f) Suelo Shoja (Typic ustortents) C-6

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap/Bw1/Bw2/R, con epipedón ócrico (0 -12 cm) de color gris rosado (7,5 YR 6/2), con franco y estructura granular medio, estabilidad moderado, su consistencia ligeramente duro, presenta abundantes raíces finas y medianas, presenta fragmentos gruesos grava 5 %, con limite gradual al horizonte Bw1 (12 - 22 cm) de color pardo (7,5 YR 4/4) de textura franco arcillo arenoso, con estructura bloque subangular media, estabilidad medial, de consistencia dura, el cual presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava y gravilla 10 %, con limite difuso al horizonte Bw2 (22-54 cm) de color pardo (7,5 YR 4/3) textura franco arcillo arenoso, con estructura bloque subangular media, estabilidad fuerte, de consistencia dura, el cual

presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava media 10 %.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción fuertemente ácida (pH 5,55 – 5,30); y muy ligeramente salino (< 0,29 dS/m), no presenta carbonatos; presentan contenidos de materia orgánica media a baja (2,53 – 0,41 %); contenido de fósforo disponible media a baja (13,6 – 3,7 ppm) y con contenido altos a bajos de potasio disponible (284 – 74 ppm). La capacidad de intercambio catiónico varía es de niveles medios (21,44 – 19,68 cmol₍₊₎/ kg de suelo), y además, presenta niveles altos de porcentaje de saturación de bases PSB (99 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea media.

g) Suelo puquijata (Typic Haplustepts) C-7

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap/Bw/C, con epipedón ócrico (0 - 20 cm) de color pardo (7,5 YR 5/3), con textura franco y estructura granular fino, estabilidad fuerte, su consistencia duro, presenta escasas raíces finas, presenta fragmentos gruesos como grava y gravilla 3 %, con límite difuso al horizonte Bw (20-46 cm) de color pardo (7,5 YR 4/3) de textura franco arenoso, con estructura bloque angular media, estabilidad moderada, de consistencia muy dura, el cual presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava gruesa 5,6%, con límite difuso al

horizonte C (46-80 cm) de color rojo débil (2,5 YR 4/2) de textura franco, no presenta estructura tipo masivo, de consistencia muy dura, el cual presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava 3%.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción moderadamente ácida a ligeramente ácida (pH 5,98 – 6,10); y muy ligeramente salino (< 0,46 dS/m), no presenta carbonatos; presentan contenidos de materia orgánica media a baja (2,53 – 0,27 %); bajo contenido de fósforo disponible (8,9 – 1,4 ppm) y con contenidos altos a bajos de potasio disponible (458 – 96 ppm). La capacidad de intercambio catiónico varía de niveles altos a muy altos (41,12 – 26,08 cmol₍₊₎/ kg de suelo), y además, presenta niveles altos de porcentaje de saturación de bases PSB (99 -100 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea media.

h) Suelo Calvario II (Typic Haplustolls) C-8

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap/Bw/R, con epipedón Móllico (0-18 cm) de color pardo oscuro (7,5 YR 3/3), con textura arcillo arenoso y estructura granular fino, estabilidad moderada, de consistencia friable, presenta escasas raíces finas, presenta fragmentos gruesos como grava gruesa y guijarro (5% -10%), con límite gradual al horizonte Bw (18-53 cm) de

color gris oscuro (10 YR 4/1) de textura franco arenoso, con estructura bloque subangular fino, estabilidad moderada, de consistencia firme, el cual presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava (3%), guijarro (5%) y piedra 1%.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción moderadamente ácida (pH 5,95 – 5,91); y muy ligeramente salino (<0,36 dS/m), no presenta carbonatos; presenta contenidos bajos de materia orgánica (1,78 – 0,27 %); bajo contenido de fósforo disponible (2,6 – 1.0 ppm) y con contenido altos a bajos de potasio disponible (267 – 66 ppm). La capacidad de intercambio se encuentra en niveles muy altos (41,60 – 34,56 cmol₍₊₎/ kg de suelo), y además, presenta niveles altos de porcentaje de saturación de bases PSB (100 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

i) Suelo Sijata (Lithic Haplustepts) C-9

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap1/Ap2/C, con epipedón ócrico (0-08 cm) de color gris rosado (7,5 YR 6/2), con textura franco arenoso y estructura granular fino, estabilidad moderada, de consistencia suelto, presenta abundantes raíces finas y medianas, no presenta fragmentos gruesos, con límite gradual al horizonte Ap2(08-28 cm) de color pardo (7,5 YR 5/3), de textura franco arenoso, con estructura granular fino, estabilidad débil,

de consistencia muy suelta, el cual presenta raíces finas abundantes, no presenta fragmentos gruesos, con límite difuso al horizonte C (28-54 cm) de color pardo (7,5 YR 5/2) de textura arenoso, sin estructura, de consistencia firme, el cual no presenta raíces, no presenta fragmentos gruesos.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción moderadamente ácida a ligeramente ácida (pH 6,20 – 5,76); y muy ligeramente salino (< 0,83 dS/m), no presenta carbonatos; presentan contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte, luego se va reduciendo (4,71 – 2,46 – 0,20 %); bajo contenido de fósforo disponible (5,1 – 3,4 ppm) y con contenido altos a bajos de potasio disponible (246 – 59 ppm). La capacidad de intercambio catiónico varía de niveles bajos a medios (21,92 – 6,40 cmol₍₊₎/ kg de suelo), y además, presenta niveles altos de porcentaje de saturación de bases PSB (99 - 100 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea media.

j) Suelo Sirabaya pampa (Lithic Ustorthents) C-10

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Ap/Bw/R, con epipedón ócrico (0-10cm) de color pardo (10 YR 4/3), con franco arenoso y estructura granular muy fino, estabilidad fuerte, su consistencia duro, presenta abundantes raíces finas, presenta fragmentos gruesos como grava 1%, con límite gradual al

horizonte Bw (10-24 cm) de color pardo (7,5 YR 4/4) de textura (franco arcillo arenoso), con estructura bloque angular media, estabilidad moderada, de consistencia ligeramente duro, el cual presenta raíces finas escasas, presenta fragmentos gruesos como grava gruesa 5%.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción moderadamente ácida (pH 6,06 – 5,62); y muy ligeramente salino a ligeramente salino (2,14 – 0,84 dS/m), no presenta carbonatos; presentan contenidos de materia orgánica alto a media (10,65 – 2,25 %); bajo contenido de fósforo disponible (5,6 – 3,7 ppm) y con contenidos altos de potasio disponible (581 – 486 ppm). La capacidad de intercambio catiónico varia de niveles altos a medios (29,60 – 23,36 cmol₍₊₎/ kg de suelo), y además presenta niveles altos de porcentaje de saturación de bases PSB (87 - 100 %); estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea media.

**ANEXO 06: MAPA DE ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL
CULTIVO DE ORÉGANO.**

ANEXO 07: ANALISIS DE CARACTERIZACION DE AGUAS Y SUELO



ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

NOMBRE : Bach. José Luis Arias Calisaya
 PROCEDENCIA : Tarata -Tacna
 FECHA RECEPCIÓN : 22/11/2010
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO3= %	M.O. %	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
1	Mocara/ SO1-G,S	62,20	21,30	16,50	Franco Arcilloso Arenoso	0,00	2,18	0,13

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
1	5,54	0,50	2,50	16,56	375	NC	NC	NC	NC	0,00	NC	NC

ArA = Arcillo arenoso
 AF = Arena franca
 FArA = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad de intercambio cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiante
 A= Arena
 Ca²⁺ = Calcio cambiante
 Na⁺ = Sodio cambiante
 CO3⁼ = Carbonatos
 me = miliequivalente
 NC= No corresponde

FA = Franco arenoso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiante

FECHA CERTIFICACIÓN : 15/11/2010



(Handwritten signature)

M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 Jefe de Laboratorio de aguas y suelos
 UNA - PUNO



ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

NOMBRE : Bach. José Luis Arias Calisaya
 PROCEDENCIA : Tarata -Tacna
 FECHA RECEPCIÓN : 22/11/2010
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO3= %	M.O. %	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
2	Tasabaya/ SO2-C,S	78,25	7,30	14,75	Arena Franca	0,02	0,52	0,03

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
						me/100 g suelo						
2	6.86	0.9	4,05	12,44	300	NC	NC	NC	NC	0,00	NC	NC

ArA = Arcillo arenoso
 AF = Arena franca
 FArA = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad de intercambio cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiabile
 A= Arena
 Ca²⁺ = Calcio cambiabile
 Na⁺ = Sodio cambiabile
 CO3⁼ = Carbonatos
 me = miliequivalente
 NC= No corresponde

FA = Franco arenoso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile

FECHA CERTIFICACIÓN : 15/11/2010



[Signature]
 M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 Jefe de Laboratorio de aguas y suelos
 UNA - PUNO



ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

NOMBRE : Bach. José Luis Arias Calisaya
 PROCEDENCIA : Tarata -Tacna
 FECHA RECEPCIÓN : 22/11/2010
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO3= %	M.O. %	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
3	Lote/SO3-C,S	58,75	20,83	20,42	Franco Arcilloso Arenoso	0,01	3,15	0,10

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES			CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S B %
				P ppm	K ppm	ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
							me/100 g suelo						
3	6,65	0,13	0,65	16,82	400		NC	NC	NC	NC	0,00	NC	NC

ArA = Arcillo arenoso
 AF = Arena franca
 FAra = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad de intercambio cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiante
 A= Arena
 Ca²⁺= Calcio cambiante
 Na⁺= Sodio cambiante
 CO3⁼ Carbonatos
 me = miliequivalente
 NC= No corresponde

FA = Franco arenoso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiante

FECHA CERTIFICACIÓN : 15/11/2010



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 Jefe de Laboratorio de aguas y suelos
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

NOMBRE : Bach. José Luis Arias Calisaya
 PROCEDENCIA : Tarata - Tacna
 FECHA RECEPCIÓN : 22/11/2010
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO3= %	M.O. %	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
4	Ticalaco/SO4-C,S	48,35	16,42	35,23	Franco	0,00	3,65	0,11

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES			CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	SB %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺			
											me/100 g suelo		
4	6,73	0,27	1,35	17,37	425	NC	NC	NC	NC	0,00	NC	NC	

ArA = Arcillo arenoso
 AF = Arena franca
 FArA = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad de intercambio cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiabile
 A= Arena
 Ca²⁺= Calcio cambiabile
 Na⁺= Sodio cambiabile
 CO3²⁻= Carbonatos
 me = miliequivalente
 NC= No corresponde

FA = Franco arenoso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile

FECHA CERTIFICACIÓN : 15/11/2010



[Signature]
 M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 Jefe de Laboratorio de aguas y suelos
 UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

NOMBRE : Bach. José Luis Arias Calisaya
 PROCEDENCIA : Tarata -Tacna
 FECHA RECEPCIÓN : 22/11/2010
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO3= %	M.O. %	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
5	Ticalaco/SO4-C,S	65,13	15,20	19,67	Franco arenoso	0,00	2,90	0,13

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CACIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S B %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
						me/100 g suelo						
5	6,52	0,25	1,25	17,66	3,75	NC	NC	NC	NC	0,00	NC	NC

ArA = Arcillo arenoso
 AF = Arena franca
 FArA = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad de intercambio cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiabile
 A= Arena
 Ca²⁺ = Calcio cambiabile
 Na⁺ = Sodio cambiabile
 CO3⁼ = Carbonatos
 me = miliequivalente
 NC= No corresponde

FA = Franco arenoso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile

FECHA CERTIFICACIÓN : 15/11/2010



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 Jefe de Laboratorio de aguas y suelos
 UNA - PUNO



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICOQUÍMICO - CUENCA SAMA - RIO CHACAVIRA

PROCEDENCIA : Rio Chacavira – Tarata Tacna
INTERESADO : Bach. José Luis Arias Calisaya
MOTIVO : Riego
MUESTREO : 22/11/10 (Interesado)
ANALISIS : 22/11/10

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Límpido transparente
Color : Incoloro
Olor : Inodoro
Sabor : Insípido

CARACTERÍSTICAS FISICO – QUÍMICAS:

pH : 6.25 C.E. 0.66 mS/cm.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

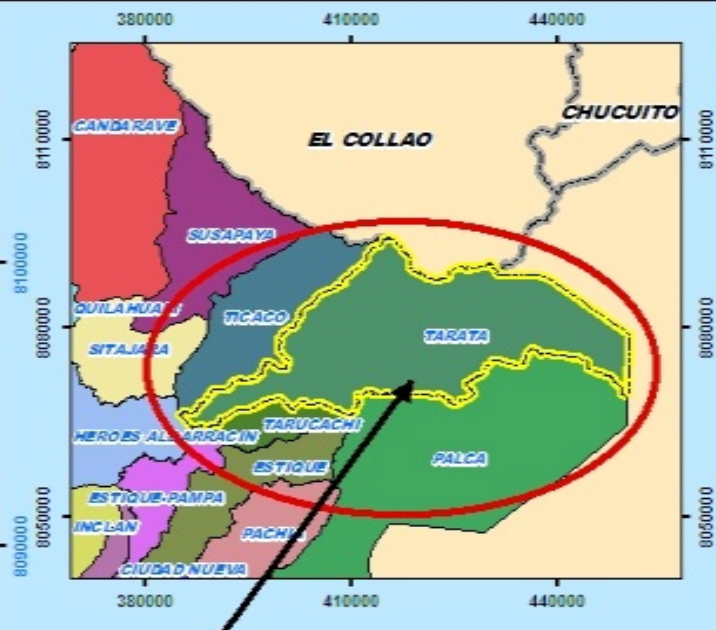
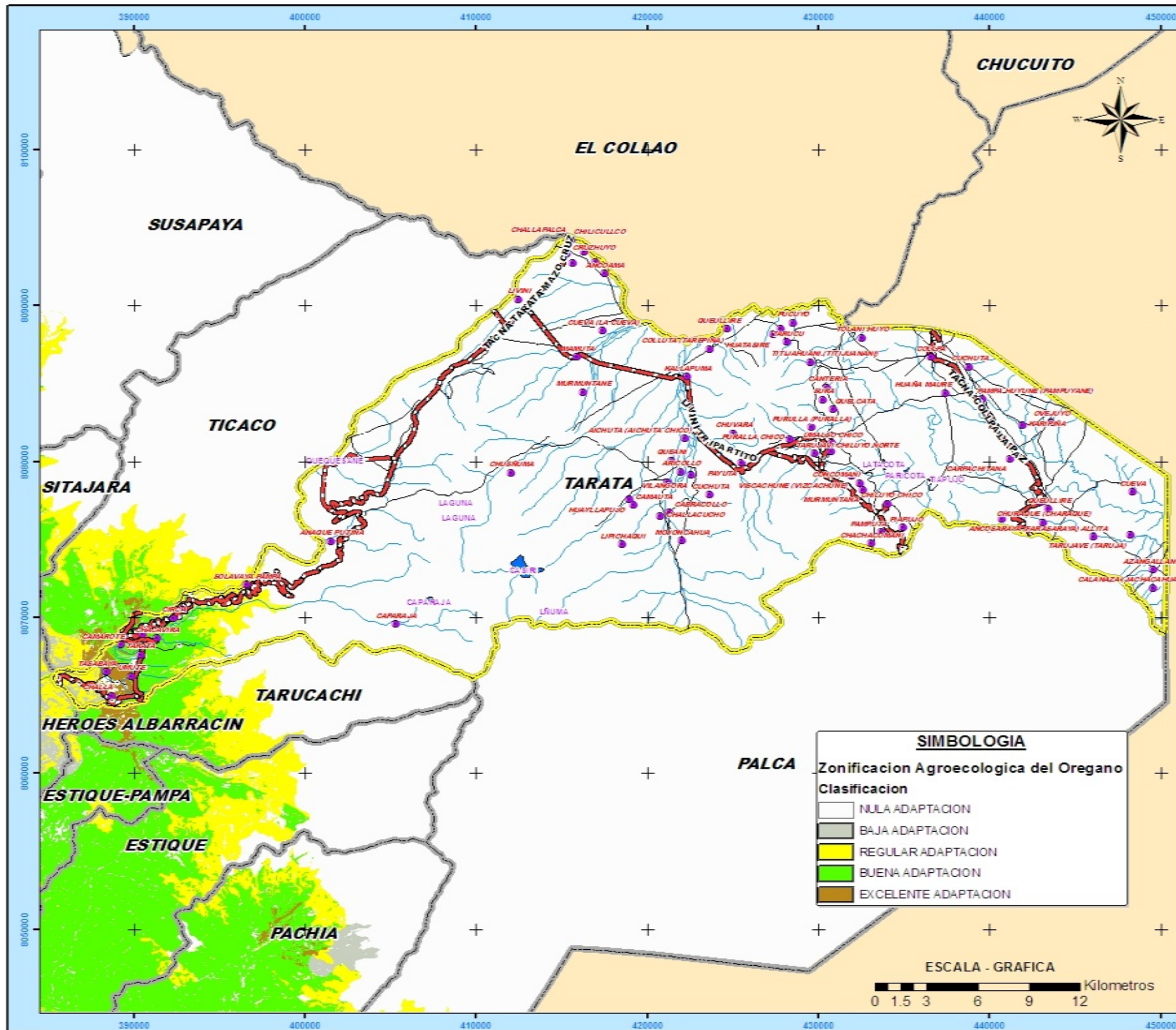
Dureza total (como CaCO ₃)	: 296.40	mg/L
Alcalinidad (como CaCO ₃)	: 17.61	mg/L
Cloruros (como Cl)	: 90.77	mg/L
Sulfatos (como SO ₄ ⁼)	: 102.00	mg/L
Nitratos (como NO ₃)	: 0.02	mg/L
Calcio (como Ca ⁺⁺)	: 92.72	mg/L
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	: 15.59	mg/L
Sodio (Na)	: 8.28	mg/L
Potasio (p)	: 0.36	mg/L
SÓLIDOS TOTALES	: 387.17	mg/L
SAR	: 0.19	
CLASE	: C2S1	

INTERPRETACION

Las características físico-químicas del agua son normales para riego.



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
Jefe de Laboratorio de aguas y suelos
UNA - PUNO



MAPA DE UBICACION
Escala 1/1000000

INFORMACION GENERAL

Población	9,022 habitantes
Extensión	2,819.96 km ²
Superficie Agrícola	2,711.13 has
Usuarios de Agua	2,637
Clima	Otoño, Primavera seco, Invierno seco y frío; Verano Lluvioso
Altitud	3,068 msnm
Precipitación Efectiva	Semi-Seco
Zona de Vida	Matorral Desértico - Montano Templado Cálido
Distancia de Tacna	90 Km

SIMBOLOGIA

Zonificación Agroecológica del Oregano

Clasificación

[White Box]	NULA ADAPTACION
[Grey Box]	BAJA ADAPTACION
[Yellow Box]	REGULAR ADAPTACION
[Green Box]	BUENA ADAPTACION
[Brown Box]	EXCELENTE ADAPTACION

Legenda

- Centro_Pobladors
- Sistema_Vial
 - Asfaltado
 - Alfardo
 - Herradura
- Limite_Distrital
- Limite_Distrital_Taona
- Sistema_Hidrografico
- Lagunas
- Region_puno

