



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO

SOSTENIBLE

TESIS

**INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA VEGETACIÓN DE
LA QUEBRADA CULISPATA – DISTRITO PISAQ – CALCA – REGIÓN
CUSCO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

AUTOR:

Br. YOAN FREDDY PANDO DIAZ

ASESORA:

Dra. GRETA MARGOT PAIVA PRADO

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-3114-3923

CUSCO – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulado: Influencia de la Variabilidad Climática en la Vegetación de la Cuidrada Quilispota Distrito de Pisac - Cusco - Región Cusco, presentado por: Yvan Freddy Pando Diaz, con Nro. de DNI: 23965027, para optar el título profesional/grado académico de: Maestro en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 20 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 29 de noviembre de 2023


Firma
Post firma Grita Margot Pava Prado
Nro. de DNI 23824197

ORCID del Asesor: 0000-0002-3114-3923

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: OID: 27259: 250343436



Identificación de reporte de similitud oid:27259-290343436

NOMBRE DEL TRABAJO

tesis final POSGRADO NOV 2023.docx

AUTOR

Yoan Pando Diaz

RECUENTO DE PALABRAS

25136 Words

RECUENTO DE CARÁCTERES

137594 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

147 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

25.3MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 28, 2023 6:35 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 28, 2023 6:37 PM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base:

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cross

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

DR. GRETA MARGOT PAIVA PRADO
DOCENTE PRINCIPAL
ASESORA

Dedicatoria

La presente tesis la dedico a la memoria de mi señora madre Rosa Diaz Flores.

A mi señor padre Biólogo, Maestro en docencia universitaria Edgar Pando Callo.

A mis hermanos Magísteres Waldo Manuel y Waldo Alex quienes me apoyaron en todo momento para la realización de dicho trabajo de investigación científica.

Agradecimiento

A la universidad San Antonio Abad del Cusco por haber permitido alcanzar este grado académico.

Un agradecimiento muy especial a mi asesora Doctora Greta Margot Paiva Prado quien me apoyó con todo sus conocimientos valiosos y aportes en el proceso de la elaboración de tesis.

A los docentes en la maestría de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible.

A los amigos que me acompañaron en las largas caminatas para recolectar las muestras de las plantas.

ÍNDICE

ÍNDICE	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS	13
FÓRMULAS.....	15
RESUMEN.....	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUCCIÓN	18
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1 Situación problemática	20
1.2 Formulación del problema	22
1.2.1 <i>Problema general</i>	22
1.2.2 <i>Problemas específicos</i>	22
1.3 Justificación de la investigación.....	22
1.4 Objetivos de la investigación.....	23
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	23
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	23
1.5 Limitaciones.....	23
II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	25
2.1 Base teórica.....	25
2.1.1 <i>Cambio climático</i>	25
2.1.2 <i>Impactos del cambio climático en el Perú</i>	27
2.1.3 <i>Variabilidad climática</i>	27

2.1.4	<i>Variabilidad climática de la temperatura y precipitaciones pluviales en la cuenca del río Urubamba del Cusco</i>	29
2.1.5	<i>Geología de la cuenca Culispata - distrito Písaq</i>	31
2.1.6	<i>Hidrografía de la cuenca Culispata - distrito de Písaq</i>	36
2.1.7	<i>Clima en la cuenca de Culispata - distrito Písaq</i>	39
2.1.8	<i>Nueva clasificación ecosistemas andinos</i>	39
2.1.9	<i>Mapa de clasificación Climática Nacional</i>	42
2.2	Marco conceptual.....	42
2.3	Antecedentes empíricos de la investigación	47
2.3.1	<i>Antecedentes internacionales</i>	47
2.3.2	<i>Antecedentes nacionales</i>	48
2.3.3	<i>Antecedentes regionales</i>	50
2.3.4	<i>Antecedentes locales</i>	51
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	53
3.1	Hipótesis.....	53
3.1.1	<i>Hipótesis general</i>	53
3.1.2	<i>Hipótesis específicas</i>	53
3.2	Identificación de variables e indicadores.....	53
3.3	Operacionalización de variables	54
IV.	MÉTODOGÍA	56
4.1	Ámbito de estudio.....	56
4.1.1	<i>Localización política</i>	56
4.1.2	<i>Localización geográfica</i>	57
4.1.3	<i>Accesibilidad</i>	64
4.2	Tipo y nivel de investigación.....	64

4.3	Unidad de análisis	65
4.4	Población de estudio	65
4.5	Tamaño de muestra	65
4.6	Técnicas de selección de muestra.....	66
4.7	Técnicas de recolección de información	68
4.8	Técnicas de análisis e interpretación de la información	68
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70
5.1	Variabilidad climática y vegetación en la quebrada Culispata, parte alta	70
5.2	Variabilidad climática y vegetación en la quebrada Culispata, parte media.....	86
5.3	Variabilidad climática y vegetación en la quebrada Culispata, parte baja.....	104
5.4	Prueba de Normalidad	122
	5.4.1 <i>Prueba de normalidad parte alta</i>	122
	5.4.2 <i>Prueba de normalidad parte media</i>	123
	5.4.3 <i>Prueba de normalidad parte baja</i>	124
5.5	Correlaciones de la investigación	124
	5.5.1 <i>Correlaciones parte alta de la quebrada</i>	124
	5.5.2 <i>Correlaciones parte media de la quebrada</i>	126
	5.5.3 <i>Correlaciones parte baja de la quebrada</i>	127
5.6	Prueba de hipótesis.....	128
	5.6.1 <i>Prueba de hipótesis parte alta</i>	128
	5.6.2 <i>Prueba de hipótesis parte media</i>	129
	5.6.3 <i>Prueba de hipótesis parte baja</i>	131
	CONCLUSIONES	134
	RECOMENDACIONES.....	136
	REFERENCIAS	137

ANEXOS	145
Anexo A. Matriz de consistencia	146
Anexo B. Registro fotográfico.....	147
Anexo C. Prueba de normalidad	152
Anexo D. Resolución MINAGRI.....	155
Anexo C. SOLICITUD A SENAMHI	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Diferencias entre cambio climático y variabilidad climática</i>	31
Tabla 2 <i>Clasificación de pisos ecológicos</i>	39
Tabla 3 <i>Clasificación de nuevos ecosistemas andinos</i>	40
Tabla 4 <i>Clasificación climática según SENAMHI</i>	42
Tabla 5 <i>Variable independiente</i>	53
Tabla 6 <i>Variable dependiente</i>	54
Tabla 7 <i>Operacionalización de variables</i>	55
Tabla 8 <i>Localización política</i>	56
Tabla 9 <i>Localización geográfica</i>	58
Tabla 10 <i>Accesibilidad a la zona de estudio</i>	64
Tabla 11 <i>Distribución de transectos por gradientes altitudinales</i>	66
Tabla 12 <i>Estaciones meteorológicas utilizadas en la zona de estudio</i>	66
Tabla 13 <i>Datos climatológicos en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)</i>	70
Tabla 14 <i>Vegetación rasante en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)</i>	75
Tabla 15 <i>Vegetación herbácea en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)</i>	75
Tabla 16 <i>Vegetación semi arbustiva en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)</i>	77
Tabla 17 <i>Vegetación arbustiva en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)</i>	77
Tabla 18 <i>Vegetación en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)</i>	77
Tabla 19 <i>Tipo de vegetación en parte alta de la quebrada (2019-2020)</i>	78
Tabla 20 <i>Análisis de regresión lineal vegetativo en parte alta de la quebrada</i>	78
Tabla 21 <i>Tipo de vegetación en parte alta de la quebrada (2019-2020)</i>	79

Tabla 22 <i>Influencia de la variabilidad climática en la vegetación en parte alta de la quebrada</i>	81
Tabla 23 <i>Estadística de la regresión en parte alta de la quebrada</i>	83
Tabla 24 <i>Análisis de varianza en parte alta de la quebrada</i>	83
Tabla 25 <i>Análisis de regresión en parte alta de la quebrada</i>	84
Tabla 26 <i>Datos climatológicos en la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm)</i>	87
Tabla 27 <i>Vegetación rasante en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)</i>	92
Tabla 28 <i>Vegetación herbácea en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)</i>	92
Tabla 29 <i>Vegetación semi arbustiva en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)</i> ...	94
Tabla 30 <i>Vegetación arbustiva en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)</i>	95
Tabla 31 <i>Vegetación ubicados en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)</i>	95
Tabla 32 <i>Tipo de vegetación en parte media de la quebrada (2019-2020)</i>	96
Tabla 33 <i>Análisis de regresión lineal vegetativo en parte media de la quebrada</i>	96
Tabla 34 <i>Tipo de vegetación en parte media de la quebrada (2019-2020)</i>	97
Tabla 35 <i>Influencia de la variabilidad climática en la vegetación en parte media de la quebrada</i>	99
Tabla 36 <i>Estadística de la regresión en parte media de la quebrada</i>	101
Tabla 37 <i>Análisis de varianza en parte media de la quebrada</i>	101
Tabla 38 <i>Análisis de regresión en parte media de la quebrada</i>	102
Tabla 39 <i>Datos climatológicos en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)</i>	105
Tabla 40 <i>Vegetación rasante en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)</i>	110
Tabla 41 <i>Vegetación herbácea en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)</i>	110
Tabla 42 <i>Vegetación semi arbustiva en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)</i>	112
Tabla 43 <i>Vegetación arbustiva en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)</i>	112
Tabla 44 <i>Tipo de vegetación en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)</i>	113

Tabla 45 <i>Tipo de vegetación en parte baja de la quebrada (2019-2020)</i>	113
Tabla 46 <i>Análisis de regresión lineal vegetativo en parte baja de la quebrada</i>	114
Tabla 47 <i>Tipo de vegetación en parte baja de la quebrada (2019-2020)</i>	115
Tabla 48 <i>Influencia de la variabilidad climática en la vegetación en parte baja de la quebrada</i>	117
Tabla 49 <i>Estadística de la regresión en parte baja de la quebrada</i>	118
Tabla 50 <i>Análisis de varianza en parte baja de la quebrada</i>	119
Tabla 51 <i>Análisis de regresión en parte baja de la quebrada</i>	119
Tabla 52 <i>Prueba de normalidad para la parte alta de la quebrada</i>	122
Tabla 53 <i>Prueba de normalidad para la parte media de la quebrada</i>	123
Tabla 54 <i>Prueba de normalidad para la parte baja de la quebrada</i>	124
Tabla 55 <i>Correlaciones de vegetación, temperatura y precipitación pluvial parte alta de la quebrada</i>	125
Tabla 56 <i>Correlaciones de vegetación, temperatura y precipitación pluvial parte media de la quebrada</i>	126
Tabla 57 <i>Correlaciones de vegetación, temperatura y precipitación pluvial parte baja de la quebrada</i>	127
Tabla 58 <i>Prueba de hipótesis de la vegetación parte alta</i>	129
Tabla 59 <i>Prueba de hipótesis de la vegetación parte media</i>	130
Tabla 60 <i>Prueba de hipótesis de la vegetación parte baja</i>	131
Tabla 61 <i>Matriz de consistencia</i>	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación geológica del área de estudio</i>	33
Figura 2 <i>Mapa geológico de la quebrada Culispata – distrito Písaq</i>	34
Figura 3 <i>Mapa Fisiográfico de la quebrada Culispata, distrito Písaq, provincia Calca</i>	38
Figura 4 <i>Mapa sistemas ecológicos de la quebrada Culispata, distrito Písaq, provincia Calca.</i>	41
Figura 5 <i>Ubicación del área de estudio</i>	59
Figura 6 <i>Ubicación del área de estudio parte alta (4223 msnm)</i>	60
Figura 7 <i>Ubicación del área de estudio parte media (3521 msnm)</i>	61
Figura 8 <i>Ubicación del área de estudio parte baja (2970 msnm)</i>	62
Figura 9 <i>Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio</i>	63
Figura 10 <i>Localización de los transectos seleccionados</i>	67
Figura 11 <i>Climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)</i>	71
Figura 12 <i>Precipitación pluvial en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)</i>	72
Figura 13 <i>Temperatura en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)</i>	73
Figura 14 <i>Precipitación pluvial y temperatura en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)</i>	74
Figura 15 <i>Análisis climático y vegetativo en parte alta de la quebrada</i>	85
Figura 16 <i>Climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm)</i>	88
Figura 17 <i>Precipitación pluvial en la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm)</i>	89
Figura 18 <i>Temperatura en la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm)</i>	90
Figura 19 <i>Precipitación pluvial y temperatura en la quebrada Culispata, parte media (3521)</i>	91

Figura 20 <i>Análisis climático y vegetativo en parte media de la quebrada</i>	103
Figura 21 <i>Climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)</i>	106
Figura 22 <i>Precipitación pluvial en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)</i>	107
Figura 23 <i>Temperatura en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)</i>	108
Figura 24 <i>Precipitación pluvial y temperatura en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)</i>	109
Figura 25 <i>Análisis climático y vegetativo en parte baja de la quebrada</i>	121
Figura 26 <i>Foto 1, quebrada Culispata</i>	147
Figura 27 <i>Foto 2, quebrada Culispata</i>	148
Figura 28 <i>Foto 3, quebrada Culispata</i>	148
Figura 29 <i>Foto 4, quebrada Culispata</i>	149
Figura 30 <i>Foto 5, quebrada Culispata</i>	149
Figura 31 <i>Foto 6, Quebrada Culispata</i>	150
Figura 32 <i>Foto 7, quebrada Culispata</i>	150
Figura 33 <i>Foto 8, quebrada Culispata</i>	151

FÓRMULAS

Fórmula 1 *Modelo matemático para la vegetación total en parte alta de la quebrada* 84

Fórmula 2 *Modelo matemático para la vegetación total en parte media de la quebrada...* 102

Fórmula 3 *Modelo matemático para la vegetación total en parte baja de la quebrada* 120

RESUMEN

La presente investigación titulada *Influencia de la variabilidad climática en la vegetación de la quebrada Culispata - distrito Písaq - Calca - región Cusco*, esta investigación se realizó en el periodo 1990-2020. **Objetivo general**, determinar la influencia que existe entre la variabilidad climática y la vegetación de la quebrada Culispata - distrito de Písaq - Calca - región Cusco, en el periodo 1990-2020. **Metodología**, del tipo correlacional, diseño no experimental, enfoque cuantitativo; población: 1.77 km² de la quebrada; muestra: transectos lineales rectangulares elegidas al azar de 2m * 50 m = 100 m², muestreo: por racimos: parte alta (4223 msnm), parte media (3521 msnm) y parte baja (2974 msnm); los datos climatológicos fueron proporcionados por el SENAMHI (1990-2020), los datos vegetativos se obtuvieron en trabajo de campo (2019-2020). **Resultados**, en la parte alta, parte media y parte baja de la quebrada Culispata, se logró cuantificar las formaciones vegetativas: rasante, herbácea, semi arbustiva y arbustiva. **Conclusiones**, la influencia de la variabilidad climática en la vegetación, en la **parte alta**: la temperatura no sería el factor que influye en la disminución de la vegetación, mientras que la precipitación pluvial, tampoco sería factor que influye en la disminución de la vegetación en esta zona de estudio, el modelo matemático es obtenido mediante una **correlación lineal** entre todas sus variables. En la **parte media**: la temperatura sería el principal factor que influye en la disminución de la vegetación, mientras que la precipitación pluvial, no sería el factor que influye en la disminución de la vegetación en esta zona, el modelo matemático es obtenido como una **correlación lineal** entre las variables. En la **parte baja**: la temperatura sería el principal factor que influye en la disminución de la vegetación, mientras que la precipitación pluvial, no sería el factor que influye en la disminución de la vegetación en esta zona de estudio, para el modelo matemático se aplicó una **correlación lineal** entre todas las variables, en la zona de estudio.

Palabras clave: temperatura, precipitación pluvial, vegetación, quebrada Culispata, climatología.

ABSTRAIT

La présente recherche intitulée Influence de la variabilité climatique sur la végétation du ravin Culispata - district de Písaq - Calca - région de Cusco, cette recherche a été réalisée dans la période 1990-2020. **Objectif général**, déterminer l'influence qui existe entre la variabilité climatique et la végétation du ravin Culispata - district de Písaq - Calca - région de Cusco, dans la période 1990-2020. **Méthodologie**, type corrélationnel, conception non expérimentale, approche quantitative ; population : 1,77 km² du ruisseau ; échantillon : transects linéaires rectangulaires choisis au hasard de 2 m * 50 m = 100 m², échantillonnage : par grappes : partie supérieure (4 223 m d'altitude), partie médiane (3 521 m d'altitude) et partie inférieure (2 974 m d'altitude) ; Les données climatologiques ont été fournies par le SENAMHI (1990-2020), les données végétatives ont été obtenues lors de travaux de terrain (2019-2020). Résultats, dans la partie supérieure, moyenne et inférieure du ruisseau Culispata, il a été possible de quantifier les espèces végétatives : terrestres, herbacées, semi-arbustives et arbustives. **Conclusions**, l'influence de la variabilité climatique sur la végétation, en partie haute : la température ne serait pas le facteur qui influence la diminution de la végétation, tandis que les précipitations ne seraient pas un facteur qui influence la diminution de la végétation en partie haute, le modèle mathématique est obtenu grâce à une corrélation linéaire entre toutes ses variables. Dans la partie médiane : la température serait le principal facteur qui influence la diminution de la végétation, tandis que les précipitations ne seraient pas le facteur qui influence la diminution de la végétation dans cette zone, le modèle mathématique est obtenu comme une corrélation linéaire entre les variables. Dans la partie inférieure : la température serait le principal facteur qui influence la diminution de la végétation, tandis que les précipitations ne seraient pas le facteur qui influence la diminution de la végétation dans cette zone d'étude. Pour le modèle mathématique, on a appliqué une corrélation linéaire entre toutes les variables de la zone d'étude.

Mots clés : température, précipitations, végétation, ruisseau Culispata, climatologie.

INTRODUCCIÓN

Desde numerosos años atrás se sabe que la variabilidad climática es más intenso y frecuente en todo el globo terráqueo, según Bocanegra (2020) estas manifestaciones biológicas relacionadas al cambio de hábitat de la vegetación, modificación de hábitat y mortalidad de las aves, insectos y mamíferos, los cuales deben de adaptarse a las condiciones climáticas de diferentes zonas. Estas manifestaciones biológicas están muy relacionadas a la variabilidad climática que fueron generadas en gran parte por acción antrópica y hoy en día se nota de manera alarmante en los tipos climáticos y en la conducta alimentaria de todos los seres vivos.

En cuando a América Latina, Brendel et al. (2017) plantearon que la variabilidad climática, dentro del área Pampeana de Argentina que tuvo un clima templado la mayor parte del año, su objetivo fue cuantificar los efectos climáticos y cómo se alteraron los cambios en la vida vegetal con la precipitación pluvial y evapotranspiración, que generaron cambios en la vegetación y las extensiones cubiertas por el uso de cuerpos de agua dentro de la cuenca hidrográfica del arroyo Napostá Chico, entre los años 2001-2004, que presentaron cambios severos húmedos, 2007 eventos normales y 2008, 2009 como eventos secos, demostrando que existe vulnerabilidad climática en dicha cuenca afectando todo los tipos climáticos.

En cuanto a información nacional, de acuerdo a Crispín (2021) en su estudio sobre crecimiento radial de *Polylepis tarapacana* manifestó que esta especie se desarrolla en el altiplano peruano, su crecimiento depende de la sensibilidad a las fluctuaciones climáticas en el altiplano, esta especie está influenciado significativamente por la precipitación pluvial y la temperatura regional ocasionado por la corriente de El Niño, lo cual modifica su crecimiento normal, concluyendo que en el altiplano las temperaturas más altas aumentan la evapotranspiración, en consecuencia reducen la disponibilidad del agua provocando una limitación en el crecimiento radial.

En lo regional, Accostupa (2018) en su investigación sobre la variabilidad climática y el Fenómeno de El Niño en el periodo 1964-2014 en Cusco, determinó el comportamiento de la precipitación pluvial el cual disminuyó en general a consecuencia del Fenómeno de El Niño en los meses de diciembre a enero determinando que, los cambios se dan en el mes de enero, así mismo determinó que la temperatura máxima se incrementa conforme aumenta este fenómeno, sobre la temperatura mínima no hay diferencia significativa con o sin este fenómeno.

La presente investigación tuvo por finalidad determinar los efectos de la variabilidad climática en la vegetación de la quebrada Culispata, distrito de Písaq, provincia de Calca, región Cusco, en el periodo 1990-2020.

En el capítulo I se plantea el problema, objetivo de la investigación, así como, la justificación de la misma.

En el capítulo II se realiza una revisión de las bases teóricas de la variabilidad climática de los factores de temperatura y precipitaciones pluviales, como se encuentra la comunidad vegetal de la quebrada Culispata del distrito de Písaq en el periodo 1990-2020.

En el capítulo III se presenta las hipótesis, así como también la afinidad de las variables con su respectiva operacionalización de las mismas.

En el capítulo IV se describe la metodología aplicada como: tipo, nivel, diseño, unidad de análisis y población del área de estudio, técnicas de recolección de información mediante transectos por pares, análisis e interpretación de la información.

En el capítulo V se revela los resultados y las discusiones del trabajo realizado por cada variable y dimensión con sus respectivas estadísticas.

Finalmente, la presente tesis termina con las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada en la quebrada Culispata.

I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

Años atrás, la variabilidad climática era un tema que se abordaba constantemente en los análisis sociales y principalmente del medio ambiente por los efectos que se observaba en la naturaleza y como venía causando problemas tanto en la conservación y preservación de la flora y fauna en diversas localidades del planeta, convirtiéndose en una prioridad de los gobiernos que afrontan estos problemas causado por diversas fuentes, entre ellos, gases invernaderos, como el CO₂ que incrementan la temperatura global acelerando el deshielo de glaciares que son fuentes de agua dulce en el mundo.

En una publicación de la British Broadcasting Corporation (BBC) que en español significa Corporación Británica de Radiodifusión (2019) los efectos de la variabilidad climática en América Latina ya son evidentes, como inundaciones que constituyen uno de los problemas más comunes en zonas de América Latina meridional.

En los países de Argentina y Uruguay se registraron lluvias torrenciales causando daños económicos por un valor de 2,500 millones de dólares, mientras algunas zonas tienen problemas de inundaciones, países como Chile tienen problemas de mega sequías y crisis hídricas las más agudas en los últimos 50 años, donde más de 30,000 animales murieron; huracanes registrados en Puerto Rico dejaron más de 4,600 muertos, su velocidad promedio (km/h) disminuyó de 17% entre 1944 y 2017 a 15.4%, haciéndolos más letales por permanecer más tiempo en Tierra, subidas en el nivel de las aguas del mar se evidencian en las costas de Argentina, EEUU, en el archipiélago de San Blas en Panamá se registran los daños más graves por el aumento del nivel del mar.

En una publicación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales ([IDEAM], 2018) de Colombia, identifican que la variabilidad climática es una fluctuación

permanente o cíclica de la temperatura y precipitaciones pluviales que afectan en un determinado territorio e individuos vegetales, en tal sentido, en el Perú se viene experimentado los efectos de la variabilidad climática.

En un informe de la Universidad de Ingeniería y Tecnología ([UTECH], 2021), hacen referencia que el 70% de los glaciares tropicales del mundo se encuentran en territorio nacional los cuales vienen retrocediendo por el aumento de la temperatura.

Concretamente, en la Cordillera Blanca que va perdiendo sus reservas de agua dulce y en consecuencia la capital, Lima, podría quedar sin agua potable en los años 2030 al 2050. El Fenómeno de El Niño cada vez es más agudo ocasionando inundaciones en el litoral norteño nacional y en el sur, crea sequías crudas que merman la capacidad productiva de alimentos en el país.

El departamento del Cusco, por otro lado, afronta sus propios problemas originados por la variabilidad climática, en un informe del Centro Bartolomé de las Casas ([CBC], 2020), los efectos más preocupantes son índole económico productivo, pues empleando la estimación empírica del Modelo Ricardiano.

Se observa que la temperatura como la precipitación pluvial se correlacionan no linealmente con el desempeño agrícola, este resultado refleja el impacto de la variabilidad climática en la producción agrícola, resaltando la vulnerabilidad de las unidades productivas menos tecnificadas dependientes exclusivamente de las condiciones naturales que se ven afectadas negativamente ante inundaciones, sequías y heladas.

El tema agrícola no es el único problema que se evidencia en el departamento del Cusco, pues también está la pérdida de flora nativa del departamento, causada por los efectos de la variabilidad climática, se debe realizar una investigación que pueda analizar este contexto complejo y diversificado.

Esta investigación se centró cómo la variabilidad climática viene influenciando en la vegetación de la quebrada Culispata distrito de Písaq, provincia de Calca, región Cusco. Para abordar este problema se necesita aplicar una metodología cuantitativa con un nivel correlacional explicativo que pueda medir cuantitativamente cómo se ha perdido paulatinamente individuos en 30 años, desde la década de 1990 hasta el 2020 y así, poder determinar cómo los individuos vegetales se han visto mermadas por efecto del aumento de la temperatura y de las precipitaciones pluviales en la quebrada Culispata.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la influencia que existe entre la variabilidad climática y la vegetación de la quebrada Culispata - distrito de Písaq - Calca - región Cusco, en el periodo 1990-2020?

1.2.2 *Problemas específicos*

- ¿Cuál es la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte alta de la quebrada Culispata?
- ¿Cuál es la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte media de la quebrada Culispata?
- ¿Cuál es la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte baja de la quebrada Culispata?

1.3 Justificación de la investigación

La presente investigación es relevante porque permitirá relacionar cómo la variabilidad climática influye en la vegetación de la quebrada Culispata, distrito Písaq, provincia Calca, región Cusco, en el periodo 1990-2020 y así poder identificar cómo el cambio climático influye en la naturaleza de la región.

La investigación tiene una justificación social porque permitirá a la comunidad científica poder analizar cómo los efectos de la variabilidad climática vienen influenciando en la vegetación de la quebrada Culispata, con la finalidad de tomar medidas preventivas en pos de la conservación de la riqueza vegetal y preservar la biodiversidad de la zona.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 *Objetivo general*

Determinar la influencia que existe entre la variabilidad climática y la vegetación de la quebrada Culispata - distrito de Písaq - Calca - región Cusco, en el periodo 1990-2020.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Determinar la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte alta de la quebrada Culispata.
- Determinar la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte media de la quebrada Culispata.
- Determinar la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte baja de la quebrada Culispata.

1.5 Limitaciones

La presente tesis tuvo limitaciones en la ejecución del trabajo de campo, al realizar los transectos en las zonas determinadas debido a la accesibilidad especialmente en la parte alta que es muy escarpada y las caminatas son dificultosas, se tuvo que buscar tiempos libres para realizar la recolección de muestras de individuos mientras se cumplía con las obligaciones laborales al mismo tiempo.

El acceso a la comunidad campesina Viacha y su anexo de Culispata era muy limitado negándome el acceso a sus espacios, teniendo que pedir permiso al presidente comunal y poder realizar el trabajo de investigación.

Las limitaciones y restricciones por parte del Ministerio de Cultura para ingresar al grupo arqueológico de Písaq que es ruta obligatoria peatonal para llegar a la comunidad de Viacha, retardaron muchas veces los trabajos de campo planificado (realizar los transectos), la justificación dada por lo vigilantes es que una zona arqueológica.

La poca accesibilidad para llegar a la parte alta de la quebrada, era tediosa, puesto que la trocha existente se encuentra en pésimas condiciones. La única manera de llegar era a pie haciendo un recorrido de 16 kilómetros ida y vuelta.

La pandemia de COVID -19 paralizó el trabajo de investigación de campo, por las medidas restrictivas que impuso el estado peruano, no pudiendo desplazarnos al área de estudio.

II.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Base teórica

2.1.1 *Cambio climático*

El cambio climático se ha dado a lo largo de la historia de la Tierra, desde extinciones masivas como a fines del periodo pérmico hace unos 250 millones de años, el Triásico que causo la extinción de los dinosaurios hace 66 millones de años, en el último periodo glacial hace 21 mil años aproximadamente el cual provocó una disminución en la temperatura media del planeta de 4 °C a -7 °C en los trópicos incidiendo en la disminución de pisos altitudinales de vegetación lo que influyo en la composición ambiental de especies y migraciones por todo el planeta (Jansen et al. 2007).

En una publicación, se indica que el cambio climático es una modificación en el comportamiento y cambios del clima en un periodo mayor a los 100 años, milenios, debido a la modificación natural o provocado por el hombre, el cambio climático se puede producir por factores naturales internos, antrópicos o externos, estos factores varían de acuerdo a las corrientes de energía provocando un incremento radioactivo o disminución de la misma respectivamente, una modificación radioactiva es la medición de propulsores del cambio climático determinado un calentamiento progresivo si es positivo o enfriamiento si se da el caso que sea negativo (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2007).

El cambio climático tiene un aumento mayor a nivel global de 1.5 °C que provocaría un riesgo de extinción del 30% de especies aproximadamente, de 1.5 °C a 2.5 °C daría como resultado modificaciones en el medio ambiente y desplazamiento geográfico de la vegetación, una variación mayor a 2 °C provocaría 40% de degradación en la amazonia (Magrin et al., 2007).

Los efectos del cambio climático en un futuro no son nada esperanzadoras, son malas noticias puesto que el planeta podrá experimentar un aumento de 1.4 °C más que en 1990, este pronóstico va a depender de las decisiones que las potencias puedan adoptar en el corto plazo sobre su política de emisiones de gases invernadero (Stern, 2006).

Considerables cultivos son más delicados a los cambios de temperaturas extremas que su variabilidad promedio y generaría serios problemas a la producción agrícola por todo el planeta creando una escasez de productos alimentarios y de abastecimiento (Guerrero, 2012).

Se manifiestan los cambios en los valores de los parámetros de tendencia central (media, mediana, etc.) y/o de dispersión (varianza, coeficiente de variación, etc.) de la distribución de frecuencias de alguna variable climática, respecto a un período anterior, en cuyo caso puede hablarse de cambio climático, se manifiestan en escalas de tiempo en general dilatadas, al menos decadales, y en escalas espaciales globales, hemisféricas y continentales. Por ejemplo, en el caso de la biosfera, los cambios climáticos suelen implicar cambios cuantitativos, existenciales y estructurales, variaciones en la cantidad de seres vivos, desaparición o aparición de especies, cambios en los tipos climáticos, etc. (Vide, 2009).

Se determina al cambio ambiental como la alteración del medio ambiente en relación con la historia climática, a escala mundial, territorial o regional; tales cambios se producen a diferentes escalas de tiempo en los componentes del clima y se deben a causas regulares y antropológicas (contando el área agrícola, se percibe como un ajuste del medio ambiente acreditado directamente o de forma indirecta a la acción humana que modifica la creación del aire mundial y que se suma a la fluctuación normal del medio ambiente visto durante plazos similares. El calentamiento se está produciendo en la troposfera, uno de estos sistemas es el efecto invernadero, provocado por las sustancias que agotan la capa de ozono (GEI), también que hay una discusión sobre la medición exacta de la obligación de cada área de la sociedad para la adición a la colección de (GEI). Cruz Hernández et al. (2020).

2.1.2 Impactos del cambio climático en el Perú

Los principales resultados frente al cambio climático en Perú son los siguientes (Vargas, 2009):

- Pérdida de masa glaciar del 22% del piso en los últimos 35 años.
- Extensión de la estación seca y menor cantidad de agua para consumo humano.
- Ampliación de frecuencias de fenómenos naturales en la sierra y selva, aumento de los niveles del mar en zonas costeras.
- Incremento de frecuencias e intensidad del Fenómenos de El Niño en el Perú.
- Descenso de fitoplancton en el litoral provocando menor productividad en la pesca.
- Sabanización de bosques tropicales por todo el país.
- Pérdida de biodiversidad y de especies gradualmente en los últimos años.

El cambio climático conlleva a producir efectos a largo plazo de los modelos de producción causados principalmente por aumento en la temperatura que modifican los patrones de lluvia y de estaciones de cosecha (Choloquina y Cunuhayg, 2011).

2.1.3 Variabilidad climática

La variabilidad climática se manifiesta por el transcurso del tiempo que pueden ser meses, años, décadas, mediante fluctuaciones de diferente duración menores a 30 años, la variabilidad climática se manifiesta en las alteraciones de temperatura, precipitaciones, evapotranspiración, etc., las cuales varían en torno a su valor promedio por encima o debajo de este promedio (IDEAM, 2018).

Estas fluctuaciones se deben a variaciones en los componentes climáticos fundamentalmente por el océano, la atmósfera y radiación solar incidente.

Existen 3 tipos de variabilidad climática los cuales son:

- **Variabilidad intraestacional.** Variaciones en las estaciones del año en invierno o verano en latitudes medias, temporada de lluvias o sequías en zonas tropicales por un periodo de 30 a 60 días de duración de variabilidad.
- **Variabilidad interanual.** Son variaciones de más de un año y se manifiestan por periodos de lluvia intensa por encima de su valor promedio con respecto a otro año menos lluvioso.
- **Variabilidad interdecadal.** Esta variabilidad se expresa en ciclos con periodos de más de diez años tanto en temperaturas como precipitaciones pluviales por encima o debajo de su valor promedio.

La variabilidad climática en opinión de Le Treut et al. (2007) es el estado promedio de la atmósfera en un lugar determinado en un periodo de tiempo relativamente prolongado, en temperaturas y precipitaciones pluviales por lo general mayor o igual a 30 años.

Según Sánchez et al. (2020) expresan que la variabilidad climática envuelve un gran número de escalas espaciales y estacionales, las escalas espaciales incorporan escalas planetarias, continentales, regionales y locales, cercanas y puntuales. Las escalas transitorias abarcan desde escalas paleo-climáticas (un largo periodo de tiempo), pasando por escalas principales, decenales, interanuales, anuales, intra- anuales y diurnas. En las naciones situadas en las selvas que rodean el mar Pacífico, las peculiaridades más persuasivas de la variabilidad climática son El Niño y La Niña, que producen modificaciones en la temperatura y aumentos o disminuciones sólidos de las precipitaciones, causando una enorme disminución en curso, debido a que estas peculiaridades producen inundaciones o secan los suelos, pero además influye en diferentes regiones de manera diferenciada (formaciones geológicas), en consecuencia, entrar en conflicto con los objetivos del giro sostenible de los acontecimientos.

A pesar de que se ha destacado la información de los pobladores locales sobre determinadas cosechas, hay que subrayar que el medio ambiente, como distintas variables, cambian continuamente, por lo que la información debe tener en cuenta esta dinámica, ciertamente el medio ambiente no es un componente estático; las anomalías atmosféricas se producen constantemente y sus efectos pueden ser sutiles, moderados u horribles. Los cambios que producen estas rarezas se denominan fluctuación del entorno y, aunque es innegable, aliviar los impactos es concebible, conocer el entorno y su variedad es el principal sistema de transformación, sobre todo en la agricultura de subsistencia, a través de la información etno-natural, que se comunica de una época a otra, con la información y la capacidad de conocer bien las plantas a desarrollar, el trabajo rural, el clima del entorno y la religión-cosmogonía, que permiten reforzar la creación de mano de obra en el entorno en curso Romero et al. (2023).

Son las fluctuaciones del medio ambiente, se caracteriza por las incertidumbres del clima durante periodos de tiempo algo breves menores a 30 años, estimados por las desviaciones facticas de una variable meteorológica respecto a su valor típico en un periodo de tiempo similar, que se conocen como peculiaridades, y que se producen debido al aumento y la potencia de las ocasiones climáticas extremas, que son más regulares y extraordinarias en la actualidad. Clevez (2018).

2.1.4 Variabilidad climática de la temperatura y precipitaciones pluviales en la cuenca del río Urubamba del Cusco

Variables atmosféricas son las diferentes manifestaciones climáticas, las cuales son registradas por las estaciones meteorológicas, instaladas en diferentes puntos de esta área geográfica, brindando resultados las que se relacionan con la variable dependiente, los terrenos agrícolas son cultivados a partir del mes de septiembre - octubre (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. 2017)

Para ello los pobladores cuentan con canales de regadío, las cuales están distribuidas por todo el poblado de Písaq, las que permiten mantener los terrenos con la cantidad de agua necesaria que demanden sus productos, de esta manera disminuya el riesgo de pérdida de su cosecha, en el momento que la precipitación pluvial llega a 52.87 mm, los lugareños dejan de cultivar sus productos por el incremento de agua que se genera en esta época, en el momento que la temperatura aumente automáticamente disminuye la productividad de los terrenos de cultivos, hasta cierto punto y se genera el efecto en “U” con la variable dependiente, una vez que la temperatura baje la productividad agrícola aumenta.

Es importante considerar que la variabilidad estudiada para los siguientes años no es alentadora para nosotros puesto que en los últimos 40 años las lluvias no son uniformes y van en aumento entre 0.7 y 8.5 mm por año, en cuanto a las sequías se presentaron por periodos largos y con mayor frecuencia, en cuanto a la temperatura se registraron -0°C (heladas) en las zonas altoandinas, es decreciente en gran parte de la cuenca, existiendo una disminución de días con helada.

Los resultados obtenidos determinaron que la variabilidad de las precipitaciones pluviales está relacionada con la variabilidad interanual (de El Niño), las lluvias serán deficientes o normales, mientras para el fenómeno de la Niña las precipitaciones pluviales serán normales a excesivas.

Tabla 1*Diferencias entre cambio climático y variabilidad climática*

Variabilidad climática	Cambio climático
<ul style="list-style-type: none"> • Conocidas como fluctuaciones de las condiciones predominantes de una zona generada por efecto antropogénico. • Anomalía climática marcada fácilmente identificable. • Puede haber varios sucesos climatológicos en el ciclo de vida del ser humano. • Se identificó zonas donde las condiciones varían ampliamente pasando de temperaturas muy frías a muy cálidas, de zonas húmedas a zonas desérticas. • El tiempo en que mide es de 30 años por lo menos de influencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es la modificación de condiciones naturales y antropogénicas generadas de manera directa o indirecta que contaminan la composición de la atmósfera global predominantes alrededor de la cual oscilan esas condiciones. • Ocurre lentamente y se extiende por periodos largos. • No es notorio en el ciclo de vida del humano. • Estos cambios climáticos son notorios en todo el globo terráqueo de manera alarmante. • El tiempo en que se mide es de más de 100 años.

Nota. Diferencia entre variabilidad climática y cambio climático, según IDEAM (2022).

2.1.5 Geología de la cuenca Culispata - distrito Písaq

La distribución de la formación geológica del área de estudio permite saber y tener una edad cronológica aproximada de esta cuenca (Carlotto y Cárdenas, 1996).

Esta ciencia permite tener en conocimiento la estabilidad o inestabilidad de los suelos e identificar las unidades litológicas mediante los procesos de meteorización e intemperización de los mismos, la geología del área de estudio corresponde a la siguiente clasificación:

Era Cenozoica

Periodo: Cuaternario

Época: Pleistoceno

Formación: Rumicolca

Época: Holoceno

Formación: Depósitos pluviales/Coluviales

Depósitos Glaciales /Aluviales.

Era Mesozoica

Periodo: Triásico

Época: Triásico inferior

Grupo: Mitú.

Formación Huambutio.

Periodo: Cretácico.

Época: Cretácico Inferior

Formación: Huancané.

Formación: Paucarbamba.

Época: Cretácico Medio

Formación: Maras.

Era Paleozoica

Periodo: Devoniano

Formación: Ccatca.

Periodo: Pérmico

Época: Pérmico Inferior

Formación: Grupo Copacabana

Periodo: Pérmico

Época: Pérmico Superior

Formación: Grupo Mitú.

Figura 1

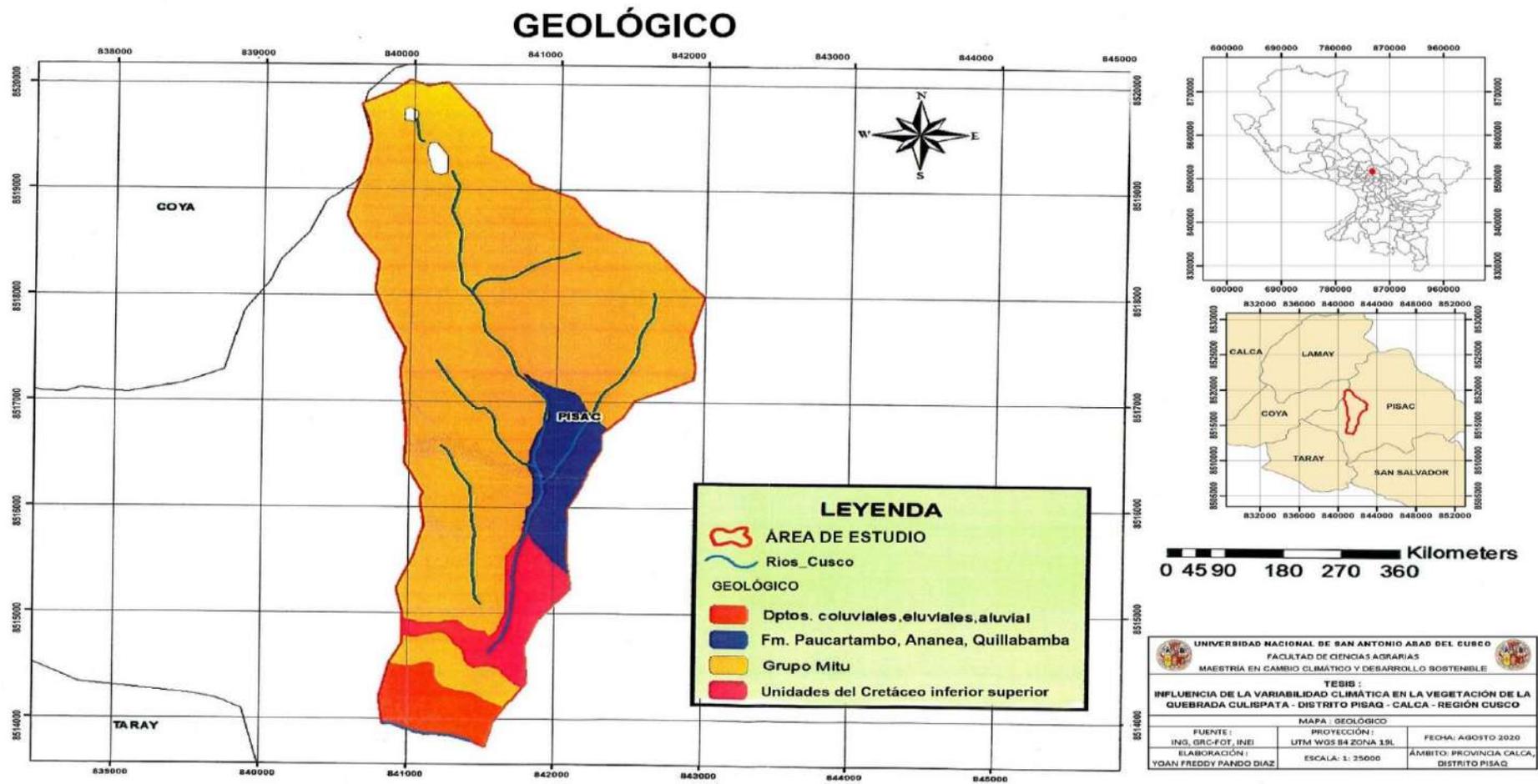
Ubicación geológica del área de estudio

Eraterna	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigraficas	Rocas intrusivas.	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Dep Fluviales/Coluviales	Q-al/Q-co	Batolito Andahuaylas Yauri
			Dep. Glaciales/Aluviales	Q-g / Q-fl	
		Pleistoceno	Formación San Sebastián	Q - sa	
			Formación Rumicolca	Q - ru	
	NEOGENO	Plioceno	Formación Chincheros	Np - cc	
		Mioceno	Formación Anta	Nm - an	
	PALEOGENO	Oligoceno	Grupo San Jerónimo	Peo - sj	
		Eoceno		Peo - sj	
		Paleoceno	Familia Quilque y Chilca	Pp - qc	
MESOZOICA	CRETACICO	Superior	Formación Piquín	Ks - pu	Intrusivos Permianos
			Formación Ayacavas	Kjs - ay	
		Medio	Formación Maras	Ki - ma	
		Inferior	Formación Paucarbamba	Ki - pb	
		Inferior	Formación Huancane	Ki - hn	
	JURASICO	Superior			
	TRIASICO	Inferior	Formación Huambutlo	JsKI - hm	
	PERMICO	Superior	Grupo Mitu	PsTI - m	
		Inferior	Grupo Copacabana	PI - c	
	PALEOZOICA	SILURO			
DEVONIANO			Formación Ccatca	DsCI - cc	
		Superior	Formación Zapla	Os - z	
		Superior	Formación Sandis	Os - s	
Medio		Formación San José	Om - s		
Inferior		Formación Verónica	O - v		
CAMBRICO		Formacion Ollantaytambo.	C - o		

Nota. Elaborado y adaptado en base a la Carta Geológica del Perú, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico ([INGEMMET], 1996) Cuadrángulo 27-r y 27-s.

Figura 2

Mapa geológico de la quebrada Culispata – distrito Písaq



En la cuenca de Culispata o Kitamayu se observan formaciones fisiográficas que fueron detalladas (INGEMMET, 2020), la cuenca está conformado por 4 quebradas (Wiracuchayoc, Ancahuachano, Quihuarani y Hatunhuayco, las tres primeras ubicadas al lado izquierdo y el último al lado derecho tomando como referencia la plaza principal de Písaq) que se activan solo en periodos de lluvia entre los meses de noviembre a abril, su diversidad y cambios abruptos de paisajes y los tipos climáticos están muy relacionados a la formación de la cordillera oriental.

Estas cuencas se dividen en tres sectores parte alta, media y baja (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2011):

La parte baja constituida por tierras de alto potencial agrícola, localizadas en las márgenes del río Vilcanota donde se producen de manera excelente el maíz, en la parte media se caracteriza por la presencia de pendientes graduales y la mayor parte del distrito tiene esta formación (70%) por lo general se producen productos andinos como la papa nativa, tarwi, quinua, habas bajo el sistema de rotación colectiva y rotando los terrenos agrícolas por temporadas, la parte alta constituida por una topografía conformada por altiplanicies onduladas y afloraciones rocosas donde la cobertura vegetal esencialmente son pajonales dedicados al pastoreo.

Dicha área de estudio corresponde a un micro valle andino, la quebrada Culispata o Kitamayo divide al poblado de Písaq en dos, en la naciente o cabecera de cuenca se ubica las morrenas a 4700 msnms dando origen a la formación de dos lagunas periglaciales de nombres Chalhuacocha 4428 msnm y la laguna de Totoratacocha a 4228 msnm, con una pendiente que varía desde 40% a 21% de pendiente en la parte alta.

La parte media se ubica la comunidad campesina de Viacha y su anexo Culispata considerado como plataformas, laderas, pendientes con estribaciones fuertes entre 20° a 75°

considerándose la parte más accidentada de la quebrada, en esta área se ubica el grupo arqueológico de Písaq.

La parte baja está formada por pendientes menores a 6° donde se ubican algunas terrazas incas como la construcción de viviendas urbanas.

Esta formación divide la cuenca en dos: al lado derecho se ubica el cerro Intihuatana, y al lado izquierdo el cerro denominado Viacha.

2.1.6 Hidrografía de la cuenca Culispata - distrito de Písaq

La cuenca de Culispata tiene recursos hídricos importantes formado por lagunas, espejos de agua, riachuelos, napa freática y afluentes al río principal Culispata, pertenece al sistema hidrológico del Vilcanota.

La quebrada Culispata tiene una longitud de 8 km aproximadamente, la naciente de este río comienza en la laguna periglaciaria llamado Challhuacocha ubicado a 4428 msnm y está rodeada de morrenas conectándose con una laguna más grande llamada Totoracocha ubicada a 4223 msnm, en la parte más alta hasta la desembocadura al río Vilcanota o Urubamba, cruzando el poblado de Písaq a 2970 msnm, tiene una pendiente pronunciada de 21° en su trayectoria.

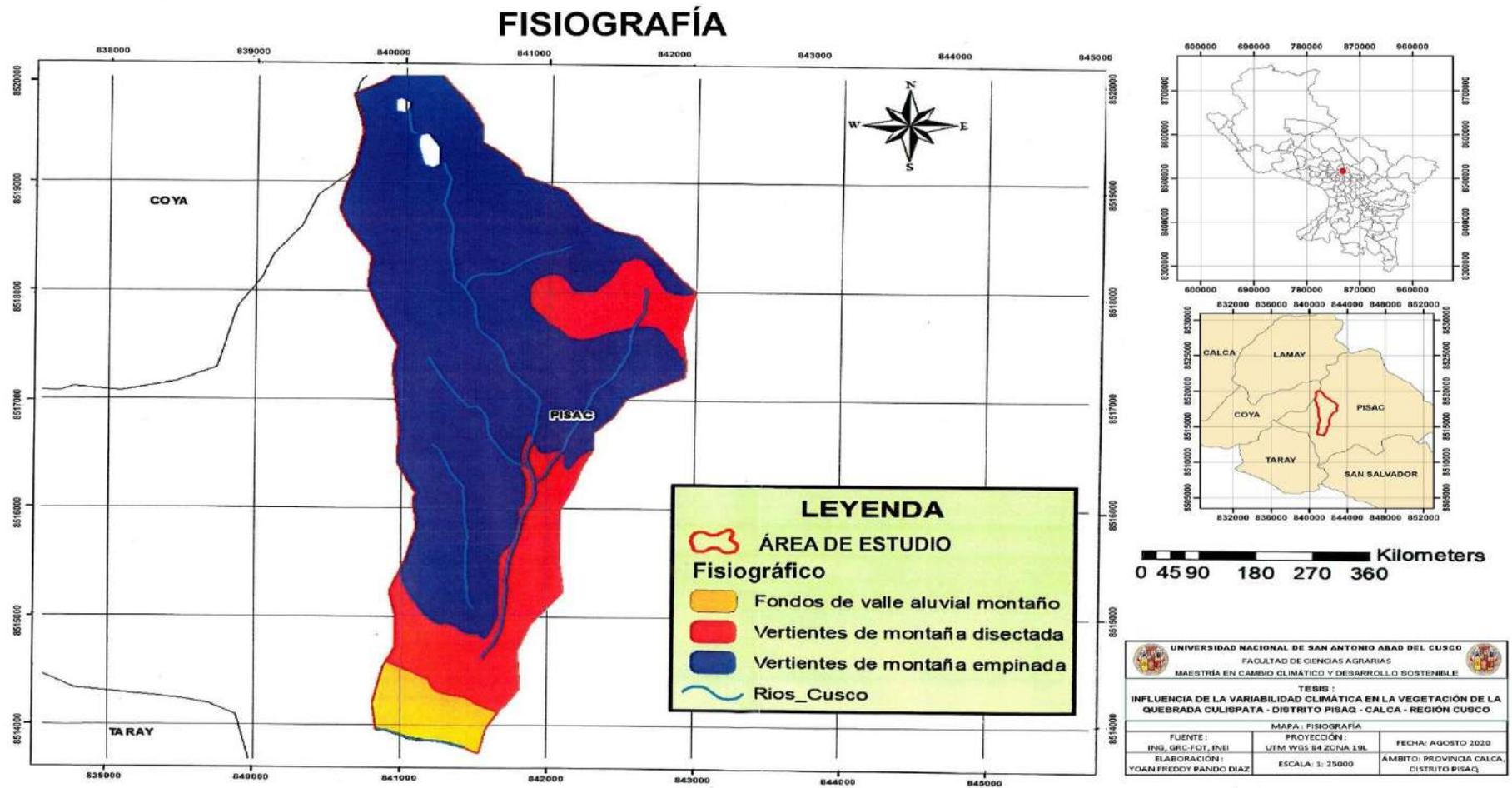
Los caudales máximos cuantificados mediante el método de HUS, fueron de 16.26 y 25.58 m³/s, para ciclos de retornos de 10 a 50 años, aplicando el método directo se estimó un gasto máximo de 18.39 m³/s, en época de estiaje el río se seca completamente (Instituto Nacional de defensa Civil [INDECI]. (2005)

Cabe mencionar que esta cuenca se activa solo en periodos de lluvias a partir del mes de noviembre hasta abril, los 4 afluentes son Wiracuchayoc, Ancahuachano, Quihuarani ubicados al lado izquierdo y el afluente Hatunhuayco al lado derecho, y en época de estiaje este río tiene un flujo temporal y se seca completamente.

La comunidad Viacha y su anexo de Culispata como el poblado de Písaq utilizan este recurso vital para el consumo humano, así como para sus animales, como también para el riego de sus campos de cultivos.

Figura 3

Mapa Fisiográfico de la quebrada Culispata, distrito Písaq, provincia Calca



2.1.7 *Clima en la cuenca de Culispata - distrito Pisac*

En la quebrada Culispata, cuenta con dos periodos bien definidos que son: periodo de lluvias de octubre a abril y la estación de sequías de mayo a setiembre y lluvias poco frecuentes en agosto denominado cabañuelas.

El clima es variado en cada gradiente altitudinal repercutiendo en las comunidades vegetales de cada piso ecológico, la parte baja de la quebrada Culispata es templada en contraste con la parte alta que es considerada fría con cambios de temperatura por el día y la noche, en la parte media las variaciones climáticas son intermedias (MINAM, 2011).

Especialistas hacen referencia que existen termotipos los cuales siguen una regla de proporción inversa entre altitud y temperatura promedio (Aragón y Chuspe, 2018).

Tabla 2

Clasificación de pisos ecológicos

Pisos Termotipos	Pisos Altitudinales	Altitud (msnm)	Clima
Mesotropical	Montano	2900-3200	Templado
Supratropical	Altimontano	3200-4100	Templado frio
Orotropical	Altoandino	4100-4600	Frio (con cambios bruscos)

Nota. Información proporcionada por Aragón y Chuspe (2018), Ecología Geográfica del Cusco.

2.1.8 *Nueva clasificación ecosistemas andinos*

Con Resolución Ministerial N° 440-2018 publicado el 21 de diciembre de 2018, se aprueba el mapa nacional de ecosistemas (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2018), la memoria descriptiva y las definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú, la nueva clasificación de los ecosistemas andinos como se observó lo siguiente:

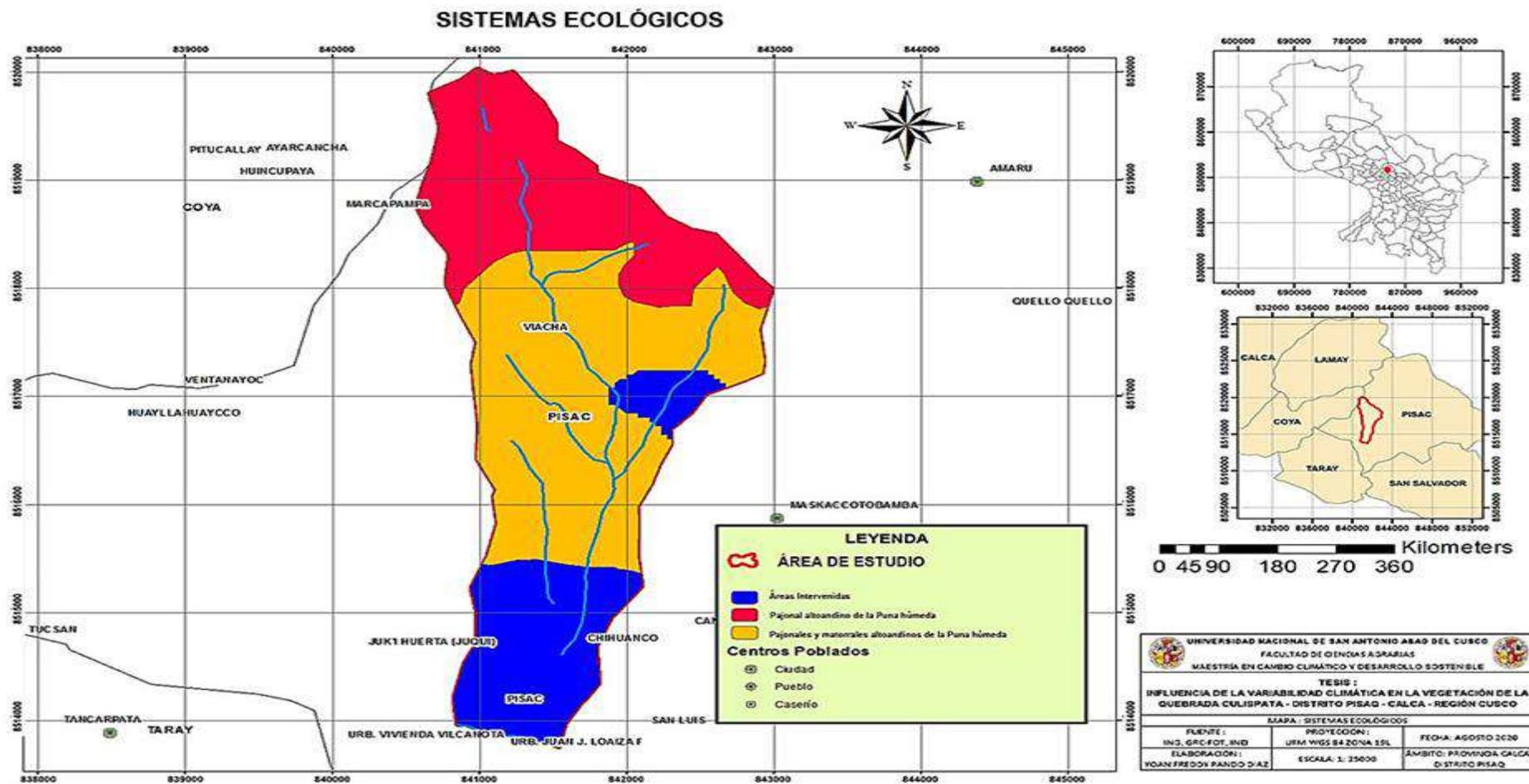
Tabla 3*Clasificación de nuevos ecosistemas andinos*

Región Natural	Bioclima (macroprovincia de humedad)	Fisonomía (formación vegetal)	Fisiografía	Piso Ecológico	Ecosistema
Andina	Superhúmedo	Herbazal con fracciones de arbustos y arboles	Montaña (altiplanicies y laderas)		Páramo
	Subhúmedo	Herbazal			Pajonal de puna seca
	Húmedo/ superhúmedo				Pajonal de puna húmeda
	Húmedo/ superhúmedo	Plantas cojín (almohadilladas)			Bofedal
		Plantas cojín y arbustos esclerófilos			Zona periglacial y glacial
		Herbazal con fracciones de arbustos			Jalca
	Húmedo	Bosque	Montaña (altiplanicies y laderas)		Bosque relictos altoandino Queñoal
	Subhúmedo				Bosque relictos montano occidental
	Semiárido				Bosque relictos mesoandino
	Árido / Húmedo	Matorral			Bosque estacionalmente seco interandino
			Montaña		Matorral andino

Nota. Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú, MINAM (2018).

Figura 4

Mapa sistemas ecológicos de la quebrada Culispata, distrito Písaq, provincia Calca.



2.1.9 Mapa de clasificación Climática Nacional

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) (2021), existe en el departamento de Cusco 16 tipos de clima, el clima más amplio se ubica en la serranía, su característica es lluvioso con deficiencia de humedad en otoño e invierno, y es templado, B (o, i) C'. Por el oeste (frontera con Apurímac) y sobre los 4 200 msnm, el clima es semiseco, templado y con invierno seco, C (i) B'. En la zona central del departamento (valle del río Urubamba) la cual es parte del área de estudio, prevalecen los climas semiseco, templado, C (o, i) B', y frío, C (o, i) C', con falta de humedad en otoño e invierno; y el clima lluvioso con otoño e invierno secos, templado, B(o,i) B', la sequedad se debe a la influencia de la cordillera Oriental de los Andes, que impide el acceso de humedad que llega de la Amazonía, y a la brisa de valle – montaña.

Tabla 4

Clasificación climática según SENAMHI

Simbología	Descripción	Área (Km2)	Porcentaje área nacional (%)
B (o, i) B'	Lluvioso con otoño e invierno secos. Templado	16005	1
B (o, i) C'	Lluvioso con otoño e invierno secos. Fr í o	133384	10
C (i) B'	Semiseco con invierno seco. Templado	17712	1
C (o, i) B'	Semiseco con otoño e invierno secos. Templado	3857	0.30
C (o, i) C'	Semiseco con otoño e invierno secos. Frío	18972	1

Nota. Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional SENAMHI (2021)

2.2 Marco conceptual

- **Clima.** Se considera como un patrón medio del tiempo a largo plazo, también se considera como un conjunto promedio fluctuante de las condiciones atmosféricas como precipitación pluvial, temperatura, humedad, viento, etc. (Montealegre, 2004).

- **Clasificación climática.** Radica en el agrupamiento de sistemático de las características climáticas similares que presenta el lugar (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), 2021).
- **Cobertura vegetal.** Es la capa de plantas naturales que cubre la superficie terrestre y que comprende una extensa variedad de biomasas con rasgos fisonómicos y medioambientales únicos, desde praderas hasta zonas que incluyen bosques naturales, herbáceos, vegetación para consumo humano. (Geoinstitutos, 2022). Se ubican en cualquier parte de la superficie terrestre pueden ser de origen natural, las cuales se limitan a los factores bióticos como el clima, topografía, suelos, agua, son un factor importante de las condiciones biofísicas que pueden generar un cambio ambiental (López et al., 2010).
- **Comunidad vegetal.** Conjunto de especies vegetales (fisonomía) o formas de vida, que crecen y comparten espacios comunes entre ellas, en un área y ambiente determinado, las cuales tienen una afinidad de asociación, que es vital para que se desarrollen juntas con mayor frecuencia (Alcaraz, 2013). Se adaptan a condiciones y características climáticas y/o edáficas del área ocupada por las especies de las plantas que ocupan un espacio o área determinada, estas pueden ser muy diversas por su composición según su medio físico, biótico que son determinantes de la estructura de la vegetación. (Duran y García, 2010).
- **Ecosistema de la región Andina matorral andino.** Tiene una distribución a nivel nacional que comprende 3 tipos (matorral montano, matorral seco de puna y matorral andino), ubicados entre altitudes de 1500 a 4500 msnm, su característica es la presencia de plantas leñosas y arbustivas de composición variable y forma que no sobrepasa los cuatro metros (MINAM, 2018).

- **Ecosistema de la región Andina pajonal de puna húmeda.** Presenta una vegetación herbácea regida por céspedes de gramíneas bajas y pajonales, se desarrollan amacolladas, el tallo es disperso y las hojas son duros, existen algunas agrupaciones arbustivas dispersas en zonas rocosas, puede ocupar zonas planas u onduladas con pendientes suaves, su pico no supera los 1,5 metros (MINAM, 2018).
- **Ecosistema de la región Andina pajonal de puna seca.** Con presencia de vegetación herbácea, ocupan áreas onduladas de pendientes suaves o moderadas y planas, la textura del suelo es arenisca – limosa bajo en materia orgánica, el clima en época de verano muy intensa y la época de lluvia con descensos de temperatura, compuesta de pastos dominados por gramíneas bajas (MINAM, 2018).
- **Ecosistema de la región Andina Paramo.** Su fisonomía corresponde a herbazales de 1 a 1.5 metros mezclados con fracciones de arbustos de 1 a 3 metros, presenta endemismo y relativamente cuenta con una riqueza de especies de flora dispersa, con presencia de lluvias estacionales y lloviznas durante todo el año, sus suelos son profundos saturados e hidromórficos (MINAM, 2018).
- **Evapotranspiración.** Es la cantidad de agua que las plantas necesitan para su correcto desarrollo (agua, nutrientes tomados del suelo), dióxido de carbono que las flores utilizan del aire a través de sus hojas y un suministro de fuerza, que es la luz del día (Sistema de información agroclimática para el regadio, 2022).
- **Gradiente altitudinal.** Es una variación paulatina por la cual existe una disminución o aumento de un factor climático, la forma energética inicial disminuye con un gradiente definido por cada unidad de tiempo establecido (Glosario Ecológico, 2017).
- **Humedad relativa.** Es el vínculo porcentual entre la cuantía de vapor de agua que contiene el aire y la que fuera necesaria para saturarse a la misma temperatura (humedad absoluta), se expresa en porcentaje (Echarri, 2003).

- **Inventario.** Es la contabilización de individuos vegetales para su reconocimiento, ordenamiento, catalogación de un mapeo en áreas naturales como las poblaciones, comunidades, paisajes y tipos climáticos, de esta manera se tienen una caracterización de la biodiversidad, para determinar los cambios ecológicos a diferentes escalas geográficas (Álvarez et al., 2006).
- **Precipitaciones pluviales.** Es una variable climatológica que hace referencia al desprendimiento de agua de la atmósfera hacia la superficie terrestre en estado líquido medido en mililitros (SENAMHI, 2016).
- **Quebrada.** El término barranco designa la garganta de un arranque o valle esbelto y escarpado que origina una hondonada profunda cuyas laderas "caen" abruptamente hasta el fondo.
- **Temperatura.** Es la concentración de calor que se mide en grados centígrados, kelvin, Fahrenheit, ocurre por el aumento de calor y de radiación solar, el cual permite medir la evaporación del agua en un tiempo establecido (Guevara, 2004).
- **Tipos de vegetación.** Son formaciones vegetales constituidas principalmente por arbustos, vegetación semi arbustiva, vegetación herbácea vegetación rasante etc., determinada por su densidad que es variable dependiendo de diversos factores climatológicos para su crecimiento o disminución de cada especie o individuos (Cortes et al., 1990).
- **Transecto.** Manifestaron que un método de observación directa para registrar información en el que hay una transición clara o intencionada de vegetación y determinar su densidad, frecuencia y cobertura de la flora. Puede ser muy útil para realizar una observación en profundidad a lo largo de una línea imaginaria o real (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

- **Vegetación arbustiva.** Vegetal leñoso dominada por árboles, que ocupan una gran extensión del territorio en estado natural por periodos prolongados, una de las características que predominan la formación de los bosques característicos, son el clima y la composición de los suelos, proporcionando un hábitat para diferentes plantas y animales (Gobierno Regional Cusco, 2009).
- **Vegetación herbácea.** Este sistema es dinámico, sensible y vulnerable, son plantas que carecen de una estructura leñosa, se compone de especies anuales, perennes, son especies nativas exógenas y naturalizadas, su importancia ecológica y ambiental está dada por la biodiversidad entre las especies que la componen (Lugán, 2022).
- **Vegetación Rasante.** Se considera a toda la comunidad vegetal, crecen al ras del suelo llamado (cota cero) hacia arriba, es una planta que carece de tallo leñoso y es de tejido blando alguna de estos individuos no tiene flores y mueren al acabar la estación de lluvia siendo sustituido por otras (Lugán, 2022).
- **Vegetación semi arbustiva.** Se determina a una planta leñosa de cierto porte, la característica es que esta planta no se yergue en sobre su fuste o tronco sino se ramifica desde la misma base, esta vegetación puede llegar a tener varios metros de altura (1.5 a 5 metros de altura), a este bioma o tipo climático se le denomina matorral (Diccionario, 2020).
- **Vegetación.** Son las expresiones fisonómicas y estructurales del entramado vegetal de una región determinada, incluyendo las macro condiciones imperantes en el medio, diríamos que las plantas es el resultado final de todo un sistema en el que la vida vegetal cohabita y compite por los recursos disponibles como el agua, suelo y nutrientes en una zona determinada (Duran y García, 2010).

2.3 Antecedentes empíricos de la investigación

2.3.1 *Antecedentes internacionales*

Brendel et al. (2017), realizaron una investigación titulada: *Efecto de la variabilidad climática sobre el estado de la vegetación y la cobertura de agua en una cuenca de clima templado (Argentina)*.

El objetivo consistió en determinar los resultados de las actividades climáticas severas en la vegetación en el periodo 2000-2013, la metodología incluyó el análisis de series de registros del Índice de Precipitación y Evapotranspiración Estandarizado (SPEI) en una escala de 1, 3 y 365 días, para la detección de actividades climáticas excesivas, condición actual de la vegetación, así como las extensiones cubiertas con la ayuda de los cuerpos de agua, ofrecieron variaciones en algún momento de los eventos climáticos severos excepcionales, la vulnerabilidad climática de la cuenca y la comprensión de los eventos de precipitación pluvial aguda es fundamental para la gestión de las fuentes de agua y los acciones agroeconómicos que podrán desarrollar en esta área.

Alzate (2016), realizó una investigación titulada: *Cambio climático y variabilidad climática para el periodo 1981-2010 en las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita, Norte de Santander – Colombia*.

Manifestó que la investigación de la variabilidad climática en el territorio de las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita en Norte de Santander se realizó entre el periodo 1981-2010 en las cuencas objeto de estudio para identificar la relación del cambio climático y la variabilidad climática a través de la detección y cuantificación de las tendencias de los cambios en las series de tiempo de temperaturas y precipitaciones pluviales registradas por las estaciones, los resultados obtenidos

muestran que la temperatura media ha cambiado entre 0.1-0.4 °C por década en las cuencas, la precipitación pluvial ha aumentado de 0 a 250 mm. por década.

Sedano (2017) realizó una investigación titulada: *Influencia de la variabilidad climática en la modelación estadística de extremos hidrológicos en el Valle Alto del río Cauca, Colombia.*

El objetivo consistió en descubrir y representar la variabilidad del rango de actividades extremas del río Cauca por el impacto de versiones climatológicas y antrópicas, a través de la modelación estadística no estacionaria, la localidad de observación pasó a ser la cuenca superior del río Cauca denominada Valle Superior, la técnica aplicada considera analizar la estacionariedad, estudiando la correlación entre el embalse y los caudales, los resultados recibidos han sido que los modelos excepcionales no estacionarios utilizan concurrentemente covariables climáticas y antrópicas, los modelos covariables sugieren que durante las etapas de ENSO (fenómeno de variabilidad climática en oscilación sur), los caudales estimados para una rara probabilidad de excedencia pueden ser excepcionales a los adquiridos dentro del Análisis de Frecuencias estacionarias. Se concluye que la amenaza de inundación en la estación hidrométrica Juanchito se debe al incremento de la precipitación pluvial implica escurrimiento en áreas de la cuenca no reguladas a través del embalse, y al impacto de la Niña.

2.3.2 Antecedentes nacionales

Crispín (2021), realizó una investigación titulada: *Influencia de la variabilidad climática en el crecimiento radial de Polylepis Tarapacana Phill Tacna.*

Tuvo como objetivo determinar la incidencia de la variabilidad climática regional de la precipitación pluvial y temperatura a escala masiva, mediante el uso de estrategias dendrocronológicas, se avanzó una cronología de ancho de aros que abarca el

periodo 1602-2015 (414 años), se avanzó a partir de 30 matorrales, se utilizaron 20 estaciones climáticas a partir de las cuales se generaron índices regionales de precipitación pluvial y temperatura para el periodo 1967-2015, la evaluación de correlación sugiere que dentro del altiplano peruano el crecimiento de *Polylepis tarapacana* es motivado apreciablemente con la ayuda de la precipitación pluvial, la temperatura influye en el desarrollo de los individuos estudiados, las temperaturas excesivas disparan la evapotranspiración, consecuentemente disminuye la provisión de agua infligiendo una disminución en el auge radial general.

Bocanegra (2020), realizó una investigación titulada: *Manifestaciones biológicas de la variabilidad climática en zonas del Perú*.

En su estudio presentó pruebas de lo que se puede denominar el impacto de la variabilidad climática en ciertos organismos que se traduce en componentes orgánicos que incluyen la mortalidad masiva excesiva, la alternancia de hábitat, entre otros, los registros provienen de observaciones directas, así como la información histórica de temperatura que indica una alternancia en los patrones climáticos, en última instancia, la prueba muestra que se enfrentan a una ocasión de alternancia en los patrones de conducta de alimentación, la alternancia de hábitat, la mejora de un procedimiento de variación a los efectos del cambio climático.

Ccolque (2019) realizó una investigación titulada: *Influencia de la variabilidad climática sobre los sistemas agrícolas en el distrito de CuyoCuyo – Sandia - Puno*

En sus estudios realizó una técnica cuantitativa con nivel correlacional, tuvo como únicos objetivos decidir las tendencias de series históricas de hechos meteorológicos de la estación Cuyocuyo y examinar los parámetros de la conexión entre variación climática y preparación de cultivos, los resultados fueron que los modelos de regresión evaluados muestran a un nivel de importancia $p \leq 0,05$ para la variable

precipitación pluvial, lo que indica que la relación es directa a una probabilidad $p = 0,0439$, que existe significancia estadística; el coeficiente de regresión es pobre con un valor de $-185,6775$, y para las variables temperatura implícita y humedad relativa puede no existir importancia estadística, dichas consecuencias muestran que no existe correlación entre la rentabilidad de los cultivos y las variables climáticas en Cuyocuyo.

Rengifo (2018), realizó una investigación titulada: *Influencia de la temperatura y la precipitación en la fenología de 8 especies forestales desde el año 2012 al 2017 en el anexo experimental Alexander Von Humboldt, Ucayali – Perú.*

En su trabajo manifestó para relacionar la fenología con el clima, se evaluó la influencia de estas variables. Se han acumulado registros climatológicos del Centro Internacional de Ciencias Forenses (CICFOR), Macuya, aplicando el software SPSS se han determinado los años y meses más masivos, los efectos decidieron que la variabilidad climática es mínima, observándose una tendencia de la temperatura a crecer y la precipitación pluvial a disminuir a través de los años las correlaciones entre variables climáticas y fases fenológicas han sido bajas, se concluye que la afectación de la temperatura y precipitación pluvial sobre la fenología de las ocho especies de áreas boscosas ha sido débil.

2.3.3 Antecedentes regionales

Accostupa (2018), realizó una investigación titulada: *El Niño y su relación con la variabilidad climática en la provincia de Cusco, periodo 1964–2014.*

Tuvo como objetivo investigar la conexión entre el fenómeno de El Niño y la variabilidad climática en la provincia del Cusco, 1964-2014, para ello se tomaron los registros históricos de precipitación pluvial y temperatura suministrados por el SENAMHI, la técnica es de tipo transversal, nivel correlacional, con un diseño no

experimental, Los resultados obtenidos fueron que las temperaturas medias y mínimas mes a mes, con y sin la corriente de El Niño, son comparables, aumentando sus valores de julio a febrero y disminuyendo de marzo a junio, mientras que la temperatura máxima aumentará debido a que la magnitud de la corriente de El Niño se incrementará. Se determinó al 95% existe una relación completa y mala entre el Índice Costero de El Niño (ICEN) y la precipitación pluvial, con un grado de correlación del 59.35%, también se determinó que no existe relación entre la temperatura mínima y el ICEN, que existe una relación entre la temperatura media y el ICEN, con un grado de correlación del 93.88%, y que existe una relación entre el Índice Costero de El Niño (ICEN) y la temperatura máxima, con un grado de correlación del 99.62%.

2.3.4 Antecedentes locales

Ttito (2018), realizó una investigación titulada: *Cambio de uso de suelo y variabilidad climática en la cuenca media del Vilcanota (Valle Sagrado de los Incas), periodo 1975-2015.*

Fue realizado durante los años 2015 a 2017, en un área de 140996.59 Ha entre altitudes de 2813 y 5697 metros, los resultados están divididos en 2 partes importantes, la primera destinada a la caracterización del área de estudio, que comprende el ajuste del área de estudio, caracterización de uso de suelo, caracterización de temperatura y precipitación pluvial mediante el análisis de registros meteorológicos, regionalización climática y elaboración de mapas climáticos mediante el método de Thornthwite, modificado por el SENAMHI, la segunda parte abarcó la evaluación del cambio de uso del suelo, el análisis de la variabilidad climática mediante el uso de mapas meteorológicos y el análisis de la conexión entre ambos enfoques de intercambio, que se evaluaron mediante el

coeficiente de correlación de Pearson y la regresión lineal. Se constató la existencia de una correlación entre el comportamiento del cambio de uso del suelo y la variabilidad climática, siendo esta relación más fuerte en las zonas alta y media-alta de la cuenca y en las zonas media, media-baja y baja, la variabilidad climática solo favorece las condiciones de cambio de uso del suelo generadas por la acción antrópica y no genera una relación de dependencia o causalidad.

III.

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general*

La variabilidad climática influye significativamente en la vegetación de la quebrada Culispata - distrito de Písaq - Calca - región Cusco, en el periodo 1990-2020

3.1.2 *Hipótesis específicas*

- Los factores del clima influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte alta de la quebrada Culispata.
- Los factores del clima influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte media de la quebrada Culispata.
- Los factores del clima influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte baja de la quebrada Culispata.

3.2 Identificación de variables e indicadores

Variable independiente

Tabla 5

Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
<i>Variable independiente:</i> variabilidad climática	La variabilidad climática es el estado promedio de la atmósfera en un área específico de la Tierra durante un periodo de tiempo bastante largo, superior o igual a 30 años	Se caracteriza por medio de variables o parámetros climáticos (IPCC, 2001), entre los principales se encuentran la temperatura, las precipitaciones pluviales en periodos de 30 años a más

Variable dependiente

Tabla 6

Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
<i>Variable dependiente:</i> vegetación	Son formaciones vegetales constituidas principalmente por arbustos y otras especies que crecen en el lugar	La densidad poblacional de la vida vegetal dependerá de los valores como la altitud y hábitat de desarrollo de las plantas en el área de estudio

3.3 Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables permitirá relacionar las variables de la investigación, así como. Las técnicas e instrumentos por emplear, y criterios de evaluación (Tabla 7).

Tabla 7

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicador	Técnica	Instrumento	Criterio de evaluación	Tipo de valor
Variable independiente: variabilidad climática	Factores de clima parte alta	Temperatura Precipitación pluvial	Observación Observación	Guía de observación Lista de cotejo	°C mm	Valor continuo Valor continuo
	Factores de clima parte media	Temperatura Precipitación pluvial	Observación Observación	Guía de observación Lista de cotejo	°C mm	Valor continuo Valor continuo
	Factores de clima parte baja	Temperatura Precipitación pluvial	Observación Observación	Guía de observación Lista de cotejo	°C mm	Valor continuo Valor continuo
Variable dependiente: vegetación	Vegetación en parte alta	Vegetación rasante Vegetación herbácea Vegetación semi arbustiva Vegetación arbustiva	Observación de la vegetación	Matriz de observación	unidades	Valor discreto Valor discreto
	Vegetación en parte media	Vegetación rasante Vegetación herbácea Vegetación semi arbustiva Vegetación arbustiva	Observación de la vegetación	Matriz de observación	unidades	Valor discreto Valor discreto
	Vegetación en parte baja	Vegetación rasante Vegetación herbácea Vegetación semi arbustiva Vegetación arbustiva	Observación de la vegetación	Matriz de observación	unidades	Valor discreto Valor discreto

Nota. Basada en la metodología propuesta.

IV. MÉTODOGÍA

4.1 **Ámbito de estudio**

4.1.1 *Localización política*

Tabla 8

Localización política

Localización	Nombre
Región	Cusco
Provincia	Calca
Distrito	Pisac
Cuenca	Culispata
Comunidad	Viacha
Anexo	Culispata

Límites y linderos

El distrito de Pisac limita:

- Al Norte: con las jurisdicciones de Lamay y Ccolquepata.
- Al Este: con la jurisdicción de Ccolquepata (provincia de Paucartambo).
- Al Sur: con las jurisdicciones de Taray y San Salvador.
- Al Oeste: con las jurisdicciones de Coya y Taray.

La cuenca de Culispata o Kitamayu limita:

- Al Norte: con las Comunidades de Amaru y Ayarcacha del distrito de Coya.
- Al Este: con la Comunidad de Amaru, Maska y el cerro Intiwatana de Pisac.
- Al Sur: con el río Vilcanota.
- Al Oeste: con la Comunidad de Ccosco perteneciente al distrito de Coya.

4.1.2 Localización geográfica

La quebrada Culispata, se ubica a 33 kilómetros de la ciudad de Cusco en el distrito de Písaq, provincia de Calca, la zona de Písaq se ubica en el borde Suroeste de la Cordillera Oriental, que es un ramal de la cordillera de los Andes de Perú, en esta área de estudio el río Urubamba o Vilcanota fragmenta la Cordillera Oriental en dirección Sur Oeste - Norte Este encontrándose relieves con elevadas pendientes, localmente la zona de Písaq y sus alrededores se encuentran ubicados en el borde Suroeste de la Cordillera Oriental (Carlotto et al., 1996). Se ubica entre las coordenadas geográficas latitud sur $13^{\circ}25'16''$ longitud oeste $71^{\circ}50'2''$ con coordenadas UTM E19L 0191514, N 851469, a una altitud de 2900 msnm.

La cuenca de Culispata abarca un área de 762.20 Ha aproximadamente, en la parte media se ubica la comunidad campesina de Viacha con su anexo Culispata tiene extensión de 7.18 km^2 , geográficamente esta comunidad se ubica a $13^{\circ} 25' 00'$ latitud sur y a $71^{\circ}51'00''$ latitud oeste, y sus coordenadas UTM son 19L 19219, 8517323, su altitud es de 3766 msnm.

La quebrada de estudio tiene una longitud de 8.0 km con un ancho de 218 m aproximadamente, resultado un área de 1.77 km^2 , perímetro de 0.452 km aproximadamente, considerando su nacimiento en la laguna periglacial de Challhuacocha a 4428 msnm, hasta la desembocadura del río Urubamba, y se localizada en la parte noreste del poblado de Písaq, tomando como punto de referencia la plaza principal (plaza constitución), de dicho distrito, dentro de la misma se ubica restos arqueológicos de la época inca a ambos lados de la río Culispata o Kitamayu (como andenes, fuentes ceremoniales, cementerio inca de nombre Tancanamarca y el sector religioso denominado Intiwatana).

Tabla 9*Localización geográfica*

Zona de estudio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Zona
Parte alta	13°51'23''	71°51'02''	4223	19 L
Parte media	13°24'21.57''	71 °50'39.87''	3521	19 L
Parte baja	13°25'13.52''	71°50'52.82''	2970	19 L

Figura 5

Ubicación del área de estudio



Figura 6

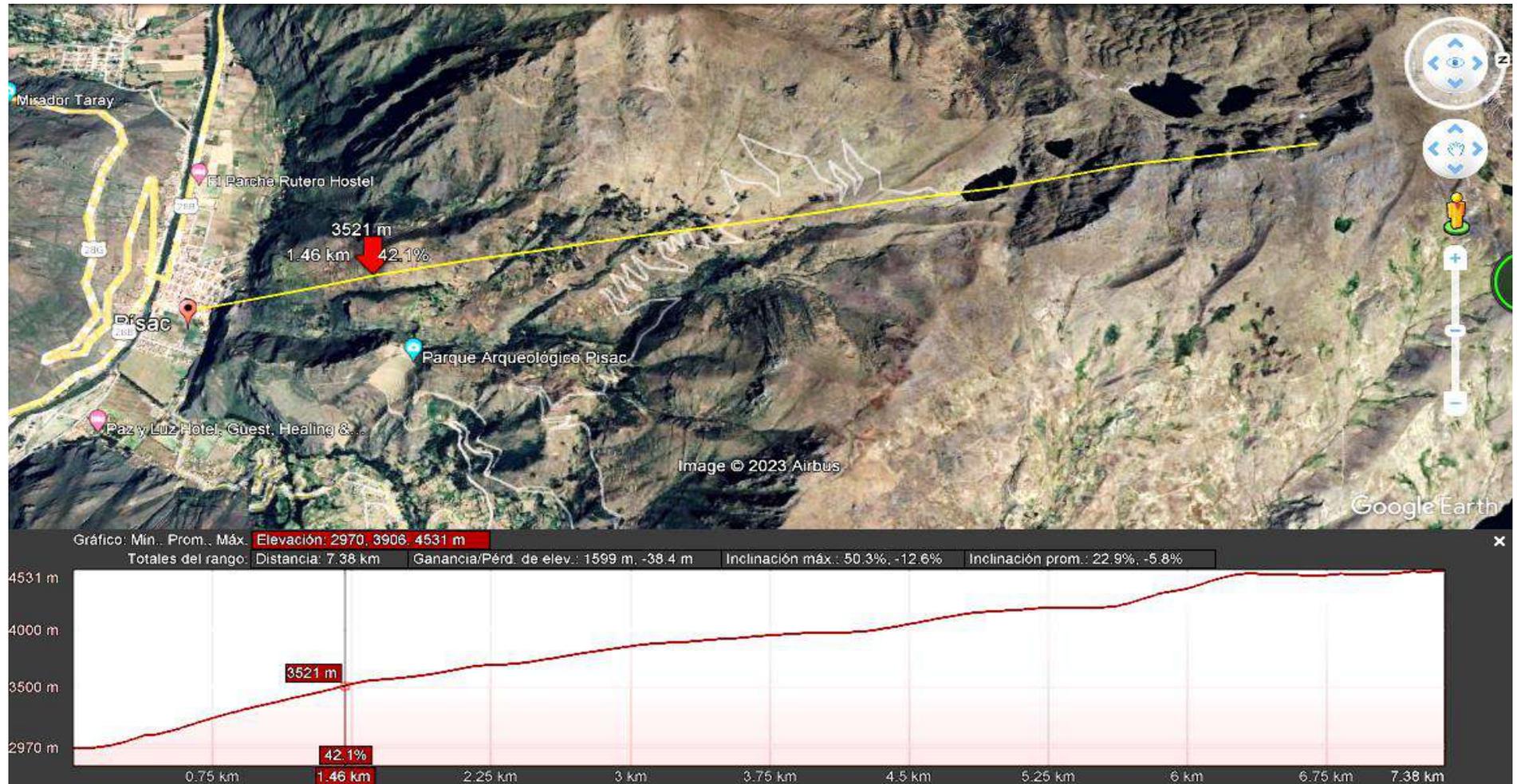
Ubicación del área de estudio parte alta (4223 msnm)



Nota. Ubicación de la parte alta, obtenida de Google Earth (2023).

Figura 7

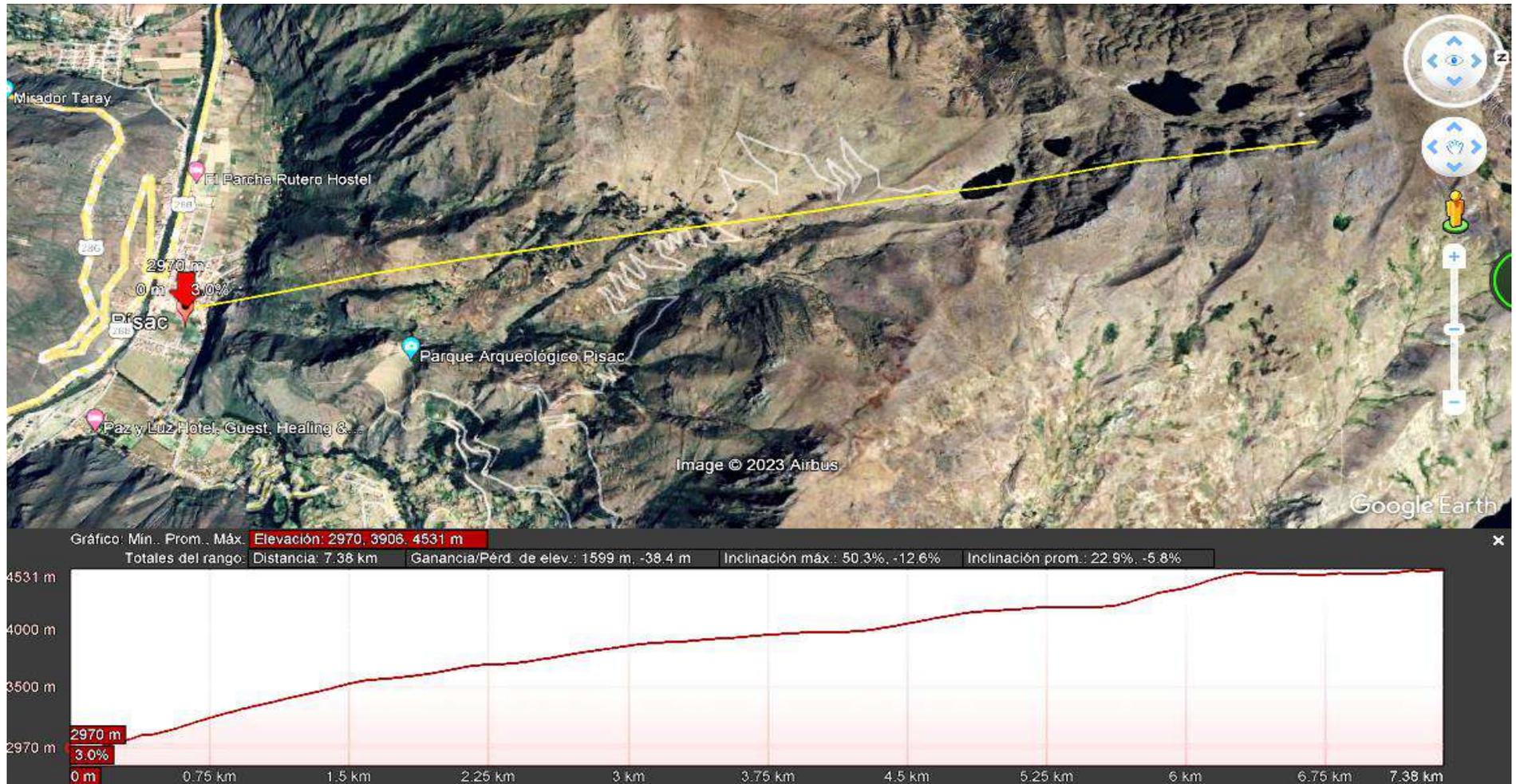
Ubicación del área de estudio parte media (3521 msnm)



Nota. Ubicación de la parte media, recuperada de Google Earth (2023).

Figura 8

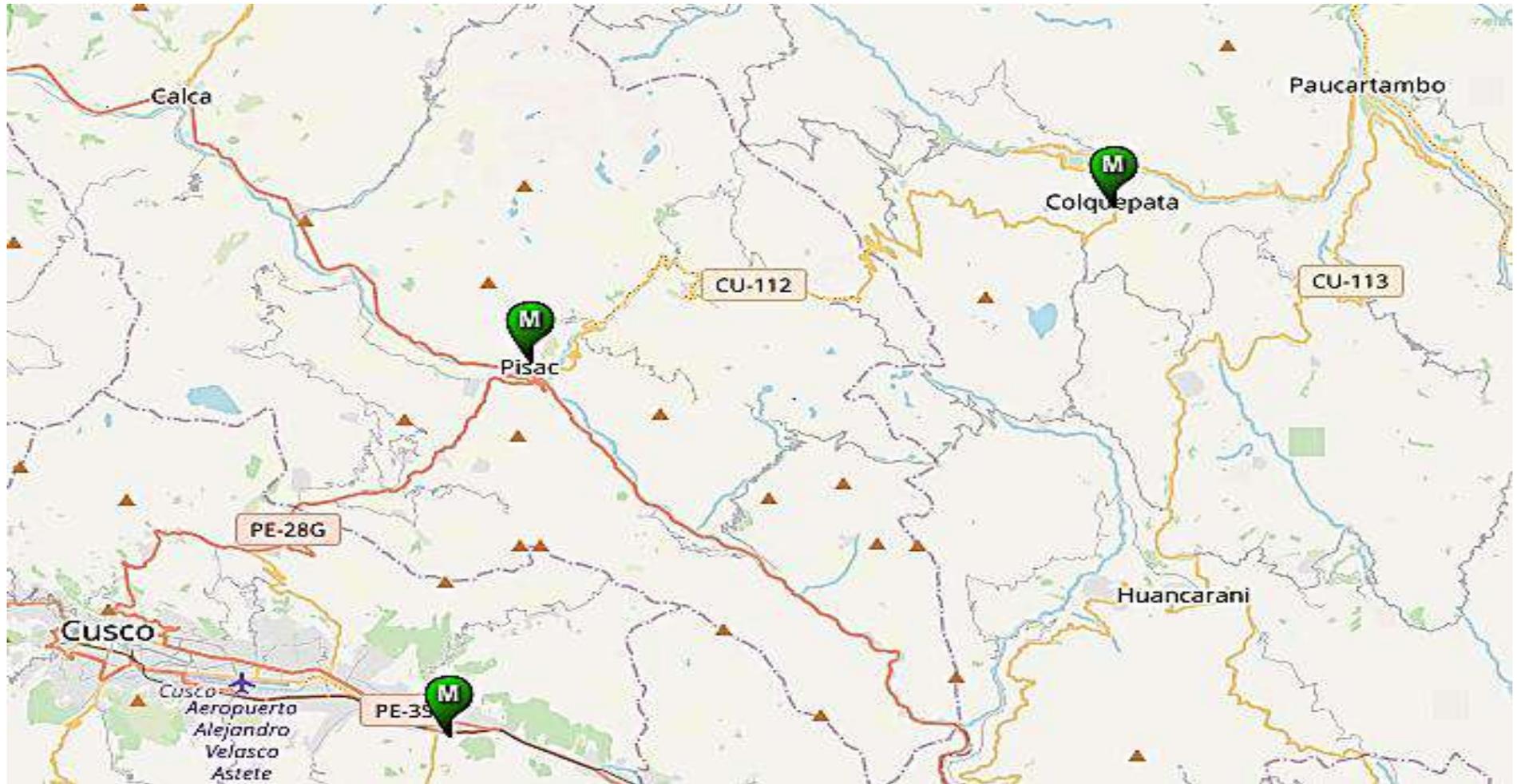
Ubicación del área de estudio parte baja (2970 msnm)



Nota. Ubicación de la parte baja, recabada de Google Earth (2023).

Figura 9

Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio



Nota. Proporcionada por SENAMHI (2023).

4.1.3 Accesibilidad

- El distrito de Písaq tiene una accesibilidad muy buena, cuenta con una pista asfaltada hasta el poblado siendo el más utilizado la ruta de Cusco – Písaq de fácil conexión con la ciudad de Cusco. Cuenta con otras vías de conexión por la ruta de Chincheros y Huambutio.
- Luego de arribar al poblado de Písaq la conexión hacia el área de estudio es parte asfaltada y trocha carrozable hasta llegar a la comunidad campesina de Viacha.
- Se puede llegar hasta la comunidad campesina mediante un camino de herradura que utilizan los comuneros Viacha y su anexo Culispata.

Tabla 10

Accesibilidad a la zona de estudio

Tramo asfaltado	km	Tiempo	Tramo asfaltado y trocha a C.C Viacha (km)	Tiempo
Cusco – Písaq	33	50 min	21	1 h 20 min
Cusco - Chincheros - Urubamba – Písaq	96	2 h aprox.	21	1 h 20 min
Cusco - Huambutio - Písaq	59	1 h 20 min	21	1 h 20 min
Camino de herradura a partir de la plaza de Písaq	8.0	4 h aprox.	21	1 h. 15 min

4.2 Tipo y nivel de investigación

- **Tipo:** es longitudinal, según Sánchez y Reyes (1998), estos estudios son prolongados en el tiempo y pueden durar hasta décadas y permite establecer una secuencia adecuada de los eventos ocurridos en una variable. En la presente investigación se utilizó datos de temperatura y las precipitaciones pluviales durante 30 años (1990-2020).
- **Nivel:** es correlacional y explicativo, según (Carrasco, 2019), ya que se realizaron correlaciones y determinó la relación cuantitativa que existe entre las variables. En la presente investigación se determinó la correlación entre la variabilidad climática y la

vegetación de la quebrada Culispata. Es explicativa, porque determina la relación de causalidad entre ambas variables.

- **Diseño:** es no experimental, según (Hernandez, 2019), no se pueden manipular las variables. En la presente investigación, los datos climáticos y de vegetación en la quebrada Culispata, no se pudieron manipular, tan solo, procesar estadísticamente.
- **Enfoque:** es del tipo cuantitativa, según (Hernandez, 2019), es aquella investigación que utiliza pruebas estadísticas, numéricas y por lo tanto son medibles para ser analizadas con el objetivo de extrapolar los resultados de una muestra a una población. En la presente investigación se trabajó con los datos climáticos y de vegetación en la quebrada Culispata, en ambos casos, datos numéricos, los cuales fueron procesados en Excel.

4.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis ha sido la quebrada Culispata, distrito de Písaq, provincia de Calca, región Cusco.

La quebrada se dividió en tres zonas de estudio: parte alta, parte media y parte baja, según la altitud inspeccionada (**Tabla 8**).

4.4 Población de estudio

La población de estudio es la vegetación total de la quebrada Culispata distrito Písaq, provincia de Calca, región Cusco, ubicado sobre un área de 1.77 km².

4.5 Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se determina por juicio de experto, y se basó en lo siguiente: Conformada por la aplicación de transectos lineales rectangulares elegidas al azar de 2m * 50 m = 100 m², según la propuesta metodológica de Gentry, que sugiere ser muy útil para las evaluaciones rápidas, donde es posible la comparación de vegetación disponible, y así registrar la mayor cantidad de muestras en cada uno de los transectos de las partes altas, medias y bajas

por pares (06 transectos en total) de la quebrada Culispata, para determinar el número de vegetación existente por gradiente altitudinal Ferro (2015).

4.6 Técnicas de selección de muestra

Para determinar con precisión la vegetación existente, se utilizó el muestreo probabilístico puesto que los elementos de la población están en posibilidad de ser elegidos.

Se aplicó el muestreo por **racimos** ya que la zona de estudio se divide en tres gradientes altitudinales: parte alta, parte media y parte baja, considerándose cada una como una submuestra de acuerdo a la formación geográfica, estas tres forman una unidad (Ñaupas et al., 2018).

Tabla 11

Distribución de transectos por gradientes altitudinales

Transecto	Gradiente altitudinal	Altitud (msnm)
01 y 02	Parte alta	4223
03 y 04	Parte media	3521
05 y 06	Parte baja	2970

Para la obtención de los datos meteorológicos se empleó los datos de tres estaciones meteorológicas, correspondientes a cada gradiente altitudinal de la zona de estudio. El SENAMHI, proporcionó la data del periodo 1990-2020.

Tabla 12

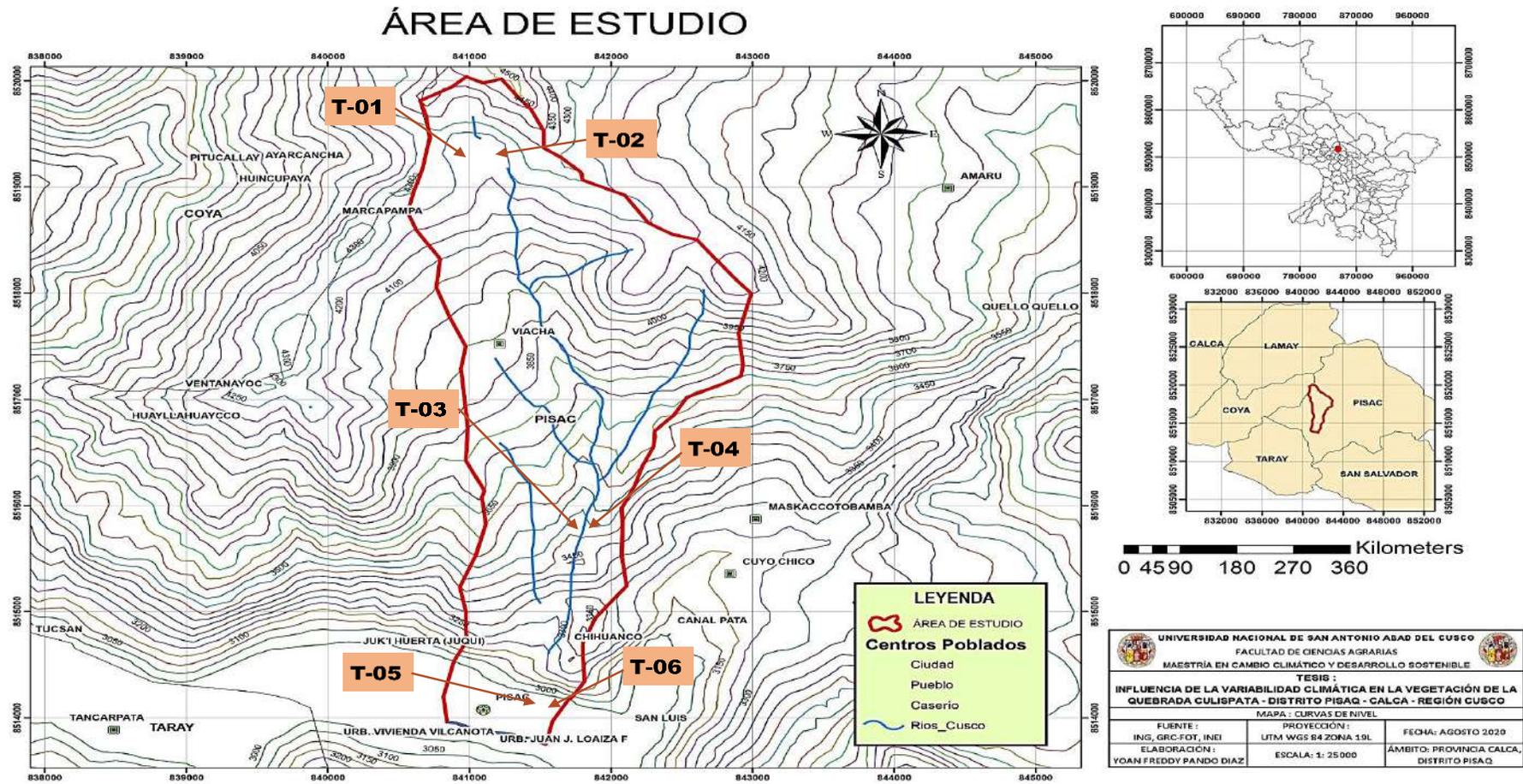
Estaciones meteorológicas utilizadas en la zona de estudio

Estación	Tipo	Ubicación		Latitud	Longitud	Altitud msnm	Gradiente altitudinal
		Dpto.	Prov.				
Colquepata	M	Cusco	Paucartambo	13° 21' 47"	71° 40' 24"	3696	Parte alta
Kayra	M	Cusco	Cusco	13° 33' 24"	71° 52' 30"	3214	Parte media
Pisac	H	Cusco	Calca	13° 25' 21"	71° 51' 13"	2966	Parte baja

Nota. M: Estación convencional – meteorológica. H: Estación automática hidrológica. SENAMHI (2023).

Figura 10

Localización de los transectos seleccionados



4.7 Técnicas de recolección de información

4.7.1. Técnicas empleadas en la investigación

- Para la variabilidad climática, es decir, para la precipitación pluvial y temperatura, la técnica empleada ha sido la observación.
- Para la vegetación, es decir, vegetación rasante, vegetación herbácea, vegetación semi arbustiva y vegetación arbustiva, la técnica empleada ha sido la observación.

4.7.2. Instrumentos empleados en la investigación

- Para la variabilidad climática, es decir, para la precipitación pluvial y temperatura, el instrumento empleado ha sido la lista de cotejo y la guía de observación, respectivamente (mediante los datos meteorológicos obtenidos de SENAMHI)
- Para la vegetación, es decir, vegetación rasante, vegetación herbácea, vegetación semi arbustiva y vegetación arbustiva, el instrumento empleado ha sido la matriz de observación.
- Para determinar las formaciones vegetativas (total de individuos) entre los años 1990-2018, se aplicó tres fórmulas matemáticas y modelamientos matemáticos de correlación lineal, para la parte alta, media y baja de la quebrada Culispata, y los datos históricos obtenidos en campo.

4.8 Técnicas de análisis e interpretación de la información

La evaluación e interpretación de la información se realizó en los softwares estadísticos de SPSS 25, Minitab 22 y Excel de Windows 10 para investigar, graficar e interpretar la información de los transectos aplicados.

- El procedimiento para identificar la temperatura y precipitación pluvial en las dos áreas de estudio (parte alta y media) faltantes; primeramente, se identificó tres estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio (Pisaq, Kayra y Colquepata) que se ubiquen

en el cuadrante 19L, seguidamente se halló las distancias entre el área de estudio y las estaciones meteorológicas, aplicando la siguiente fórmula matemática:

$$D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

con la siguiente fórmula matemática $P_x = \frac{\sum(P_1 w_1)}{\sum w_1}$

se determina los nuevos datos meteorológicos faltantes para las áreas en estudio.

- Se aplicó fórmulas para determinar el número de individuos en cada formación vegetativa, empleando una ecuación de línea recta con carácter retrospectivo (correlación lineal), $Y = b_0 (X) + b_1$ en la parte alta, media y baja de la quebrada Culispata, (Tabla 19, Tabla 32 y Tabla 45).
- Para determinar el total de vegetación en la parte alta, media y baja se utilizó un modelo matemático $Veg = f(\text{Temp}, \text{Precp})$, para cada una de ellas (fórmula 1, 2 y 3) de forma independiente.

V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Resultados****5.1 Variabilidad climática y vegetación en la quebrada Culispata, parte alta****5.1.1. Climatodiagrama de la parte alta de la quebrada**

El climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm), no solo permite mostrar la temperatura promedio y la cantidad de lluvia caída en cada mes del año a lo largo de doce meses, en la parte alta de la quebrada, sino que, analizar el comportamiento de ambas variables a lo largo del año.

Tabla 13

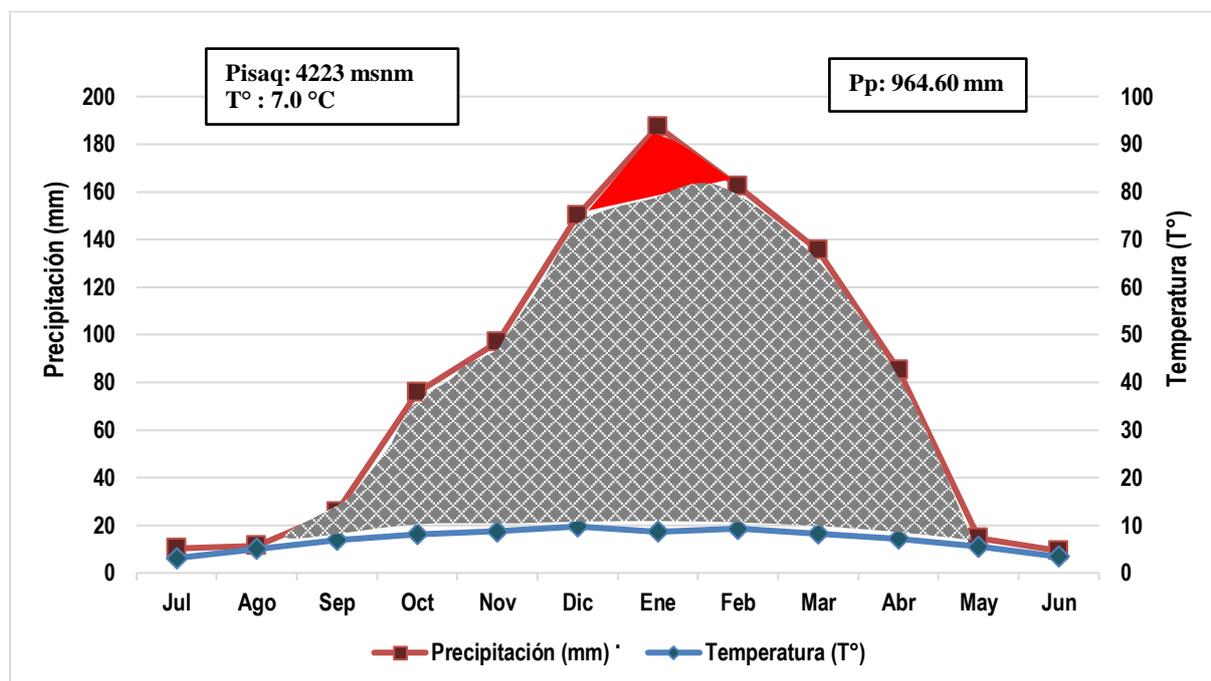
Datos climatológicos en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)

Mes	Temperatura (T°)	Precipitación (mm)
Enero	8.65	187.40
Febrero	9.25	162.30
Marzo	8.23	135.60
Abril	7.20	85.30
Mayo	5.53	14.60
Junio	3.43	9.30
Julio	3.13	10.30
Agosto	5.03	11.40
Setiembre	6.93	25.60
Octubre	8.13	75.80
Noviembre	8.73	97.00
Diciembre	9.74	150.00
Total		964.60
Promedio	7.00	

Nota. Se presenta los promedios de temperatura y precipitación pluvial, del periodo 1990-2020, de la quebrada Culispata, para alta (4223 msnm). Información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Colquepata.

Figura 11

Climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)



Nota. Se aprecia gráficamente los datos de temperatura y precipitación pluvial de la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Colquepata.

Interpretación

La **Figura 11** muestra en la parte alta de la quebrada, la precipitación pluvial anual total registrada es 964.60 mm, la estación lluviosa va de setiembre a abril.

La estación seca dura de mayo a agosto.

Los meses más lluviosos son diciembre, enero, febrero y marzo, verificándose que enero es el más representativo con 187.40 mm de precipitación pluvial, los meses con menor precipitación pluvial son mayo, junio, julio y agosto, siendo junio el mes con menor medida de precipitación pluvial con 9.30 mm.

En cuanto a la temperatura promedio encontrada en la parte alta del área de estudio es de 7.00 °C, los meses con la temperatura más destacada son enero, febrero, noviembre y

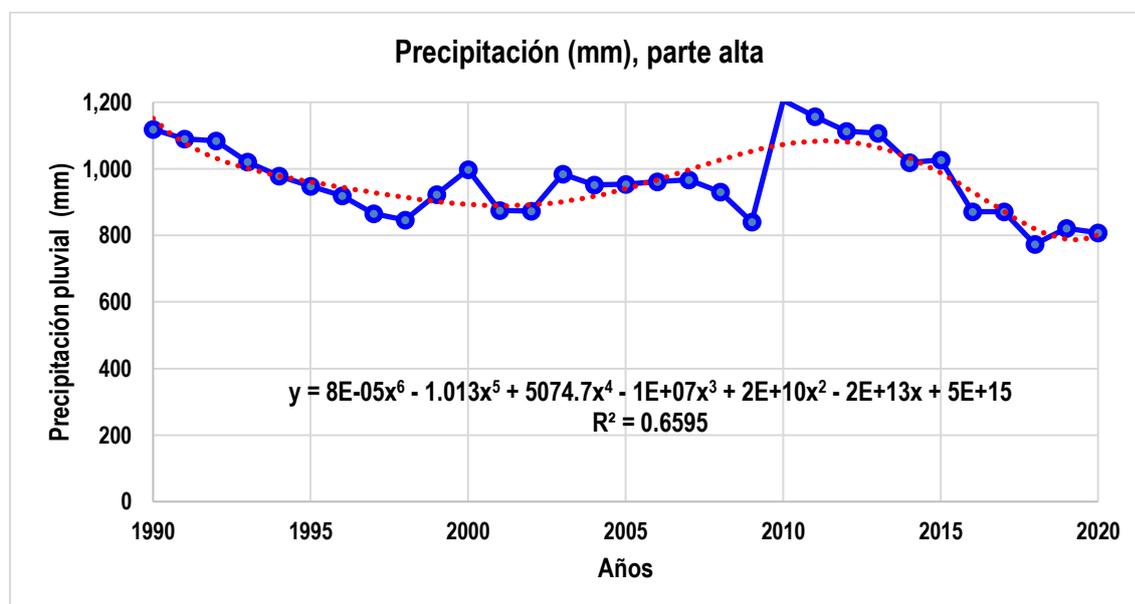
diciembre, siendo diciembre el mes que registra 9.74 °C, los meses con la menor temperatura son mayo, junio, julio y agosto, siendo julio el mes con la menor temperatura 3.13 °C, esta baja temperatura poco a poco impacta negativamente en la vegetación existente en la gradiente alta.

Según esta información meteorológica, la parte alta de la quebrada tiene más precipitación pluvial que el fondo del valle, con una distinción de 398.10 mm, demostrando que la parte alta de Culispata es una puna húmeda.

5.1.2. Análisis climático en la parte alta de la quebrada

Figura 12

Precipitación pluvial en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)



Nota. Se observa el comportamiento de la precipitación pluvial de la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Colquepata.

Interpretación

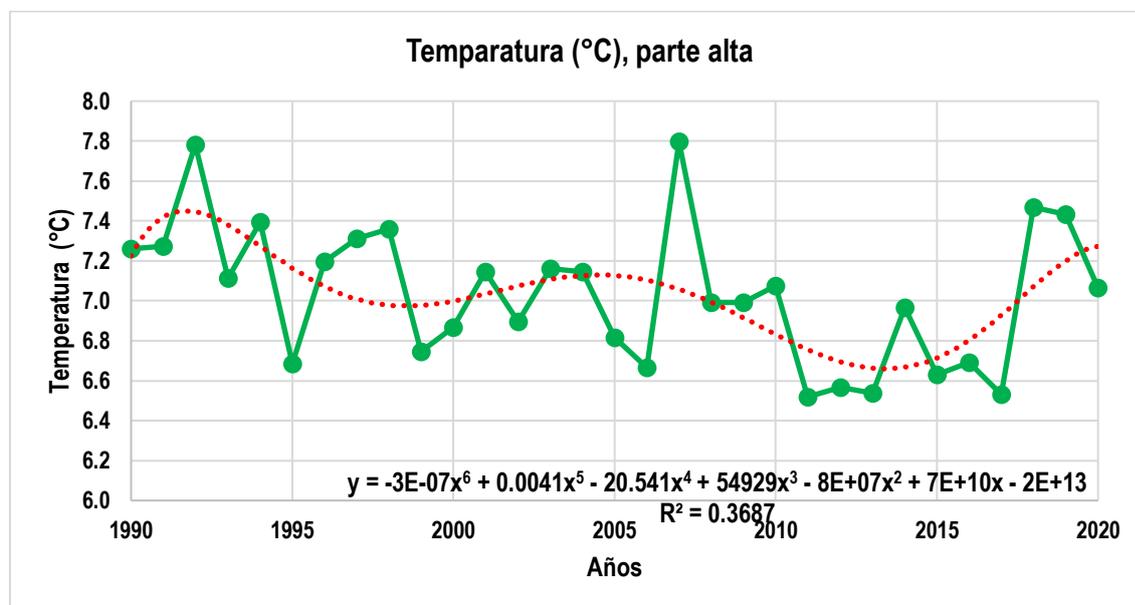
La **Figura 12** muestra en la parte alta de la quebrada, la precipitación pluvial en el periodo de estudio (1990-2020).

El mínimo valor es de 773.30 mm (2018) y el máximo valor es de 1,205.70 mm (2010).

El modelo matemático presenta una curva de regresión polinómica de grado 6, con un coeficiente de determinación de 0.6595.

Figura 13

Temperatura en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)



Nota. Se evaluó los cambios de la temperatura de la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Colquepata.

Interpretación

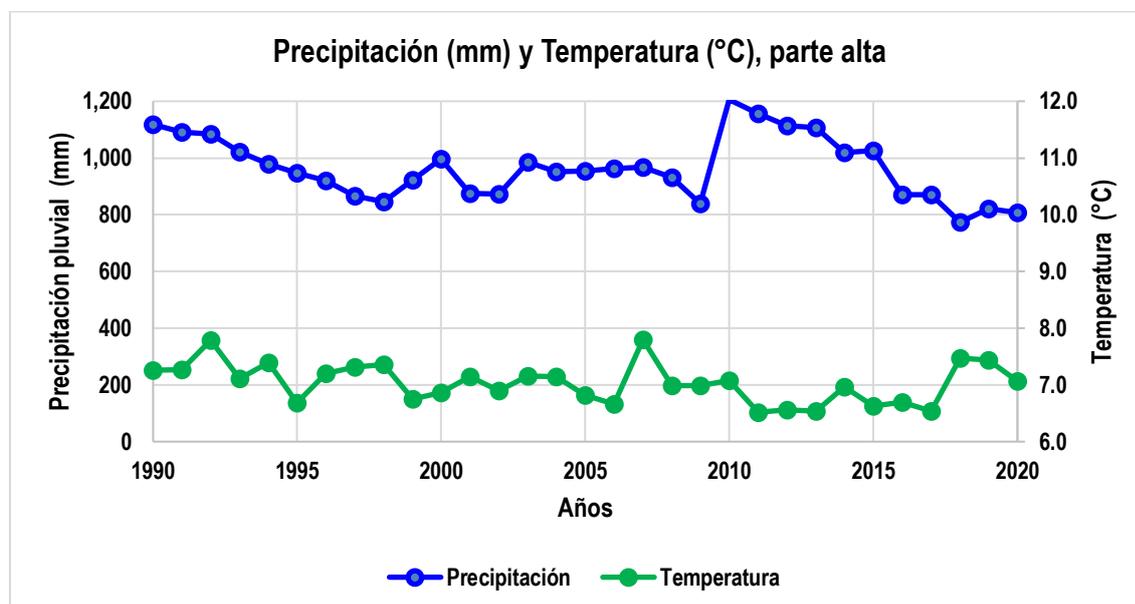
La **Figura 13** muestra en la parte alta de la quebrada, la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

El mínimo valor es de 6.52 °C (2011) y el máximo valor es de 7.80 °C (2007).

El modelo matemático presenta una curva de regresión polinómica de grado 6, con un coeficiente de determinación de 0.3687.

Figura 14

Precipitación pluvial y temperatura en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm)



Nota. Se observó el comportamiento de la precipitación pluvial (línea de color azul) y de la temperatura (línea de color verde), de la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Colquepata.

Interpretación

La **Figura 14** muestra en la parte alta de la quebrada, la precipitación pluvial y la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

Las dos líneas entre sí, aparentemente no tienen una correspondencia entre ellas, esta fluctuación de valores, se deja planteada para investigaciones posteriores de otros colegas.

5.1.3. Análisis vegetativo en la parte alta de la quebrada

El muestreo vegetativo de la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm), fue de enfoque cuantitativo (cuántos individuos hay por cada formación vegetativa), realizado en los meses de floración (febrero y marzo).

Tabla 14

Vegetación rasante en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 01			
1	Rosaceae	<i>Achemilla pinnata</i>	275
2	Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i>	80
Total transecto 01			355
Transecto 02			
1	Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i>	136
2	Asteraceae	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	3
3	Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i>	34
4	Asteraceae	<i>Gamochaeta sp1</i>	22
5	Rosaceae	<i>Alchemilla diplophilla</i>	5
6	Asteraceae	<i>Gamochaeta americana</i>	6
Total transecto 02			206
Total vegetación rasante			561

Nota. Se muestra la formación vegetativa de *vegetación rasante*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Tabla 15

Vegetación herbácea en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 01			
1	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	165
2	Plantaginaceae	<i>Plantago lamprophylla</i>	146
3	Poaceae	<i>Festuca dolychophylla</i>	112
4	Poaceae	<i>Poaceae Sp 1 pe</i>	85
5	Asteraceae	<i>Chersodoma sp1.</i>	80
6	Poaceae	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	67
7	Apiaceae	<i>Oreomirrys andicola</i>	61
8	Poaceae	<i>Jarava ichu</i>	45
9	Poaceae	<i>Agrostis sp2</i>	38
10	Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>	34
11	Rubiaceae	<i>Gallium corymbosum</i>	28
12	Acanthaceae	<i>Stenandrium dulce</i>	20

N°	Familia	Especie	Unidades
13	Fabaceae	<i>Lupinus microphyllus</i>	9
14	Cariphyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i>	7
15	Asterova	<i>Paranephelius ovatus</i>	6
16	Orobanchaceae	<i>Bartsia bartsioides</i>	4
17	Poaceae	<i>Distlichis humilis</i>	4
18	Geraniaceae	<i>Geranium herrerae</i>	3
19	Asteraceae	<i>Senecios sp1</i>	2
20	Malvaceae	<i>Nototriche flabellata</i>	1
21	Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i>	1
Total transecto 01			918
Transecto 02			
1	Plantaginaceae	<i>Plantago lamprophylla</i>	322
2	Poaceae	<i>Poaceae sp6</i>	249
3	Poaceae	<i>Poaceae sp1 pe</i>	168
4	Juncaceae	<i>Luzula rasemosa</i>	106
5	Fabaceae	<i>Trifolium amabile</i>	45
6	Poaceae	<i>Jarava ichu</i>	36
7	Asterova	<i>Paranephelius ovatus</i>	21
8	Geraniaceae	<i>Geranium herrerae</i>	20
9	Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i>	17
10	Fabaceae	<i>Lupinus microphyllus</i>	16
11	Orobanchaceae	<i>Castilleja pumila</i>	13
12	Rubiaceae	<i>Gallium corimbosum</i>	10
13	Asteraceae	<i>Gamochoeta americana</i>	6
14	Orobanchaceae	<i>Bartsia diffusa</i>	3
15	Apiaceae	<i>Oreomyrrhis andicola</i>	2
Total transecto 02			1034
Total vegetación herbácea			1,952

Nota. Se aprecia la formación vegetativa de *vegetación herbácea*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Tabla 16

Vegetación semi arbustiva en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)

N°	Familia	Especie	Unidades
	Transecto 01	No se encontró	0
	Transecto 02	No se encontró	0
Total vegetación semi arbustiva			0

Nota. Se observa que no se encontró ningún individuo en la *vegetación semi arbustiva*, realizado en el trabajo de campo, en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Tabla 17

Vegetación arbustiva en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)

N°	Familia	Especie	Unidades
	Transecto 01	No se encontró	0
	Transecto 02	No se encontró	0
Total vegetación arbustiva			0

Nota. No se identificó ningún individuo de *vegetación arbustiva*, realizado en el trabajo de campo, en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Tabla 18

Vegetación en parte alta de la quebrada (transectos 01 y 02)

N°	Vegetación	Unidades
1	Rasante	561
2	Herbácea	1,952
3	Semi arbustiva	0
4	Arbustiva	0
Total		2,513

Nota. Se detalla en resumen el total de número de individuos de las formaciones vegetativas, realizado en el trabajo de campo, en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm).

5.1.4. Análisis de regresión vegetativo en la parte alta de la quebrada

Tabla 19

Tipo de vegetación en parte alta de la quebrada (2019-2020)

Año	Vegetación (unidades)				Total
	Rasante	Herbácea	Semi arbustiva	Arbustiva	
2019	604	2,105	5	0	2,714
2020	561	1,952	0	0	2,513
%	22.29	77.62	0.10	0	100

Nota. Se detalla el número total de individuos en %, de las formaciones vegetativas, realizado en el trabajo de campo (2019-2020), en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Interpretación

La **Tabla 19** muestra en la parte alta de la quebrada, predomina la formación vegetativa herbáceas (77.62%).

En todas las formaciones vegetativas, así como en el total de número de individuos, se aprecia una disminución de las mismas, a medida que avanza el tiempo (la cantidad de vegetación es inversamente proporcional al año de estudio).

Con los datos de la **Tabla 19**, se realiza el análisis de regresión lineal para cada formación vegetativa.

Tabla 20

Análisis de regresión lineal vegetativo en parte alta de la quebrada

Formación Vegetativa	Correlación lineal
Rasante	$Y_1 = -43(X_1) + 87,421$
Herbácea	$Y_2 = -153(X_1) + 311,012$
Semi arbustiva	$Y_3 = -5(X_1) + 10,100$
Arbustiva	- . . . -
Total	$Y_5 = -201(X_1) + 408,533$

Nota. Se aprecia la correlación lineal para cada formación vegetativa (total de individuos), realizado con las funciones de Excel, en la parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Interpretación

La **Tabla 20** muestra la ecuación de una recta: $Y = b_0 (X) + b_1$, es decir, es una línea recta, dado que se tiene solo dos pares ordenados, en concordancia con el trabajo de campo realizado (2019-2020).

La pendiente b_0 tiene valor negativo, lo que significa una disminución de la formación vegetativa (número de individuos), a medida que avanza el tiempo.

Cada formación vegetativa (número de individuos), tiene un valor diferente de b_0 , lo que significa que el valor vegetativo es diferente en cada uno de ellos.

Tabla 21

Tipo de vegetación en parte alta de la quebrada (2019-2020)

Año	Vegetación (unidades)				Total
	Rasante	Herbácea	Semi arbustiva	Arbustiva	
1990	1,851	6,542	150	0	8,543
1991	1,808	6,389	145	0	8,342
1992	1,765	6,236	140	0	8,141
1993	1,722	6,083	135	0	7,940
1994	1,679	5,930	130	0	7,739
1995	1,636	5,777	125	0	7,538
1996	1,593	5,624	120	0	7,337
1997	1,550	5,471	115	0	7,136
1998	1,507	5,318	110	0	6,935
1999	1,464	5,165	105	0	6,734
2000	1,421	5,012	100	0	6,533
2001	1,378	4,859	95	0	6,332
2002	1,335	4,706	90	0	6,131
2003	1,292	4,553	85	0	5,930
2004	1,249	4,400	80	0	5,729
2005	1,206	4,247	75	0	5,528
2006	1,163	4,094	70	0	5,327
2007	1,120	3,941	65	0	5,126

Año	Vegetación (unidades)				Total
	Rasante	Herbácea	Semi arbustiva	Arbustiva	
2008	1,077	3,788	60	0	4,925
2009	1,034	3,635	55	0	4,724
2010	991	3,482	50	0	4,523
2011	948	3,329	45	0	4,322
2012	905	3,176	40	0	4,121
2013	862	3,023	35	0	3,920
2014	819	2,870	30	0	3,719
2015	776	2,717	25	0	3,518
2016	733	2,564	20	0	3,317
2017	690	2,411	15	0	3,116
2018	647	2,258	10	0	2,915
2019	604	2,105	5	0	2,714
2020	561	1,952	0	0	2,513

Nota. Se observa las formaciones vegetativas con el total de número de individuos, pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Interpretación

En la **Tabla 21** se han empleado las correlaciones lineales de la **Tabla 20**.

Las correlaciones lineales han sido calculadas en un rango de valores (2019-2020), este análisis de regresión para la parte alta de la quebrada, permite “interpolarse” dichos datos en este rango de fechas, matemáticamente hablando, permite asociar “linealmente” ($r = 1$) cada una de las formaciones vegetativas (número total de individuos), en este periodo de investigación (2019-2020); y posteriormente permite “extrapolarse” valores, es decir, permite “proyectar” valores vegetativos para años futuros.

La regresión es una técnica estadística que admite la extrapolación de datos en la parte alta de la quebrada, en otras palabras, permite “predecir” datos para años futuros, más no así, para años en el pasado.

No obstante, de los párrafos precedentes, hay que tener presente que esta es una investigación única en su género, por cuanto no hay estudios similares previos que hayan utilizado el mismo enfoque cuantitativo en la parte alta de la quebrada, por ello, al no haber registro histórico de datos, el investigador, asume la linealidad ($r = 1$) de los datos históricos vegetativos (1990-2018) en esta zona de estudio.

En ese orden de ideas, para la parte alta de la quebrada, botánicamente hablando, los valores de esta tabla se pueden emplear para medir y cuantificar el desarrollo de la presente investigación (1990-2020).

Asumir la validez botánica de estos datos, para la parte alta de la quebrada, se realiza preferentemente sobre el valor total de las unidades vegetativas, y de manera secundaria, a las unidades de las diversas formaciones vegetativas que la conforman, por cuanto, requeriría un análisis de cada una de ellas en “tiempo pasado”, (1990-2018).

5.1.5. Análisis climático y vegetativo en la parte alta de la quebrada

Tabla 22

Influencia de la variabilidad climática en la vegetación en parte alta de la quebrada

Año	Total Vegetac (unid)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
1990	8,543	7.26	1,118
1991	8,342	7.27	1,091
1992	8,141	7.78	1,085
1993	7,940	7.11	1,021
1994	7,739	7.39	978
1995	7,538	6.69	948
1996	7,337	7.20	920
1997	7,136	7.31	865
1998	6,935	7.36	846
1999	6,734	6.75	923
2000	6,533	6.87	997
2001	6,332	7.14	876
2002	6,131	6.90	874
2003	5,930	7.16	985
2004	5,729	7.14	951

Año	Total Vegetac (unid)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
2005	5,528	6.81	953
2006	5,327	6.66	962
2007	5,126	7.80	967
2008	4,925	6.99	932
2009	4,724	6.99	840
2010	4,523	7.07	1,206
2011	4,322	6.52	1,157
2012	4,121	6.57	1,114
2013	3,920	6.54	1,108
2014	3,719	6.97	1,018
2015	3,518	6.63	1,027
2016	3,317	6.69	871
2017	3,116	6.53	871
2018	2,915	7.47	773
2019	2,714	7.43	821
2020	2,513	7.06	807

Nota. Se aprecia las variables: vegetación total (unidades), temperatura (°C) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Interpretación

En la **Tabla 22** se han empleado los datos de temperatura (**Figura 13**), precipitación pluvial (**Figura 12**) y vegetación (**Tabla 21**).

La temperatura sigue un comportamiento polinómico de grado 6 (**Figura 13**), la precipitación pluvial sigue un comportamiento polinómico de grado 6 (**Figura 12**) y la vegetación total sigue un comportamiento lineal (**Tabla 20**).

La temperatura tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 6.52 (año 2011) - 7.80 °C (año 2007).

La precipitación pluvial tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 773 mm (año 2018) - 1,206 mm (año 2010).

La vegetación total tiene un comportamiento lineal en un rango de 2,513-8,543 unidades.

Tabla 23*Estadística de la regresión en parte alta de la quebrada*

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.474755041
Coefficiente de determinación R ²	0.225392349
R ² ajustado	0.170063231
Error típico	1664.883209
Observaciones	31

Nota. Se describe el coeficiente de correlación múltiple ($r = 0.474755041$) para las tres variables: vegetación total (unidades), temperatura (°C) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Tabla 24*Análisis de varianza en parte alta de la quebrada*

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	22583069.23	11291534.62	4.073666052	0.027999157
Residuos	28	77611410.77	2771836.099		
Total	30	100194480			

Nota. Se estima la prueba de Fisher ($F = 4.0736$) para las tres variables: vegetación total (unidades), temperatura (°C) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Tabla 25*Análisis de regresión en parte alta de la quebrada*

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Infer 95%	Super 95%	Infer 95.0%	Super 95.0%
Intercepción	-14660.02995	7189.19324	-2.039175949	0.050972053	-29386.42472	66.36483064	-29386.42472	66.36483064
Variable X 1	2134.746658	879.9914516	2.425872041	0.021967197	332.1658843	3937.327433	332.1658843	3937.327433
Variable X 2	5.359963997	2.803976785	1.911557907	0.066217474	-0.383722076	11.10365007	-0.383722076	11.10365007

Nota. Se aprecia el coeficiente independiente ($b_0 = -14660.02995$), coeficiente temperatura ($b_1=2134.746658$) y coeficiente de precipitación pluvial ($b_2 = 5.359963997$), de la curva de regresión, perteneciente al área de estudio (1990-2020), en transectos 01 y 02, parte alta de la quebrada (4223 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Modelamiento matemático

De la **Tabla 25**, se tiene:

Fórmula 1

Modelo matemático para la vegetación total en parte alta de la quebrada

$$\mathbf{Veg_{parte\ alta} = -14660.02995 + 2134.746658 * Temp + 5.359963997 * Precp}$$

Donde:

Veg parte alta : Vegetación total (unidades) en parte alta de la quebrada

Temp : Temperatura (°C) en parte alta de la quebrada

Precp : Precipitación pluvial (mm) en parte alta de la quebrada

Interpretación

La **Fórmula 1** representa el modelo matemático para calcular la vegetación total (unidades) en función de la temperatura (°C) y precipitación pluvial (mm), deducido con los valores de los transectos 01 y 02, para la parte alta de la quebrada (4223 msnm).

Este modelo matemático es obtenido como una **correlación lineal** entre todas sus variables: precipitación pluvial, temperatura y vegetación total, para esta zona de estudio.

Tiene un coeficiente de correlación múltiple (r) de 0.474755041.

La **Fórmula 1**, tiene la representación matemática de:

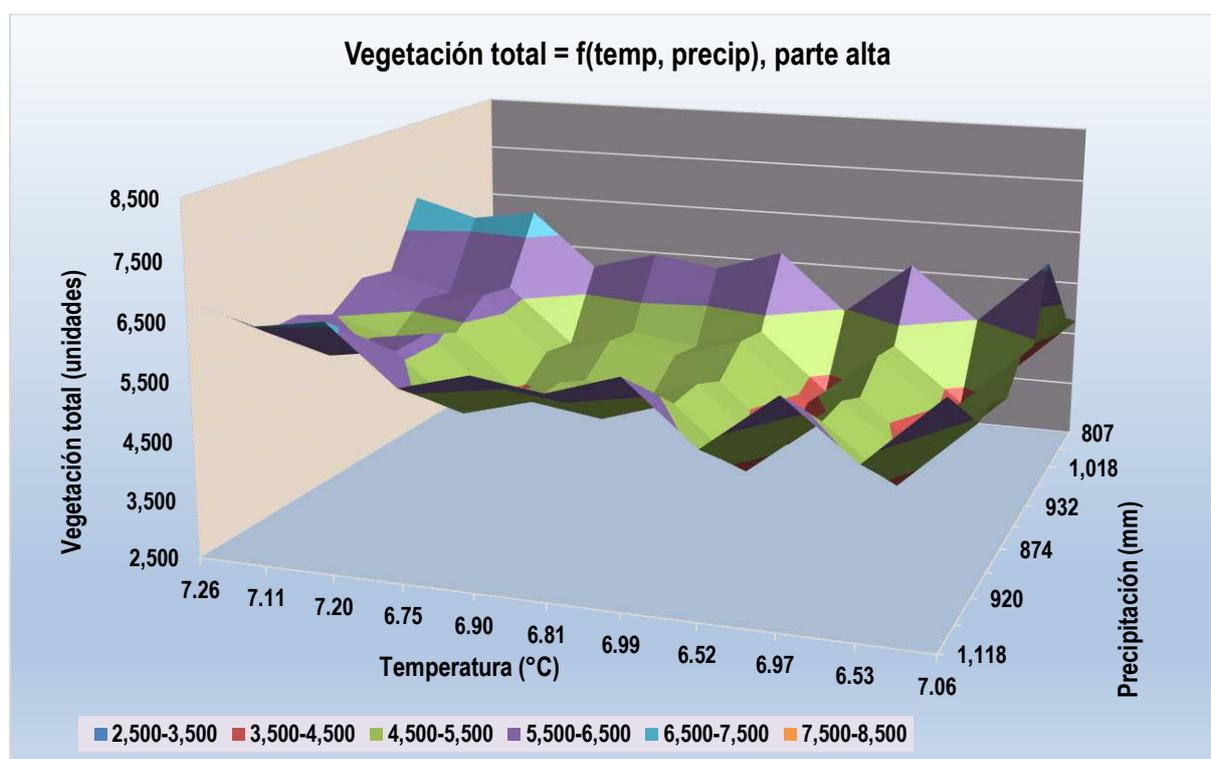
$Veg_{\text{parte alta}} = f(\text{Temp}, \text{Precp})$, en caso se desee calcular la temperatura o precipitación pluvial, se tendría que realizar otra correlación.

En la **Fórmula 1** no figura la altitud (4223 msnm) como variable, puesto que este valor, al ser constante en la parte alta de la quebrada, deja de ser variable y se fija como “constante”.

Modelamiento matemático (3D)

Figura 15

Análisis climático y vegetativo en parte alta de la quebrada



Nota. Se observa la actuación de la vegetación total parte alta (eje z) en función de la temperatura (eje x) y precipitación pluvial (eje y) en la quebrada Culispata, parte alta (4223 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI, estación meteorológica de Colquepata y datos de vegetación recolectados en campo.

Interpretación

En la Figura 15 muestra en la parte alta de la quebrada, la vegetación total en función de la precipitación pluvial y la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

Hay que recordar que, ni la precipitación pluvial (**Figura 12**) y la temperatura (**Figura 13**) como variables independientes, no tienen un comportamiento lineal, muy por el contrario, ambas variables tienen un comportamiento polinómico de grado 6, lo que se puede apreciar como una especie de “ondas” en el gráfico en 3D.

No obstante, del párrafo precedente, el modelo matemático (**Fórmula 1**) para esta zona de estudio, al momento de establecer dicha fórmula, “asume” la linealidad de todas sus variables.

Se aprecia la vegetación total en un rango de valores, los cuales están detallados en la parte inferior del gráfico en 3D.

La temperatura tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 7.06 – 7.26 °C.

La precipitación pluvial tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 807-1118 mm.

La vegetación total tiene un comportamiento lineal en un rango de 2,500-8,500 unidades.

5.2 Variabilidad climática y vegetación en la quebrada Culispata, parte media

5.2.1. Climatodiagrama de la parte media de la quebrada

El climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm), no solo permite mostrar la temperatura promedio y la cantidad de lluvia caída en cada mes del año a lo largo de doce meses, en la parte media de la quebrada, sino que, analizar el comportamiento de ambas variables a lo largo del año.

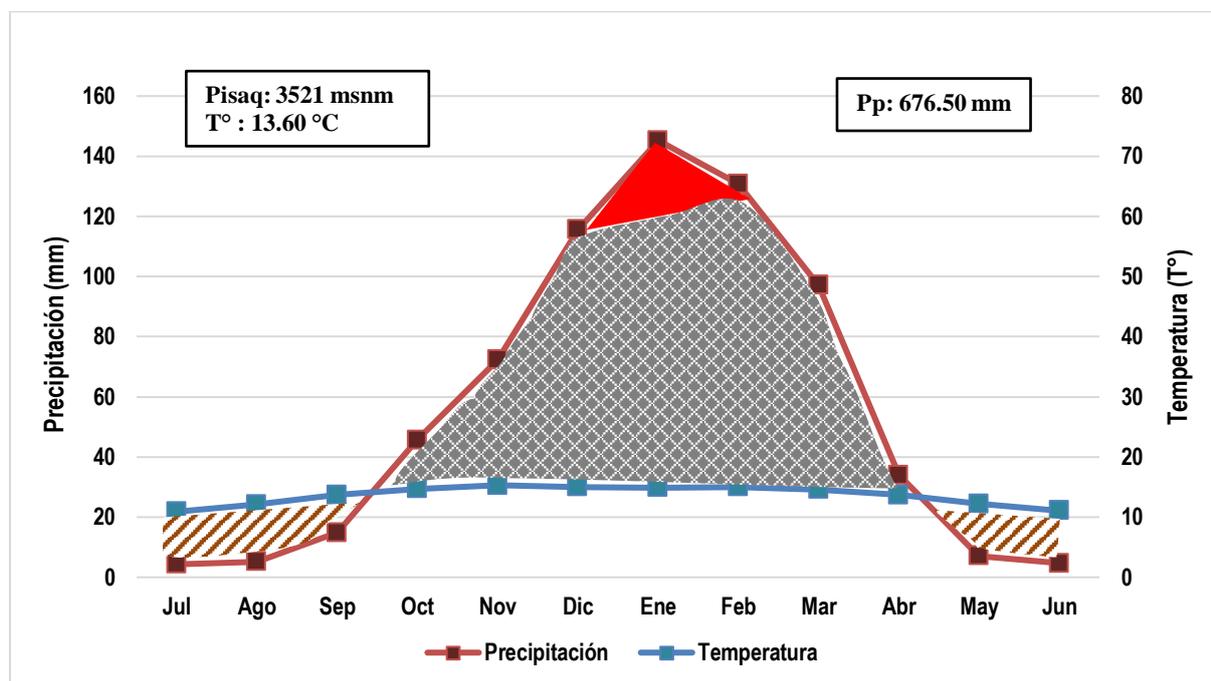
Tabla 26*Datos climatológicos en la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm)*

Mes	Temperatura (T°)	Precipitación (mm)
Enero	14.90	145.20
Febrero	15.00	130.80
Marzo	14.60	97.10
Abril	13.70	33.90
Mayo	12.20	7.10
Junio	11.10	4.60
Julio	10.90	4.30
Agosto	12.10	5.20
Setiembre	13.70	14.80
Octubre	14.70	45.60
Noviembre	15.30	72.30
Diciembre	15.00	115.60
Total		676.50
Promedio	13.60	

Nota. Se presenta los promedios de temperatura y precipitación pluvial, del periodo 1990-2020, de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm). Información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Kayra.

Figura 16

Climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm)



Nota. Se examina gráficamente los datos de temperatura y precipitación pluvial de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Kayra.

Interpretación

La Figura 16 muestra que, en la fracción media de la quebrada, la precipitación pluvial anual completa registrada es de 676.50 mm, y la estación lluviosa va de octubre a abril.

La estación seca dura de mayo a setiembre.

Los meses con mayor precipitación pluvial son diciembre, enero, febrero, estableciéndose que enero es el más representativo con 145.20 mm de precipitación pluvial, los meses con menor precipitación pluvial son mayo, junio, julio y agosto, siendo julio el mes con menor medida de precipitación pluvial con 4.30 mm.

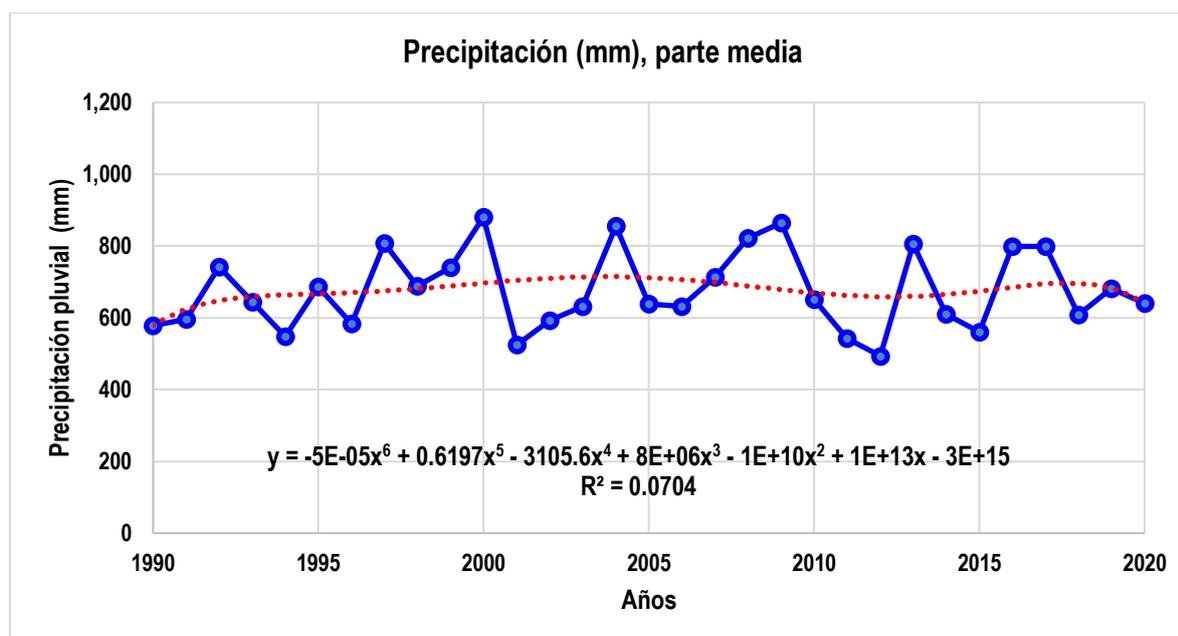
La temperatura promedio encontrada en la parte media del área de estudio es de 13.60 °C, los meses con temperaturas más elevadas son enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y

diciembre, siendo noviembre el que presenta 15.30 °C, los meses con temperaturas más bajas son junio, julio y agosto, siendo la temperatura más baja de 10.90 °C el mes de julio.

5.2.2. Análisis climático en la parte media de la quebrada

Figura 17

Precipitación pluvial en la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm)



Nota. Se aprecia el comportamiento de la precipitación pluvial de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Kayra.

Interpretación

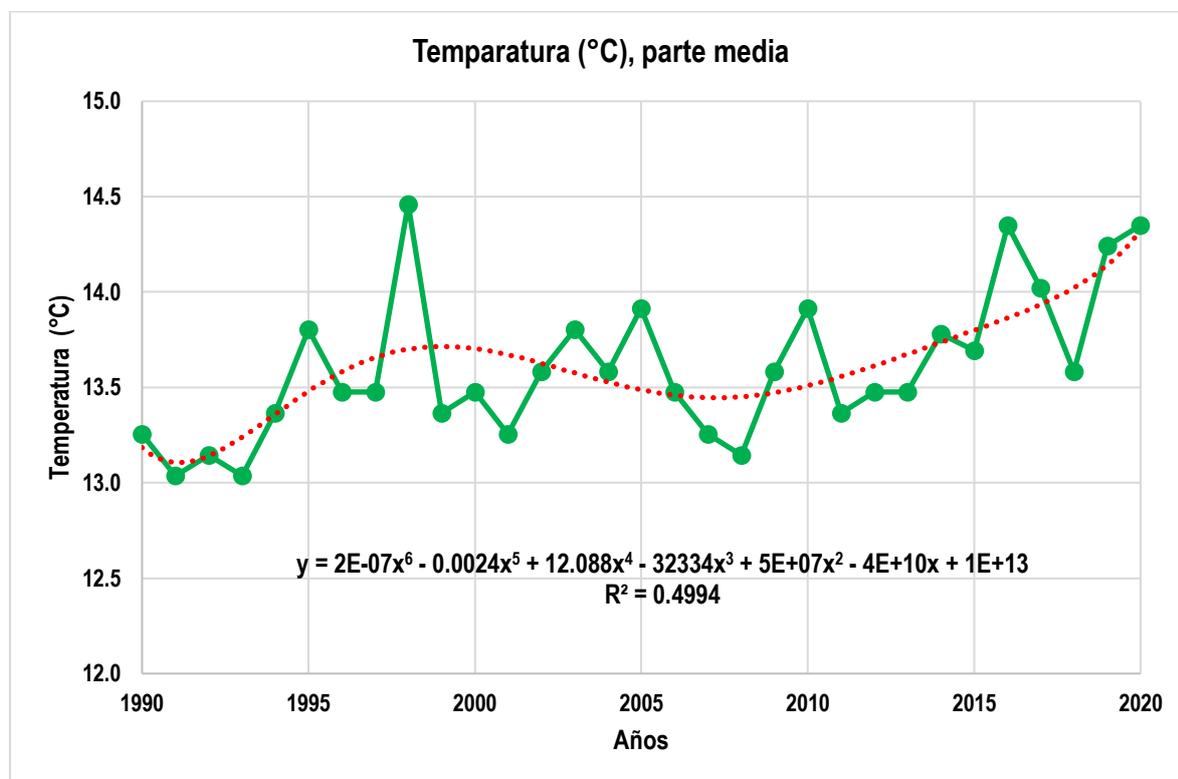
La **Figura 17** muestra en la parte media de la quebrada, la precipitación pluvial en el periodo de estudio (1990-2020).

El mínimo valor es de 494 mm (2012) y el máximo valor es de 881 mm (2000).

El modelo matemático presenta una curva de regresión polinómica de grado 6, con un coeficiente de determinación de 0.0704.

Figura 18

Temperatura en la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm)



Nota. Se observa el comportamiento de la temperatura de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Kayra.

Interpretación

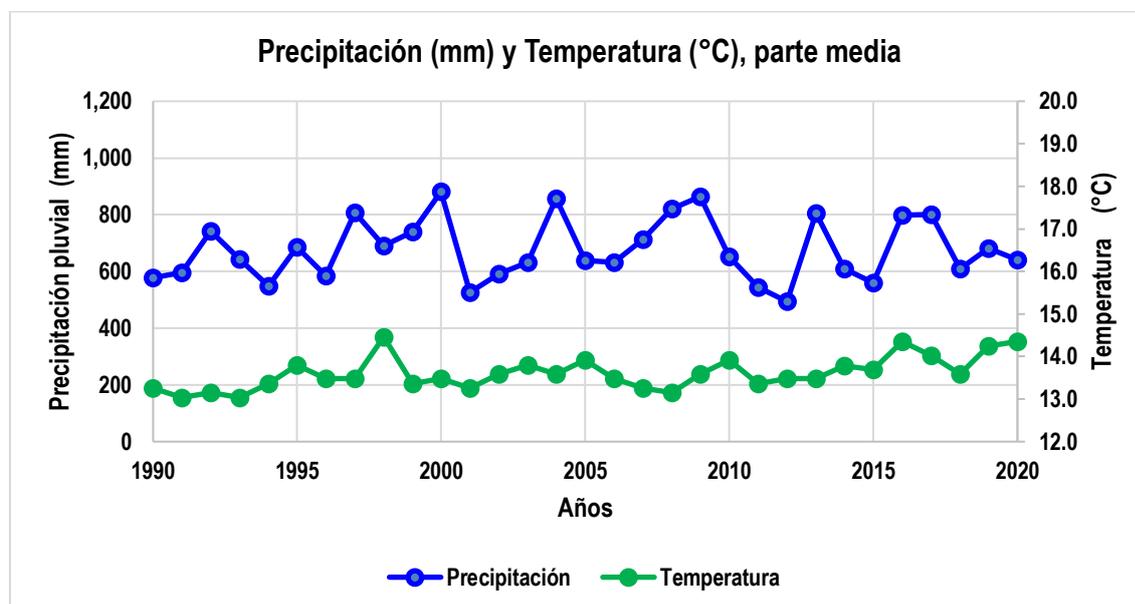
La **Figura 18** muestra en la parte media de la quebrada, la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

El mínimo valor es de 13.04 °C (1993) y el máximo valor es de 14.46 °C (1998).

El modelo matemático presenta una curva de regresión polinómica de grado 6, con un coeficiente de determinación de 0.4994.

Figura 19

Precipitación pluvial y temperatura en la quebrada Culispata, parte media (3521)



Nota. Se considera el proceder de la precipitación pluvial (línea de color azul) y de la temperatura (línea de color verde), de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Kayra.

Interpretación

La **Figura 19** muestra en la parte media de la quebrada, la precipitación pluvial y la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

Las dos líneas entre sí, aparentemente no tienen una correspondencia entre ellas, esta fluctuación de valores, se deja planteada para investigaciones posteriores de otros colegas.

5.2.3. Análisis vegetativo en la parte media de la quebrada

El muestreo vegetativo de la quebrada Culispata, parte media (3521 msnm), fue de enfoque cualitativo, cuáles son las formaciones vegetativas y el total de individuos encontrados, realizado en los meses de floración (febrero y marzo).

Tabla 27

Vegetación rasante en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 03			
1	Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i>	218
2	Asteraceae	<i>Gamochaeta sp1.</i>	12
Total transecto 03			230
Transecto 04			
1	Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i>	130
2	Asteraceae	<i>Gamochaeta sp1</i>	25
Total transecto 04			155
Total vegetación rasante			385

Nota. Se aprecia la formación vegetativa de *vegetación rasante*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm).

Tabla 28

Vegetación herbácea en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 03			
1	Poaceae	<i>Jarava ichu</i>	12
2	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorus</i>	5
3	Asteraceae	<i>Ageratina sterbergiana</i>	24
4	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	4
5	Cariphyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i>	21
6	Apiaceae	<i>Daucus montanus</i>	1
7	Hypericaceae	<i>Hipericum sp1</i>	4
8	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarum</i>	5
9	Poaceae	<i>Festuca urubamba</i>	8
10	Juncaceae	<i>Luzula remosa</i>	4
11	Solanaceae	<i>Dunalia spinosa</i>	1
12	Asteraceae	<i>Asteraceae sp3</i>	4
13	Oxalidaceae	<i>Oxalis urubambensis</i>	19
14	Fabaceae	<i>Trifolium amabile</i>	25
15	Poaceae	<i>Bromus catarticus</i>	46
16	Euphorbiaceae	<i>Acalypha aronioides</i>	11

N°	Familia	Especie	Unidades
17	Cucurbitaceae	<i>Apodandthera herrerae</i>	5
18	Asteraceae	<i>Viguiera mandonii</i>	3
19	Geraniaceae	<i>Geranium herrerae</i>	2
20	Orobanchaceae	<i>Bartsia camporum</i>	19
21	Asteraceae	<i>Bidens triplinervia</i>	4
22	Asteraceae	<i>Coniza floribunda</i>	4
23	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	3
24	Lamiaceae	<i>Minthostachis spicata</i>	1
25	Poaceae	<i>Festuca dolychophylla</i>	20
26	Calceolareaceae	<i>Calceolaria myriophylla</i>	1
27	Orobanchaceae	<i>Bartsia bartsioides</i>	8
28	Orobanchaceae	<i>Castilleja pumila</i>	10
29	Apiaceae	<i>Oreomirrys andicola</i>	4
30	Asteraceae	<i>Achirocline alata</i>	3
Total transecto 03			281
Transecto 04			
1	Lamiaceae	<i>Lepechinia meyenii</i>	19
2	Asteraceae	<i>Ageratina sternbergiana</i>	68
3	Asteraceae	<i>Sigesbechia jorulensis</i>	9
4	Poaceae	<i>Eragrostis sp1.</i>	17
5	Geraniaceae	<i>Geranium herrerae</i>	16
6	Urticaceae	<i>Urtica urens</i>	14
7	Cariphyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i>	20
8	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	36
9	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	20
10	Apiaceae	<i>Oreomirrys andicola</i>	3
11	Calceolareaceae	<i>Calceolaria myriophylla</i>	5
12	Rubiaceae	<i>Gallium corimbozum</i>	16
13	Araliaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	120
14	Poaceae	<i>Agrostis sp2</i>	110
15	Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i>	11
16	Poaceae	<i>Jarava ichu</i>	1
17	Lamiaceae	<i>Minthostachys spicata</i>	13
18	Gentianaceae	<i>Gentianella peruviana</i>	82
19	Asteraceae	<i>Stevia cuzcoensis</i>	27
20	Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i>	1
21	Hypericaceae	<i>Hypericum sp1.</i>	17
22	Fabaceae	<i>Trifolium amabile</i>	15
23	Poaceae	<i>Festuca dolychophylla</i>	34

N°	Familia	Especie	Unidades
24	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	11
25	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	1
26	Orobanchaceae	<i>Bartsia diffusa</i>	20
27	Asteraceae	<i>Gnaphalium sp1.</i>	3
28	Poaceae	<i>Festuca sp1.</i>	2
29	Asteraceae	<i>Hieracium neoherrerae</i>	2
30	Poaceae	<i>Bromus catarticus</i>	43
31	Asteraceae	<i>Senecio sp1.</i>	14
32	Asteraceae	<i>Coniza sp1</i>	1
33	Poaceae	<i>Agrostis tolusencis</i>	2
Total transecto 04			773
Total vegetación herbácea			1,054

Nota. Se detalla la formación vegetativa de *vegetación herbácea*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm).

Tabla 29

Vegetación semi arbustiva en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 03			
1	Rammaceae	<i>Colletia spinosissima</i> <i>J.F.Gmel.</i>	4
2	Polemoniaceae	<i>Cantua buxifolia</i> <i>Juss. ex</i> <i>Lam.</i>	2
3	Asteraceae	<i>Barnadesia horrida</i> <i>Muschl.</i>	1
Total transecto 03			7
Transecto 04			
1	Asteraceae	<i>Baccharis papillosa</i> <i>Rusby</i>	3
2	Asteraceae	<i>Barnadesia horrida</i> <i>Muschl.</i>	1
3	Polemoniaceae	<i>Cantua buxifolia</i> <i>Juss. ex</i> <i>Lam.</i>	14
4	Rammaceae	<i>Colletia spinosissima</i> <i>J.F.Gmel.</i>	1
Total transecto 04			19
Total vegetación semi arbustiva			26

Nota. Se detalla la formación vegetativa de *vegetación semi arbustiva*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm).

Tabla 30

Vegetación arbustiva en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 03			
1	Euphorbiaceae	<i>Acalypha aronioides Pax & K.Hoffm.</i>	2
Total transecto 03			2
Transecto 04			
1	Asteraceae	<i>Aristeguietia discolor (DC.) R.M.King & H.Rob.</i>	2
2	Asteraceae	<i>Mutisia acuminata Ruiz & Pav.</i>	1
Total transecto 04			4
Total vegetación arbustiva			5

Nota. Se aprecia la formación vegetativa de *vegetación arbustiva*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm).

Tabla 31

Vegetación ubicados en parte media de la quebrada (transectos 03 y 04)

N°	Vegetación	Unidades
1	Rasante	385
2	Herbácea	1,054
3	Semi arbustiva	26
4	Arbustiva	5
Total		1,470

Nota. Se detalla en resumen el total de individuos de cada formación vegetativa, realizado en el trabajo de campo, en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm).

5.2.4. Análisis de regresión vegetativo en la parte media de la quebrada

Tabla 32

Tipo de vegetación en parte media de la quebrada (2019-2020)

Año	Vegetación (unidades)				Total
	Rasante	Herbácea	Semi arbustiva	Arbustiva	
2019	422	1,195	42	9	1,668
2020	385	1,054	26	5	1,470
%	25.72	71.67	2.17	0.45	100

Nota. Se aprecia las formaciones vegetativas (con el número total de individuos), realizado en el trabajo de campo (2019-2020), en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm).

Interpretación

La **Tabla 32** muestra en la parte media de la quebrada, predomina la formación vegetativa herbácea con (71.67%).

En todas las formaciones vegetativas, así como en el total, se aprecia una disminución de individuos, a medida que avanza el tiempo (la cantidad de formación vegetativa es inversamente proporcional al año de estudio).

Con los datos de la **Tabla 32** se realiza el análisis de regresión lineal para cada una de las formaciones vegetativas.

Tabla 33

Análisis de regresión lineal vegetativo en parte media de la quebrada

Formación vegetativa	Correlación lineal
Rasante	$Y_1 = -37(x_1) + 75,125$
Herbácea	$Y_2 = -141(x_1) + 285,874$
Semi arbustiva	$Y_3 = -16(x_1) + 32,346$
Arbustiva	$Y_4 = -4(x_1) + 8,085$
Total	$Y_5 = -198(x_1) + 401,430$

Nota. Se evidencia la correlación lineal para cada formación vegetativa (número de individuos), realizado con las funciones de Excel, en la parte media de la quebrada (3521 msnm).

Interpretación

La **Tabla 33** muestra la ecuación de una recta: $Y = b_0 (X) + b_1$, es decir, es una línea recta, dado que se tiene solo dos pares ordenados, en concordancia con el trabajo de campo realizado (2019-2020).

La pendiente b_0 tiene valor negativo, lo que significa una disminución de la formación vegetativa (número de individuos), a medida que avanza el tiempo.

Cada formación vegetativa tiene un valor diferente de b_0 , lo que significa que el valor vegetativo es diferente en cada uno de ellos.

Tabla 34

Tipo de vegetación en parte media de la quebrada (2019-2020)

Año	Vegetación (unidades)				Total
	Rasante	Herbácea	Semi arbustiva	Arbustiva	
1990	1,495	5,284	506	125	7,410
1991	1,458	5,143	490	121	7,212
1992	1,421	5,002	474	117	7,014
1993	1,384	4,861	458	113	6,816
1994	1,347	4,720	442	109	6,618
1995	1,310	4,579	426	105	6,420
1996	1,273	4,438	410	101	6,222
1997	1,236	4,297	394	97	6,024
1998	1,199	4,156	378	93	5,826
1999	1,162	4,015	362	89	5,628
2000	1,125	3,874	346	85	5,430
2001	1,088	3,733	330	81	5,232
2002	1,051	3,592	314	77	5,034
2003	1,014	3,451	298	73	4,836
2004	977	3,310	282	69	4,638
2005	940	3,169	266	65	4,440
2006	903	3,028	250	61	4,242

Año	Vegetación (unidades)				Total
	Rasante	Herbácea	Semi arbustiva	Arbustiva	
2007	866	2,887	234	57	4,044
2008	829	2,746	218	53	3,846
2009	792	2,605	202	49	3,648
2010	755	2,464	186	45	3,450
2011	718	2,323	170	41	3,252
2012	681	2,182	154	37	3,054
2013	644	2,041	138	33	2,856
2014	607	1,900	122	29	2,658
2015	570	1,759	106	25	2,460
2016	533	1,618	90	21	2,262
2017	496	1,477	74	17	2,064
2018	459	1,336	58	13	1,866
2019	422	1,195	42	9	1,668
2020	385	1,054	26	5	1,470

Nota. Se detalla a las formaciones vegetativas (con el número total de individuos), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm).

Interpretación

En la **Tabla 34** se han empleado las correlaciones lineales de la **Tabla 33**.

Las correlaciones lineales han sido calculadas en un rango de valores (2019-2020), este análisis de regresión para la parte media de la quebrada, permite “interpolar” dichos datos en este rango de fechas, matemáticamente hablando, permite asociar “linealmente” ($r = 1$) cada una de las formaciones (total de individuos), en este periodo de investigación (2019-2020); y posteriormente permite “extrapolar” valores, es decir, permite “proyectar” valores vegetativos para años futuros.

La *regresión* es una técnica estadística que admite la extrapolación de datos en la parte media de la quebrada, en otras palabras, permite “predecir” datos para años futuros, más no así, para años en el pasado.

No obstante, de los párrafos precedentes, hay que tener presente que esta es una investigación única en su género, por cuanto no hay estudios similares previos que hayan utilizado el mismo enfoque cuantitativo en la parte media de la quebrada, por ello, al no haber registro histórico de datos, el investigador, asume la linealidad ($r = 1$) de los datos históricos vegetativos (1990-2018) en esta zona de estudio.

En ese orden de ideas, para la parte media de la quebrada, botánicamente hablando, los valores de esta tabla se pueden emplear para medir y cuantificar el desarrollo de la presente investigación (1990-2020).

Asumir la validez botánica de estos datos, para la parte media de la quebrada, se realiza preferentemente sobre el valor total de las formaciones vegetativas (número de individuos), y de manera secundaria, a las unidades de las diversas formaciones vegetativas que la conforman, por cuanto, requeriría un análisis de cada una de ellas en “tiempo pasado” (1990-2018).

5.2.5. Análisis climático y vegetativo en la parte media de la quebrada

Tabla 35

Influencia de la variabilidad climática en la vegetación en parte media de la quebrada

Año	Total Vegetac (unid)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
1990	7,410	13.26	579
1991	7,212	13.04	597
1992	7,014	13.15	742
1993	6,816	13.04	643
1994	6,618	13.37	548
1995	6,420	13.80	687
1996	6,222	13.47	584
1997	6,024	13.47	809
1998	5,826	14.46	689
1999	5,628	13.37	741
2000	5,430	13.47	881
2001	5,232	13.26	526
2002	5,034	13.58	592
2003	4,836	13.80	631
2004	4,638	13.58	856

Año	Total Vegetac (unid)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
2005	4,440	13.91	639
2006	4,242	13.47	632
2007	4,044	13.26	714
2008	3,846	13.15	822
2009	3,648	13.58	864
2010	3,450	13.91	652
2011	3,252	13.37	543
2012	3,054	13.47	494
2013	2,856	13.47	805
2014	2,658	13.78	610
2015	2,460	13.69	560
2016	2,262	14.35	798
2017	2,064	14.02	800
2018	1,866	13.58	609
2019	1,668	14.24	682
2020	1,470	14.35	641

Nota. Se aprecia las variables: vegetación total (unidades), temperatura (°C) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm).

Interpretación

En la **Tabla 35** se han empleado los datos de temperatura (**Figura 18**), precipitación pluvial (**Figura 17**) y vegetación (**Tabla 34**).

La temperatura sigue un comportamiento polinómico de grado 6 (**Figura 18**), la precipitación pluvial sigue un comportamiento polinómico de grado 6 (**Figura 17**) y la vegetación total sigue un comportamiento lineal (**Tabla 33**).

La temperatura tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 13.04 °C (1990, 1993) -14.46 °C (1998).

La precipitación pluvial tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 494 mm (2012) -881 mm (2000).

La vegetación total (número de individuos) tiene un comportamiento lineal en un rango de 7,410 (1990) – 1,470 (2020) unidades.

Tabla 36

Estadística de la regresión en parte media de la quebrada

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.547246321
Coefficiente de determinación R ²	0.299478536
R ² ajustado	0.249441289
Error típico	1559.634158
Observaciones	31

Nota. Se observa el coeficiente de correlación múltiple ($r = 0.547246321$) para las tres variables: vegetación total (unidades), temperatura (°C) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Tabla 37

Análisis de varianza en parte media de la quebrada

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	29117076.22	14558538.11	5.98511213	0.006853308
Residuos	28	68108843.78	2432458.706		
Total	30	97225920			

Nota. Se aprecia la prueba de Fisher ($F = 5.98511213$) para las tres variables: vegetación total (unidades), temperatura (°C) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Tabla 38*Análisis de regresión en parte media de la quebrada*

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Infer 95%	Super 95%	Infer 95.0%	Super 95.0%
Intercepción	39306.48067	10088.19753	3.896283807	0.000554549	18641.7448	59971.21653	18641.7448	59971.21653
Variable X 1	-2552.924515	745.1060566	-3.426256561	0.001908643	-4079.205082	-1026.643947	-4079.205082	-1026.643947
Variable X 2	-0.198220626	2.625952113	-0.07548524	0.940365398	-5.577239688	5.180798436	-5.577239688	5.180798436

Nota. Se contempla el coeficiente independiente ($b_0 = 39306.48067$), coeficiente temperatura ($b_1 = -2552.924515$) y coeficiente de precipitación pluvial ($b_2 = -0.198220626$), de la curva de regresión, perteneciente al área de estudio (1990-2020), en transectos 03 y 04, parte media de la quebrada (3521 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Modelamiento matemático

De la **Tabla 38**, se tiene:

Fórmula 2

Modelo matemático para la vegetación total en parte media de la quebrada

$$\mathbf{Veg_{parte\ media} = 39306.48067 - 2552.924515 * Temp - 0.198220626 * Precp}$$

Donde:

Veg_{parte media} : Vegetación total (unidades) en parte media de la quebrada

Temp : Temperatura (°C) en parte media de la quebrada

Precp : Precipitación pluvial (mm) en parte media de la quebrada

Interpretación

La **Fórmula 2** representa el modelo matemático para calcular la vegetación total (unidades) en función de la temperatura (°C) y precipitación pluvial (mm), deducido con los valores de los transectos 03 y 04, para la parte media de la quebrada (3521 msnm).

Este modelo matemático es obtenido como una *correlación lineal* entre todas sus variables: precipitación pluvial, temperatura y vegetación total, para esta zona de estudio.

Tiene un coeficiente de correlación múltiple (r) de 0.547246321.

La **Fórmula 2**, tiene la representación matemática de:

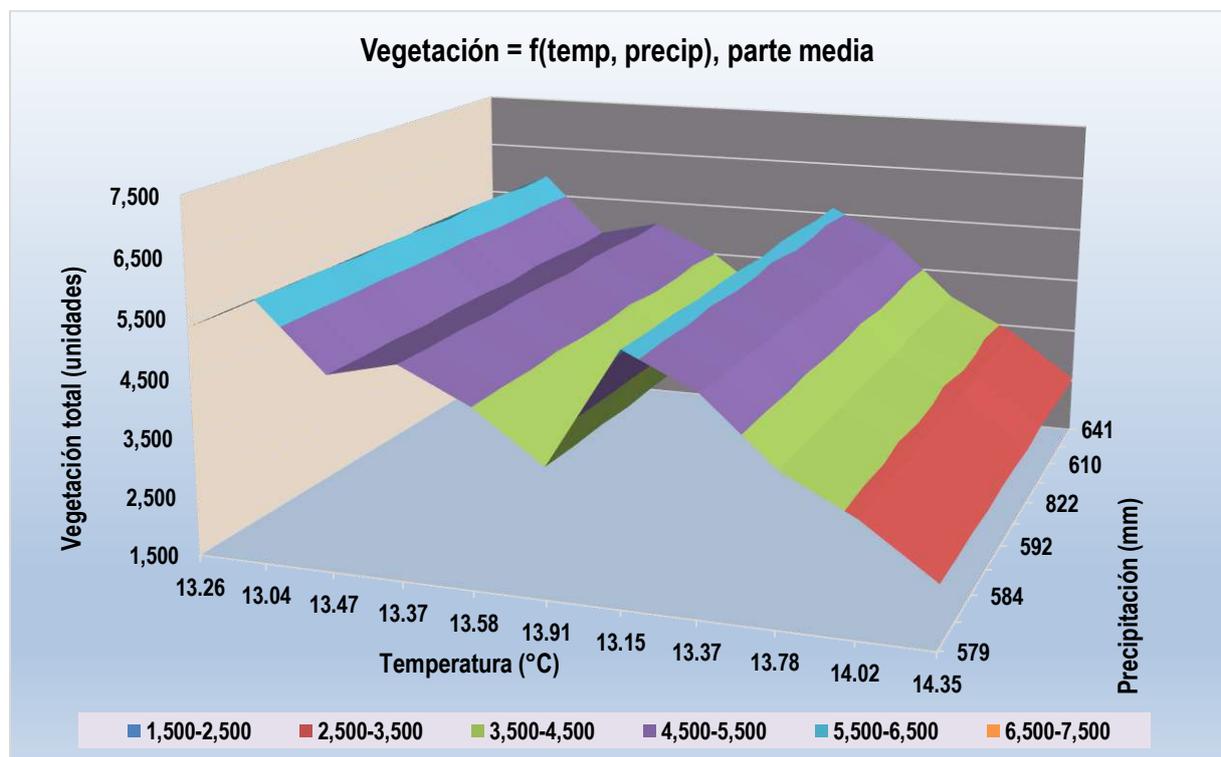
Veg_{parte media} = f(Temp, Precp), en caso se desee calcular la temperatura o precipitación pluvial, se tendría que realizar otra correlación.

En la **Fórmula 2** no figura la altitud (3521 msnm) como variable, puesto que este valor, al ser constante en la parte media de la quebrada, deja de ser variable y se fija como “constante”.

Modelamiento matemático (3D)

Figura 20

Análisis climático y vegetativo en parte media de la quebrada



Nota. Se percibe el comportamiento de la vegetación total parte media (eje z) en función de la temperatura (eje x) y precipitación pluvial (eje y) en la quebrada Culispata, parte media (3521

msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI, estación meteorológica de Kayra y datos de vegetación recolectados en campo.

Interpretación

En la **Figura 21** muestra en la parte media de la quebrada, la vegetación total en función de la precipitación pluvial y la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

Hay que recordar que, ni la precipitación pluvial (**Figura 18**) y la temperatura (**Figura 17**) como variables independientes, no tienen un comportamiento lineal, muy por el contrario, ambas variables tienen un comportamiento polinómico de grado 6, lo que se puede apreciar como una especie de “ondas” en el gráfico en 3D.

No obstante, del párrafo precedente, el modelo matemático (**Fórmula 2**) para esta zona de estudio, al momento de establecer dicha fórmula, “asume” la linealidad de todas sus variables.

Se aprecia la vegetación total en un rango de valores, los cuales están detallados en la parte inferior del gráfico en 3D.

La temperatura tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 13.26-14.35 °C.

La precipitación pluvial tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 579 -641 mm.

La vegetación total tiene un comportamiento lineal en un rango de 1,500-7,500 unidades.

5.3 Variabilidad climática y vegetación en la quebrada Culispata, parte baja

5.3.1. Climatodiagrama de la parte baja de la quebrada

El climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm), no solo permite mostrar la temperatura promedio y la cantidad de lluvia caída en cada mes del año a lo largo de doce meses, en la parte alta de la quebrada, sino que, analizar el comportamiento de ambas variables a lo largo del año.

Tabla 39

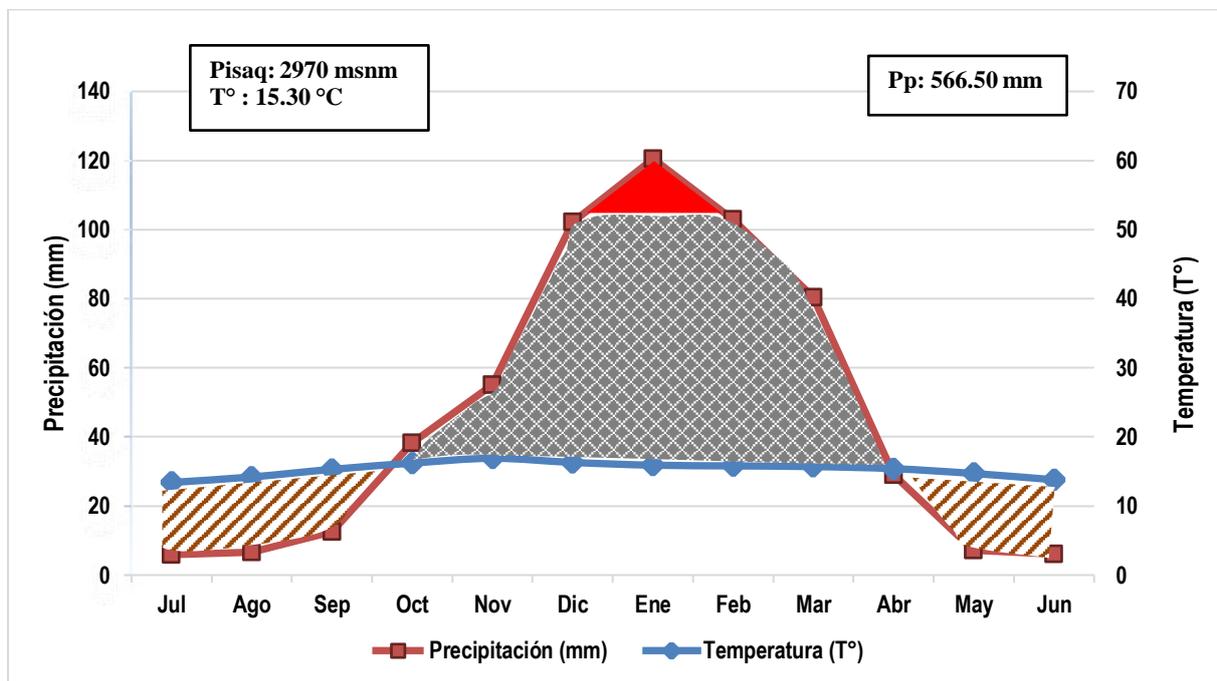
Datos climatológicos en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)

Mes	Temperatura (T°)	Precipitación (mm)
Enero	15.90	120.48
Febrero	15.80	102.95
Marzo	15.70	80.40
Abril	15.40	29.00
Mayo	14.70	7.10
Junio	13.80	6.10
Julio	13.40	5.90
Agosto	14.20	6.70
Setiembre	15.30	12.50
Octubre	16.20	38.20
Noviembre	16.90	55.00
Diciembre	16.30	102.20
Total		566.50
Promedio	15.30	

Nota. Se presenta los promedios de temperatura y precipitación pluvial, del periodo 1990-2020, de la quebrada Culispata, para baja (2970 msnm). Información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Písaq.

Figura 21

Climatodiagrama de la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)



Nota. Se observa gráficamente los datos de temperatura y precipitación pluvial de la quebrada Culispata, para baja (2970 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Pisaq.

Interpretación

La **Figura 21** muestra en la para baja de la quebrada, la precipitación pluvial anual total registrada es 566.50 mm, con una estación lluviosa de noviembre a marzo.

La estación seca va de abril a octubre.

Los meses más lluviosos son diciembre, enero, febrero siendo enero el más representativo con 120.48 mm de precipitación pluvial, los meses menos lluviosos son mayo, junio, julio, agosto y setiembre, siendo julio el mes con menos precipitación pluvial con 5.90 mm.

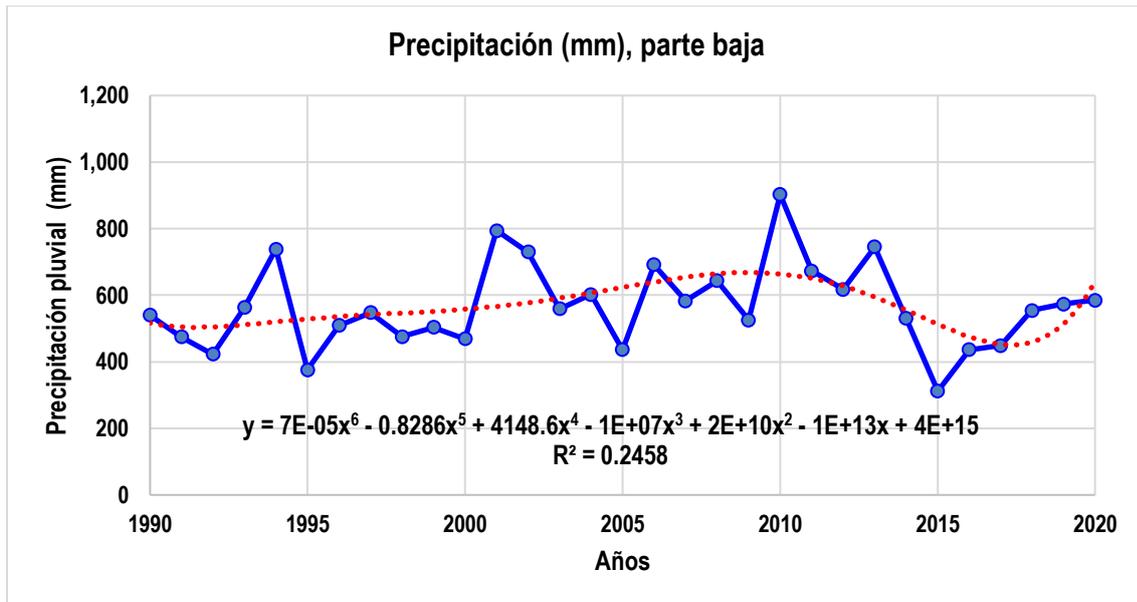
La temperatura promedio encontrada en la parte baja del área de estudio es de 15.30 °C, los meses con las temperaturas más altas son octubre, noviembre y diciembre, siendo

noviembre que registra 16.90 °C, los meses con las temperaturas más bajas son junio, julio y agosto, siendo julio con 13.40 °C la más baja.

5.3.2. Análisis climático en la parte baja de la quebrada

Figura 22

Precipitación pluvial en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)



Nota. Se observa el comportamiento de la precipitación pluvial de la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Písaq.

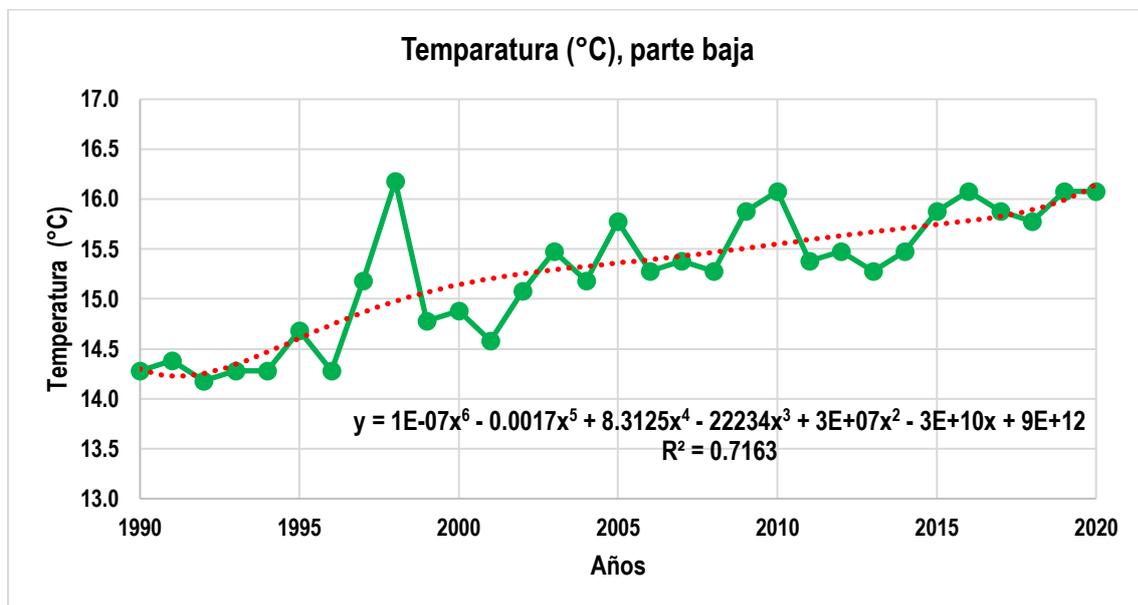
Interpretación

La **Figura 22** muestra en la para baja de la quebrada, la precipitación pluvial en el periodo de estudio. El mínimo valor es de 312 mm (2015) y el máximo valor es de 902 mm (2010).

El modelo matemático presenta una curva de regresión polinómica de grado 6, con un coeficiente de determinación de 0.2458.

Figura 23

Temperatura en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)



Nota. Se contempla los cambios de la temperatura de la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de Písaq.

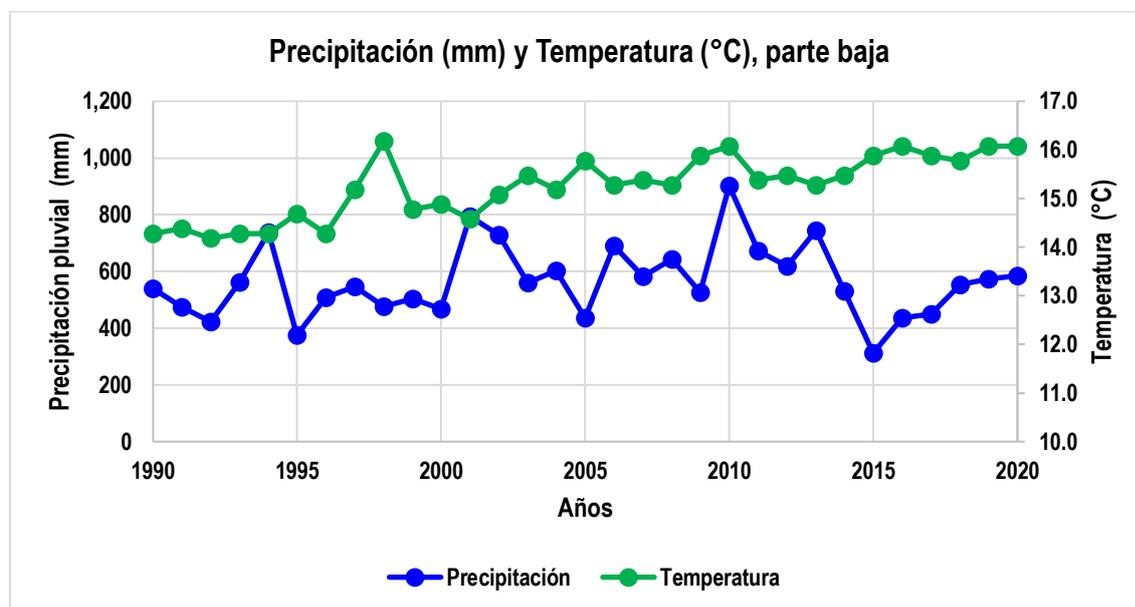
Interpretación

La **Figura 23** muestra en la para baja de la quebrada, la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

El mínimo valor es de 14.18 °C (1992) y el máximo valor es de 16.18 °C (1998). El modelo matemático presenta una curva de regresión polinómica de grado 6, con un coeficiente de determinación de 0.7613.

Figura 24

Precipitación pluvial y temperatura en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm)



Nota. Se aprecia el proceder de la precipitación pluvial (línea de color azul) y de la temperatura (línea de color verde), de la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI. Estación meteorológica de PISAQ.

Interpretación

La **Figura 24** muestra en la para baja de la quebrada, la precipitación pluvial y la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

Las dos líneas entre sí, aparentemente no tienen una correspondencia entre ellas, esta fluctuación de valores, se deja planteada para investigaciones posteriores de otros colegas.

5.3.3. Análisis vegetativo en la parte baja de la quebrada

El muestreo vegetativo de la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm), fue de enfoque cuantitativo y poder identificar cuántos individuos hay en las formaciones vegetativas, realizado en los meses de floración (febrero y marzo).

Tabla 40

Vegetación rasante en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 05			0
Transecto 06			
1	Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i>	16
Total transecto 06			16
Total vegetación rasante			16

Nota. Se detalla la formación vegetativa de *vegetación rasante*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Tabla 41

Vegetación herbácea en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 05			
1	Poaceae	<i>Jarava ichu</i>	9
2	Asteraceae	<i>Stevia cuzcoensis</i>	23
3	Asteraceae	<i>Viguiera mandonii</i>	16
4	Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	2
5	Euphorbiaceae	<i>Acalipha aronioides</i>	6
6	Piperaceae	<i>Peperomia herrerae</i>	7
7	Orchidaceae	<i>Myrosmodes weberbaueri</i>	1
8	Poaceae	<i>Agrostis sp2</i>	1
9	Poaceae	<i>Bromus catarticus</i>	20
10	Asteraceae	<i>Ambrosia arborecens</i>	1
11	Cyperaceae	<i>Cyperus hermaffroditus</i>	2
12	Asteraceae	<i>Stevia soratensis</i>	6
13	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	8
14	Cucurbitaceae	<i>Apodanthera herrerae</i>	1
15	Asteraceae	<i>Aristeguetia discolor</i>	5
16	Asteraceae	<i>Cronquistianthus volkensisii</i>	1
17	Cariophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i>	2
18	Juncaceae	<i>Luzula rasemosa</i>	6
19	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	111
20	Solanaceae	<i>Solanum ocrophyllum</i>	5

N°	Familia	Especie	Unidades
21	Berberidaceae	<i>Berberis carinata Lechl</i>	5
22	Oxalidaceae	<i>Oxalis urubambensis</i>	9
23	Asteraceae	<i>Jungia rugosa</i>	2
24	Rubiaceae	<i>Gallium corymbosum</i>	53
25	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea dulcis</i>	1
26	Asteraceae	<i>Tagetes praetermisa</i>	81
Total transecto 05			384
Transecto 06			
1	Pteridaceae	<i>Adiantum sp1</i>	34
2	Asteraceae	<i>Stevia soratensis</i>	9
3	Asteraceae	<i>Tagetes praetermisa</i>	5
4	Asteraceae	<i>Ageratina sterbergiana</i>	15
5	Asteraceae	<i>Gamochaeta pupurea</i>	8
6	Poaceae	<i>Bromus catarticus</i>	41
7	Oxalidaceae	<i>Oxalis Cuzcoensis</i>	4
8	Iridaceae	<i>Sisyrinchium chilense</i>	3
9	Asteraceae	<i>Gnaphalium sp1</i>	11
10	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp2</i>	50
11	Lamiaceae	<i>Minthostachys spicata</i>	2
12	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	66
13	Comelinaceae	<i>Comelina fasciculata</i>	5
14	Euphorbiaceae	<i>Acalypha aronioides</i>	5
15	Iridaceae	<i>Hesperoxiphion herrerae</i>	6
16	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea incayensis</i>	1
17	Asteraceae	<i>Hieracium neoherrerae</i>	1
18	Poaceae	<i>Jarava ichu</i>	4
19	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	9
20	Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>	12
21	Fabaceae	<i>Trifolium amabile</i>	91
22	Cariophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i>	1
Total transecto 06			383
Total vegetación herbácea			767

Nota. Se menciona la formación vegetativa de *vegetación herbácea*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Tabla 42

Vegetación semi arbustiva en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 05			
1	Euphorbiaceae	<i>Acalypha aronioides Pax & K.Hoffm.</i>	17
2	Asteraceae	<i>Aristeguetia discolor (DC.) R.M.King & H.Rob.</i>	5
3	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.</i>	1
4	Berberidaceae	<i>Berberis carinata Lechl.</i>	2
5	Rosaceae	<i>Hesperomeles lanuginosa Ruiz & Pav. ex Hook.</i>	1
6	Fabaceae	<i>Othobium pubescens (Poir.) J.W. Grimes</i>	1
7	Fabaceae	<i>Senna birostris (Vogel) H.S.Irwin & Barneby</i>	1
8	Solanaceae	<i>Solanum ocrophyllum</i>	2
Total transecto 05			30
Transecto 06			
1	Cactaceae	<i>Echinopsis cuzcoensis (Britton & Rose) Friedrich & G.D.Rowley</i>	2
2	Asteraceae	<i>Aristeguetia discolor (DC.) R.M.King & H.Rob.</i>	1
3	Asteraceae	<i>Barnadesia horrida Muschl.</i>	2
4	Rammaceae	<i>Colletia spinosissima J.F.Gmel.</i>	19
5	Ephedraceae	<i>Ephedra americana Humb. & Bonpl. ex Willd.</i>	1
6	Asteraceae	<i>Verbesina auriculigera S.F.Blake</i>	1
Total transecto 06			26
Total vegetación semi arbustiva			56

Nota. Se precisa la formación vegetativa de *vegetación semi arbustiva*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Tabla 43

Vegetación arbustiva en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)

N°	Familia	Especie	Unidades
Transecto 05			
1	Asteraceae	<i>Ambrosia arborescens Mill.</i>	1
Total transecto 05			1

N°	Familia	Especie	Unidades
	Transecto 06	No se encontró	0
	Total vegetación arbustiva		1

Nota. Se menciona la formación vegetativa de *vegetación arbustiva*, así como sus respectivas cantidades, realizado en el trabajo de campo, en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Tabla 44

Tipo de vegetación en parte baja de la quebrada (transectos 05 y 06)

N°	Vegetación	Unidades
1	Rasante	16
2	Herbácea	767
3	Semi arbustiva	56
4	Arbustiva	1
	Total	840

9Nota. Se aprecia el resumen de las formaciones vegetativas (total de individuos), realizado en el trabajo de campo, en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm).

5.3.4. Análisis de regresión vegetativo en la parte baja de la quebrada

Tabla 45

Tipo de vegetación en parte baja de la quebrada (2019-2020)

Año	Vegetación (unidades)				Total
	Rasante	Herbácea	Semi arbustiva	Arbustiva	
2019	25	843	63	3	934
2020	16	767	56	1	840
%	2.31	90.76	6.71	0.23	100

Nota. Se describe las formaciones vegetativas (número de individuos), realizado en el trabajo de campo (2019-2020), en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Interpretación

La **Tabla 45** muestra en la parte baja de la quebrada, predomina la formación vegetativa herbácea con (90.76%). En todas las formaciones vegetativas, así como en el total, se aprecia

una disminución de individuos, a medida que avanza el tiempo la cantidad de formación vegetativa herbácea (número de individuos), es inversamente proporcional al año de estudio.

Con los datos de la **Tabla 45** se realiza el análisis de regresión lineal para cada una de las formaciones vegetales.

Tabla 46

Análisis de regresión lineal vegetativo en parte baja de la quebrada

Especie	Correlación lineal
Rasante	$Y_1 = -9(x_1) + 18196$
Herbácea	$Y_2 = -76(x_1) + 154287$
Semi arbustiva	$Y_3 = -7(x_1) + 14196$
Arbustiva	$Y_4 = -2(x_1) + 4041$
Total	$Y_5 = -94(x_1) + 190720$

Nota. Se aprecia la correlación lineal para cada formación vegetativa (número total de individuos), realizado con las funciones de Excel, en la parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Interpretación

La **Tabla 46** muestra la ecuación de una recta: $Y = b_0 (X) + b_1$, es decir, es una línea recta, dado que se tiene solo dos pares ordenados, en concordancia con el trabajo de campo realizado (2019-2020).

La pendiente b_0 tiene valor negativo, lo que significa una disminución de la formación vegetativa (número de individuos), a medida que avanza el tiempo.

Cada formación vegetativa tiene un valor diferente de b_0 , lo que significa que el número de individuos hallados es diferente en cada uno de ellos.

Tabla 47*Tipo de vegetación en parte baja de la quebrada (2019-2020)*

Año	Vegetación (unidades)				Total
	Rasante	Herbácea	Semi arbustiva	Arbustiva	
1990	286	3047	266	61	3660
1991	277	2971	259	59	3566
1992	268	2895	252	57	3472
1993	259	2819	245	55	3378
1994	250	2743	238	53	3284
1995	241	2667	231	51	3190
1996	232	2591	224	49	3096
1997	223	2515	217	47	3002
1998	214	2439	210	45	2908
1999	205	2363	203	43	2814
2000	196	2287	196	41	2720
2001	187	2211	189	39	2626
2002	178	2135	182	37	2532
2003	169	2059	175	35	2438
2004	160	1983	168	33	2344
2005	151	1907	161	31	2250
2006	142	1831	154	29	2156
2007	133	1755	147	27	2062
2008	124	1679	140	25	1968
2009	115	1603	133	23	1874
2010	106	1527	126	21	1780
2011	97	1451	119	19	1686
2012	88	1375	112	17	1592
2013	79	1299	105	15	1498
2014	70	1223	98	13	1404
2015	61	1147	91	11	1310
2016	52	1071	84	60	1267
2017	43	995	77	7	1122
2018	34	919	70	5	1028
2019	25	843	63	3	934
2020	16	767	56	1	840

Nota. Se detalla las formaciones vegetativas (número total de individuos), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Interpretación

En la **Tabla 47** se han empleado las correlaciones lineales de la **Tabla 46**.

Las correlaciones lineales han sido calculadas en un rango de valores (2019-2020), este análisis de regresión para la parte baja de la quebrada, permite “interpolar” dichos datos en este rango de fechas, matemáticamente hablando, permite asociar “linealmente” ($r = 1$) cada una de las formaciones vegetativas (número total de individuos), en este periodo de investigación (2019-2020); y posteriormente permite “extrapolar” valores, es decir, permite “proyectar” valores vegetativos para años futuros.

La *regresión* es una técnica estadística que admite la extrapolación de datos en la parte baja de la quebrada, en otras palabras, permite “predecir” datos para años futuros, más no así, para años en el pasado.

No obstante, de los párrafos precedentes, hay que tener presente que esta es una investigación única en su género, por cuanto no hay estudios similares previos que hayan utilizado el mismo enfoque cuantitativo en la parte baja de la quebrada, por ello, al no haber registro histórico de datos, el investigador, asume la linealidad ($r = 1$) de los datos históricos vegetativos (1990-2018) en esta zona de estudio.

En ese orden de ideas, para la parte baja de la quebrada, botánicamente hablando, los valores de esta tabla se pueden emplear para medir y cuantificar el desarrollo de la presente investigación (1990-2020).

Asumir la validez botánica de estos datos, para la parte baja de la quebrada, se realiza preferentemente sobre el valor total el número de individuos de las formaciones vegetativas, y de manera secundaria, que la conforman, por cuanto, requeriría un análisis de cada una de ellas en “tiempo pasado” (1990-2018).

5.3.5. Análisis climático y vegetativo en la parte baja de la quebrada

Tabla 48

Influencia de la variabilidad climática en la vegetación en parte baja de la quebrada

Año	Total Vegetac (unid)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
1990	3,660	14.28	540
1991	3,566	14.38	475
1992	3,472	14.18	423
1993	3,378	14.28	563
1994	3,284	14.28	739
1995	3,190	14.68	376
1996	3,096	14.28	509
1997	3,002	15.18	548
1998	2,908	16.18	476
1999	2,814	14.78	503
2000	2,720	14.88	469
2001	2,626	14.58	794
2002	2,532	15.08	730
2003	2,438	15.48	559
2004	2,344	15.18	602
2005	2,250	15.78	436
2006	2,156	15.28	691
2007	2,062	15.38	584
2008	1,968	15.28	644
2009	1,874	15.88	526
2010	1,780	16.08	902
2011	1,686	15.38	673
2012	1,592	15.48	618
2013	1,498	15.28	745
2014	1,404	15.48	530
2015	1,310	15.88	312
2016	1,216	16.08	437
2017	1,122	15.88	449
2018	1,028	15.78	554
2019	934	16.08	573
2020	840	16.08	585

Nota. Se aprecia las variables: vegetación total (unidades), temperatura (°C) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Interpretación

En la **Tabla 48** se han empleado los datos de temperatura (**Figura 23**), precipitación pluvial (**Figura 22**) y vegetación (**Tabla 47**).

La temperatura sigue un comportamiento polinómico de grado 6 (**Figura 23**), la precipitación pluvial sigue un comportamiento polinómico de grado 6 (**Figura 22**) y la vegetación total sigue un comportamiento lineal (**Tabla 47**).

La temperatura tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 14.18 (1992) -16.18 °C (1998).

La precipitación pluvial tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 312 (2014) -902 mm (2010).

La vegetación total tiene un comportamiento lineal en un rango de 840 (2020) -3,660 unidades (2020).

Tabla 49

Estadística de la regresión en parte baja de la quebrada

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.831573532
Coefficiente de determinación R ²	0.691514539
R ² ajustado	0.669479863
Error típico	491.3512084
Observaciones	31

Nota. Se determina el coeficiente de correlación múltiple ($r = 0.831573532$) para las tres variables: vegetación total (unidades), temperatura (°C) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 03 y 04, parte baja de la quebrada (2970 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Tabla 50*Análisis de varianza en parte baja de la quebrada*

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	15153351.72	7576675.86	31.38301403	7.06783E-08
Residuos	28	6759928.281	241426.01		
Total	30	21913280			

Nota. Se describe mediante la prueba de Fisher ($F = 31.38301403$) para las tres variables: vegetación total (unidades), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y precipitación (mm), pertenecientes al área de estudio (1990-2020), en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (3521 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Tabla 51*Análisis de regresión en parte baja de la quebrada*

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Infer 95%	Super 95%	Infer 95.0%	Super 95.0%
Intercepción	19440.75819	2177.479478	8.928101685	1.10528E-09	14980.39368	23901.12271	14980.39368	23901.12271
Variable X 1	-1100.451985	139.7340044	-7.875334206	1.40757E-08	-1386.684117	-814.2198521	-1386.684117	-814.2198521
Variable X 2	-0.720966709	0.696697723	-1.034834313	0.309601698	-2.1480873	0.706153881	-2.1480873	0.706153881

Nota. Se aprecia el coeficiente independiente ($b_0 = 19440.75819$), coeficiente temperatura ($b_1 = -1100.451985$) y coeficiente de precipitación pluvial ($b_2 = -0.720966709$), de la curva de regresión, perteneciente al área de estudio (1990-2020), en transectos 05 y 06, parte baja de la quebrada (2970 msnm). Calculado con las fórmulas del Excel.

Modelamiento matemático

De la **Tabla 51**, se tiene:

Fórmula 3

Modelo matemático para la vegetación total en parte baja de la quebrada

$$\mathbf{Veg_{parte\ baja} = 19440.75819 - 1100.451985 * Temp - 0.720966709 * Precp}$$

Donde:

- Veg_{parte alta}** : Vegetación total (unidades) en parte baja de la quebrada
- Temp** : Temperatura (°C) en parte baja de la quebrada
- Precp** : Precipitación pluvial (mm) en parte baja de la quebrada

Interpretación

La **Fórmula 3** representa el modelo matemático para calcular la vegetación total (unidades) en función de la temperatura (°C) y precipitación pluvial (mm), deducido con los valores de los transectos 03 y 04, para la parte baja de la quebrada (2970 msnm).

Este modelo matemático es obtenido como una *correlación lineal* entre todas sus variables: precipitación pluvial, temperatura y vegetación total, para esta zona de estudio.

Tiene un coeficiente de correlación múltiple (r) de 0.831573532.

La **Fórmula 3**, tiene la representación matemática de:

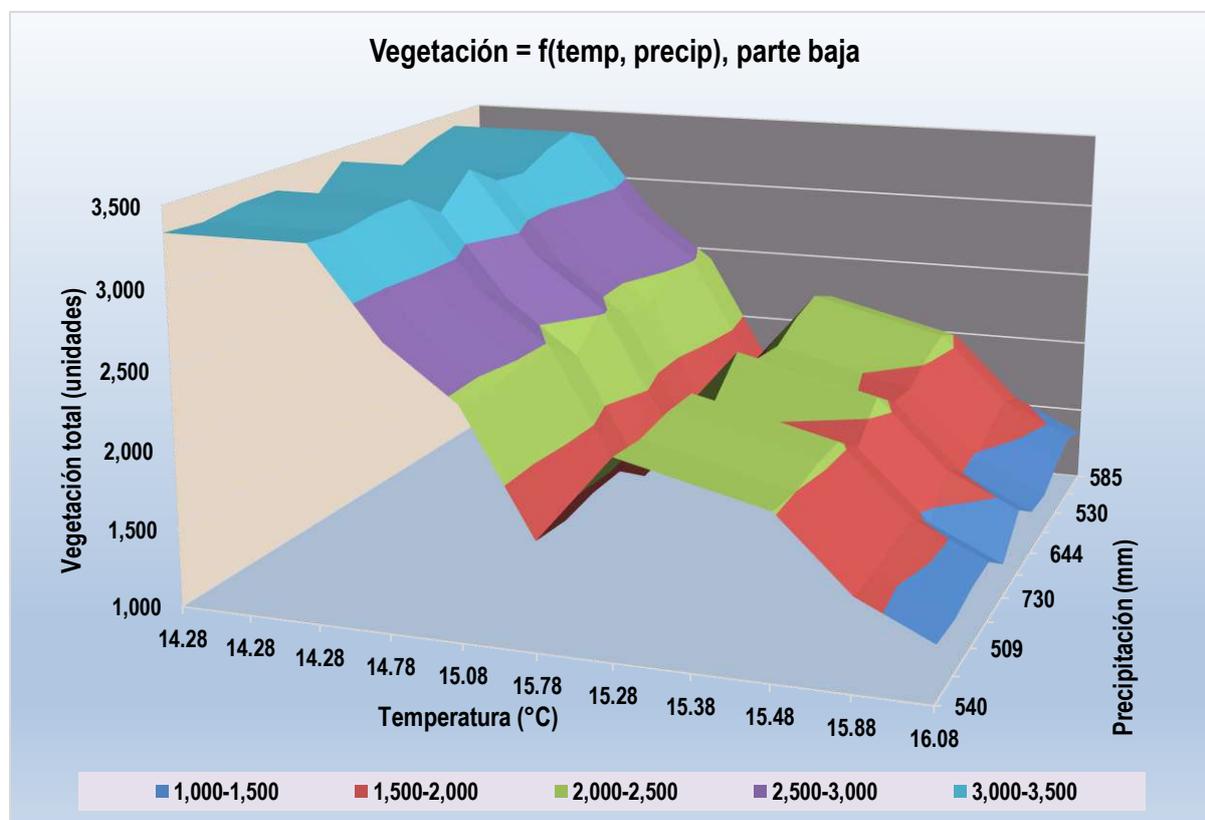
Veg_{parte baja} = f(Temp, Precp), en caso se desee calcular la temperatura o precipitación pluvial, se tendría que realizar otra correlación.

En la **Fórmula 3** no figura la altitud (2970 msnm) como variable, puesto que este valor, al ser constante en la parte media de la quebrada, deja de ser variable y se fija como “constante”.

Modelamiento matemático (3D)

Figura 25

Análisis climático y vegetativo en parte baja de la quebrada



Nota. Se detalla el comportamiento de la vegetación total parte media (eje z) en función de la temperatura (eje x) y precipitación pluvial (eje y) en la quebrada Culispata, parte baja (2970 msnm). Elaborado con la información proporcionada por el SENAMHI, estación meteorológica de Pisac y datos de vegetación recolectados en campo.

Interpretación

En la **Figura 25** muestra en la parte baja de la quebrada, la vegetación total en función de la precipitación pluvial y la temperatura en el periodo de estudio (1990-2020).

Hay que recordar que, ni la precipitación pluvial (**Figura 23**) y la temperatura (**Figura 22**) como variables independientes, no tienen un comportamiento lineal, muy por el contrario,

ambas variables tienen un comportamiento polinómico de grado 6, lo que se puede apreciar como las formaciones vegetativas se deslizan en “ondas” en el gráfico en 3D.

No obstante, del párrafo precedente, el modelo matemático (**Fórmula 3**) para esta zona de estudio, al momento de establecer dicha fórmula, “asume” la linealidad de todas sus variables.

Se aprecia la vegetación total en un rango de valores, los cuales están detallados en la parte inferior del gráfico en 3D.

La temperatura tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 14.28-16.18 °C.

La precipitación pluvial tiene un comportamiento fluctuante en un rango de 540-585 mm.

La vegetación total tiene un comportamiento lineal en un rango de 1000-3,500 unidades.

5.4 Prueba de Normalidad

Para la prueba de normalidad se tomó en cuenta el estadístico Shapiro-Wilk por ser menor o iguales a 50 muestras (31 años de análisis) como se describe en las siguientes tablas:

5.4.1 Prueba de normalidad parte alta

Tabla 52

Prueba de normalidad para la parte alta de la quebrada

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Vegetación	,957	31	,247
Temperatura	,957	31	,237
Precipitación	,971	31	,542

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Interpretación

En la tabla 52 según el test de Shapiro Wilk, el valor de la significancia obtenido ($p=0,023$ es mayor a $\alpha= 0.05$), entonces el coeficiente adecuado para realizar las correlaciones es Pearson puesto que los datos analizados muestran una distribución normal.

5.4.2 Prueba de normalidad parte media

Tabla 53

Prueba de normalidad para la parte media de la quebrada

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Vegetación	,957	31	,247
Temperatura	,941	31	,089
Precipitación	,948	31	,141

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Interpretación

En la tabla 53 el valor de la significancia de Shapiro Wilk, obtenido corresponde a ($p=0,089$ es mayor a $\alpha= 0.05$), entonces el coeficiente adecuado para realizar las correlaciones es Pearson puesto que los datos analizados muestran una distribución normal.

5.4.3 Prueba de normalidad parte baja

Tabla 54

Prueba de normalidad para la parte baja de la quebrada

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Vegetación	,957	31	,247
Temperatura	,923	31	,028
Precipitación	,975	31	,676

Interpretación

En la tabla 54 el valor de la significancia de Shapiro Wilk, obtenido ($p=0,028$ es mayor a $\alpha=0.05$), entonces el coeficiente adecuado para realizar las correlaciones es Pearson puesto que los datos analizados muestran una distribución normal.

5.5 Correlaciones de la investigación

5.5.1 Correlaciones parte alta de la quebrada

Tabla 55

Correlaciones de vegetación, temperatura y precipitación pluvial parte alta de la quebrada

Correlaciones entre vegetación, temperatura y precipitación pluvial				
		Vegetación	Temperatura	Precipitación
Vegetación	Correlación de Pearson	1	,355	,250
	Sig. (bilateral)		,050	,175
	N	31	31	31
Temperatura	Correlación de Pearson	,355	1	-,165
	Sig. (bilateral)	,050		,376
	N	31	31	31
Precipitación	Correlación de Pearson	,250	-,165	1
	Sig. (bilateral)	,175	,376	
	N	31	31	31

Interpretación

En la tabla 55 el valor de significancia para la parte alta entre la vegetación y temperatura según la correlación de Pearson es de **0,355** este resultado indica una correlación positiva débil entre ambas variables, con un valor de significancia (bilateral) de $p= 0.50$ el cual es mayor a $\alpha =0.05$, lo que indica que la temperatura aumenta la vegetación disminuye en el periodo 1990-2020.

En la misma tabla 55 la correlación entre vegetación y precipitación pluvial el valor de significancia de acuerdo a la correlación de Pearson es de **0,250** lo que significa que tiene una correlación positiva débil entre ambas variables, con un valor de significancia (bilateral) de $p= 0.175$ el cual es mayor a $\alpha =0.05$, lo que demuestra que la precipitación pluvial aumenta y la vegetación disminuye en el periodo de estudio, para obtener la significancia de los valores obtenidos mediante el programa estadístico SPSS se utilizó los valores de interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.

5.5.2 Correlaciones parte media de la quebrada

Tabla 56

Correlaciones de vegetación, temperatura y precipitación pluvial parte media de la quebrada

Correlaciones entre vegetación, temperatura y precipitación pluvial				
		Vegetación	Temperatura	Precipitación
Vegetación	Correlación de Pearson	1	-,545**	-,076
	Sig. (bilateral)		,002	,684
	N	31	31	31
Temperatura	Correlación de Pearson	-,545**	1	,104
	Sig. (bilateral)	,002		,576
	N	31	31	31
Precipitación	Correlación de Pearson	-,076	,104	1
	Sig. (bilateral)	,684	,576	
	N	31	31	31

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación

En la tabla 56 demuestra los valores obtenidos de significancia para la parte media, de las variables vegetación y temperatura según la correlación de Pearson es de **-0,545** determinado que existe una correlación negativa media, con un valor de significancia (bilateral) de $p=0.002$ el cual es menor a $\alpha=0.05$, lo que indica que la temperatura si influye en la perdida de la vegetación durante el periodo 1990-2020.

En la misma tabla 56 la correlación entre vegetación y precipitación pluvial el valor de significancia de acuerdo a la correlación de Pearson es de **-0.076** lo que significa que tiene una correlación negativa considerable entre ambas variables, con un valor de significancia (bilateral) de $p=0.684$ el cual es mayor a $\alpha=0.05$, esto determina que la precipitación no influye

en la pérdida de la vegetación, para determinar la significancia de los valores obtenidos mediante el programa estadístico SPSS se utilizó los valores de interpretación del coeficiente de correlación de Pearson

5.5.3 Correlaciones parte baja de la quebrada

Tabla 57

Correlaciones de vegetación, temperatura y precipitación pluvial parte baja de la quebrada

Correlaciones entre vegetación, temperatura y precipitación pluvial				
		Vegetación	Temperatura	Precipitación
Vegetación	Correlación de Pearson	1	-,824**	-,091
	Sig. (bilateral)		,000	,628
	N	31	31	31
Temperatura	Correlación de Pearson	-,824**	1	-,022
	Sig. (bilateral)	,000		,907
	N	31	31	31
Precipitación	Correlación de Pearson	-,091	-,022	1
	Sig. (bilateral)	,628	,907	
	N	31	31	31

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación

En la tabla 57 demuestra los valores obtenidos de significancia para la parte baja, de las variables vegetación y temperatura según la correlación de Pearson es de **-0,824** determinado que existe una correlación negativa considerable, con un valor de significancia (bilateral) de $p=0.000$ el cual es menor a $\alpha=0.05$, demostrando que la temperatura si influye en la pérdida de la vegetación durante el periodo 1990-2020.

En la misma tabla 57 la correlación entre vegetación y precipitación pluvial el valor de significancia de acuerdo a la correlación de Pearson es de **-0.091** lo que significa que tiene una correlación negativa muy fuerte entre ambas variables, con un valor de significancia (bilateral) de $p=0.628$ el cual es mayor a $\alpha=0.05$, para determinar la significancia de los valores obtenidos mediante el programa estadístico SPSS se utilizó los valores de interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.

5.6 Prueba de hipótesis

5.6.1 Prueba de hipótesis parte alta

Hipótesis nula (H_0)

Los factores del clima no influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte alta de la quebrada Culispata.

Criterio de decisión

Si el valor de significancia > 0.05 entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Hipótesis alterna (H_1)

Los factores del clima si influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte alta de la quebrada Culispata.

Criterio de decisión

Si el valor de significancia < 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 58*Prueba de hipótesis de la vegetación parte alta*

Prueba de hipótesis vegetación parte alta				
		N	Correlación	Sig.
Pair 1	Temperatura & Vegetación	31	,355	,050
Pair 2	Precipitación & Vegetación	31	,250	,175

Interpretación

En la tabla 58 el valor de significancia para la temperatura y vegetación es de $p = 0.050$, este resultado es mayor a $\alpha = 0.05$, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, lo que indica que no existe una influencia significativa entre la temperatura y la vegetación en la parte alta de la quebrada Culispata.

En la misma tabla 58 el valor de significancia entre precipitación y vegetación el resultado es $p = 0.175$ el cual es mayor a $\alpha = 0,05$, entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, con lo que se concluye que no hay una influencia significativa entre las precipitaciones pluviales y la vegetación en la parte alta de la quebrada.

5.6.2 Prueba de hipótesis parte media**Hipótesis nula (Ho)**

Los factores del clima no influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte media de la quebrada Culispata.

Criterio de decisión

Si el valor de significancia > 0.05 entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Hipótesis alterna (H₁)

Los factores del clima si influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte media de la quebrada Culispata.

Criterio de decisión

Si el valor de significancia < 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 59

Prueba de hipótesis de la vegetación parte media

Prueba de hipótesis vegetación parte media				
		N	Correlación	Sig.
Pair 1	Temperatura & Vegetación	31	-,545	,002
Pair 2	Precipitación & Vegetación	31	-,076	,684

Interpretación

En la tabla 59 el valor de significancia para la temperatura y vegetación es de $p = 0.002$, este valor es menor que $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo que indica que si existe una influencia significativa entre la temperatura y la vegetación en la parte media de la quebrada Culispata en los periodos 1990-2020.

En la misma tabla el valor de significancia entre precipitación y vegetación el resultado es $p = 0.684$ el cual es mayor $\alpha = 0,05$, entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, con lo que se evidencia que no hay una influencia significativa entre las precipitaciones pluviales y la vegetación en la parte media de la quebrada.

5.6.3 Prueba de hipótesis parte baja

Hipótesis nula (H_0)

Los factores del clima no influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte baja de la quebrada Culispata.

Criterio de decisión

Si el valor de significancia > 0.05 entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Hipótesis alterna (H_1)

Los factores del clima si influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte baja de la quebrada Culispata.

Criterio de decisión

Si el valor de significancia < 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 60

Prueba de hipótesis de la vegetación parte baja

Prueba de hipótesis vegetación parte baja				
		N	Correlación	Sig.
Pair 1	Temperatura & Vegetación	31	-,824	,000
Pair 2	Precipitación & Vegetación	31	-,091	,628

Interpretación

En la tabla 60 el valor de significancia para la temperatura y vegetación es de $p = 0.000$, este valor es menor que $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo que indica que si existe una influencia significativa entre la temperatura y la

vegetación en la parte baja de la quebrada Culispata en los periodos 1990-2020.

En la misma tabla el valor de significancia entre precipitación y vegetación el resultado es $p = 0.628$ el cual es mayor $\alpha = 0,05$, entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, con lo que se comprueba que no hay una influencia significativa entre las precipitaciones pluviales y la vegetación en la parte baja de la quebrada en el periodo de estudio.

DISCUSIONES

Según Crispín (2021), descubrió impacto sustancial de la temperatura en el auge de *Polylepis Tarapacana* y también es notablemente estimulado con la ayuda de la precipitación pluvial dentro de la temporada anterior a los 12 meses dentro del periodo actual del año de formación de los anillos, los resultados recibidos en la investigación, concuerdan con la influencia en el impacto de la temperatura en el auge de la vegetación, más no con respecto a la variabilidad en la precipitación pluvial ya que la variación en la precipitación pluvial se mantuvo especialmente sólida con respecto en el periodo 1990-2020.

De acuerdo con Bocanegra (2020), encontró que la temperatura tiene un efecto significativo en el comportamiento biológico de las especies en mortalidad masiva, cambio de hábitat, entre otros que inciden en la vegetación, los resultados hallados en la presente investigación respaldan y afirman este resultado en cuanto que la temperatura influye significativamente en la flora y fauna de ecosistemas peruanos.

Ccolque (2019), encontró correlaciones negativas de temperaturas relativas con un nivel de significancia menor a 0.05 en su investigación, los coeficientes negativos de correlación encontrados en el antecedente confirman y respaldan los resultados con la presente investigación puesto que mientras la temperatura subió la vegetación disminuyó en la quebrada Culispata.

En los resultados encontrados por Rengifo (2018), obtuvo poca significancia de la variabilidad climática de precipitación pluvial en el comportamiento 8 especies vegetales, este resultado **confirma y respalda** el encontrado en la presente investigación ya que no se encontró influencia significativa de la precipitación pluvial en la vegetación de la quebrada Culispata, en el periodo 1990-2020.

CONCLUSIONES

1. En la parte alta (4223) de la quebrada Culispata, la temperatura (°C) no sería el factor que influye en la disminución de la vegetación, mientras que la precipitación pluvial (mm), tampoco sería factor que influye en la disminución de la vegetación en esta zona de estudio. El modelo matemático es:

$$\mathbf{Veg_{parte\ alta}(unid) = -14660.03 + 2134.747 * Temp(^{\circ}C) + 5.36 * Precp(mm)}$$

En la Tabla 22, se demuestra el coeficiente de correlación múltiple para las tres variables con un valor de 0.474755041. Para una mayor aproximación al modelo, se deberá tener en consideración el dominio de la variable temperatura valorado en la Figura 13 y precipitación pluvial valorado en la Figura 12.

2. En la parte media (3521) de la quebrada Culispata, la temperatura (°C) sería el principal factor que influye en la disminución de la vegetación, mientras que la precipitación pluvial (mm), no sería el factor que influye en la disminución de la vegetación en esta zona. El modelo matemático es:

$$\mathbf{Veg_{parte\ media}(unid) = 39306.48 - 2552.925 * Temp(^{\circ}C) - 0.198 * Precp(mm)}$$

En la Tabla 35, se demuestra el coeficiente de correlación múltiple para las tres variables con un valor de 0.547246321. Para una mayor aproximación al modelo, se deberá tener en consideración el dominio de la variable temperatura valorado en la Figura 18 y precipitación pluvial valorado en la Figura 17.

3. En la parte baja (2970) de la quebrada Culispata, la temperatura (°C) sería el principal factor que influye en la disminución de la vegetación, mientras que la precipitación pluvial (mm), no sería el factor que influye en la disminución de la vegetación en esta zona de estudio.

El modelo matemático es:

$$\mathbf{Veg_{parte\ baja}(unid) = 19440.76 - 1100.452 * Temp(^{\circ}C) - 0.721 * Precp(mm)}$$

En la Tabla 48, se demuestra el coeficiente de correlación múltiple para las tres variables con un valor de 0.831573532. Para una mayor aproximación al modelo, se deberá tener en consideración el dominio de la variable temperatura valorado en la Figura 23 y precipitación pluvial valorado en la Figura 22.

RECOMENDACIONES

1. Al Gobierno central y al Gobierno regional, que en la parte alta, parte media y parte baja de la quebrada Culispata, reforesten dichas zonas, con la finalidad de mitigar los efectos del cambio climático, ya que, al restaurar la cobertura vegetal, se fomenta la captura de dióxido de carbono, se conserva la biodiversidad y se estabiliza el suelo.
2. A la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo (DIRCETUR) de Cusco, que promoció el turismo de aventura en la parte alta, parte media y parte baja de la quebrada Culispata, zonas afectadas por la deforestación debido al cambio climático, con la finalidad de impulsar la conciencia ambiental y la inversión en restauración, al tener visitantes a través de actividades al aire libre, se fomenta la valoración de la naturaleza.
3. A la Escuela de posgrado de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) para que, a través de sus maestrías en Desarrollo rural y cambio climático, Cambio climático y desarrollo sostenible, respalde la investigación sobre deforestación causada por el cambio climático en otras zonas de la serranía de Cuco, la que enfrenta desafíos significativos relacionados con la pérdida de cobertura vegetal.

REFERENCIAS

- Accostupa, Y. (2018). *Fenómeno El Niño y su relación con la variabilidad climática en la provincia de Cusco, periodo 1964–2014* [tesis de doctorado, Universidad Andina]. https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/1312/Yeny_Tesis_documento_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alcaraz A., F. J. (2013). *Fundamentos de la clasificación de la vegetación*. Creative commons attribution.
- Álvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H. y Villarreal, H. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.
- Alzate, D. (2016). Cambio climático y variabilidad climática para el periodo 1981-2010 en las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita, Norte de Santander – Colombia. *Revista LunAzul* 40(2015) enero – junio. Universidad de Pamplona, Colombia. Obtenido de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1782>
- Aragón, J. y Chuspe, M. (2018). *Ecología Geográfica del Cusco*. Cusco - Quillabamba: ISBN N°: 978-612-00-35023 primera edición.
- Bocanegra, C. (2020). Manifestaciones biológicas de la variabilidad climática en zonas del Perú. *Revista Metropolitana*. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/313>
- Brendel, A., Bohn, V., y Piccolo, M. (2017). Efecto de la variabilidad climática sobre el estado de la vegetación y la cobertura de agua en una cuenca de clima templado (Argentina). *Revista Anuário do Instituto de Geociências*. Ed. Universidad Federal do Rio de Janeiro.

- Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza. Instituto de Geociências.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/28870>
- British Broadcasting Corporation [BBC]. (4 de Diciembre de 2019). *BBC Noticias*.
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-50634600>
- Carlotto, V. G. (1996). *Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca Hojas 27-r y 27-s boletín 65 - Carta Geológica Nacional INGEMMET*. 1ra Ed.
- Carlotto, V. y Cárdenas J, C. R. (1996). *Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca Hojas 27-r y 27-s boletín 65 - Carta Geológica Nacional INGEMMET*. Lima - Perú: INGEMMET, primera edición.
- Carrasco, D. (2019). *Metodología de la Investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos.
- Ccolque C., A. (2019). *Influencia de la variabilidad climática sobre los sistemas agrícolas en el distrito de Cuyo Cuyo - Sandia* [tesis de ingeniería, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12316>
- Centro Bartolomé de las Casas [CBC]. (8 de Junio de 2020). *Variabilidad climática*.
<https://cbc.org.pe/2020/06/08/impacto-económico-del-cambio-climático-en-la-agricultura-en-la-región-Cusco-peru-una-aproximacion-a-traves-del-modelo-ricardiano/>
- Cleves Leguízamo José A. (2018). *Resiliencia de agroecosistemas citrícolas a la variabilidad climática en el Departamento de Meta, Colombia* [tesis doctoral en Agroecología, Universidad Nacional de Ciencias Agrarias, Bogotá, Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63924/2131563035.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Choloquina, M. y Cunuhayg, J. (2011). *Evaluación de la adaptación del pasto Maralfalfa (Pennisetumsp) en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembras en el Campus Juan Lunardis y Naste del Cantón Paute.*
<http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1088/15/UPSCT002046>.
- Cortes, S., Hammen, V. D., y Rangel, C. (1990). Comunidades vegetales y patrones de degradación y sucesión en la vegetación de los cerros occidentales de Chia. *Revista Acad. Colomb. Cienc.* 23(89):529-554.
- Crispín D. L. C., D. B. (2021). *Influencia de la variabilidad climática en el crecimiento radial de Polylepis Tarapacana Phill* [tesis de ingeniería, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9750>
- Cruz Hernández Sergio., Torres Carral Guillermo Arturo., Cruz León Artemio., Victoriano Ramírez Liberio. (2020). *Saberes tradicionales locales y el cambio climático global, revista Mexicana Ciencias Agrícolas vol 11 número 8 nov.*
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11n8/2007-0934-remexca-11-08-1917.pdf>
- Diccionario. (05 de marzo de 2020). Vegetación. <https://educalingo.com/es/dic-es/arbustivo>.
- Duran G., y García C. G. (11 de octubre de 2010). *Diversidad y desarrollo humano en Yucatan.*
<https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap3/03%20Distribucion%20espacial.pdf>.
- Echarri, L. (2003). *Ciencia de la Tierra y el Medio Ambiente.* TECNUM.
- Ferro D., J. (12 de febrero de 2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *Revista ECOVIDA*, 5(1), 161. Obtenido de <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/72/137>
- Geoinstitutos. (16 de Febrero de 2022). *La cobertura vegetal en la cuenca del Canal de Panamá.* http://www.geoinstitutos.org/art_03_cober2.html.

- Glosario Ecológico. (04 de 06 de 2017). *Glosarios Ecológicos*. <https://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia/gradiente>
- Gobierno Regional Cusco (2009). *Plan estratégico del sector agrario 2009-2021*. Cusco: Gobierno Regional Cusco.
- Google Earth. (01 de julio de 2023). Imagen satelital. versión 7.3.6.9345
- Guerrero, J. (2012). *Caracterización agroclimática de cultivos priorizados y evaluación de impactos de la variabilidad y cambios climáticos sobre el desarrollo fenológicos de los cultivos y su productividad: medidas actuales de adaptación en las regiones Apurímac y Cusco*. Programa de Adaptación al Cambio Climático [PACC].
- Guevara, E. (2004). *Hidrología Ambiental (Tercera ed.)*. Universidad Carabobo.
- Hernández, S. (2019). *Metodología de la investigación rutas cuantitativas cualitativas y mixtas*. México: McGrawHill.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2018). *La variabilidad climática y el cambio climático*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia [IDEAM]. (25 de abril de 2022). *Conceptos de cambio climático*. <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas#:~:text=La CMNUCC distingue entre 'cambio,climática' atribuida a causas naturales>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (2020). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos de masa en el río Kitamayo*.
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2005). *Mapa de peligros, plan de usos del suelo ante desastres y medidas de mitigación ciudad de Pisac - Proyecto INDECI - PER /02/051 Programa Ciudades Sostenibles*. http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//4330_mapa-de-peligros-

[plan-de-usos-del-suelo-ante-desastres-y-medidas-de-mitigacion-de-la-ciudad-de-pisac.pdf](#)

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2007). *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability*. IPCC WG/1 4th.

Jansen, E. O.-D. (2007). *Palaeoclimate*. United Kingdom and New York, USA.: The Physical Science Basis.

Le Treut, H. S. (2007). *Historical Overview of Climate Change*. United Kingdom and New York. : The Physical Science Basis.

López Granados, E., Bocco, G. y Mendoza, M. (2010). *Cobertura vegetal y uso del terreno*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Lugán P., M. (04 de marzo de 2022). *Estudio de la vegetación y cobertura herbácea sitio casa sobre el Arroyo*.

<https://librosfaud.mdp.edu.ar/EbooksFaud/catalog/download/patrimonio%2007/51/532-1?inline=1#:~:text=Por%20definici%C3%B3n%20una%20planta%20herb%C3%A1cea,especies%20anuales%2C%20bianu>.

Magrin, G. G. (2007). *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth*. New York: C.E. Hanson, Eds.

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2011). *Caracterización agroclimática de la región Cusco*.

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2018). *Mapa nacional de ecosistemas del Perú memoria descriptiva*. Lima: Ministerio del Ambiente.

Montealegre, J. (2004). *Escala de la Variabilidad Climática*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM].

- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). *Manual básico de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz de la Sierra: El País.
- Ñaupas P., H., Valdivia D., M. R., Palacios V., J. J., y Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* [Ediciones de la U, 2018. Obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf
- Rengifo, C. (2018). *Influencia de la temperatura y la precipitación en la fenología de 8 especies forestales desde el año 2012 al 2017 en el anexo experimental Alexander Von Humboldt, Ucayali – Perú* [tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Ucayali]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNU_fcbe89f4ebd1cef3a06c657a20951d5a
- Romero Contreras, Alejandro Tonatiuh., Becerril Piña, Rocío., Díaz Delgado Carlos., Mastachi Loza Carlos Alberto., Vilchis Francés Aleida., Arévalo Mejía Ricardo. (2023). *Maíz de temporada: ¿es suficiente el conocimiento etnoecológico para afrontar la variabilidad climática*, Revista Economía, sociedad y territorio vol 23, numero 71, pag 187. <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v23n71/2448-6183-est-23-71-185.pdf>
- Sánchez, H. y Reyes, C. (1998). *Metodología y diseños en la investigación científica*, Editorial Mantaro
- Sánchez, Juan Manuel., Rodríguez Miranda Juan Pablo. Montenegro Carlos E. (2020). *La relevancia de políticas públicas agrarias en los países tropicales*. Revista espacios. 41 (08). <https://es.revistaespacios.com/a20v41n08/a20v41n08p11.pdf>

- Sedano C., R.K. (2017). *Influencia de la variabilidad climática en la modelación estadística de extremos hidrológicos en el Valle Alto del río Cauca, Colombia* [tesis doctoral, Universidad Politécnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/90579>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (diciembre de 2007). Escenarios de cambio climático en la Cuenca del río Urubamba para el año 2100. 76. https://www.senamhi.gob.pe/usr/cmn/pdf/PRAA_est_fin_cuenca_URUBAMBA.pdf
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2016). *Glosario*. Lima: <https://www.gob.pe/senamhi>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2017). *Variaciones climáticas en la cuenca del río Urubamba*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-meteorologico>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2021). *CLIMAS DEL PERÚ – Mapa de Clasificación Climática Nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Sistema de información agroclimática para el regadío. (20 de febrero de 2022). *Evapotranspiración*. https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/Evapotranspiraci%C3%B3n_tcm30-82951.pdf.
- Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (01 de julio de 2023). *Datos meteorológicos*. <https://www.senamhi.gob.pe>.
- Stern, N. (2006). El informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático. Londres: *Ecosistemas revista científica y tecnología de ecología y medio ambiente*.
- Ttito J., B. J. (2018). *Cambio de uso de suelo y variabilidad climática en la cuenca media del Vilcanota (Valle Sagrado de los Incas), periodo 1975-2015* [tesis de doctorado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6066>

Universidad de Ingeniería y Tecnología [UTEC]. (26 de marzo de 2021). *Glaciares tropicales*.

<https://www.utec.edu.pe/blog-de-carreras/ingenieria-ambiental/cambio-climatico-cuales-son-las-consecuencias-del-calentamiento-global-en-el-peru>

Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y sus efectos en el Perú*.

<http://sial.segat.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/388.pdf>.

Vide, JM, (2009). *Conceptos previos y conceptos nuevos en el estudio del cambio climático*.

Investigaciones Geográficas (ESP), (49), 53

<https://www.redalyc.org/pdf/176/17617034003.pdf>

ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA VEGETACIÓN DE LA QUEBRADA CULISPATA – DISTRITO PISAQ - CALCA - REGIÓN CUSCO

Tabla 61

Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Metodología
¿Cuál es la influencia que existe entre la variabilidad climática y la vegetación de la quebrada Culispata - distrito de Písaq - Calca - región Cusco, en el periodo 1990-2020?	Determinar la influencia que existe entre la variabilidad climática y la vegetación de la quebrada Culispata - distrito de Písaq - Calca - región Cusco, en el periodo 1990-2020	La variabilidad climática influye significativamente en la vegetación de la quebrada Culispata - distrito de Písaq - Calca - región Cusco, en el periodo 1990-2020	Variable independiente: variabilidad climática	Tipo: correlacional. Diseño: no experimental. Enfoque: cuantitativo.
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específica	Variables	Población y muestra
¿Cuál es la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte alta de la quebrada Culispata?	Determinar la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte alta de la quebrada Culispata	Los factores del clima influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte alta de la quebrada Culispata	Variable dependiente: vegetación	Población 1.77 km ² de la quebrada Culispata
¿Cuál es la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte media de la quebrada Culispata?	Determinar la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte media de la quebrada Culispata	Los factores del clima influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte media de la quebrada Culispata		Muestra: Transectos lineales rectangulares elegidas al azar de 2m * 50 m = 100 m ² .
¿Cuál es la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte baja de la quebrada Culispata?	Determinar la influencia que existe entre los factores del clima y la vegetación, en la parte baja de la quebrada Culispata	Los factores del clima influyen significativamente sobre la vegetación, en la parte baja de la quebrada Culispata		Muestreo: Por racimos: parte alta (4223 msnm), parte media (3521 msnm) y parte baja (2974 msnm)

Anexo B. Registro fotográfico

Figura 26

Foto 1, quebrada Culispata



Nota. Fotografías tomadas en la laguna periglacial de Challhuacocha a 4428 msnm, donde los pobladores de la comunidad de Viacha y Anexo Culispata utilizan este recurso hídrico como consumo humano, para sus animales y riego para sus cultivos en la parte media y baja de la cuenca.

Figura 27*Foto 2, quebrada Culispata*

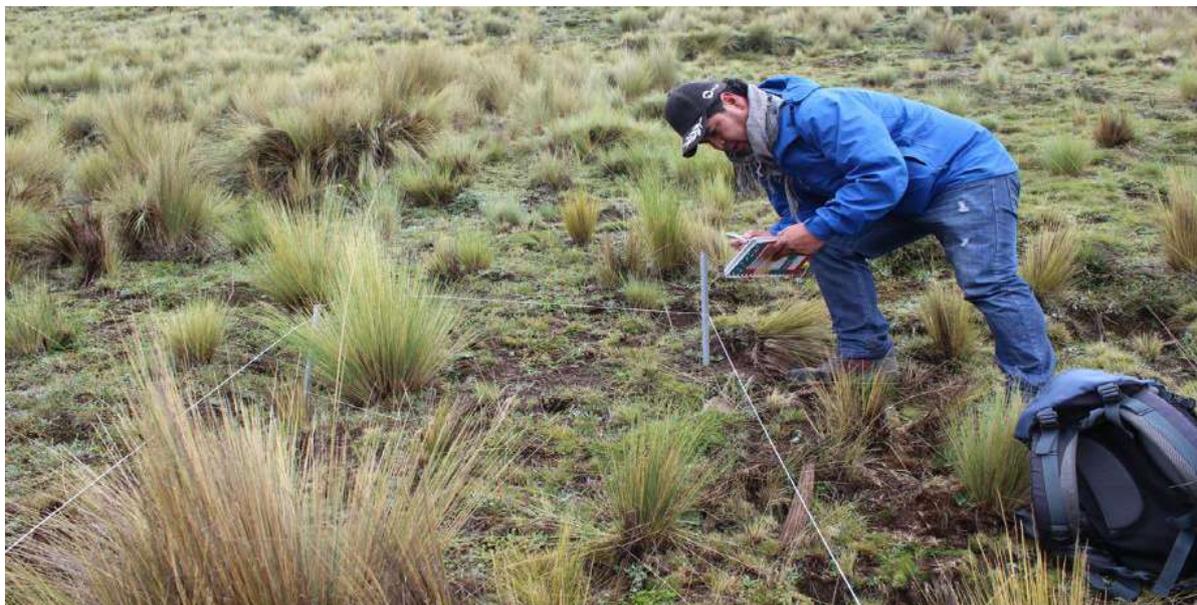
Nota. Laguna de Challhuacocha donde se practica la cosecha de agua, es la cabecera de cuenca de la quebrada Culispata o Kitamayu y reservorio de agua natural para el consumo de los pobladores de Písaq.

Figura 28*Foto 3, quebrada Culispata*

Nota. Laguna Totoracocha ubicado a 4223 msnm lugar donde se realizaron los dos primeros transectos a ambos lados de la laguna en parte alta de la quebrada Culispata.

Figura 29

Foto 4, quebrada Culispata



Nota. Recolección de la vegetación en el transecto 01, a una altitud de 4223 msnm utilizando un muestreo de 2 * 50 metros (100 m²), utilizando materiales de campo para identificar a vegetación existente, donde se aprecia una vegetación cubierta por gramíneas.

Figura 30

Foto 5, quebrada Culispata



Nota. Comunidad Campesina de Viacha ubicado en la parte media de la quebrada. Senderos utilizados entre la gradiente altitudinal alta y media para la recolección de muestras, se puede observar lo agreste y dificultoso del área de estudio.

Figura 31

Foto 6, Quebrada Culispata



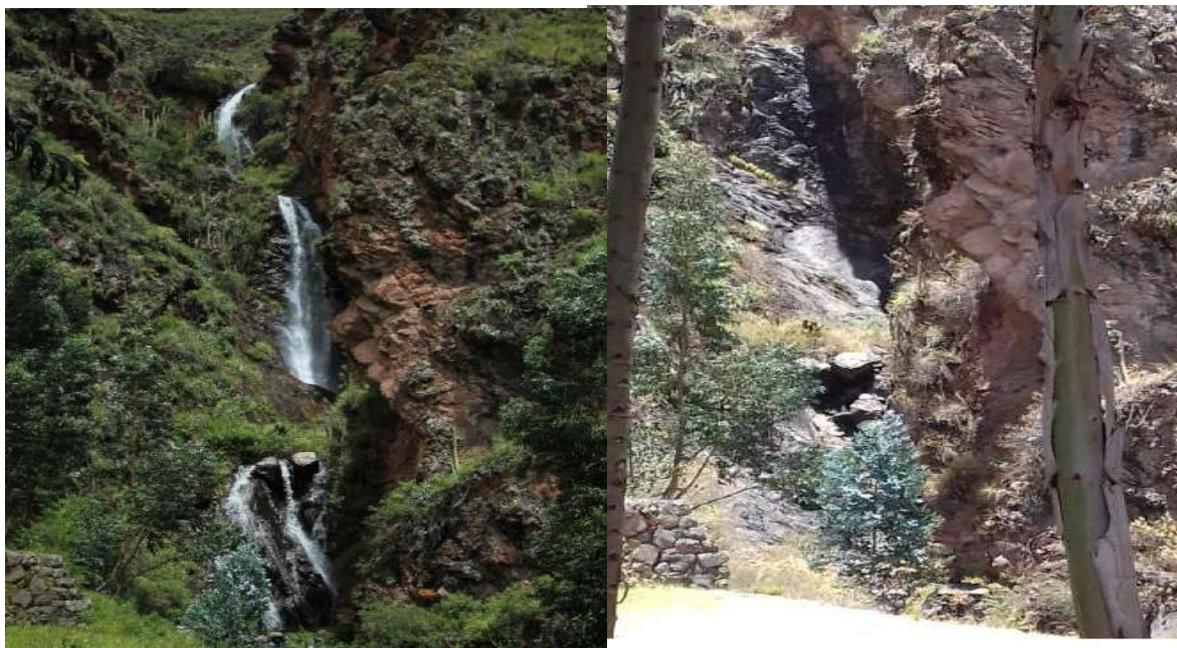
Nota. Recolección de la vegetación realizados en los transectos 03 y 04 a 3521 msnm, ubicados en la parte media de la quebrada, donde se observa una vegetación herbácea y arbustiva.

Figura 32

Foto 7, quebrada Culispata

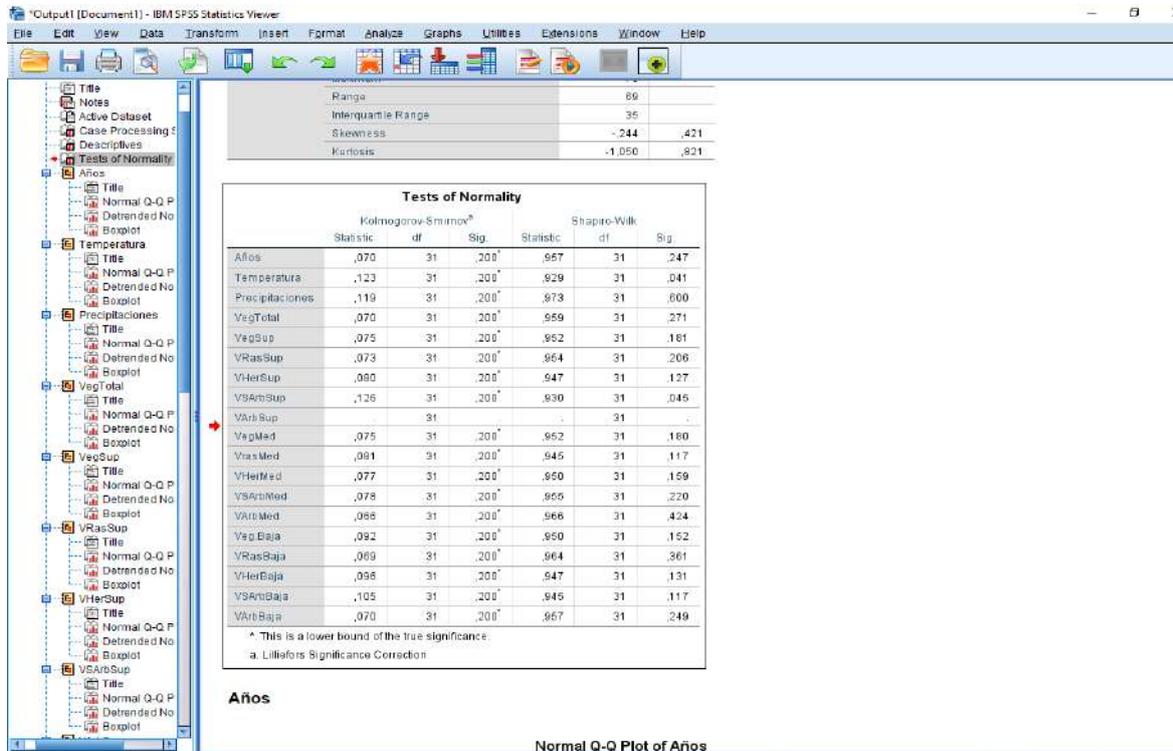


Nota. Recolección de ejemplares de especies vegetales y herborización y montaje en la gradiente altitudinal baja, transectos 05 y 06 a la derecha e izquierda del río Kitamayo o Culispata.

Figura 33*Foto 8, quebrada Culispata*

Nota. Río Culispata o Kitamayu en temporada de lluvias y estío completamente seco.

Anexo C. Prueba de normalidad



The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor interface. The main window displays a list of variables with their properties. Two dialog boxes are open: 'Bivariate Correlations' and 'Bootstrap'.

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	Años	Numeric	4	0					ile	Input
2	Temperatura	Numeric	11	0					ile	Input
3	Precipitaciones	Numeric	16	0					ile	Input
4	VegTotal	Numeric	9	0					ile	Input
5	VegSup	Numeric	8	0					ile	Input
6	VRasSup	Numeric	10	0					ile	Input
7	VHerSup	Numeric	10	0					ile	Input
8	VSArbSup	Numeric	11	0					ile	Input
9	VArbSup	Numeric	10	0					ile	Input
10	VegMed	Numeric	8	0					ile	Input
11	VrasMed	Numeric	11	0					ile	Input
12	VHerMed	Numeric	11	0					ile	Input
13	VSArbMed	Numeric	12	0					ile	Input
14	VArbMed	Numeric	11	0					ile	Input
15	VegBaja	Numeric	8	0					ile	Input
16	VRasBaja	Numeric	11	0					ile	Input
17	VHerBaja	Numeric	12	0					ile	Input
18	VSArbBaja	Numeric	13	0					ile	Input
19	VArbBaja	Numeric	12	0					ile	Input
20					None					None
21					None					None
22										None
23										None
24										None
25										None
26										None
27										None
28										None
29										None
30										None
31										None
32										None
33										None

Bivariate Correlations

Variables: Temperatura, VegTotal

Correlation Coefficients: Pearson Kendall's tau-b Spearman

Test of Significance: Two-tailed One-tailed

Flag significant correlations

Bootstrap

Perform bootstrapping

Number of samples: 1000

Set seed for Mersenne Twister

Seed: 2000000

Confidence Intervals: Level (%): 95

Percentile Bias corrected accelerated (BCa)

Sampling: Simple Stratified

Variables: Años, Temperatura, Precipitaciones, VegTotal, VegSup, VRasSup

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor interface. The main window displays a list of variables with the following columns: Name, Type, Width, Decimals, Label, Values, Missing, Columns, Align, Measure, and Role. The variables listed are: Años, Temperatura, Precipitaciones, VegTotal, VegSup, VRasSup, VHerSup, VSArbSup, VArbSup, VegMed, VrasMed, VHerMed, VSArbMed, VArbMed, Veg Baja, VRasBaja, VHerBaja, VSArbBaja, and VArbBaja. Two dialog boxes are open: 'Bivariate Correlations' and 'Bootstrap'. The 'Bivariate Correlations' dialog is set to Pearson correlation with a two-tailed test. The 'Bootstrap' dialog is configured for 1000 samples using the Percentile method.

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Data Editor interface. The main window displays the same list of variables as the first screenshot, but with different column settings for Measure and Role. The 'Bivariate Correlations' dialog is set to Pearson correlation with a two-tailed test.

Output2 [Document2] - IBM SPSS Statistics Viewer

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Graphs Utilities Extensions Window Help

Correlations
Title
Notes
Correlations
.log
-Test
Title
Notes
One-Sample Statistics
One-Sample Test
.log
bootstrap
Title
Notes
Warnings
.log
-Test
Title
Notes
Paired Samples Statistics
Paired Samples Correlation
Paired Samples Test
.log
bootstrap
Title
Notes
Warnings
.log
-Test
Title
Notes
Paired Samples Statistics
Paired Samples Correlation
Paired Samples Test
.log
bootstrap
Title
Notes
Warnings
.log
-Test
Title
Notes
Paired Samples Statistics
Paired Samples Correlation
Paired Samples Test

Warnings

Variable VegSup has been specified more than once for keyword INPUT of subcommand VARIABLES.
Execution of this command stops.

T-TEST PAIRS=Temperatura Precipitaciones WITH VegSup VegSup (PAIRED)
/CRITERIA=CI (.9500)
/MISSING=ANALYSIS.

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Temperatura	15,28	31	,641	,115
	VegSup	4933,32	31	1240,724	222,841
Pair 2	Precipitaciones	885,05	31	128,656	23,107
	VegSup	4933,32	31	1240,724	222,841

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Temperatura & VegSup	31	-,794	,000
Pair 2	Precipitaciones & VegSup	31	-,036	,847

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Temperatura - VegSup	-4818,047	1241,233	222,932	-5373,335	-4462,759	-22,061	30	,000
Pair 2	Precipitaciones - VegSup	-4048,269	1251,994	224,885	-4827,504	-3909,034	-19,426	30	,000

Anexo D. Resolución MINAGRI



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA

N° 117 -2019-MINAGRI-SERFOR-ATFFS-CUSCO

Cusco, 28 MAY 2019

VISTO:

La Resolución Administrativa N° 93-2019-MINAGRI-SERFOR/ATFFS CUSCO, de fecha 17 de abril de 2019, y,

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 13° de la Ley N° 29763, crea el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR, como organismo público técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno, como pliego presupuestal adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego. Asimismo, se señala que el SERFOR es la autoridad nacional forestal y de fauna silvestre, ente rector del Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre (SINAFOR), y se constituye en su autoridad técnico normativa a nivel nacional, encargada de dictar las normas y establecer los procedimientos relacionados a su ámbito;

Que, el Reglamento de Organización y Funciones del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR, aprobado mediante Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI, y modificado mediante el D.S. N° 016-2014-MINAGRI, establece en su primera Disposición Complementaria Transitoria que, las Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre se incorporan al SERFOR, como órganos desconcentrados de actuación local del SERFOR, con pliego presupuestal adscrita al Ministerio de Agricultura y Riego;

Que, mediante Resolución Administrativa N° 93-2019-MINAGRI-SERFOR/ATFFS CUSCO, de fecha 17 de abril de 2019, entre otros, se resolvió otorgar la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre al señor Yoan Freddy Pando Díaz, correspondiéndole el código de autorización N° 08-CUS-AUT-IFL-2019-001, y las demás especificaciones que la contiene;

Que, se ha advertido que en la precitada Resolución, se consignó como Código de autorización N° 08-CUS-AUT-IFL-2019-001, no obstante, de la revisión de la Directiva de codificación se advierte que para el caso que nos ocupa correspondía el código N° 08-CUS-AUT-IFL-2019-002, evidenciándose así un error material;

Que, el numeral 210.1 del artículo 210° del TUO de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, establece que "Los errores material o aritmético en los actos administrativos pueden ser rectificadas con efecto retroactivo, en cualquier momento, de oficio o a instancia de los administrados, siempre que no se altere lo sustancial de su contenido ni el sentido de la decisión.", asimismo, establece que la rectificación adopta las formas y modalidades de comunicación o publicación que corresponda para el acto original;

Que, siendo que el error en que se ha incurrido en la Resolución Administrativa N° 93-2019-MINAGRI-SERFOR-ATFFS CUSCO, constituye un error material que no altera lo sustancial de su contenido, corresponde su rectificación, conforme a lo dispuesto en la Ley N° 27444;

Que, de conformidad a lo dispuesto en la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre; la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General; el Decreto Supremo N° 007-2013-



MINAGRI, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, modificado mediante Decreto Supremo N° 016-2014- MINAGRI, en la cual incorpora a las Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre como Órganos desconcentrados de actuación local del SERFOR; el Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2015-MINAGR y la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 121-2017-SERFOR-DE;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Rectificar de oficio el error material incurrido en la Resolución Administrativa N° 93-2019-MINAGRI-SERFOR-ATFFS CUSCO, en el extremo del *código de autorización*, siendo el código de autorización correcto N° 08-CUS-AUT-IFL-2019-002.

Artículo 2.- Mantener subsistentes los demás extremos de la Resolución Administrativa N° 93-2019-MINAGRI-SERFOR/ATFFS CUSCO.

Artículo 3.- Notificar la presente resolución al señor Yoan Freddy Pando Díaz, a efectos de que tomen conocimiento de su contenido.

Artículo 4°.- Disponer la publicación de la presente Resolución en el Portal Web del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre: www.serfor.gob.pe.

Regístrese y comuníquese,

SERVICIO NACIONAL FORESTAL Y
DE FAUNA SILVESTRE - SERFOR
ATFFS - CUSCO

CHRISTIAN MARCEL ROHRER STURNABGGL
ADMINISTRADOR TÉCNICO (A)

Anexo C. SOLICITUD A SENAMHI

Solicitó : Datos hidrometeorológicos de diferentes estaciones de la Granja Písaq, Calca y Urubamba

Señor : DIRECTOR DE LA DIRECCION ZONAL 12

Ing. ZENON HUAMAN GUTIERREZ.

Previo un cordial saludo ante usted me presento, soy Licenciado en Turismo YOAN FREDDY PANDO DIAZ, con DNI 23965027, domiciliado en la Urbanización Los Nogales E – 27 del Distrito de San Sebastián – Cusco.

Solicito que se me brinde información de las siguientes estaciones meteorológicas de la ciudad de Cusco (Písaq, Calca y Urubamba), con el finalidad de elaborar mi tesis titulada " INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD CLIMATICA EN LA VEGETACION DE LA QUEBRADA CULISPATA – DISTRITO DE PISAQ – CALCA – REGION CUSCO ", para la obtención del grado académico de MAESTRO EN CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SOSTENILE.

Detalle lo solicitado líneas arriba.

. Precipitación total mensual.

. Humedad total mensual.

. Temperatura promedio mensual.

Desde los años 1990 hasta 2020. (datación de 30 años)

Mi correo electrónico es yoanpando@hotmail.com

Numero de celular 984 – 398230.

Sin más que decir me despido hasta una nueva oportunidad quedándole muy agradecido por su ayuda brindada.

Cusco, 23 de diciembre del 2020



Yoan Pando Diaz

Bach. Maestría en Cambio Climático

DNI 23965027.

