



MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: “PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO”

LÍNEA: “DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE”

**CAMBIOS DE TEMPERATURA Y DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES
VEGETALES EN EL PERIODO 1985-2009, EN LA CUENCA DEL RÍO
CAJAMARQUINO**

Por:
Segundo Sánchez Tello

Asesora:
Consuelo Plasencia Alvarado

Cajamarca, Perú

Diciembre de 2013

COPYRIGHT © 2013 by
Ing. Segundo Sánchez Tello
Todos los derechos reservados



MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: “PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO”

LÍNEA: “DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE”

TESIS APROBADA:

**CAMBIOS DE TEMPERATURA Y DESPLAZAMIENTO DE ESPECIES
VEGETALES EN EL PERIODO 1985-2009, EN LA CUENCA DEL RÍO
CAJAMARQUINO**

Por: Segundo Sánchez Tello

Comité Científico:

Dr. Juan Seminario Cunya
Presidente del Comité

Mcs. Luis Azabache Coronado
Primer Miembro Titular

Dr. José Padilla Sobrados
Segundo Miembro Titular

Dr. Marcial Mendo Velásquez
Miembro Accesorio

Dra. Consuelo Plasencia Alvarado
Asesora

Fecha: Diciembre de 2013

CONTENIDO

Ítem	Página
CONTENIDO	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTADE TABLAS.....	iii
LISTA DE GRÁFICOS.....	iv
RESUMEN.....	v
SUMARY.....	vi
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	5
CAPÍTULO III	
DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	18
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
LISTA DE REFERENCIAS	66

AGRADECIMIENTOS

Con especial gratitud a mi esposa e hijos, así como a mis hermanos Rosa y Jaime, quienes con su esfuerzo, apoyo y comprensión me animaron a seguir estudiando y continuar por la senda de la superación.

Mi agradecimiento también al Programa de Desarrollo Rural Sostenido de Cajamarca, quien me ayudó en el desplazamiento por toda la cuenca para lograr las entrevistas y visitas de campo necesarias en el presente trabajo. Igualmente mi agradecimiento al SENAMHI Cajamarca por brindarme los datos de las estaciones meteorológicas de la cuenca del Río Cajamarquino, sin los cuales no hubiera sido posible realizar el presente estudio

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Altitud msnm y temperaturas medias mensuales en °C para las Estaciones Meteorológicas de la cuenca del río Cajamarquino para el año 1985.	23
Tabla 2. Temperaturas medias en °C, coeficientes de correlación y regresión así como la altitud msnm de las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Cajamarquino para el año 1985.	24
Tabla 3. Altitud msnm y temperaturas medias mensuales en °C para las Estaciones Meteorológicas de la cuenca del río Cajamarquino para el año 2009.	26
Tabla 4. Temperaturas medias en °C, coeficientes de correlación y regresión así como la altitud msnm de las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Cajamarquino para el año 2009	27
Tabla 5. Coeficientes de correlación y ecuaciones de regresión estimadas a partir de las temperaturas medias en los dos períodos estudiados	29
Tabla 6. Ecuaciones de regresión y valores de altitud en msnm en función de las temperaturas en °C.	32
Tabla 7. Valores de altitud en m. y de temperatura en °C calculados a partir de las ecuaciones de regresión correspondientes.	33
Tabla 8. Comportamiento de algunas especies vegetales registradas en el herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca.	34
Tabla 9. Promedio de altitud msnm del registro botánico de algunas especies vegetales registradas y su ubicación actual según observación en campo.	43
Tabla 10. Nombre de las personas, ubicación y resultados de las encuestas realizadas en el ámbito de la Cuenca del Río Cajamarquino.	59
Tabla 11. Resultados en porcentaje de las encuestas realizadas.	61

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Marcha anual de la temperatura 1985.	25
Gráfico 2. Marcha anual de la temperatura 2009	28
Gráfico 3. Línea de regresión de la temperatura en °C en función a la altitud 1985.	31
Gráfico 4. Línea de regresión de la temperatura en °C en función a la altitud 2009.	32
Gráfico 5. Línea de regresión de altitud en msnm en función del año de colecta de las especies vegetales estudiadas.	36
Gráfico 6. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "shinshil" <i>Orthrosanthus chimboracensis</i> .	37
Gráfico 7. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "Chimchango" <i>Hypericum laricifolium</i> .	38
Gráfico 8. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos de "guanga" <i>Lycianthes lycioides</i> .	38
Gráfico 9. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "coñor" <i>Barnadesia domboyana</i> .	39
Gráfico 10. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos de "pushgay" <i>Vaccinium floribundum</i> .	39
Gráfico 11. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "pirgay de shingo" <i>Pernethia prostrata</i> .	40
Gráfico 12. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "chocho silvestre" <i>Lupinus tomentosus</i> .	40
Gráfico 13. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "tayanco" <i>Baccharis obtusifolia</i> .	41
Gráfico 14. Promedio en altitud de colecta y registro de algunas especies y su ubicación actual según observación en campo	44
Gráfico 15. Resultados de las encuestas realizadas referente al Cambio Climático en la Cuenca del río Cajamarquino	62

RESUMEN

El presente trabajo realizado en la cuenca del río Cajamarquino, ha permitido estudiar el comportamiento de la temperatura en la Cuenca, entre el periodo 1985-2009, mediante la determinación de isotermas, gradiente de temperatura y un posible movimiento de algunas especies vegetales. Se trabajó con las temperaturas medias anuales, procediendo a encontrar los coeficientes de correlación "r" y de regresión " b_{yx} " para las temperaturas de los años 1985 y 2009, los datos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Los cálculos obtenidos para el año 2009 fueron comparados con los datos obtenidos en el año 1985, de este modo se determinó por comparación de valores la variación en la temperatura, encontrando que en 25 años se ha producido 0,6 °C de incremento de temperatura en la cuenca del río Cajamarquino. Valor que está dentro del rango de las estimaciones realizadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Para complementar la investigación, se ha recurrido a los registros de colectas de algunas especies de plantas, existentes en el Herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca, encontradas en las partes altas de la cuenca, determinando que a medida que pasan los años las mismas especies se van encontrando en altitudes mayores. Finalmente, se ha visitado diversos lugares en la cuenca y mediante encuestas se ha recogido testimonios de habitantes de la cuenca, que aseguran la evidencia de un cambio considerable en el clima, sobre todo en sensación de calor, periodos lluviosos cortos y disminución de las aguas.

Palabras Clave: Temperatura, gradiente de temperatura, cambio climático, isotermas.

SUMMARY

The present work done in the basin of the Cajamarquino river, has allowed us to study the behavior of the temperature in the basin, between the period 1985-2009, by the determination of isotherms, temperature gradient and movement of some plant species.

Is work with the annual average temperatures, and proceeded to find the correlation coefficients "r" and regression " b_{yx} " for the temperatures of the years 1985 and 2009, the data were provided by the National Weather Service (SENAHMI). The calculations obtained for the year 2009 were compared with data obtained in the year 1985, this was determined by comparison of values the variation in temperature, finding that in 25 years there has been 0,6 °C increase in temperature in the basin of the Cajamarquino river. Value that is within the range of the estimates by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). To complement the research, has resorted to the account of collections of some plant species, existing in the Herbarium of the Universidad Nacional de Cajamarca, found in the higher parts of the basin, determining that as the years go by, the same species are found in higher altitudes. Finally, I have visited various of locations in the basin and through surveys has been collected testimony from residents of the basin, which ensure you evidence of a significant change in the climate, especially in sensation of heat, short rainy periods and decrease of the waters.

Key words: Temperature, temperature gradient, change climate, isotherms.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el presente siglo, es un hecho científico que el clima global está siendo alterado significativamente como resultado del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos (Watson *et al.* 1990; Mitchell *et al.* 1990), los cuales estarían atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre que aumentaría la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5 °C, constituyendo el denominado Calentamiento Global. Además, la Organización de Naciones Unidas (ONU) a través del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, *Inter-Governmental Panel on Climate Change*) afirma que "... los aumentos observados en las temperaturas medias del globo desde la mitad del siglo XX son muy probablemente debidos al aumento observado en las concentraciones de GEI antropogénicas", que afectarían muchos aspectos de la biodiversidad, mermada ya por otras actividades humanas, aumentando el riesgo de extinción de muchas especies en el planeta (IPCC 2002).

Según el IPCC, el aumento de la temperatura no sigue una ley lineal sino que presenta fluctuaciones debidas a la variabilidad natural, siendo la más notable de ellas el fenómeno de El Niño (FEN). Las temperaturas en la superficie terrestre muestran un incremento de aproximadamente 0,15 °C por decenio (IPCC 2001), lo cual podría poner en peligro la existencia de numerosas especies de la fauna y la flora mundial a tal punto que el IPCC prevé que entre el 20 y 30% de las especies estarían amenazadas de extinción si la temperatura promedio del planeta aumenta de 2 a 3 grados durante este siglo (IPCC 2001; Thomas et al. 2004).

Al parecer, a medida que la Tierra y sus diversas zonas geográficas se calientan, las diversas especies vegetales que necesitan del frío inician un lento movimiento migratorio escapando al calor; las mediciones indican que esta relocalización se está completando a un promedio de hasta 29 m por cada década. Con especies vegetales que migran, aunque a diferentes velocidades, todo el ecosistema biológico puede verse alterado como ha ocurrido en las cadenas montañosas europeas (Parmesan & Yohe 2003; Lenoir et al. 2008; Vittoz et al. 2008; Engler et al. 2011).

En la investigación de Lenoir *et al.* (2008) se recurrió al análisis de encuestas que abarcó casi un siglo de trabajo (de 1905 a 2005), se elaboraron mapas cartobio-geográficos de la migración de 171 especies que habrían buscado escapar del calentamiento. Estas especies vegetales se habrían estado moviendo hacia arriba rápidamente, lo cual se corresponde en forma directa con el alza de las temperaturas en los Alpes franceses con registros promedio aumentados en aproximadamente 0,6°C durante el siglo XX. En el este de los Estados Unidos, el impacto fue muy importante sobre algunas especies forestales, los resultados de un estudio sugieren que el proceso de migración hacia el norte, de los árboles en esta zona, se está llevando a cabo con tasas de hasta 100 km / siglo para muchas especies (Woodall *et al.* 2009).

Thomas *et al.* (2004), usando proyecciones de distribución de especies para escenarios climáticos al 2050, de regiones que cubren cerca del 20% de la superficie terrestre del planeta, predijeron, sobre la base de los escenarios de calentamiento, que entre 15-37% de las especies de las regiones en la muestra estarían "comprometidas a la extinción"; aunque los escenarios climáticos de calentamiento mínimo produjeron proyecciones más bajas de especies destinadas a la extinción (18%) que los de escenarios con cambio climático medio (24%) y máximo (35%).

Por observaciones preliminares y por testimonios de pobladores de áreas cercanas a las jalcas de Cajamarca se infiere que ciertas especies vegetales silvestres están ascendiendo hacia las partes altas, lo cual podría haberse producido por los cambios en la temperatura y en el gradiente térmico en la cuenca del río Cajamarquino en el periodo 1980-2009. La gradiente térmica se refiere a la relación inversa que existe entre la altitud y la temperatura; así, en los años 80, en la cuenca de Cajamarca, la temperatura disminuía en 6,5 °C por cada 1000 m de ascenso en altitud (Sánchez, 1983).

La presente investigación se desarrolló en el ámbito de la Cuenca de río Cajamarquino, recogiendo datos meteorológicos de temperatura de las estaciones existentes y recopilando información de otros estudios que han incluido esta variable. Se obtuvieron testimonios, se revisaron estudios y registros de especies de flora nativa en los que algunas especies estarían avanzando hacia las alturas en un claro intento de escapar al calor. La investigación compara la información de hace 25 años con los datos actuales de las estaciones meteorológicas existentes en la cuenca, dicha comparación permite inferir los efectos del crecimiento poblacional y su relación con el incremento de las emisiones de CO₂ y un consecuente incremento de calor.

Dentro de las limitaciones de la investigación estuvo la disponibilidad de los datos meteorológicos en las estaciones meteorológicas, supeditados a las facilidades dadas; también ha sido difícil conseguir archivos fotográficos de las plantas que posiblemente están en ascenso por causas del calentamiento y las evidencias se consiguieron a partir de los pobladores antiguos y conocedores de las plantas, supeditados a la veracidad de sus testimonios. El análisis de otras variables importantes como la precipitación, escorrentía, erosión, humedad, pérdida de biodiversidad entre otras, pueden ser materia de nuevas investigaciones que contribuyan a darnos mayor claridad en el tema.

La evaluación de la gradiente de temperatura en el momento actual, significativamente modificada, sería una evidencia importante del cambio climático. Para probar esta tesis, fue necesario determinar cuáles han sido los cambios, tomando como referencia las últimas tres décadas para las cuales existe información meteorológica, buscando dar respuesta a preguntas como ¿de qué magnitud son los cambios de temperatura y el gradiente térmico en el periodo 1985 – 2009, en la cuenca del río Cajamarquino?, ¿algunas especies vegetales nativas se han desplazado hacia las partes altas, en el periodo 1985-2009?, Para lo cual se ha fijado como objetivos de investigación los siguientes:

- Determinar la magnitud de los cambios de temperatura y del gradiente térmico en el periodo 1985 – 2009, en la Cuenca del río Cajamarquino.
- Comprobar si algunas especies vegetales de las partes altas de la cuenca, se han desplazado hacia las partes altas, en el periodo 1985-2009.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

Se ha revisado literatura referente a cambio climático y variaciones de las temperaturas, así como a movimiento de especies vegetales en la Cuenca del río Cajamarquino, determinando que no hay muchas investigaciones y solamente se han podido encontrar algunos trabajos que podrían tenerse en cuenta por relacionarse al presente estudio, estos pocos casos se resumen así:

Estudios en Cajamarca sobre el comportamiento de la temperatura y sus efectos en los cultivos.

De la cruz *et al.* (1999), manifiestan que Cajamarca tiene un clima tropical de montaña, con temperaturas templadas, el promedio de las mínimas y máximas no varían mucho durante el año y la diferencia de temperatura diurna es alrededor de 10 °C. El enfriamiento es fuerte durante las noches claras, lo que ocurre sobre todo en los meses secos, en los cuales aumenta la incidencia de heladas; los Andes Cajamarquinos son semi-áridos. Cajamarca es el punto inicial entre los Andes secos del sur y los Andes húmedos de Ecuador y Colombia con una estación definida de lluvias que se presenta desde setiembre/octubre hasta abril. La temperatura disminuye con la altitud (0,67 °C por cada 100 m de elevación) y la lluvia se incrementa a medida que se aumenta la altura (29 mm por cada 100 m.) pero la correlación no es fuerte. La distribución espacial de la precipitación es más compleja que la temperatura debido a la influencia del paisaje (orientación, pendiente, etc.).

Para el caso del Chirimoyo en Cajamarca, estudios realizados por Simón y Morea (2002) manifiestan que esta planta es sensible a las heladas y es incluso igual de resistente que paltas y naranjas. Los especímenes jóvenes son dañados por temperaturas de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y que los límites de tolerancia más altos al calor son inciertos, pero se dice que el árbol no da frutos cuando la temperatura excede los $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En el caso de la alfalfa, la semilla germina a temperaturas de $2\text{-}3\text{ }^{\circ}\text{C}$, siempre que las demás condiciones ambientales lo permitan. A medida que se incrementa la temperatura, la germinación es más rápida hasta alcanzar un óptimo a los $28\text{-}30\text{ }^{\circ}\text{C}$; temperaturas superiores a $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ resultan letales para las plántulas. Al comenzar el invierno detienen su crecimiento hasta la llegada de la primavera cuando comienzan a rebrotar, aunque existen variedades de alfalfa que toleran temperaturas muy bajas (-10°C). La temperatura media anual para la producción forrajera está en torno a los 15°C , siendo el rango óptimo de temperaturas, según las variedades, de $18\text{-}28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sánchez (1985) encontró que para la cuenca del río Cajamarca, la temperatura disminuye con la altitud en una relación de $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Asimismo, determinó que existe una inversión térmica para el valle de Cajamarca solo en los meses de agosto, cuando las masas de aire frío y más pesado se acumulan en el fondo del valle desplazando a masas de aire más caliente que tienden a subir por las laderas del valle. Es en estas condiciones que se dan las heladas que causan pérdidas económicas a la agricultura.

Alva (2011) determinó que para el valle de Cajamarca, durante los últimos 60 años, la temperatura mínima, media y máxima, presentan una gran variabilidad diaria, mensual y anual, con tendencia a incrementarse. En los últimos 30 años se han incrementado en $0,26\text{ }^{\circ}\text{C}$; $0,44\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente, lo que evidencia un cambio climático relevante. En cuanto a la precipitación, existe una gran variabilidad

diaria, mensual y anual. La tendencia es a incrementarse: en los últimos 22 años se ha incrementado 0,15 mm día; y concluye que efectivamente en el valle de Cajamarca, existe una variabilidad climática significativa y un cambio climático evidente.

2.2. Marco teórico propiamente dicho

Cambio climático en el Perú y en el Mundo

El clima es el estado promedio del tiempo en un lugar durante un largo período, es el “patrón medio del tiempo a largo plazo” o “el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un periodo largo de tiempo (Torres y Gómez 2008); el cambio climático es la alteración de ese tiempo y de los patrones que habían sido relativamente estables, alteraciones que pueden ser debidas a fuerzas naturales o a actividades humanas (Bharali y Khan 2011). El IPCC (2002) define al cambio climático como la variación estadísticamente significativa, ya sea de las condiciones climáticas medias o de su variabilidad, que se mantiene durante un periodo prolongado (generalmente decenios). Para ellos, el cambio climático podría ser el resultado de la acción directa o indirecta del hombre, pero también de la variabilidad climática.

El clima depende de muchos factores que interactúan de manera compleja, y más allá del concepto tradicional, es un estado cambiante de la atmósfera, mediante sus interacciones con el mar y el continente, en diversas escalas de tiempo y espacio. Cuando un parámetro meteorológico como la precipitación o la temperatura sale de su valor medio de muchos años, se habla de una anomalía climática ocasionada por forzamientos internos, como inestabilidades en la atmósfera y/o el océano; o por forzamientos externos, como puede ser algún cambio en la intensidad de la radiación solar recibida o incluso

cambios en las características del planeta (por ejemplo, concentración de GEI) resultado de la actividad humana (Magaña 2004).

Los cambios esperados consecuencia de estas anomalías en el clima incluyen el aumento de las temperaturas, cambios en las precipitaciones, la elevación del nivel del mar, y la creciente frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos que producen mayor variabilidad climática. Los impactos de estos cambios esperados en el clima incluyen modificaciones de muchos aspectos de la biodiversidad (Bharali y Khan 2011) así como cambios en la frecuencia e intensidad de incendios, plagas y enfermedades (IPCC 2002); aunque la comprensión de los procesos del cambio climático que afectan a los ecosistemas y especies es aún pobre es innegable que el clima es uno de los más importantes factores que controlan el crecimiento, la abundancia, la supervivencia y la distribución de las especies en los ecosistemas (Faisal 2008).

Es probable que el calentamiento global durante este siglo sea dos grados más severo de lo esperado, es decir de 7,7 °C, cuando el calentamiento esperado era de 1,5 a 4,5 °C (IPCC 2007), que asociado con la producción antropogénica de CO₂ mediante modelos climáticos se amplificaba a 1,6 – 6,0 °C; pero las estimaciones quedan cortas como consecuencia del aumento de la temperatura porque se ignoran las emisiones adicionales de CO₂ que la Tierra también genera, lo que supone una emisión extra a tener en cuenta en los modelos (Torn y Harte 2006). Las anomalías del clima experimentadas en el último siglo, o por vivirse en las próximas décadas, podrían incluir alteraciones en las formas como actualmente experimentamos la variabilidad interanual o interdecadal del clima. Eventos como el FEN, más frecuentes o intensos, huracanes de mayor magnitud, ondas cálidas o frías más pronunciadas son algunas de las formas como se podrían manifestar las alteraciones climáticas en el mundo (Magaña 2004).

El conocimiento de los escenarios del cambio climático a escala regional es tal vez el primer paso para comprender los efectos del clima en condiciones de calentamiento global, ya que este provee de información útil para evaluar la vulnerabilidad de las especies y para el diseño de medidas y estrategias de adaptación al cambio climático. Además, el cambio climático puede mostrar una variabilidad regional pronunciada, lo que podría sugerir diferentes distribuciones geográficas de los efectos del clima en un país (Marengo *et al.* 2012).

Mediante modelos climáticos, Marengo *et al.* (2010) hicieron proyecciones del calentamiento en Sudamérica para los años 2070-2100 de donde se concluye que el calentamiento más fuerte (aumento de 6-8°C) sería en la región tropical, lo que incluye algunas regiones como la costa noroeste de Perú, Ecuador, el norte de Argentina, Amazonia oriental y noreste de Brasil. Estos cambios fueron consistentes con los cambios de bajo nivel de los modelos, y comparables con los cambios en las precipitaciones y temperaturas extremas reportados en otros lugares (Marengo *et al.* 2010).

El cambio climático en el Perú está relacionado con dos fenómenos, el retroceso de los glaciares (Mark *et al.* 2010) y el FEN (Dewitte *et al.* 2012) que además han tenido efectos trascendentes sobre la agricultura peruana. El retroceso del 22% de la superficie glaciar de los Andes peruanos, con la pérdida de 7 mil millones de m³ de agua, sumado a los grandes cambios del escenario hídrico generados por los mega eventos FEN de los años 1982-1983 y 1997-1998, explican por qué son los símbolos del cambio climático en el Perú. Sin embargo, el sector más vulnerable al cambio climático en el Perú es el rural, especialmente el andino, ya que no sólo está conformado por frágiles ecosistemas de montaña sino que es donde se asienta el 70 % de la población considerada pobre (Torres y Gómez 2008).

En el Perú, los cambios en los microclimas de punas, bofedales, puquiales, pastizales, matorrales, bosques y chacras, se perciben mejor al relacionarlos con las fuentes de agua drenadas, pérdidas de suelos y de cobertura vegetal, y de animales que eran señas para presagiar el tiempo, desaparecidos o arrinconados a espacios de difícil acceso. Los testimonios de los campesinos, recogidos directamente como por diversas publicaciones del ámbito rural, destacan estas alteraciones a nivel microclimático desde los años setenta; del mismo modo que las investigaciones sobre glaciares y el FEN advierten, con cada vez mayores evidencias, del proceso actual de alteración climática (Torres y Gómez 2008).

Para Pérez *et al.* (2010) el cambio climático representa una importante amenaza a la agricultura sostenible en los Andes. Los agricultores han usado sus conocimientos locales e intrincados sistemas de producción para enfrentar, adaptarse y reorganizarse de acuerdo con la incertidumbre y riesgos climáticos. Se revisa el grado de los impactos reales y potenciales de la variabilidad y cambio climático en pequeños agricultores en los altos andinos de Bolivia, Ecuador y Perú; se describe cómo el cambio climático impacta a la agricultura a través de la desglaciación, cambios en la hidrología, suelo y poblaciones de plagas enfermedades y destaca algunas estrategias adaptativas prometedoras o potenciales que están en uso por parte de productores, comunidades rurales e instituciones locales para mitigar los efectos del cambio climático a la vez que conservan el sustento y sostenibilidad ambiental y social de la región.

Cambios de temperatura por efectos antrópicos

Se llama influencia antropogénica a aquellos efectos producidos por actividades humanas en el clima de la Tierra (IPCC 2002). No solo incluyen los efectos en épocas presentes como resultado de la industrialización, sino las influencias que pudieron

causar cambios climáticos pasados, incluyendo épocas preindustriales a través, sobre todo, de la deforestación y la reconversión de tierras para sus actividades agrarias y ganaderas (Garduño 2004).

Según algunos científicos las emisiones humanas de CO₂ se remontan a la era preindustrial con la quema de bosques y el incremento de la ganadería (IPCC 2002; Vargas 2009). Estas emisiones son fuente de debate científico y no está clara su contribución real al cambio climático de esa época, lo que sí parece claro es que fuera cual fuera su influencia esta sería menor que el efecto de las emisiones actuales. El CO₂ es el GEI de origen antropogénico más importante (IPCC 2007).

La energía proveniente de combustibles fósiles impulsó el advenimiento de la era industrial y con ello que la población humana aumente explosivamente. Antes de la llegada de la edad industrial, la concentración de CO₂ en la atmósfera era de 280 ppm, para fines del siglo XX fue de 360 ppm, esto representó un aumento de cerca del 30% en menos de 300 años (Barry y Chorley 1999). La tierra está acostumbrada a cambios lentos, no rápidos; los cambios lentos le dan tiempo a la biosfera y a las especies de adaptarse, mientras que los cambios rápidos pueden causar caos biológico y perturbar la producción agrícola (Vargas 2009).

El CO₂ es crítico en el control del balance de la temperatura de la tierra porque absorbe la radiación infrarroja (RI), la cual es, básicamente, calor. La radiación visible que llega a la tierra desde el sol, pasa a través de la atmósfera clara y entra en contacto con la tierra; una porción es absorbida y radiada de vuelta al espacio como RI. El CO₂ atrapa esta RI y la refleja de nuevo hacia la superficie de la tierra, causando más calentamiento, esto se llama el efecto de invernadero (Vargas 2009). La agricultura migratoria, con las prácticas tradicionales de tala y quema, han causado la pérdida de

enormes áreas boscosas, y que el CO₂, en vez de ser utilizado por la plantas, se acumule en el ambiente y cause el calentamiento global. Nebel y Wrigth (1999) manifiestan que no existe un remedio inmediato al problema, a menos que limitáramos el uso de los combustibles fósiles.

De acuerdo con el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, la temperatura media global, estimada a partir de miles de termómetros individuales esparcidos por todo el globo, viene aumentado en $0,74 \pm 0,18$ °C durante los últimos 100 años (Gosling *et al.* 2011). Estudios satelitales han informado también cambios en las características del espectro del calor radiado desde la Tierra, en línea con un incremento del efecto invernadero; las mediciones bajo la superficie también se pueden usar para deducir cambios de temperatura, y esto también indica que ha habido un calentamiento (IPCC 2002).

Pérdida de la biodiversidad

El cambio climático ha creado amenazas potenciales para la biodiversidad global; se prevé que los múltiples componentes del cambio climático afectarán a todos los pilares de la biodiversidad, desde los genes de las especies hasta el nivel más alto del bioma, lo que posiblemente conducirá a cambios irreversibles de los ecosistemas y su funcionamiento (Rinawati *et al.* 2013).

Según Martín y Olcina (2001) el aumento en las temperaturas globales trastornará los ecosistemas y ocasionará la pérdida de muchas especies a medida que mueran las especies que no puedan adaptarse; es decir el cambio climático es un serio problema para la viabilidad de muchas especies (Nebel y Wrigth 1999; Thomas *et al.* 2004). La primera evaluación exhaustiva del riesgo de extinción por el calentamiento global descubrió que

más de un millón de especies podrían estar destinadas a la extinción para el año 2050 si no se reduce la contaminación causante del calentamiento global. Algunos ecosistemas, incluso las praderas alpinas en las Montañas Rocosas, así como los bosques tropicales y manglares, probablemente desaparezcan debido a los nuevos climas locales más cálidos o la elevación del nivel del mar en la costa.

El informe más reciente del IPCC (2007) menciona que aproximadamente del 20 al 30% de las especies de plantas y animales evaluadas hasta el momento probablemente corran más riesgo de extinción si la temperatura promedio mundial aumenta más de 15,2 a 16,2 °C. Estudios recientes evidenciaron movimiento hacia los polos de casi 2,000 especies de plantas y animales a un ritmo promedio de 3,8 millas por década, de varias especies de área alpina se movían verticalmente a un ritmo de 20 pies por década en la segunda mitad del Siglo XX. Cada año podrían extinguirse entre 10 y 100 especies por causas "naturales". Las extrapolaciones a partir de datos de grupos de especies bien estudiadas indican que en realidad se estarían extinguiendo entre 10.000 y 50.000 especies al año.

Las plantas emigran por calentamiento global

El cambio climático ha impulsado cambios latitudinales y altitudinales en la distribución de especies en todo el mundo, dando lugar a nuevas asociaciones de especies, desplazamientos de plantas y animales hacia el polo y a mayores altitudes, disminución de algunas poblaciones de plantas y animales, y florecimiento temprano de árboles (Bertrand *et al.* 2011; Parmesan y Yohe 2003; IPCC 2001). Las especies afectadas por el cambio climático pueden responder de tres maneras: cambiar, moverse o morir (Rinawati *et al.* 2013); uno de los efectos del cambio climático que ya está ocurriendo y se proyecta intensificar es la reorganización de los ecosistemas y los patrones de la biodiversidad

debido a que las plantas y animales responden a los cambios y restricciones climáticas (Parmesan 2006).

La temperatura suele disminuir con la altitud y aumentar con la latitud, si una determinada planta tiene un rango de temperatura ambiental óptima pero su hábitat comienza a calentarse, las plantas que estén en las zonas más calientes van a tener menos éxito que las que están en zonas más frías. Las plantas que están a más altitud y mayor latitud (más cerca de los polos) van a sobrevivir mejor a este cambio y así todo el hábitat se mueve en esa dirección. Lo mismo pasa con los animales aunque estos también tienen la virtud de poder moverse por sí mismos.

Chen *et al.* (2011) realizaron un meta análisis con cerca de 2000 especies entre vegetales y aves, y estimaron que en promedio, la velocidad de migración hacia regiones más frías como respuesta al cambio climático fue de 16,9 km por década y de 11m por década hacia tierras más altas. Esto es, según los autores, hasta 3 veces más rápido de lo que se pensaba ya que este efecto había sido observado antes por Parmesan y Yohe (2003) donde más de 1700 especies distintas y sus hábitats estaban migrando hacia el norte (porque los estudios se hicieron en el hemisferio norte) a una velocidad de 6 km por década. En ambos casos se evidenció que las especies que más rápido están migrando son las que habitan en las regiones con más calentamiento (no todo el globo se calienta igual).

Bertrand *et al.* (2011), manifiestan que las comunidades herbáceas situadas a menos altitud son las que se quedan atrás en la adaptación al cambio climático y son, por ello, más vulnerables. Las plantas, de una generación a otra, migran de forma natural en busca de climas que favorezcan su desarrollo, las que ocupan zonas de montaña compensan el aumento de temperaturas desplazándose hacia lugares más cercanos a las cumbres, donde las temperaturas son similares a las de su anterior hábitat. Para especies que habitan en

zonas de menor altitud es casi imposible ya que para encontrar lugares donde se contrarreste la subida de temperaturas necesitarían trasladarse más de 35 km; con la migración natural no pueden cubrir esas distancias a tiempo porque estas plantas solo consiguen desplazamientos de unos cien metros cada año. Además, las especies herbáceas de tierras bajas, que originalmente están mejor adaptadas a temperaturas calurosas, son menos reactivas y su respuesta al aumento de temperaturas es más lenta, lo que las convierte en más vulnerables que las especies de montaña.

Durante el trabajo, los investigadores evaluaron los cambios que han experimentado cerca de 760 especies (trabajando con 80 000 mediciones florísticas) en bosques de Francia a lo largo de 43 años (1965-2008) y los compararon con la evolución de la temperatura a lo largo de ese periodo. El estudio analizó las especies herbáceas, ya que reaccionan más que los árboles a los cambios medioambientales y muestran mejor el impacto del calentamiento global en los bosques (Bertrand *et al.* 2011).

En los Alpes se ha demostrado que la flora y la fauna es especialmente vulnerable y se ven muy afectadas por el calentamiento global. Así, los límites superiores e inferiores de las poblaciones de plantas están avanzando más arriba en cada montaña con cada ciclo de semillas y plantas sucesivas (Lenoir *et al.* 2008). Esta subida se corresponde en forma directa con el alza de que las temperaturas en los Alpes franceses cuyos registros promedio han aumentado, más o menos, aproximadamente 0,6 °C durante el siglo XX. Estas observaciones muestran que los cambios climáticos no afectan solamente la distribución en longitud y latitud de las especies vegetales sino también en altitud. También sugiere que la mayoría de las especies de plantas que ocupan la misma zona y comparten las mismas características fisiológicas tienen tendencia a migrar.

Gradiente de temperatura en función a la altitud

Martín (1991) dice que a través de la primera parte de la atmósfera, llamada troposfera, la temperatura decrece con la altura. Este decrecimiento se define como gradiente vertical de temperatura y es en promedio de $6,5^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$. Sin embargo ocurre a menudo que se registre un aumento de la temperatura con la altura, inversión de temperatura. Durante la noche la Tierra irradia (pierde calor) y se enfría mucho más rápido que el aire que la circunda; entonces, el aire en contacto con ella será más frío mientras que por encima la temperatura será mayor. Otras veces se debe al ingreso de aire caliente en algunas capas determinadas debido a la presencia de alguna zona frontal. Asimismo, manifiesta que se deben considerar las siguientes variaciones:

Variación Diurna. Es el cambio de temperatura entre el día y la noche, producido por la rotación de la Tierra, durante el día la radiación solar es en general mayor que la terrestre, por lo tanto la superficie de la Tierra se torna más caliente. Durante la noche, en ausencia de la radiación solar, sólo actúa la radiación terrestre, y consecuentemente, la superficie se enfría. Dicho enfriamiento continúa hasta la salida del sol. Por lo tanto la temperatura mínima ocurre generalmente poco antes de la salida del sol.

Variación Estacional. Esta variación se debe a la inclinación del eje terrestre y el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del sol; el ángulo de incidencia de los rayos solares varía, estacionalmente, en forma diferente para los dos hemisferios. El hemisferio norte es más cálido en los meses de junio-agosto, en tanto que el hemisferio sur recibe más energía solar en diciembre, enero y febrero.

Variaciones con la Latitud. La mayor inclinación de los rayos solares en altas latitudes, hace que éstos entreguen menor energía solar sobre estas regiones, siendo mínima dicha

entrega en los polos; en tanto que sobre el Ecuador los rayos solares llegan perpendiculares, siendo allí máxima la entrega energética.

Variaciones con el tipo de superficie. En primer lugar la distribución de continentes y océanos produce un efecto muy importante en la variación de la temperatura, debido a sus diferentes capacidades de absorción y emisión de la radiación. Las grandes masas de agua tienden a minimizar los cambios de temperatura, mientras que los continentes permiten variaciones considerables en la misma; sobre los continentes existen diferentes tipos de suelo: terrenos pantanosos, húmedos y las áreas con vegetación espesa tienden a atenuar los cambios de temperatura.

También la vegetación espesa tiende a atenuar los cambios de temperatura, debido a que contiene bastante agua, actuando como un aislante para la transferencia de calor entre la Tierra y la atmósfera. Por otro lado, las regiones desérticas o áridas permiten grandes variaciones en la temperatura. Esta influencia climática tiene a su vez su propia variación diurna y estacional. El viento es un factor muy importante en la variación de la temperatura; por ejemplo, en áreas donde los vientos proceden predominantemente de zonas húmedas u oceánicas, la amplitud de temperatura es generalmente pequeña; por otro lado, se observan cambios pronunciados cuando los vientos prevalecientes soplan de regiones áridas, desérticas o continentales.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis

Se han producido cambios en la temperatura y en el gradiente térmico en la cuenca del río Cajamarquino, en el periodo 1985-2009, y como consecuencia de estos cambios, es posible que algunas especies vegetales silvestres hayan migrado hacia las partes altas.

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo, retrospectivo, longitudinal y analítico, debido a que se ha descrito como han sido las variaciones de temperatura en un periodo determinado de tiempo y se ha estimado el posible desplazamiento en altitud de algunas especies vegetales; tratando de establecer mediante evidencias empíricas, la posible relación entre estas dos variables. No es histórico, por cuanto la investigación histórica busca reconstruir el pasado.

3.2. Diseño de la investigación (diseño de prueba de la hipótesis)

El presente estudio es no experimental, puesto que no se manipularon las variables, sino que se trabajó con los datos de las estaciones meteorológicas de la región de Cajamarca. Es una investigación longitudinal porque los datos se recolectaron para cada año considerado en el estudio.

3.3. Identificación de la unidad de análisis y las variables.

Unidad de análisis: clima de la Cuenca del río Cajamarquino.

Variables: temperatura, gradiente térmica y movimiento de las especies vegetales.

3.4. Operacionalización de las variables: Definición conceptual y definición operacional.

Variables	Sub Variables	Concepto	Definición Operacional	
			Indicadores	Índice
Temperatura de la Región Cajamarca	Temperatura máxima	Máximo grado de calor, registrado en las estaciones meteorológicas de la Región	Registros de las temperaturas Máximas de la Región	° C
	Temperatura mínima	Mínimo grado de calor, registrado en las estaciones meteorológicas de la Región	Registros de la temperaturas Mínimas de la Región	° C
	Temperatura media	Promedio estadístico de las temperaturas máximas y mínimas registrados en la Región	Datos de las temperaturas medias de la Región	° C
Movimiento de las especies vegetales silvestres	Metros sobre el nivel del mar	Promedio de altitudes sobre las que se han movido las especies vegetales y nombre de los lugares	Registros, revisión de estudios botánicos de la zona, datos y testimonios del movimiento de las plantas en las partes altas de la Región	msnm
Gradiente térmico de la Región Cajamarca	Temperatura media	Promedio estadístico de las temperaturas máximas y mínimas registrados en la Región	Datos de las temperaturas medias de la Región	° C
	Altitud	Distancia vertical que existe entre un punto de la tierra y el nivel del mar	Altitud de la estaciones meteorológicas de la Región	msnm

3.5. Recolección y tratamiento de datos

Las temperaturas mínimas y máximas que se registraron en los termohigrógrafos de las estaciones meteorológicas del SENAMHI fueron recopiladas y tabuladas de forma diaria, con estos datos se estimaron las temperaturas medias diarias mensuales y anuales. A partir de estos datos se calcularon los coeficientes de correlación para las temperaturas máximas, mínimas y medias anuales.

Los valores encontrados fueron comparados con la gradiente existente y calculada para los años 80 en la cuenca del río Cajamarquino, la diferencia permitió inferir si hay cambios en la temperatura de la cuenca, que posiblemente se deban al calentamiento global o a otros factores.

Referente al desplazamiento de especies se consideró las entrevistas a los pobladores de edad avanzada y que viven en los alrededores de las jalcas, para lo cual se preparó una guía de entrevista con matrices de fácil comprensión y preguntas sencillas que permitieron inferir si se evidencian cambios en el clima y en la ubicación de algunas especies vegetales.

También se revisó el herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca, recopilando información sobre los registros de algunas plantas colectadas en las jalcas de Cajamarca, ello ayudó previa visita de los lugares, a determinar si las especies continúan en el mismo lugar donde fueron colectadas o encontradas y si se están moviendo hacia las partes altas lo cual fue también un aporte valioso en este estudio.

En el caso de los testimonios y datos de las plantas se anotaron cuidadosamente el nombre de los lugares y las especies, geo-referenciándolas para su fácil ubicación en los mapas, así como los datos de los informantes. Los testimonios fueron

recogidos en apuntes y en medios magnéticos para analizarlos previo a la redacción del informe final.

Recolección de datos para proyecto de investigación

Definición Operacional		Recolección de Datos		
<i>Indicadores</i>	<i>Índice</i>	<i>Fuente</i>	<i>Técnica</i>	<i>Instrumento</i>
Datos de las temperaturas medias de la Región Cajamarca	°C	Estaciones meteorológicas, boletines y registros SENAMHI	Análisis de documentos y registros del SENAMHI	Fichas, libretas de campo
Testimonios del movimiento de las plantas en las partes altas de la Región Cajamarca	msnm	Testimonios de pobladores, fotografías de plantas	Análisis de datos, testimonios, documentos y observación directa	Fichas, libretas de campo, cámara fotográfica, GPS y mapas
Registros y datos botánicos de plantas del herbario de la UNC	Registro	Colectas botánicas, boletines y estudios	Análisis de documentos y observación directa	Fichas, libretas de campo
Altitud de la estaciones meteorológicas de la Región Cajamarca	msnm	Estaciones meteorológicas, boletines y estudios	Análisis de documentos y observación directa	Fichas, libretas de campo, GPS.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto a las temperaturas medias mensuales 1985 (Tabla 1), presentan poca variación en el transcurso del año; así por ejemplo, para la estación meteorológica del Huayo (2030 msnm), el valor más alto corresponde al mes de setiembre, con 20,3 °C, y el valor más bajo al mes de julio, con 18,2 °C; también para la estación de Negritos (3620 msnm), el valor más alto corresponde al mes de enero, con 9,50°C, y el valor más bajo al mes de junio, con 7,8 °C. De igual manera ocurre para las demás estaciones meteorológicas, observándose poca variación de las temperaturas en el transcurso del año.

En la Tabla 2 se presentan las temperaturas medias así como la altitud correspondiente a cada una de las estaciones meteorológicas estudiadas, donde encontramos que los valores más altos de temperatura corresponden a la estación meteorológica de Huayo (2030 msnm), con 19,1°C y, los valores más bajos, se presentan en la estación de Huanico (3580 msnm), con 6,6 °C. Existiendo, una marcada tendencia en la disminución de temperaturas en función a la altitud; así para una diferencia de altitud de 1590 m corresponde una diferencia de 12,5°C

Tabla 1. Altitud msnm y temperaturas medias mensuales en °C de las Estaciones Meteorológicas de la cuenca del río Cajamarquino para el año 1985

Estación meteorológica	Altitud msnm	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Huayo	2030	19.4	19.1	19.0	18.6	19.0	18.4	18.2	19.3	20.3	20.1	18.8	19.1
San Juan	2224	16.6	16.5	16.4	16.8	17.0	16.9	17.4	17.5	17.5	17.2	16.8	16.8
San Marcos	2254	17.9	17.8	17.6	17.6	17.0	16.3	15.3	16.4	17.5	18.1	17.6	17.7
La Victoria	2450	13.6	14.2	13.9	13.4	12.4	11.4	10.5	11.7	14.0	13.2	12.7	13.5
Chancay	2521	17.8	17.0	16.9	17.7	17.9	16.8	16.1	16.7	18.1	17.8	17.8	17.6
Cajamarca	2536	13.8	13.6	14.0	13.6	12.9	12.3	11.8	12.5	13.4	13.8	13.1	13.3
Ichocan	2576	17.1	16.1	15.9	15.9	15.6	14.6	14.0	14.2	15.2	15.4	14.3	14.9
Chugur	2608	16.6	16.9	16.4	17.3	16.9	16.4	15.8	16.8	16.3	13.9	14.5	15.6
Pampa Grande	2630	16.2	16.5	16.5	17.2	16.9	15.4	14.5	14.5	15.7	15.9	16.6	16.3
Tabada	2640	16.3	16.1	16.5	16.5	16.3	15.7	15.3	15.7	16.9	16.8	16.3	15.8
Baños del Inca	2662	14.9	14.30	14.5	15.3	14.1	13.3	12.1	12.3	14.8	14.8	16.0	15.0
Huayrapongo	2730	12.7	13	13.7	13.2	13.8	13.4	12.7	14.0	14.0	13.3	14.2	13.8
Yamobamba	2775	13.0	12.9	13.0	14.1	13.3	11.8	11.3	11.9	12.7	13.4	14.1	14.3
Cochamarca	2825	12.1	13.2	12.7	13.3	13.4	11.3	10.7	11.6	12.9	12.3	12.9	12.6
Aylambo	2850	14.0	14.1	14.0	14.6	14.6	14.1	13.5	14.3	14.6	14.9	14.5	14.7
Cochambul	2930	14.3	14.1	13.8	14.3	13.9	13.4	13.0	13.5	14.2	14.0	14.0	14.1
Río Seco	2930	13.4	13.3	12.7	13.9	12.6	12.6	12.1	13.1	13.4	13.0	13.5	13.5
Bellavista	3000	14.7	13.8	13.4	13.8	14.2	14.0	13.7	14.0	14.6	14.3	14.1	14.0
Granja Porcón	3000	10.2	9.50	10.5	10.3	9.70	9.30	9.20	9.30	9.60	9.90	9.20	9.30
Huacataz	3160	10.6	10.4	10.6	10.8	10.7	10.5	9.80	9.90	10.1	9.90	10.5	11.2
Choten	3200	10.5	10.2	10.3	11.0	11.3	11.1	11.4	11.8	11.7	10.8	10.6	10.8
Jocos	3373	9.10	7.50	7.60	8.40	10.1	8.70	9.80	10.3	11.4	11.9	9.80	10.8
Corralpampa	3376	11.9	10.9	10.5	10.7	11.2	10.4	10.1	10.3	11.0	11.3	10.8	10.9
Cumbe Mayo	3430	11.0	10.4	10.3	10.4	11.6	10.9	10.8	10.9	11.5	11.1	10.8	11.2
Huanico	3580	7.10	7.30	7.00	7.00	6.50	5.10	5.30	4.70	6.50	8.10	6.90	7.30
Negritos	3620	9.50	9.50	9.20	8.10	8.20	7.80	7.90	9.20	8.50	8.90	9.00	8.80

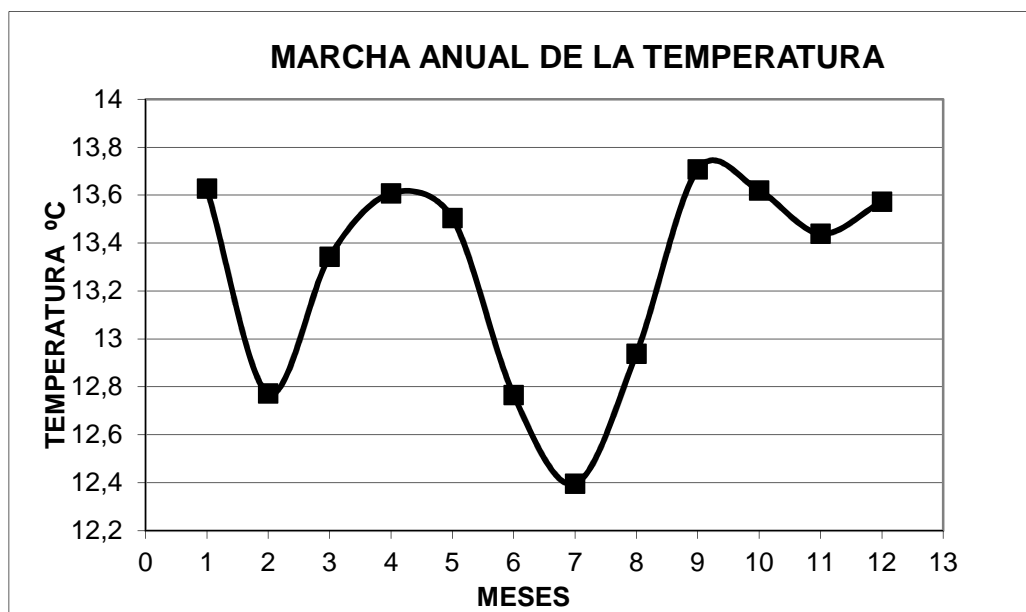
Tabla 2. Temperaturas medias en °C, coeficientes de correlación y regresión así como la altitud msnm de las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Cajamarquino para el año 1985.

Nº	Estación meteorológica	Altitud msnm	Temperatura media	
		Xi	Y2	
1	Huayo	2030	19.10	
2	San Juan	2224	17.00	
3	San Marcos	2254	17.20	
4	La Victoria	2450	12.80	
5	Chancay	2521	17.30	
6	Cajamarca	2536	13.20	
7	Ichocan	2576	15.30	
8	Chugur	2608	16.10	
9	Pampa Grande	2630	16.00	
10	Tabada	2640	16.20	
11	Baños del Inca	2662	14.30	
12	Huayrapongo	2730	13.50	
13	Yamobamba	2775	13.00	
14	Cochamarca	2825	12.40	
15	Aylambo	2850	14.30	
16	Cochambul	2930	13.90	
17	Río Seco	2930	13.10	
18	Bellavista	3000	14.00	
19	Granja Porcón	3000	9.70	
20	Huacataz	3160	10.40	
21	Choten	3200	10.90	
22	Jocos	3373	9.60	r -0.895659104
23	Corralpampa	3376	10.80	
24	Cumbe Mayo	3430	10.90	b_{yx} -0.006494726
25	Huanico	3580	6.60	
26	Negritos	3620	8.70	b_{xy} -123.5165104
		2842.692	13.32	

En el Gráfico 1, se puede visualizar la marcha anual de la temperatura media, donde la curva graficada, muestra la poca variación anual de la temperatura, presentándose los valores más bajos en los meses de invierno y los valores más altos en los meses de verano.

La variación anual de la temperatura, está determinada por la ubicación de la zona en estudio (latitud), y por las estaciones del año. Como el área en estudio se halla cerca al ecuador, donde la radiación solar es casi constante y los rayos solares se desplazan poco de la vertical en el transcurso del año, poca será la variación anual de la temperatura. Sin embargo, en verano las temperaturas son más elevadas que en invierno, debido no solamente a la mayor intensidad de la radiación solar, sino también a la mayor duración del día.

Gráfico 1. Marcha anual de la temperatura, año 1985 en la cuenca del río Cajamarquino



Es necesario mencionar que la variación diaria de la temperatura si es notoria, debido al corto ciclo día-noche, que determina la variación de la posición del sol sobre el horizonte, determinando calentamiento en el día y enfriamiento por las noches. Además contribuye a esta gran oscilación diaria, la altitud y la distancia al mar de la zona en estudio.

Tabla 3. Altitud msnm y temperaturas medias mensuales en °C de las Estaciones Meteorológicas de la cuenca del río Cajamarquino para el año 2009

Nº	Estación meteorológica	Altitud msnm	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Aguas Calientes	2030	19.6	19.6	19.0	18.5	19.0	18.3	17.7	18.4	19.7	19.5	19.6	19.3
2	San Juan	2224	15.4	15.3	15.3	15.7	16.0	16.2	16.5	17.1	16.9	16.6	16.3	16.0
3	San Marcos	2254	18.2	18.1	17.6	17.9	17.6	17.0	16.8	17.5	18.1	18.6	18.4	18.3
4	La Victoria	2450	15.1	15.3	15.2	14.5	13.4	11.5	12.1	12.6	13.5	14.1	14.2	14.5
5	Jesús	2495	16.1	16.1	15.9	16.0	16.1	15.6	15.5	15.8	16.2	16.5	16.2	16.1
6	Cajamarca	2536	14.8	14.9	14.7	14.6	14.2	13.6	13.5	14.1	14.6	15.0	14.9	15.0
7	Ichocán	2576	16.3	15.5	15.3	15.2	15.0	14.2	14.1	14.5	15.3	15.8	14.8	15.1
8	Adefor	2660	14.3	14.8	15.0	15.3	14.2	14.0	12.3	12.6	14.7	14.6	15.4	15.4
9	Matara	2760	13.9	13.8	13.5	13.6	13.1	12.6	12.4	12.9	13.5	13.8	13.9	13.9
10	Aylambo	2850	15.1	14.9	14.8	15.1	13.4	12.8	13.1	15.0	15.6	15.7	15.3	14.9
11	Granja Porcón	3000	10.2	10.3	10.4	10.4	10.0	9.6	9.6	10.0	10.1	10.2	10.0	10.2
12	Encañada	3094	13.5	13.4	13.1	13.1	12.8	12.2	12.2	12.7	13.2	13.1	13.3	13.3
13	Porcón I	3120	10.1	9.5	10.4	10.3	9.7	9.3	9.2	9.1	9.4	9.7	9.1	9.3
14	Chotén	3200	10.7	9.8	9.9	10.5	11.2	11.1	11.0	11.2	11.1	10.3	10.3	10.7
15	Km 24	3590	9.8	8.9	9.8	9.7	9.5	8.7	8.8	8.9	9.2	9.6	9.7	9.6
16	La Quinua	3590	9.2	9.7	9.6	9.6	9.2	8.7	8.4	8.8	9.1	9.4	9.4	9.6
17	Huanico	3620	7.1	7.3	8.2	8.0	6.7	5.0	4.6	4.8	6.0	7.6	7.0	6.8
18	Yanacocha	3790	8.7	7.4	7.5	7.5	9.1	8.1	7.2	7.5	8.0	8.1	8.1	8.5
19	Maqui Maqui	3965	8.3	8.1	8.2	8.1	7.7	7.1	6.7	7.0	7.5	7.9	7.9	7.7
20	Carachugo	4040	7.0	7.0	6.7	7.5	7.0	5.8	5.6	5.8	6.2	6.9	7.1	6.8

En cuanto a las temperaturas medias mensuales (2009), Tabla 3, presentan poca variación en el transcurso del año; por ejemplo, para la estación meteorológica de Aguas Calientes (2030 msnm) el valor más alto corresponde al mes de setiembre con 19,7 °C, y el valor más bajo al de julio con 17,7 °C; también para la estación de Carachugo (4040 msnm), el valor más alto corresponde al mes de abril con 7,5 °C y el valor más bajo al de julio con 5,6 °C. De igual manera ocurre para las demás estaciones meteorológicas, observándose poca variación de las temperaturas en el transcurso del año.

Tabla 04. Temperaturas medias en °C, coeficientes de correlación y regresión así como la altitud msnm de las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Cajamarquino para el año 2009

N°	Estaciones meteorológicas	Altitud msnm	Temperatura °C
1	Aguas Calientes	2030	19.0
2	San Juan	2224	16.1
3	San Marcos	2254	17.8
4	La Victoria	2450	13.8
5	Jesús	2495	16.0
6	Cajamarca	2536	14.5
7	Ichocán	2576	15.1
8	Adefor	2660	14.4
9	Matara	2760	13.4
10	Aylambo	2850	14.6
11	Granja Porcon	3000	10.1
12	Encañada	3094	13.0
13	Porcón I	3120	9.6
14	Chotén	3200	10.7
15	Km 24	3590	9.3
16	La Quinoa	3590	9.2
17	Huanico	3620	6.6
18	Yanacocha	3790	8.0
19	Maqui Maqui	3965	7.7
20	Carachugo	4040	6.6
		2992.20	12.27
			r -0,951232903
			b_{yx} -0,005871896
			b_{xy} -154,0974236

En la Tabla 4, se presentan las temperaturas medias; así como la altitud correspondiente a cada una de las estaciones meteorológicas estudiadas, donde encontramos que los valores más altos corresponden a la estación meteorológica de Aguas Calientes (2030 msnm), con 19,0 °C y, los valores más bajos, se presentan en la estación de Carachugo (4040 msnm), con 6,6 °C. Existiendo, una marcada tendencia en la disminución de temperaturas en función a la altitud; así para una diferencia de altitud de 2010 m corresponde una diferencia de 12,4°C.

En el Gráfico 2, se puede visualizar la marcha anual de la temperatura media, donde la curva graficada, muestra la poca variación anual de la temperatura, presentándose los valores más bajos en los meses de invierno y los valores más altos en los meses de verano.

Gráfico 2. Marcha anual de la temperatura en °C año 2009, en la cuenca del río Cajamarquino

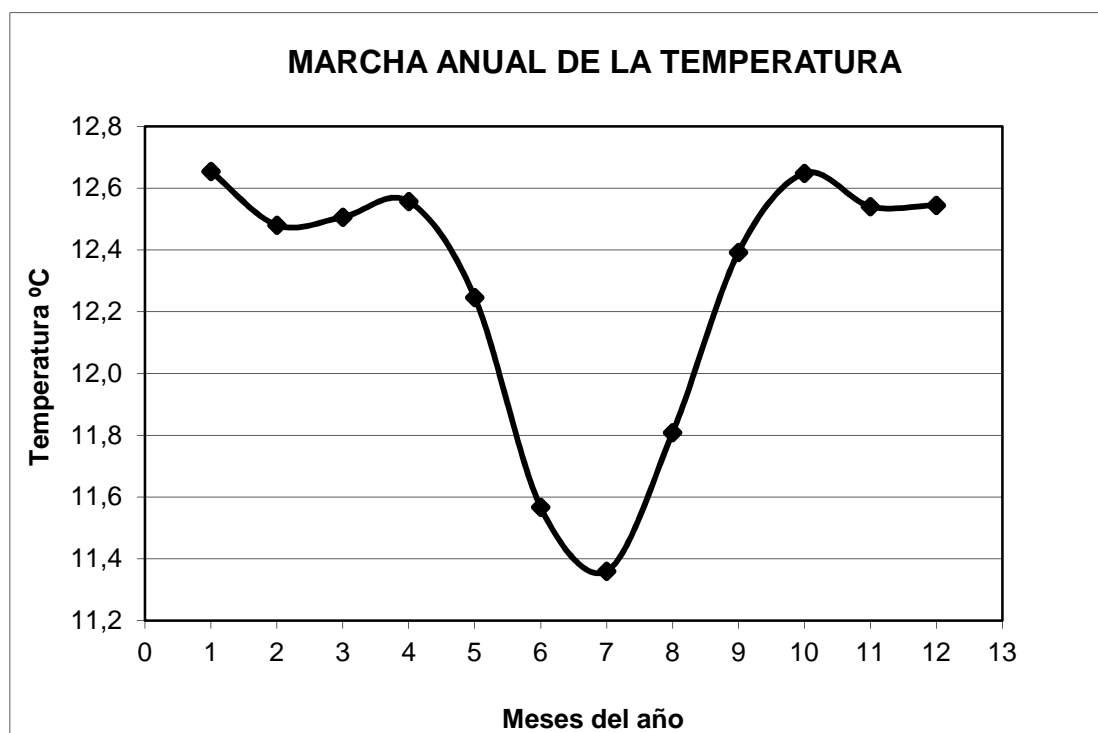


Tabla 5. Coeficientes de correlación y ecuaciones de regresión estimadas a partir de las temperaturas medias en los dos períodos estudiados

Coeficientes Anuales	Temperatura Media año 1985	Temperatura Media año 2009
r	-0,895659143	-0,951232903
b_{yx}	-0,006494726	-0,005871896
	-6,49 °C/Km	-5,87 °C/km
b_{xy}	-123,5164104	-154,0974236
	-123,5164 m./°C	-154,0974m./°C

En la Tabla 5, a partir de los datos de altitud y temperatura, se han determinado los coeficientes de correlación “r”, y las ecuaciones de regresión **b_{yx}** y **b_{xy}**, en los cuales “X” representa la altitud en msnm de cada estación y “Y” la temperatura media, tanto para los datos históricos como para los actuales.

En ambos casos estudiados, se encuentra que el coeficiente de correlación “r” es negativo y altamente significativo, ya que supera tanto al 95 % de probabilidades ($r = 0,3809$), como al 99% ($r_{0.01} = 0,4869$), indicando un alto grado de asociación inversa entre la altitud y las temperaturas medias; es decir, que a medida que se incrementa la altitud, disminuye la temperatura y, viceversa. En los Gráficos 3 y 4, podemos observar los valores de “r” de -0,895659143 y -0,951232903, para los datos del año 1985 y del año 2009 respectivamente, es decir; en los años actuales el valor de “r” se acerca más a -1,00 lo cual indica una relación inversa, muy altamente significativa. Igualmente el **coeficiente de determinación** r^2 es de 0,8022053 y 0,904844 para los datos del año 1985 y del año 2009 respectivamente, permite establecer la proporción de variación de la variable Y que es explicada por la variable X y que para ambos periodos estudiados es altamente significativa.

Con la finalidad de determinar el gradiente medio de variación de la temperatura en función de la altitud, se han calculado los coeficientes de regresión b_{yx} , para las temperaturas medias del año 1985 y del año 2009; así en la Tabla 5, podemos observar en primer lugar los coeficientes de regresión: -0,006494726 y -0,005871896 °C/m para las temperaturas medias anuales, del año 1985 como del año 2009 respectivamente; como estos valores se expresan más frecuentemente relacionados a 1000 m de altitud, se tendrá: -6,5 y -5,9 °C/km. Es decir, existía una variación de temperatura media anual de 6,5 °C por cada 1000 m. de altitud, y actualmente la variación es de 5,9 °C por cada 1000 m de altitud.

Para poder explicar, la diferencia entre estos dos gradientes verticales de temperatura, hay que considerar que han pasado 25 años y la cuenca del río Cajamarquino ha sufrido una serie de cambios tanto en la cobertura vegetal, crecimiento poblacional y sus actividades, además de presencia de un creciente parque automotor y algunas industrias instaladas, asimismo el evidente cambio climático que percibe la población y que posiblemente está determinado un lento movimiento de las especies vegetales hacia las partes altas, así como la presencia de cultivos en zonas donde hace 25 años, no se podían sembrar por presencia de heladas y excesivo frío. Sin embargo, el gradiente vertical de la temperatura también varía con la estación del año, y el grado de exposición, así; se presentan valores más bajos, cuando el aire que se enfría por irradiación en las montañas, se desliza hacia los valles y se acumula, determinando una disminución del gradiente vertical, llegando incluso a producir inversiones, es decir; temperaturas más altas en las laderas que en los valles.

A partir de la regresión inversa byx, por tratarse de la determinación de la altitud para una temperatura dada, se determinaron las ecuaciones de regresión respectivas, que se encuentran en la Tabla 6, correspondientes a las temperaturas medias anuales para el año 1985 como para el año 2009; a intervalos de 2 °C, donde podemos ver que para el caso de la temperatura de 1985 se tiene la isoterma de 4 °C a una altitud estimada de 3994 msnm y para la temperatura 2009 se tiene la isoterma de 4 °C a una altitud de 4266,6 msnm es decir existe 272,6 m de diferencia entre el periodo estudiado; asimismo para la temperatura 1985 se tiene la isoterma de 18 °C a una altitud estimada de 2264,5 msnm y para la temperatura 2009 se tiene la isoterma de 18 °C a una altitud estimada de 2109,2 msnm es decir existe 155,3 m. de diferencia entre ambos años estudiados.

**Gráfico 3. Línea de regresión de la temperatura en °C en función a la altitud
Año 1985 “r” = -0.895659143**

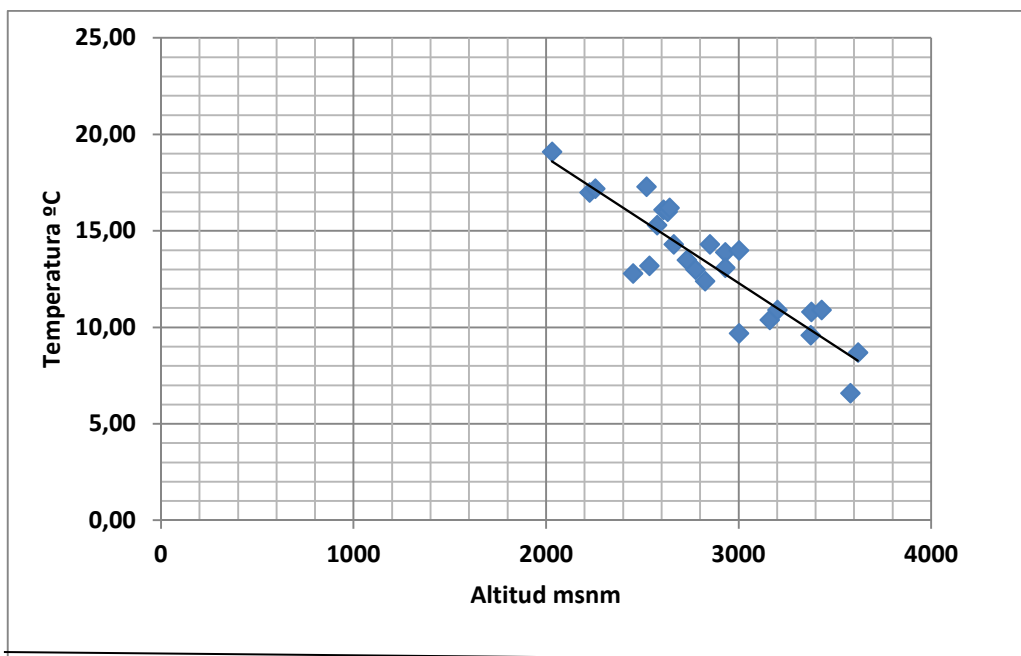


Gráfico 4. Línea de regresión de la temperatura en °C en función a la altitud.

Año 2009 “r” = -0.951232903

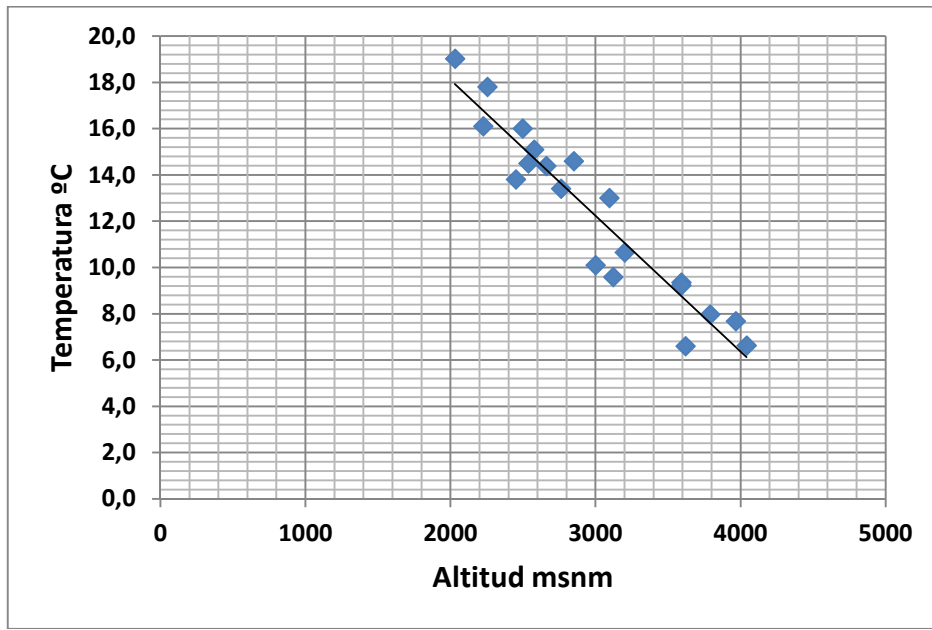


Tabla 6. Ecuaciones de regresión y valores de altitud en msnm en función de las temperaturas en °C.

Temperatura Media Anual año 1985		Temperatura Media Anual año 2009	
$X_i = 4487,835882 - 123,5164 Y_i$		$X_i = 4882,9751 - 154,0974 Y_i$	
Temperatura °C	Altitud msnm	Temperatura °C	Altitud msnm
Y_i	X_i	Y_i	X_i
4,0	3994,0	4,0	4266,6
6,0	3746,7	6,0	3958,4
8,0	3499,7	8,0	3650,2
10,0	3252,7	10,0	3342,0
12,0	3005,6	12,0	3033,8
14,0	2758,6	14,0	2725,6
16,0	2511,6	16,0	2417,4
18,0	2264,5	18,0	2109,2
20,0	2017,5	20,0	1801,0

Sin embargo, como se puede apreciar para las isotermas menores (4, 6, 8,10, 12 °C) en los años pasados, se encontraban a menor altitud que en los años actuales y para las isotermas mayores (20, 18, 16, 14 °C), en los años pasados, se encontraban a mayor altitud que en los años actuales.

A partir de la regresión inversa bxy, por tratarse de la determinación de la temperatura para una altitud dada, se determinaron las ecuaciones de regresión respectivas, que se encuentran en la Tabla 7, correspondientes a las temperaturas medias anuales tanto histórica como actual; a intervalos de 200 m, donde podemos ver que para el caso de las mediciones de 1985 se tiene, que para una altitud de 2000 msnm le corresponde la isoterma de 20,1 °C y para las mediciones 2009 se tiene, que para una altitud de 2000 msnm le corresponde la isoterma de 18,7 °C, es decir a la misma altitud se presenta 1,4 °C de diferencia entre las isotermas de ambos años estudiados; asimismo para la medición del año 1985 se tiene, que para una altitud de 4000 msnm le corresponde la isoterma de 3,9 °C y para las mediciones del año 2009 a una altitud de 4000 msnm le corresponde la isoterma de 5,7 °C; es decir a la misma altitud se presenta 1,8 °C de diferencia entre las isotermas de ambos periodos estudiados.

Tabla 7. Valores de altitud en msnm y de temperatura en °C calculados a partir de las ecuaciones de regresión correspondientes

Temperatura Media Anual (1985)		Temperatura Media Anual (2009)	
$X_i = 4487,835882 - 123,5164 Y_i$		$X_i = 4882,9751 - 154,0974 Y_i$	
Altitud msnm	Temperatura °C	Altitud msnm	Temperatura °C
Xi	Yi	Xi	Yi
2000	20,1	2000	18,7
2200	18,5	2200	17,4
2400	16,9	2400	16,1
2600	15,3	2600	14,8
2800	13,7	2800	13,5
3000	12,0	3000	12,2
3200	10,4	3200	10,9
3400	8,8	3400	9,6
3600	7,2	3600	8,3
3800	5,6	3800	7,0
4000	3,9	4000	5,7

Sin embargo, como se puede apreciar para las altitudes menores (2000, 2200, 2400, 2600, 2800 msnm) en los años pasados, les correspondía isothermas mayores que para el caso de los años actuales y para las altitudes mayores (3000, 3200, 3400, 3600, 3800, 4000 msnm), en los años pasados, les correspondía isothermas menores que para el caso de los años actuales.

Tabla 8. Comportamiento de algunas especies vegetales registradas en el herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	LUGAR DE COLECTA	AÑO COLECTA	ALTITUD msnm
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	"Shinshil"	Hualgayoc	1987	3600
		Norte del Sinchao (tingo - perlamayo)	1977	3500
<i>Hypericum laricifolium</i>	"Chimchango"	Chiripunta –Chetilla	2008	3986
		Cerro Quilish	2001	3726
		Perlamayo-Chugur	1986	3300
		Cumbemayo	1984	3447
		Sausacocha -Huamachuco	1976	2973
		La Colpa (ladera)	1975	3000
<i>Lycianthes lycioides</i>	"Huanga" "Guanga"	Valle de Cajamarca	2009	2630
		Kunturhuasi - San Pablo	2004	2250
		Ladera SO San Nicolás - Namora	2002	2740
		Cerro Huacariz (Sur de valle Cajamarca)	2001	2610
		Alto Otuzco-Baños del Inca	1996	2850
		Lajas - Cochabamba	1991	2150
		Cerro Huacariz (Sur de valle Cajamarca)	1965	2600
<i>Barnadesia domboyana</i>	"Coñor"	Pampa Lorito-parte alta Huacraruco	1976	3300
		Paso el Gavilán	1970	3000
		Hacienda Polloquito	1967	3100
<i>Vaccinium floribundum</i>	"Pirgay" "Pushgay"	Miracosta	2000	3640
		Miracosta Pampa del Lirio	2000	3380
		Cerro Maqui Maqui - Chanta Alta	1994	3900
		Ladera Shitamalca-San Marcos	1993	3250
		Secsemayo -Cumbe Mayo	1992	3500
		El Suro-Cutervo	1991	2400
		Carachugo	1991	4050
		La Colpa Namora hacia Sondor	1988	2800
		Cerca de Hualgayoc	1974	3750
Cochamarca	1964	2700		

Tabla 8 (continuación). Comportamiento de algunas especies vegetales registradas en el herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca

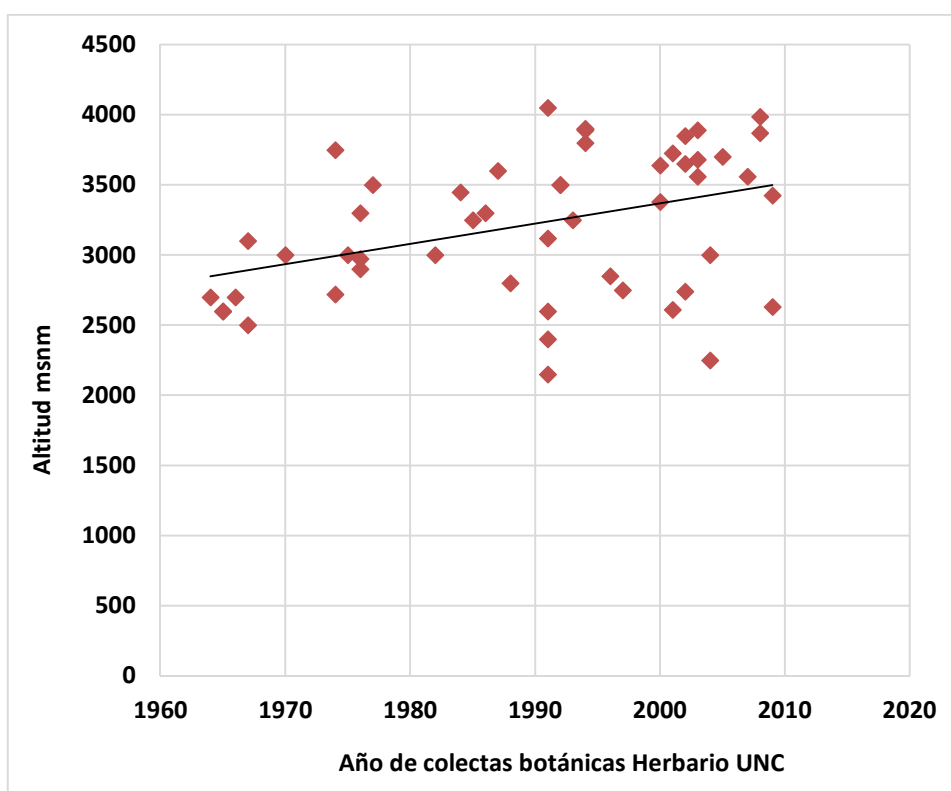
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	LUGAR DE COLECTA	AÑO COLECTA	ALTITUD msnm
<i>Pernethia prostrata</i>	"Pirgay de Shingo"	Secsemayo Cerro Chirip	2008	3871
		Atun Conga - Combayo	2007	3560
		La Rinconada-Galeno	2005	3700
		Maqui Maqui	2003	3890
		Cerro Quilish	2003	3681
		Cerro Negro	2003	3560
		10 Km. Desvio a Chanta Alta	2002	3850
		Agopiti – Jesús	2002	3650
		Base Cerro San José	1994	3900
		Yanacocha Este	1994	3890
		Quebrada Encajon	1994	3800
		Secsemayo Mahoma chico	1992	3500
		Tongod Alto -San Miguel	1991	2600
		Quebrada Sendamal	1985	3250
		Río Porcón	1982	3000
<i>Lupinus tomentosus</i>	"Chocho silvestre"	Entre llacanora y Namora	1974	2720
		Namora	1967	2500
		Pampas de Chugur	1966	2700
		Entre Matara y San Marcos	1965	2600
<i>Baccharis obtusifolia</i>	"Tayanco"	Marabamba Alto-Cachachi	2009	3426
		San Pedro-la Zanja	2004	3000
		Quebrada Pucos - Chancay	1997	2750
		Huagal-Cerro la Quinua-San Marcos	1991	3120
		Chocta-Oxamarca	1976	2900

Fuente. Herbario UNC

Ing. Juan Montoya Quino juanfmq@hotmail.com

En la Tabla 8, podemos observar cómo ha evolucionado el registro de algunas especies vegetales (arbustos) desde los años 1964 hasta los años 2009, en estos datos registrados podemos apreciar que las especies estudiadas, han sido encontradas en años anteriores en altitudes menores y en la última década en altitudes mayores, evidenciando de esta manera que posiblemente se ha presentado un desplazamiento de algunas especies, así por ejemplo para el caso del “Chimchango” en los años de 1975 se lo encontró y registró a 3000 msnm y en los años 2008 se la encuentra a 3986 msnm; también para el caso de “Pirgay o Pushgay” en los años 1964 se lo encontró y registró a 2700 msnm esta misma especie en los años 1993 y casi en la misma zona se la encontró a 3250 msnm.

Gráfico 5. Línea de regresión de altitud en msnm en función del año de colecta de las especies vegetales estudiadas



En el Gráfico 5, podemos observar el diagrama de dispersión del registro de colectas botánicas de las especies que se están considerando en este trabajo, registros que consideran la altitud y el año de registro, este diagrama claramente nos muestra una relación directa entre los años de colecta de las especies botánicas de *Orthrosanthus chimboracensis* "Shinshil", *Hypericum laricifolium* "Chimchango", *Lycianthes lycioides* "Huanga" "Guanga", *Barnadesia domboyana* "Coñor", *Vaccinium floribundum* "Pirgay" "Pushgay", *Pernethia prostrata* "Pirgay de Shingo", *Lupinus tomentosus* "Chocho silvestre", *Baccharis obtusifolia*, "Tayanco" y la altitud en msnm es decir, a medida que pasan los años, las especies se las viene encontrando a mayores altitudes.

Gráfico 6. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "shinshil" *Orthrosanthus chimboracensis*

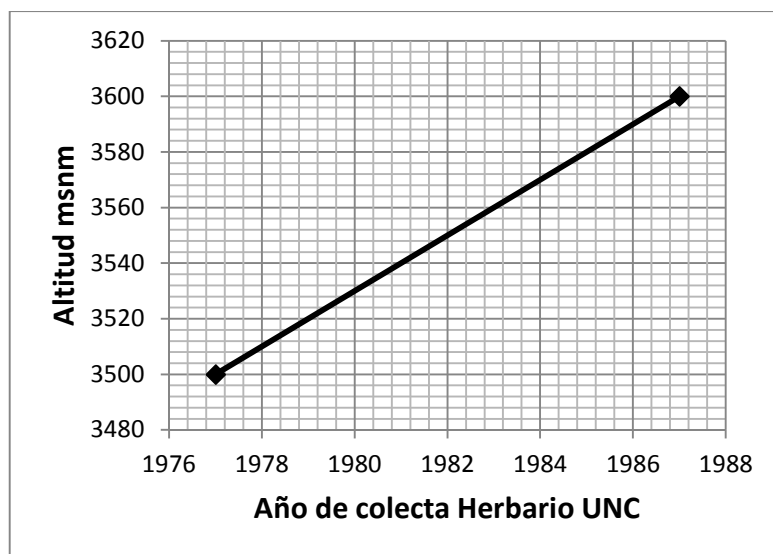


Grafico 7. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "chimchango" *Hypericum laricifolium*.

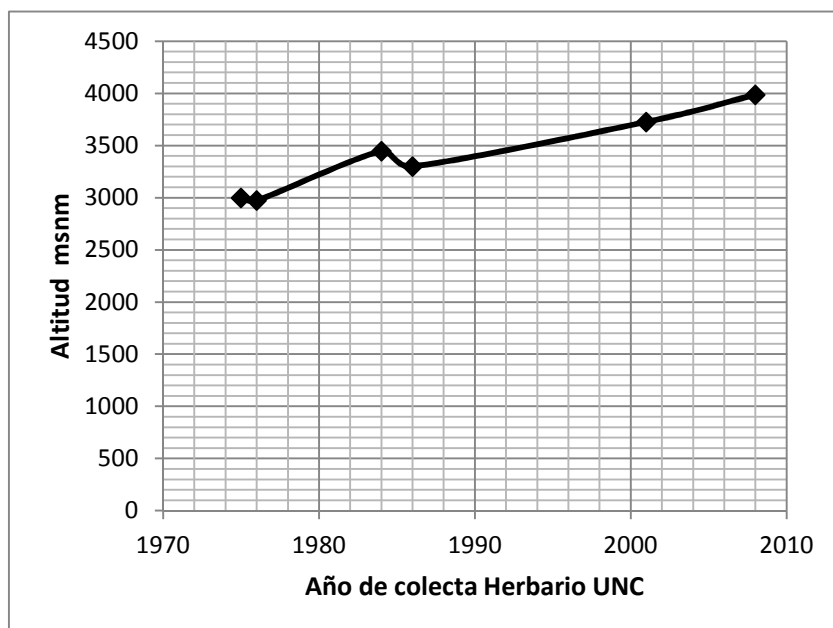


Gráfico 8. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos de "guanga" *Lycianthes lycioides*.

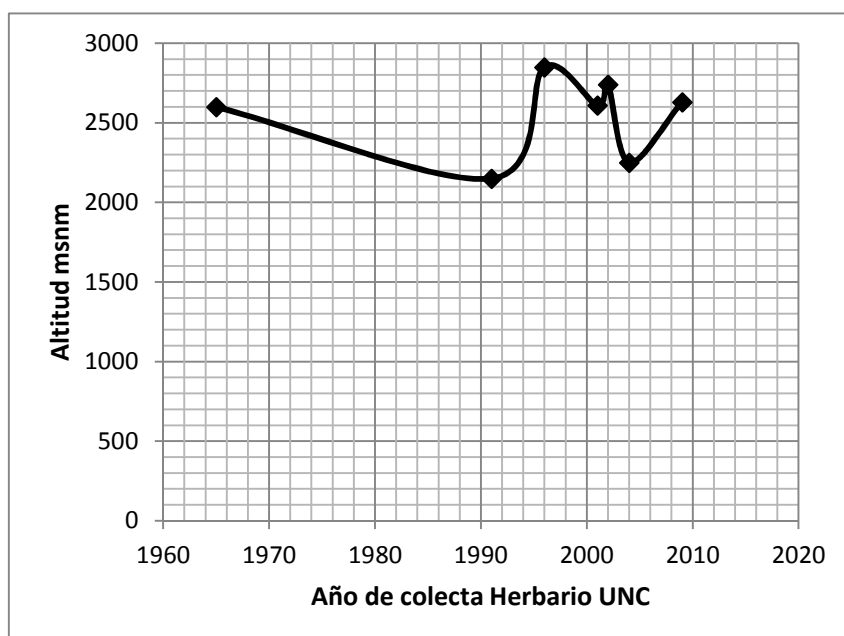


Gráfico 9. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "coñor" *Barnadesia domboyana*.

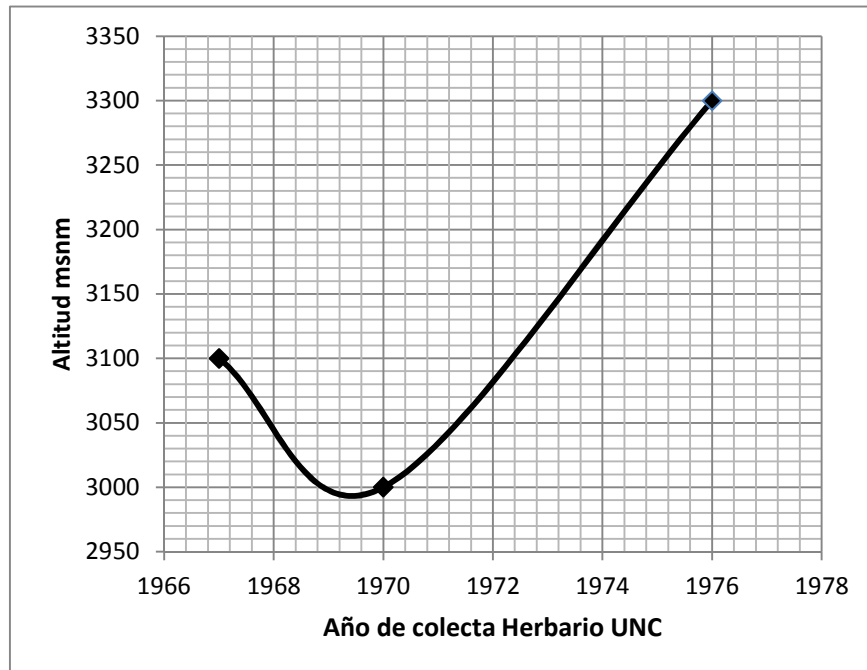


Gráfico 10. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos de "pushgay" *Vaccinium floribundum*.

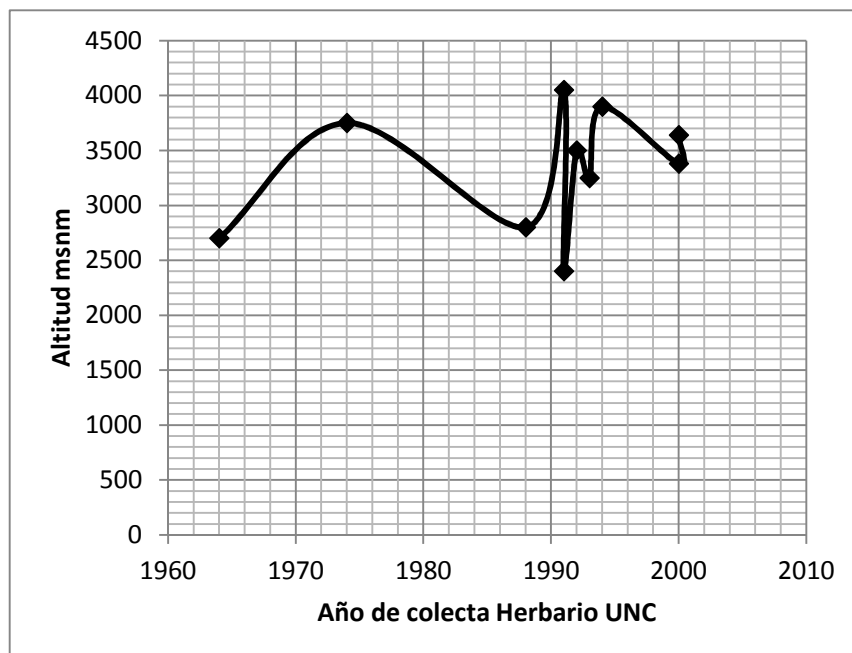


Gráfico 11. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "pirgay de shingo" *Pernethia prostrata*.

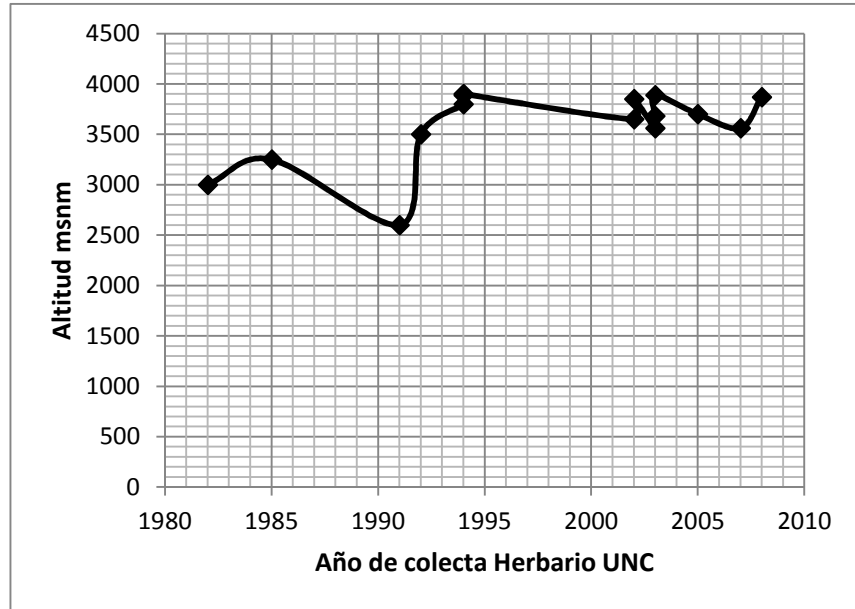


Gráfico 12. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "chocho silvestre" *Lupinus tomentosus*.

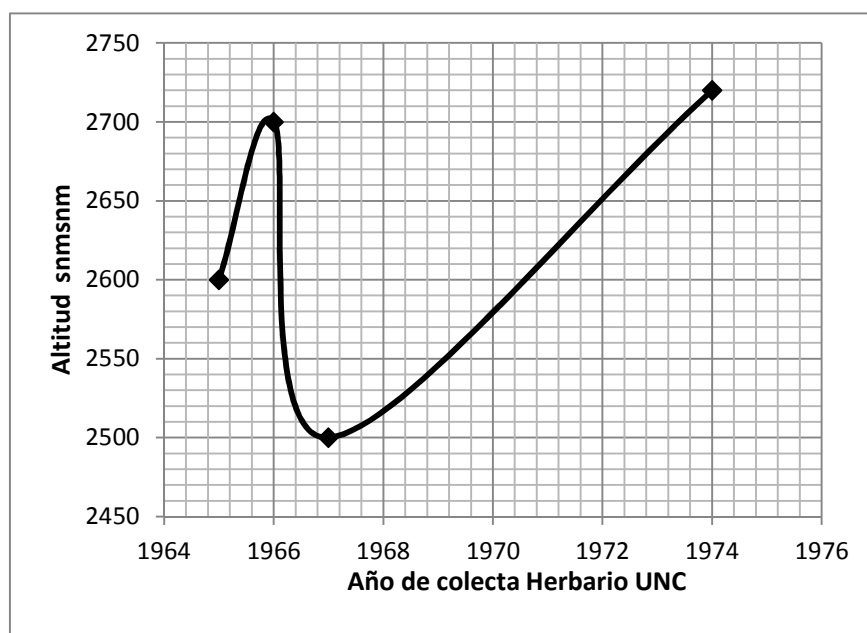
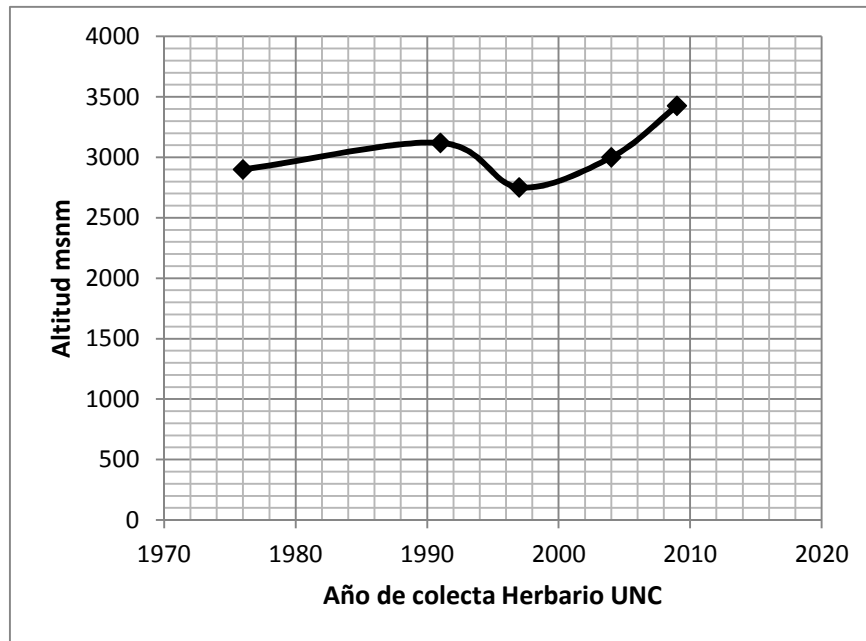


Gráfico 13. Comportamiento en el tiempo de los registros botánicos del "tayanco" *Baccharis obtusifolia*.



En los gráficos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13, podemos observar, cómo ha ido evolucionando en el tiempo las colectas botánicas que viene realizando la Universidad Nacional de Cajamarca, de algunas especies vegetales arbustivas. En el gráfico 6 para el caso de *Orthrosanthus chimboracensis* "Shinshil", solo se ha encontrado dos registros el primero en el año 1977, donde se encontró esta especie a 3500 msnm luego de 10 años en 1987 la misma especie se la registra a 3600 msnm es decir a 100 metros más de altitud. En el gráfico 7 para el caso de *Hypericum laricifolium* "Chimchango" se ha colectado esta especie desde el año 1975, encontrándola a 3000 msnm luego se han realizado varias colectas a diferentes altitudes, sin embargo en el año 2008, después de 33 años, se la encuentra a 3986 msnm es decir a 986 m más de altitud.

En el gráfico 8 para el caso de *Lycianthes lycioides* "Huanga" ó "Guanga" se ha colectado esta especie desde el año 1965, encontrándola a 2600 msnm luego

se han realizado varias colectas a diferentes altitudes, sin embargo en el año 2009, es decir después de 44 años, se la encuentra 2630 msnm 30 m más de altitud. Sin embargo en esta especie se puede notar que en el año 1991 y en el año 2004 se la encontró a 2150 msnm y a 2250 msnm respectivamente, pero los lugares de colecta no corresponden a la cuenca del río Cajamarquino. En el gráfico 9 para el caso de *Barnadesia domboyana* "Coñor" se ha colectado esta especie desde el año 1967, encontrándola a 3100 msnm luego se han realizado colectas en 1970 y 1976, después de 9 años, se la encuentra a 3300 msnm es decir a 200 m más de altitud.

En el gráfico 10 para el caso de *Vaccinium floribundum* "Pirgay" ó "Pushgay" se ha colectado esa especie desde el año 1964, a 2700 msnm luego se han realizado varias colectas hasta llegar al año 2000, después de 36 años, se la encuentra a 3640 msnm es decir a 940 m más de altitud. En el gráfico 11 para el caso de *Pernethia prostrata* "Pirgay de Shingo" se ha colectado esta especie desde el año 1982, encontrándola a 3000 msnm luego se han realizado varias colectas hasta llegar al año 2008, después de 26 años, se la encuentra a 3871 msnm es decir a 871 m más de altitud.

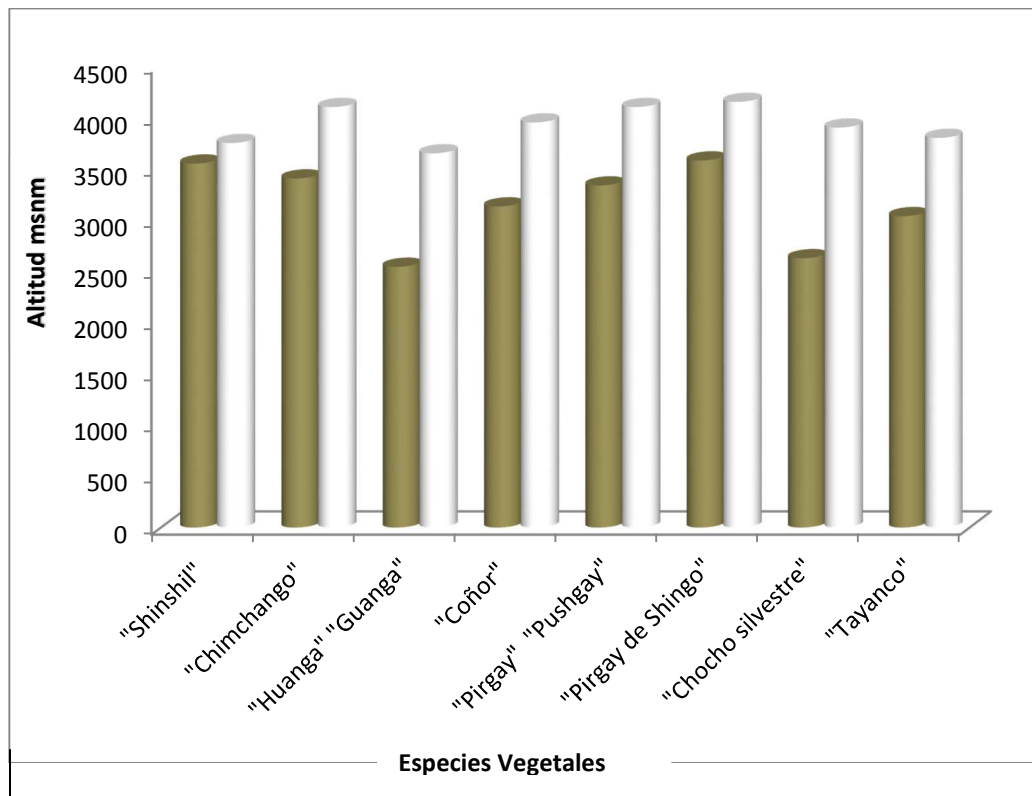
En el gráfico 12; y para el caso de *Lupinus tomentosus* "Chocho silvestre" se ha colectado esta especie desde el año 1965 a 2600 msnm luego y en el año 1974, después de 09 años, se la encontró a 2720 msnm es decir a 120 m más de altitud. En el gráfico 13 para el caso de *Baccharis obtusifolia*, "Tayanco" se ha colectado esta especie desde el año 1976, encontrándola a 2900 msnm luego se han realizado varias colectas hasta llegar al año 2009, 33 años después, se la encuentra a 3426 msnm es decir a 526 m más de altitud.

Tabla 9. Promedio de altitud msnm del registro botánico de algunas especies vegetales registradas y su ubicación actual según observación en campo.

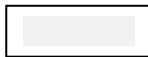
Nombre Científico	Nombre Común	Altitud Promedio de registro	Altitud actual encontrada msnm.
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	"Shinshil"	3550	3750
<i>Hypericum laricifolium</i>	"Chimchango"	3405	4100
<i>Lycianthes lycioides</i>	"Huanga" "Guanga"	2547	3650
<i>Barnadesia domboyana</i>	"Coñor"	3133	3950
<i>Vaccinium floribundum</i>	"Pirgay" "Pushgay"	3337	4100
<i>Pernethia prostrata</i>	"Pirgay de Shingo"	3580	4150
<i>Lupinus tomentosus</i>	"Chocho silvestre"	2630	3900
<i>Baccharis obtusifolia</i>	"Tayanco"	3039	3800

En la Tabla 9 y Gráfico 14, se ha establecido un comparativo de la altitud promedio del registro de las especies y la ubicación actual de las mismas en la cuenca del río Cajamarquino, esta ubicación actual se ha determinado en las visitas y recorrido que se ha realizado en la cuenca, este gráfico ayuda a evidenciar un posible movimiento de las especies hacia las partes altas, por lo que nuevas colectas botánicas seguramente encontrarán a las especies en las altitudes de los lugares observados.

Gráfico 14. Promedio en altitud de colecta y registro de algunas especies y su ubicación actual según observación en campo



Registro de colectas botánicas Herbario UNC



Ubicación actual de las especies en la Cuenca.

Testimonios recogidos en las partes altas de la cuenca del río cajamarquino.

A continuación se presenta una serie de testimonios recogidos a lo largo de toda la cuenca del río Cajamarquino, especialmente en las partes más altas; para tomar esta información se realizó una encuesta con preguntas muy sencillas y de fácil comprensión y bajo el modelo de entrevista (conversación) con los agricultores y pobladores se han recogido importantes datos que ayudan a complementar mejor el presente trabajo. Esta actividad fue realizada por el investigador, con apoyo del Programa de Desarrollo Rural Sostenido de la Cooperación Internacional Alemana (PDRS-GIZ) de Cajamarca. Los testimonios son los siguientes:

Ermes Chávez Alva del Caserío Totoracocha – Encañada

En la actualidad las estaciones ya no están marcadas como antes, ahora el verano se ha alargado, las lluvias solo son 2 o 3 días luego sigue el verano y los animales y las siembras sufren por la falta de agua. Antes cuando era chico, la estación lluviosa era más alargada y



para que haya heladas tenían que haber 15 días de verano, ahora las heladas se presentan en cualquier momento. El frío anteriormente era más fuerte, parece que ahora hace menos frío, seguro porque hay más plantaciones de árboles.

También nuestra laguna en la actualidad tiene menos vida, porque hay menos aves, antes había infinidad de aves y de diferentes especies ahora ya no se ve ni la décima parte de las aves que antes habían y es porque también hay menos comida para ellas.

María Chiclote Gallardo DNI N° 44662627, de Cumbemayo-Cajamarca



El clima ha cambiado mucho, hoy hay bastante neblina y frío en las tardes y las mañanas; a medio día hace mucho calor. Los sapitos ya no se escuchan, solo algunos en época de aguacero, en estos lugares hace 30 años no había cultivos solo eran pajonales de “hualte” y “nudillo”, ahora ya se siembra “papa”,

“olluco”, “ocas”, y también hay “malas hierbas” y “gramas”. El agua en los ríos y quebradas solo hay cuando llueve, antes siempre había agüita y las lluvias duraban más, antes se sabía cuándo va a llover con solo mirar las nubes, ahora hay que fijarse en el viento, si este viene de la altura habrá lluvia, pero si viene de la playa habrá verano.

Percy Alba García DNI N° 42006631, de Secsemayo – Cajamarca

Hoy hace bastante calor, el clima ha cambiado. Los animalitos silvestres como venados zorros, zorrillos poco se ven, antes había más; también había “**chimchangos**”, “chamizo”, “romero”, “**coñor**”, hoy ya no hay estas plantas y más bien se siembran “papa”, “trigo”, “habas”, “cebada” y en los últimos años se siembran “lentejas”. La siembra de “papa” se hacía en el mes de mayo, ahora se siembra entre junio y julio, la “cebada” y el “trigo” se siembran en enero,



antes se sembraba en noviembre, por los cambios que hay en el clima y lluvias. También antes andábamos con casacas y poncho, ahora ni siquiera usamos ya el poncho y solo

chompas nos protege del frío. Los puquios y las quebradas tenían agua casi todo el año, ahora el agua en los puquios es menos y las quebradas ya no se llenan como antes. Ahora ya no sabemos cuándo va a llover y si miramos las nubes y decimos si va a llover o no, mucho nos equivocamos; el granizo antes era más seguido y tapaba las huayllas.

Segundo Ramirez Chunqui DNI N° 42615008, de San Martín – La Encañada



El clima ha cambiado mucho, hoy hay menos neblina que antes y también llueve menos, se siente más calor a mediodía el sol quema fuerte, sapitos ya no se escuchan ni en época de lluvia antes siempre se escuchaban. En este lugar antes solo había “pajonales” no se sembraba nada, ahora ya se siembra “centeno”, “ocas”, “ollucos”, “papas” y pastos y han aparecido “trébol”, “gramas”, “pajilla”, “escorzonera”, “llantén”, “cerraja”.

Los mayores saben si lloverá mirando la neblina, ellos dicen que cuando la neblina está asentada más tarde llueve y si hay vientos la neblina se va rápido, entonces no lloverá. A veces cae granizo pero eso solo en febrero o marzo.

Silverio Cortez Ñontol de Huanico – Namora

En estos años, se siente más calor, llueve menos y hay poca neblina, antes no se quitaba la neblina y no se veían los cerros, cuando era chico las lluvias eran más fuertes y las quebradas cuando se cargaban no dejaban pasar, estos años ya no se cargan las



quebradas. Acá sabemos que cuando se entolda el cielo con nubes negras es porque va a llover y a veces cae granizo.

Los animalitos todavía hay como “zorros”, “vizcachas”, “venados”, pero lo que es “ranas” y “sapos” ya no se escuchan y ya no hay, dicen por la minería. Antes solo había “hualte”, pero ahora ya sembramos “papas”, “ocas”, “ollucos”, “trébol” y “centeno”; las “papas” se siembra en junio o julio y los pastos lo sembramos en abril. En nuestros campos también hay plantas medicinales como “chinchimali”, “valeriana”, “escorzonera”, “llantén” y otras yerbas.

Serapio Bueno Chavez DNI N° 44659262, de Quelluacocha – Namora



El clima esta cambiado, hace mucha sequía y hay calor, antes no era así había más frío, las plantas que habían en este lugar eran “quinuales”, “palo blanco”, “**chimchango**”, “**shinshiles**”, “**coñor**” y “zarzas”, ahora solo hay cultivos y muchos “eucaliptos”.

En este lugar siempre se sembró la “papa”, “oca”, “olluco”, “cebada”, “trigo”. Las “papas” se siembran en junio y la “cebada” entre noviembre y diciembre, antes el “maíz” no daba, ahora ya están sembrando “maíz” en algunas partes. El agua es menos en los puquios, y poco en las quebradas, nosotros sabemos por la luna si habrá lluvias así que miramos la luna y si esta inclinada a la derecha entonces habrá lluvias si esta inclinada a la izquierda entonces, será mal el tiempo y no lloverá.

Maximo Cotrina Bada (78), de Huayanmarca-Cachachi

El clima ha cambiado mucho, hoy a medio día hace mucho calor y hace mucho frío en las tardes y en las mañanas, en estos lugares hace muchos años no había cultivos solo eran pajonales y algunos arbustos, como “shinshiles”, “chimchangos”, “coñores”, ahora estas plantas ya no hay y todo



es cultivos de “papa”, “habas”, “olluco”, “avena”, “centeno”, “trigo”, “alverjas” y pastos. El agua en los ríos y quebradas solo hay cuando llueve, los ojitos de agua se están secando, este año las siembras se han hecho tarde porque no había aguacero, recién está lloviendo pero no como debe ser porque solo llueve unos días de ahí sigue el verano. Ahora ya no usamos botas ni poncho solo chompitas y casaca antes no se dejaba el poncho por el frio que hacía, ahora también hace frio pero ya lo aguantamos.

Alberto Valdez Correa (52), de Laimina Alta – Jesús



Hace unos 04 años hubo un granizal que cubrió los campos y se perdió la cosecha de ese año, estos años ya no hay granizo, llueve menos y hace fuerte calor a medio día, pero en las tardes y las mañanas hace demasiado frio.

Antes no se sembraba en este lugar, porque hacia demasiado frío, y le daba las heladas a las plantas, hora sembramos “papa”, “cebada”, “arveja”, “habas”, pero a veces hay heladas por eso sembramos la “papa” en

setiembre, y la “cebada” en enero, antes sembrábamos la “cebada” en noviembre, porque el clima ha cambiado. Ahora hay plantaciones de árboles antes no había y nuestra leñita teníamos que irnos a buscar lejos y solo habían ramitas de arbustos.

Este año las lluvias casi no ha habido, hoy solo llueve poco y hay días de lluvia con sol, esto no es bueno porque se ranchan las “papitas”.

María Polonia Ishpilco Castrejon DNI N°
26621282, de Porcón Alto –Cajamarca

El Clima ha cambiado mucho, ahora hace bastante calor, llueve menos y hay poco agua en los puquios: antes en este lugar solo había pajonales, ahora ya podemos sembrar “papas”, “ocas”, “chochos”, mas antes sembrábamos las “papas” en agosto, pero como le da mucho la helada, mejor estamos sembrando en agosto.



Ahora tenemos bastantes plantaciones de “pino” y también “quinuales” en los cercos, esto ha ayudado a mejorar el clima y ya estamos sembrando “trébol”, “heno”, “papas” hasta sembramos “menta” y “manzanilla”, también hay “pasuchaca”, “valeriana”, “supiquehua”, “cargarrosa”, “hortiga”, “chicoria”, “salvia”, pero están desapareciendo con la siembra de “pinos”. Cuando en el cielo está negreando las nubes y hace sol, es un sol de agua y nos indica que va a llover a veces con granizo, si hace sol y lluvia se presentan enfermedades y gusanos como la “mosquilla” en la “papa” y también en los “chochos” que deja las hojas hueco, hueco.



Hipolita Herrera Cahuana DNI N°
26626127, de Ashupata – Cajamarca

El clima ha cambiado mucho, fíjese que este año no se ha podido ni sembrar, estos años parece que hace más frío, animales silvestres ya ni se ven, los “sapos” y “ranas” ya no hay y las lluvias parece que se han alejado. En este sitio no había sembrados y solo se veían pajonales, y

plantitas de “chimchangos”, “pullo”, “camandela”, “sigues”, “coñores”, y otras yerbas; ahora se siembran “cebada”, “avena”, “papa”, “olluco”, “ocas”, al comienzo las heladas perjudicaban mucho a las siembras ahora ya es poco las heladas. Cuando se empezó a sembrar, se hacía en el mes de julio, ahora se está sembrando entre agosto y setiembre.

Ever Sangay Aquino DNI N° 26732310 y

Rocío Bardales, Coñor Cunga – Cajamarca

Se siente menos frío en estos años, y ahora ya podemos sembrar “ollucos”, “ocas”, “papas”, “alverja”, “chochos”, “avena”, antes no se sembraba y los campos estaban cubiertos de “chimchangos” “paja hualte”, “paja blanca” y



habían yerbas como “verbena”, “salvia”, “panisara” “diego lópez”, “marco”, “chaumca”, “romero”, ahora muchas de estas yerbas ya no hay. En los puquios había más agua, ahora algunos se han secado, parece que la lluvia es menos estos años y el granizo hace más de dos

años que ya no se presenta. Este año casi no hay lluvias y si llueve un poco luego siguen varios días de verano, así no se puede sembrar.



Mariano Cueva Valdez (32), de Secsemayo
Lote 2 – Cajamarca

Estos años se siente más calor dicen que se ha roto la capa de ozono y el sol llega más fuerte, en este lugar antes había solo pajonales y no se sembraba porque el frío, el viento y las heladas malograban los cultivos, ahora ya se siembra normal la “cebada”, “avena”, “papa”, “olluco”,

“oca”, “mashua”, hace unos veinte años las siembras se hacían en los meses de mayo a junio, ahora se siembra en julio. Las quebradas y los ríos están secos, solo hay agua cuando llueve, los ojos de agua también tienen menos agua. El granizo cae a veces, el año pasado solo fue dos veces y por partes, antes había más seguido y cubría lomas enteras.

Rosendo Alva López DNI N° 41250396,
de Cushunga-Cajamarca

En este lugar había arbolitos y arbustos como “sauco”, “aliso”, “colle”, “quinual”, “**tayanco**”, “**coñor**”, “**chimchango**”, “hierba santa”, “llantén”, “cardón”, “ajenjo”, “manzanilla” y había animales silvestres como “venados”, “zorros”,



“conejos”, ahora muchas de estas plantas ya no están y más bien hay cultivos de “papa”, “oca”, “olluco”, “cebada”, “trigo”, “arveja”, “haba”, “quinua”, “chocho”.

En estos años se siente más calor que antes, llueve menos y hay poca agua en los puquios, las plantas sufren y los pastos también, el clima ha cambiado mucho. Recuerdo que el granizo era más, tapaba los pastos y los cultivos, ahora ya no se ve. Para saber si va a llover se mira las nubes y cuando están negras y hay viento que viene desde la altura que es más frío y es porque va a llover,

Feliciano Ñontol Mosqueira (48), de Barrojo - Baños Del Inca

El Barrojo era todo pajonal, “shinshiles”, “chimchangos” y otras yerbas, no se sembraba, luego de unos años ya se empezó a sembrar “cebada” y “avena”; como lo ve ahora todo son cultivos y más son pastos sembrados.



Los “shishiles” y “chimchangos” están más arriba donde antes había solo pajonales y están cerca de las minas. Hoy hace más calor que antes y el agua ha disminuido en los puquios, en verano nos peleamos por el agua para regar los pastos y si no se riegan se secan y los animales

sufren. Los ríos y las quebradas antes por este tiempo, no nos dejaban pasar y teníamos que esperar varias horas, ahora el agua falta, será también porque somos más personas y todos regamos los pastos.

José Cirilo Mestanza Dávila (52), de
Shinshilpampa – Baños Del Inca.

El cambio en el clima es bastante, ya no hace frío en este lugar donde antes solo había pajonales y “shinshiles”, algunos “chimchangos” y “tayancos”, ahora solo hay pastos y “eucaliptos”, los “shinshiles” y “chimchangos” están más arriba.



Otra cosa es como antes usábamos ponchos y ropa de lana y teníamos frío, ahora ni siquiera usamos poncho, ropa de lana ya no usamos y el frío se soporta sin problemas. Las lluvias y el agua también ha disminuido, antes las quebradas no nos dejaban pasar cuando se cargaban ahora tienen poquita agua.

Segundo Lucas Llanos Castrejon (53), de San Nicolás De Challuagón – Encañada.



El clima ha cambiado mucho, mire ahora las lluvias se han atrasado y hay más verano, hace más frío y viento en las tardes; en cambio al mediodía hace demasiado calor, ya no se escuchan a los sapitos parece que se han plagueado.

Las lluvias también antes eran más duraderas, había más meses con lluvias ahora llueve más pero duran poco tiempo. Antes no se sembraba en este lugar solo había pastos naturales (pajonales), otras plantas como “shinshiles”, “chugur”, “chimchangos”,

“cortadera”, “escorzonera” estaban más abajo; ahora ya se siembra “papa”, “cebada”, “avena”, “oca”, “olluco”.



Cesar Carrasco Gabriel DNI N° 28064072, de Porcón - Cajamarca

Ahora hace poco frío, antes teníamos que abrigarnos más, el frío es menos por los árboles que hemos plantado; hace años en este lugar solo había pajonales y servían para hacer nuestros techos y como leña, en partes habían arbustos como “quishuar”, “aliso”, “quinual”, “tayancos”, “coñores”, “joverillos”, “shinshiles”, “yerba del sol”, “supiquehua”, “achicoria”, “yerba mora”, “valeriana”; muchas de estas plantas ya no hay. Antes no se podía sembrar por acá, ahora ya se siembran “papas”, “ollucos”, “ocas”, “cebada”, “trigo” y pastos como el “heno”.



Mas antes llovía más y siempre caía granizo, ahora ya poco se ve granizo, también había más lluvias y los puquios tenían más agua. Pero aquí siempre conocemos que si hay vientos y nubes cargadas de agua o el cielo entoldao y hay viento, es porque va a llover.

Leoncio Huaccha Bautista (48), de Quelluacocha – Namora



El clima ha cambiado mucho en estos años, mas antes llovía en el mes de octubre y ahora estamos viendo que está recién lloviendo en enero y seguro irán las lluvias hasta junio o julio.

Hay semanas que hace demasiado calor el sol esta fuerte

y otras semanas hay muchos vientos y hace demasiado frío, ya ni sabemos cuándo hará frío o calor.



Los campos han cambiado también, antes (hace 30 años) no teníamos ni leña ni madera, la leña la buscábamos tras del cerro lejos, la madera traíamos desde matara jalando con yunta, solo sembrábamos “papa” y “cebada”; los campos tenían “chimchangos” y otros montecitos, ahora ya tenemos plantaciones de “eucaliptos” hay madera y leña y las chacras ahora son pastos para el ganado.

En nuestra laguna ahora hay carpas, hemos intentado poner truchas pero no hubo buen resultado, hace 13 o 14 años nuestra laguna se secó y se caminaba por el medio, desde ese tiempo ya no ha bajado y hay siempre agua, solo que las “totoras” y “matara” la están tapando, nos han dicho que debemos limpiarla. En esta laguna en el mes de agosto hay

muchas aves solo que las persiguen y así se están acabando, cuando va a llover si hay mucha bulla de “sapos” y “ranas” tanto en la laguna como en la quebrada.

Alfonso Taica Murga – Teniente Gobernador (43), de Carhuaquero - Baños Del Inca



El clima ha cambiado mucho, ahora hace calor, antes solo hacía frío, en nuestro caserío hace unos 20 años, solo se sembraba “centeno”, “avena” y “cebada”, se tenía problemas con las heladas, ahora hay poco

heladas y sembramos “papa”, “ocas”, “ollucos”.

Cuando era pequeño me acuerdo que solo habían pajonales de “hualte” y en algunas partes habían “chimchango”, “cortadera”, “tayanco”, “zarcilleja”, “jovero”, yerbas como “chilifruta”, “paja blanca”, “nudillo”, “pachachaumca”, “salvia”, “escorzonera”, muchas de estas plantas ya no se ven o están en las partes de más arriba donde hay pajonales, hoy por acá son pastos sembrados, chacras y plantaciones de árboles

El agua también ha disminuido, será porque hay más canales para riego, aunque en los puquios también el agua a menorado, también se puede decir que hoy hay menos lluvias y la sequias son fuertes y secan los pastos.

Francisco Cubas (89), de Hualtipampa-Tual-Baños Del Inca

Vivo ya más de 80 años en este lugar, cuando llegue a este sitio solo había pajonales y otras yerbas, el frio y el viento eran muy fuertes, no había nada de pastos sembrados ni árboles. En las quebradas había plantitas como “coñores”, “guangas”, “chimulas”, no podíamos sembrar porque el frio y la helada no



dejaban a las plantas, entonces sembramos árboles de “quinuales” y “alisos” y sembramos “cebada”, “centeno”, “papas”, “ocas”. En este tiempo tenemos casas de tapial y techos de teja, antes solo eran quinchas con techos de paja “hualte”, esta paja era tan grande que llevábamos a vender y lo usábamos torcida como leña, ahora ya no hay heladas y no hace tanto frio, la mayoría siembra pastos con riego, por eso el tiempo ha cambiado bastante, ya no llueve como antes. Pero tenemos un problema grande con nuestro canal de agua, a veces viene poca agua y seguro viene agua mala, porque 06 de mis vacas se han muerto en varias veces, dicen que la mina malogra las aguas pero a mí no me han pagado nada por la muerte de mis animales.

Tabla 10. Nombre de las personas, ubicación y resultados de las encuestas realizadas en el ámbito de la Cuenca del río Cajamarquino.

Nombre	Lugar	Altitud msnm	Cambio en el clima	Cambio en las lluvias	Agua en ríos y quebradas	Sensación térmica	Granizo	Heladas	Vegetación antes	Vegetación actual	Fauna	Pronóstico
Ermes Chávez A.	Totoracocha-Encañada	3900	mucho	llueve poco	...	más calor	...	a veces	...	...	...	...
María Chiclot G.	Cumbemayo-Cajamarca	3550	mucho	llueve poco	Menos y solo en época de lluvia	...	...	...	pajonales	papa olluco ocas, gramas	no hay ranas	si con viento y nubes
Percy Alva G.	Secsemayo-Cajamarca	3650	Si cambia	llueve poco	hay menos y poco	más calor	...	...	Chimchangos , romero, coñor	papa, trigo, habas, cebada	...	no se sabe
Segundo Ramírez C.	San Martín-La Encañada	3250	mucho, hay menos neblina	...	...	más calor	solo en marzo	...	pajonales	Centeno, ocas, ollucos, pastos	no hay ranas	mirando las nubes
Silverio Cortez Ñ.	Huanico-Namora	3750	si cambia, poca neblina	llueve menos	hay menos	más calor	...	...	solo pajonal	papas, ocas, ollucos, trebol y centeno	zorros, viscachas, venados ranas ya no hay	...
Serapio Bueno C.	Quelluacocha-Namora	3400	Si cambia	...	hay mucha sequia	más calor	...	...	quinuales, chimchango, shinshiles, coñor	cultivos y eucaliptos	...	luna inclinada
Máximo Cotrina B.	Huayanmarca-Cachachi	3450	mucho	llueve menos	menos, ojos se secan	mucho frio en las mañanas y tardes	...	...	solo pajonales, shishiles, coñores, chimchangos	papa, habas, olluco, avena, centeno. Trigo	...	...
Alberro Valdez C.	Laimina-Jesus	3450	Si cambia	llueve menos	...	mucho frio en las mañanas y tardes	hace años	a veces	no se sembraba	papa, cebada, arveja, habas	...	...
Maria P. Ishpilco C.	Porcon Alto-Cajamarca	3450	Si cambia	llueve menos	...	más calor		poco ahora	no se sembraba	heno, papas, menta, manzanilla y arboles	...	si con nubes

Hipólita Herrera C.	Ashupata-Cajamarca	3150	mucho	...	hay menos y ya se secan	mas frio		poco ahora	no se sembraba	cebada, avena, papa, ollucos	ya no se ven ni sapos	...
Eber Sangay A.	Coñor Cunga-Cajamarca	3050	Si cambia	llueve menos	hay menos agua	más calor	ya no se ve	...	no se sembraba, paja y chimchangos	ollucos, ocas, papas, chochos, avena	...	...
Mariano Cueva V.	Secsemayo Lote 2	3450	Si cambia	llueve menos	menos y solo en lluvia, ojos se secan	más calor	a veces	...	solo pajonales	papa, oca, olluco, oca, mashua,	...	...
Rosendo Alva L.	Cushunga-Cajamarca	3350	mucho	llueve menos	poca agua	más calor	casi no se ve	...	tayanco, coñor, chimchango, colle, quinal	papa, oca olluco, oca, cebada, quinua, etc.	...	nubes negras y viento de altura
Feliciano Ñontol M.	Barrojo-Baños del Inca	3350	Si cambia	llueve menos (poco en canales)	hay menos	más calor	...	...	pajonales, shinshiles y chimchangos	todo cultivos y eucaliptos	...	...
José C. Mestanza D.	Shinshilpampa-Baños del Inca	3050	Bastante	llueve menos	...	más calor	...	...	solo pajonales, shinshiles, tayancos	...	...	...
Segundo L. Llanos C.	Challuagon-Encañada	3750	Bastante	llueve menos	hay menos	más frío mañanas y tardes	...	...	solo pajonales, shinshiles, chimchangos	papa, cebada, avena, oca, olluco	ya no hay ranas	...
Cesar Carrasco G.	Porcon-Cajamara	3350	Si cambia	llueve menos	hay menos	Calor	...	...	solo pajonales y arbustos	papa, oca, olluco, cebada, trigo, pastos	...	nubes entoldadas y viento
Leoncio Huaccha B.	Quelluacocha-Namora	3400	mucho	llueve menos	laguna casi se seca	más frío	ahora poco	...	no habia leña ni madera	ahora eucaliptos	...	bullas de sapos y ranas
Alfonso Taica M.	Carhuaquero-Huacataz-Baños	3550	mucho	llueve menos	ha disminuido	más calor	...	...	pajonales y chimchangos, tayancos, jovero y solo centeno	papas, ocas, ollucos y pastos	...	...
Francisco Cubas	Tual-Baños del Inca	3450	Si cambia	llueve menos	hay poco	...	...	...	pajonales, coñores y huangas	cebada, centeno, papas, ocas, ollucos	...	...

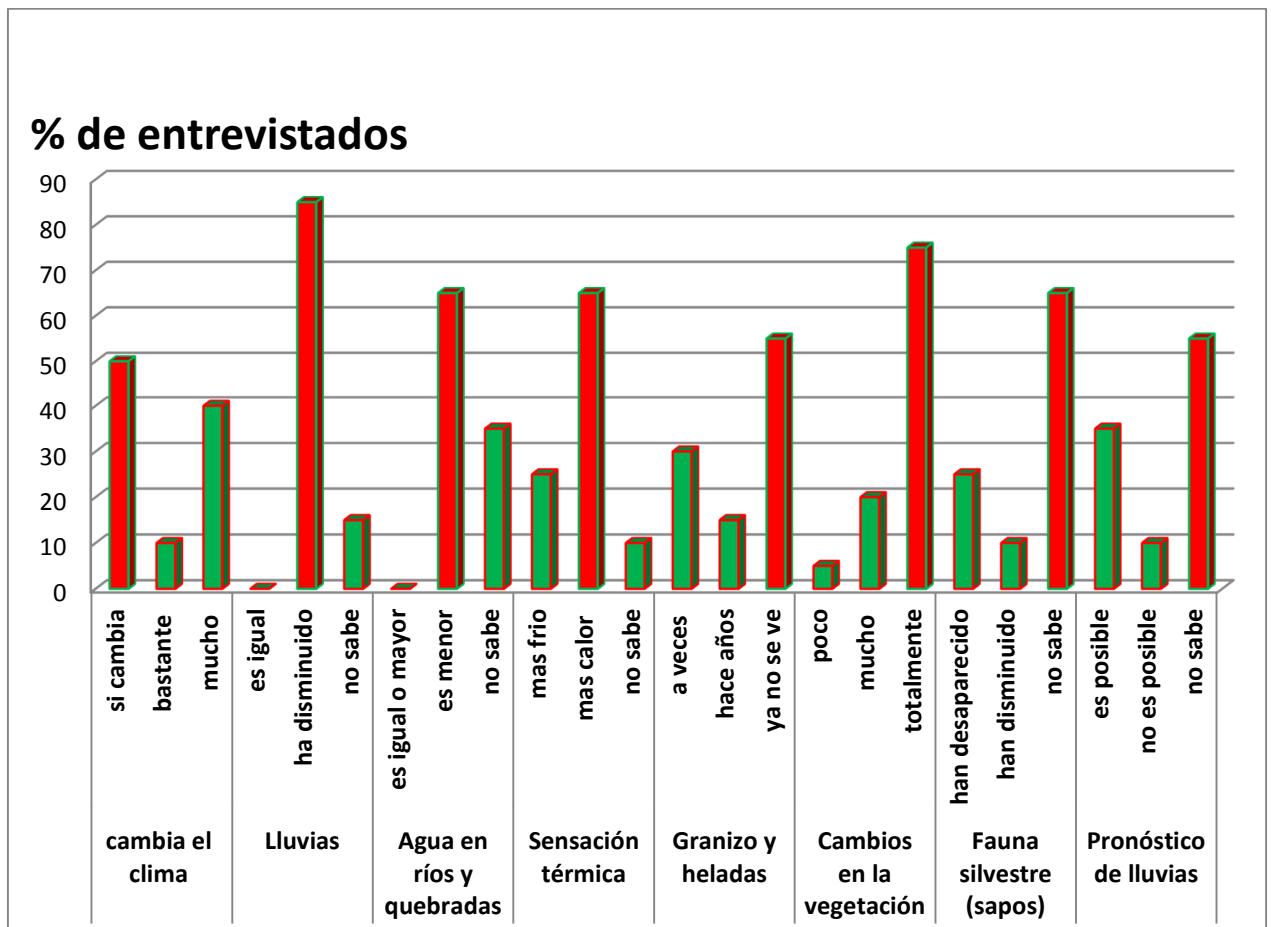
Tabla 11. Resultados en porcentaje de las encuestas realizadas.

Atributos	Niveles	%
cambia el clima	si cambia	50
	bastante	10
	mucho	40
Lluvias	es igual	0
	ha disminuido	85
	no sabe	15
Agua en ríos y quebradas	es igual o mayor	0
	es menor	65
	no sabe	35
Sensación térmica	mas frio	25
	más calor	65
	no sabe	10
Granizo y heladas	a veces	30
	hace años	15
	ya no se ve	55
Cambios en la vegetación	Poco	5
	mucho	20
	Totalmente	75
Fauna silvestre (sapos)	han desaparecido	25
	han disminuido	10
	no sabe	65
Pronóstico de lluvias	es posible	35
	no es posible	10
	no sabe	55

En la Tabla 11 y en el gráfico 15; se muestran los resultados de las encuestas realizadas en la cuenca del río Cajamarquino, referidas a la percepción que tienen los pobladores de la cuenca, referente al cambio climático y algunos eventos climáticos asociados a este posible cambio como son: la intensidad de las lluvias, la presencia de agua en ríos y quebradas, la sensación de frío o calor, la presencia de heladas y granizo, los cambios que se han producido en la vegetación, la existencia o no de ranas o sapos y si aún queda el saber tradicional de pronosticar si se presentaran lluvias. Con las respuestas recibidas se ha elaborado la tabla anterior donde se puede apreciar que el 100% de los encuestados manifiestan que si hay un cambio en el clima, el 85% establece que las lluvias han disminuido, un 65% dice que hay menos agua en ríos y quebradas, también el 65% considera que hay actualmente más calor que antes,

el 55% manifiesta que las heladas y granizadas ya no se ven, un 75 % manifiesta que hay un cambio total en la composición vegetal, hay un 25% de la población encuestada que dice que los “sapos” o “ranas” han desaparecido, y solo un 35% de los encuestados manifiestan que aún es posible pronosticar las lluvias.

Gráfico 15. Resultados de las encuestas realizadas referente al Cambio Climático en la Cuenca del río Cajamarquino



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalizado el presente estudio, se concluye que:

1. La temperatura es uno de los principales factores en la cuenca del río Cajamarquino que regula el clima, presenta poca variación durante el año, con valores más altos en los meses de verano y valores más bajos en los meses de invierno.
2. Existe un alto grado de asociación inversa, entre la altitud y la temperatura; es decir, que a medida que se incrementa la altitud, disminuye la temperatura y viceversa, encontrándose que el coeficiente de correlación “r” es negativo para los casos estudiados, sin embargo este valor es mayor (“r”=0.95) en el año 2009, comparando al valor (“r”=0.89) estimado en el año 1985.
3. El gradiente vertical de las temperaturas medias, encontrado para las condiciones de la cuenca del río Cajamarquino, era de 6.49 °C/Km. en el año 1985, y de 5.87 °C/km. para el año 2009, es decir en 25 años, se ha producido un cambio en el gradiente vertical de temperatura de 0.62 °C/Km. para la cuenca del Río Cajamarquino. lo cual nos permite estimar que en 100 años el cambio del gradiente de temperatura será de 2.48 °C/Km. en la cuenca en estudio; valor que se aproxima a las predicciones y escenarios climáticos estimados a nivel mundial.
4. En la Cuenca del río Cajamarquino, se han producido una serie de cambios tanto en la cobertura vegetal, crecimiento poblacional y las actividades entrópicas, además de presencia de un creciente parque automotor y algunas industrias

instaladas, que de algún modo han contribuido al efecto invernadero y calentamiento global.

5. Las isotermas determinadas y trazadas en el mapa, nos permiten planificar una zonificación de cultivos y especies forestales, considerando los grados de calor necesario que cada especie necesita para su crecimiento y producción.
6. Se evidencia un fenómeno interesante para la Cuenca del río Cajamarquino en cuanto a los valores de temperatura registrados, luego de los 25 años de estudio, apreciándose un ligero descenso de la temperatura en los lugares más bajos, y un considerable incremento de calor para los lugares más altos de la cuenca.
7. Los testimonios locales así como los hallazgos de registros de algunas especies arbustivas de las jalcas, solo sirven de complemento a la presente investigación, la misma que concluye que si existe un cambio climático en la cuenca del río Cajamarquino.

Finalmente, se recomienda lo siguiente:

1. Es necesario mejorar la red de estaciones meteorológicas en la cuenca del río Cajamarquino y establecerlas en los lugares que hace 25 años existían, para poder determinar con mejor precisión los cambios ocurridos e inclusive poder elaborar escenarios climáticos, muy útiles en la prevención de riesgos.
2. Hacer un estudio con las temperaturas mínimas, graficadas sobre un mapa de suelos, para poder identificar los lugares susceptibles a las heladas y los lugares planos donde se producen inversiones térmicas, por la acumulación de aire frío en las noches, que causa la pérdida de los cultivos.
3. Es necesario hacer un seguimiento a las colectas botánicas, en un número mayor, en el Herbario de la UNC y luego buscarlas en campo, para determinar con mejor

precisión un posible movimiento de las especies; que va estrechamente ligado al cambio de la temperatura en la cuenca y también a la presión y cambio de uso del suelo que en forma acelerada se está produciendo en la cuenca del río Cajamarquino.

4. Realizar un trabajo de investigación en conocimientos y saberes locales, referidos a la influencia de los fenómenos meteorológicos, en la producción de cosechas y crianza de animales, además de las predicciones del tiempo, considerando los vientos, posición de la luna, sonido de las aguas en las caídas, movimiento de las aves y de la fauna silvestre y otras formas de predicción muy ligadas al folclor mágico desarrollado por años en las comunidades rurales, conocimientos que se están perdiendo con las nuevas generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alva, E. 2011. Variaciones térmicas y pluviométricas como indicadores del cambio climático en el valle de Cajamarca. Tesis post grado. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 119 p.
2. Barry, RG; Chorley, RJ. 1999. *Atmósfera, tiempo y clima*. 2da edición. Omega, Barcelona. 395 p.
3. Bharali, S; Khan ML. 2011. Climate Change and its impact on biodiversity; some management options for mitigation in Arunachal Pradesh. *Current Science* 101(7): 855-860.
4. Bertrand, R; Lenoir, J; Piedallu, C; Riofrío-Dillon, G; Ruffray, P; Vidal, C; Pierrat, J-C; Gegout, J-C. 2011. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature* 479: 517-520.
5. Chen, I-C; Hill, JK; Ohlemüller, R; Roy, DB; Thomas, CD. 2011. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. *Science* 333 (6045): 1024-1026.
6. De La Cruz, J; Zorogastúa, P; Hijmans, R. 1999. *Atlas Digital de los Recursos Naturales de Cajamarca*. Documento de Trabajo N° 2. Centro Internacional de la Papa Lima 49 p.
7. Dewitte, B; Vazquez-Cuervo, J; Goubanova, K; Illig, S; Takahashi, K; Cambon, G; Purca, S; Correa, D; Gutierrez, D; Sifeddine, A; Ortlieb, L. 2012. Change in El Niño flavours over 1958–2008: Implications for the long-term trend of the up welling off Peru. *Deep-Sea Research* 2 (77-80): 143–156.

8. Engler, R; Randinw, CF; Thuillerz, W; Dullinger, S; Zimmermannk, NE; Araujo, MB; Pearman, P. *et al.* 2011. 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. *Global Change Biology* 17: 2330–2341.
9. Faisal, AM. 2008. *Climate Change and Phenology*. New Age, 3 March. Disponible en:
<http://www.undp.org.bd/library/publications/Phenology%20and%20Climate%20Change-UNDP.pdf>
10. Garduño, R. 2004. ¿Qué es el efecto invernadero? En: Martínez, J., Fernández, A. (Ed.). *Cambio climático: una visión desde México*. México: Instituto Nacional de Ecología. p.261.
11. Gosling, S; Warren, R; Arnell, N; Good, P; Caesar, J; Bernie, D; Lowe, JA; Linden, P; O’Hanley JR; Smith, SM. 2011. A review of recent developments in climate change. Part II: The global-scale impacts of climate change. *Progress in Physical Geography* 35(4) 443–464.
12. IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2001. *Cambio Climático 2001: Informe de Síntesis*. IPCC, Ginebra, Suiza. 101p.
13. IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2002. *Cambio Climático y Biodiversidad*. Documento Técnico V del IPCC. IPCC. 93p.
14. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B.

Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

15. Lenoir, J; Gégout, JC; Marquet, PA; Ruffray, P de; Brisse, HA. 2008. Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation during the 20th Century. *Science* 320(5884): 1768-1771.
16. Magaña, VO. 2004. El cambio climático global: comprender el problema. En: Martínez, J., Fernández, A. (Ed.). *Cambio climático: una visión desde México*. México: Instituto Nacional de Ecología. p.261.
17. Marengo, JA; Chou, SC; Kay, G; Alves, LM; Pesquero, JF; Soares, WR; Santos, DC; Lyra, AA; Sueiro, G; Betts, R; Chagas, DJ; Gomes, JL; Bustamante, JF; Tavares, P. 2012. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, Sao Francisco and the Paraná River basins. *Climate Dynamics* 38(9-10):1829–1848.
18. Marengo, JA; Ambrizzi, T; da Rocha, RP; Alves, LM; Cuadra, SV; Valverde, MC; Torres, RR; Santos, DC; Ferraz, SET. 2010. Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. *Climate Dynamics* 35(6):1089–1113.
19. Mark, BG; Bury, J; McKenzie, JM; French, A; Baraer, M. 2010. Climate Change and Tropical Andean Glacier Recession: Evaluating Hydrologic Changes and Livelihood Vulnerability in the Cordillera Blanca, Peru. *Annals of the Association of American Geographers* 100(4): 794–805.

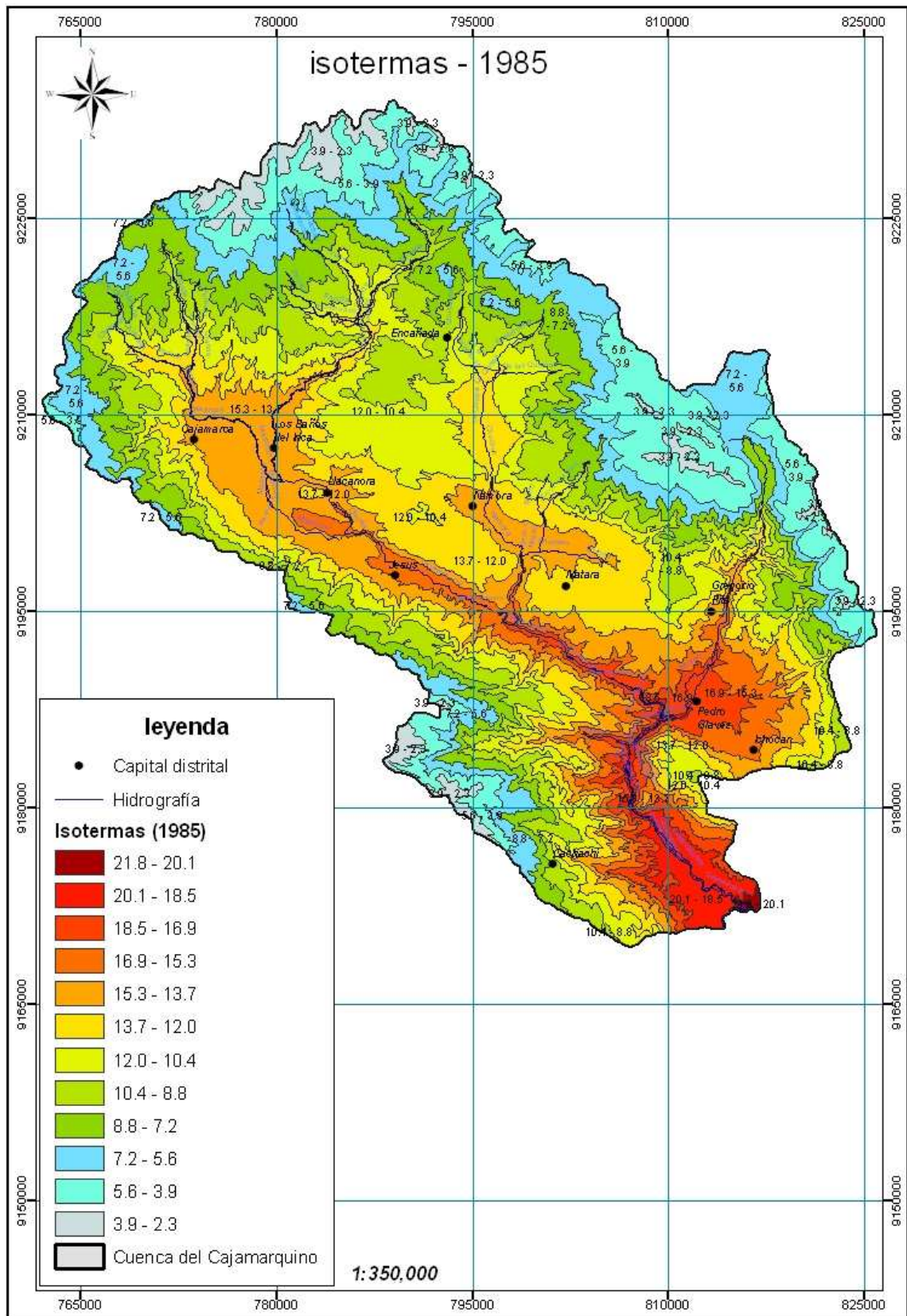
20. Martín, J. 1991. Mapas del tiempo: fundamentos, interpretación e imágenes de satélite. Oikos-Tau Vilassar de Mar, Barcelona. 170 p.
21. Martín, J; Olcina, J. 2001. Climas y tiempos de España. Alianza Editorial, Madrid. 170 p.
22. Mitchell, JFB; Manabe, S; Meleshko, V; Tokioka, T. 1990. Equilibrium Climate Change - and its Implications for the Future. In: Houghton, J.T., Jenkins, G.J. & J.J. Ephraums, editors. The Climatic Change. Scientific Assessment of the IPCC. Cambridge University Press; 1990. p. 131-164.
23. Nebel, J; Wriqth, R. 1999. Ciencias Ambientales: Ecología y Desarrollo Sostenible. 6ta edición. Editorial Prentice Hall, Madrid. 698 p.
24. Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37:637–669.
25. Parmesan, C; Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37–42.
26. Perez, C; Nicklin, C; Dangles, O; Vanek, S; Sherwood, S; Halloy, S; Garrett, K; Forbes, G. 2010. Climate change in the high Andes: implications and adaptation strategies for small-scale farmers. *The International Journal of Environment, Culture, Economic, and Social Sustainability* 6: 71-88.
27. Rinawati, F; Stein, K; Lindner, A. 2013. Climate Change Impacts on Biodiversity. *The Setting of a Lingering Global Crisis. Diversity* 5: 114-123.

28. Sánchez, S. 1985. Determinación preliminar de isotermas en la cuenca del río Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional De Cajamarca. 61 p.
29. Sargent, NA. 1988. Redistribution of the Canadian Boreal Forest under a Warmer Climate. *Climatological Bulletin* 22(3): 23-34.
30. Thomas, CD; Cameron, A; Green, RE; Bakkenes, M; Beaumont, LJ; Collingham, YC; Erasmus, BFN; Ferreira de Siqueira, M; Grainger, A; Hannah, L; Hughes, L; Huntley, B; van Jaarsveld, AS; Midgley, GF; Miles, L; Ortega-Huerta, MA; Peterson, AT; Phillips, OL; Williams, SDE. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
31. Torn, MS; Harte, J. 2006. Missing feedbacks, asymmetric uncertainties, and the underestimation of future warming, *Geophysical Research Letters* 33(L10): 703.
32. Torres, J; Gómez, A. (Ed). *Adaptación al cambio climático: de los ríos y los calores en los Andes. Experiencias de adaptación tecnológica en siete zonas rurales del Perú.* Lima: Soluciones Prácticas-ITDG; 2008. 1° Ed. 154p.
33. Vargas, P. 2009. *El Cambio Climático y sus efectos en el Perú. Serie de Documentos de Trabajo.* Lima, Peru. 59 p.
34. Vittoz, P; Bodin, J; Ungricht, S; Burga, CA; Walther, G-R. 2008. One century of vegetation change on Isla Persa, a nunatak in the Bernina massif in the Swiss Alps. *Journal of Vegetation Science* 19: 671-680.

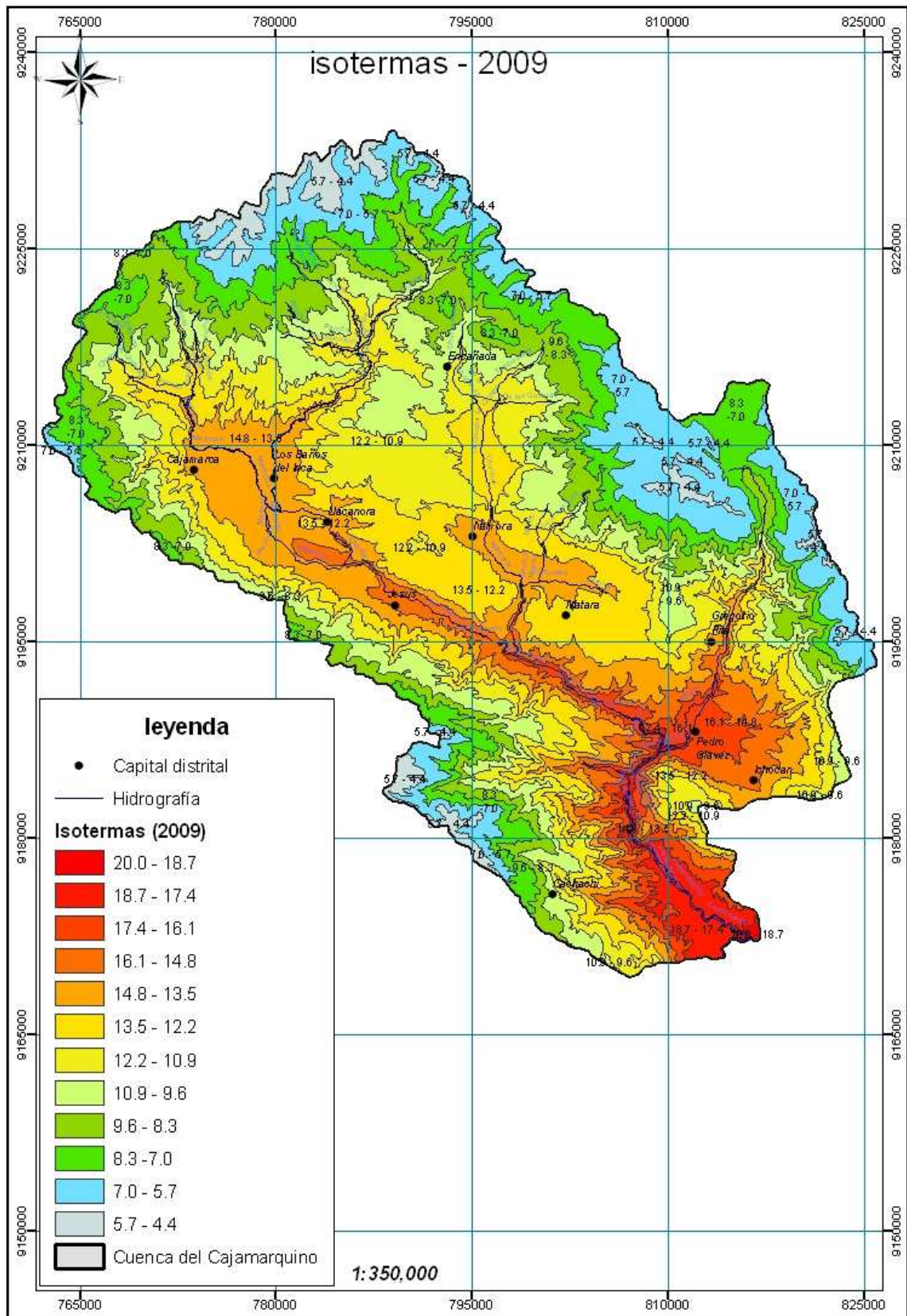
35. Watson, RT; Rodhe, H; Oeschger, H; Siegenthaler, U. 1990. Greenhouse Gases and Aerosols. In: Houghton, J.T., Jenkins, G.J. & J.J. Ephraums, editors. The Climatic Change. Scientific Assessment of the IPCC. Cambridge University Press. p. 1-40.
36. Woodall, CW; Oswalt, CM; Westfall, JA; Perry, CH; Nelson, MD; Finley, AO. 2009. An indicator of tree migration in forests of the eastern United States. *Forest Ecology and Management* 257 (): 1434–1444.

ANEXOS:

MAPA DE ISOTERMAS DEL AÑO 1985 CUENCA DEL RÍO CAJAMARQUINO



MAPA DE ISOTERMAS DEL AÑO 2009 CUENCA DEL RÍO CAJAMARQUINO



**ENCUESTA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, APLICADA MEDIANTE
ENTREVISTAS POR EL INVESTIGADOR EN LA ZONA RURAL DE LA CUENCA
DEL RÍO CAJAMARQUINO**

1. ¿Cómo se llama este caserío o el lugar donde nos encontramos?

2. ¿Cree usted que el clima ha cambiado en estos años?

Si no

Si la respuesta es afirmativa ¿Por qué? -----

3. Con respecto a las lluvias me puede decir si ¿en estos años llueve más o cree que antes llovía más?

4. Comparando con años anteriores cree que la cantidad de agua en los ríos y quebradas:

Es igual, hay más ha disminuido

5. En estos años ¿siente que hace más calor o hace más frío?

¿Porque? -----

6. ¿Se presenta el granizo en este lugar?

Si no

Si la respuesta es afirmativa, me podría decir si la cantidad de granizo que se observa hoy, es igual que antes -----

7. ¿Se presenta las heladas en este lugar?

Si no

Si la respuesta es afirmativa, podría decirme cuando (en qué mes) se presentan y si es igual que antes

8. Recuerda hace unos veinte o más años, ¿qué plantas habían en este lugar?

9. ¿Cómo se llaman las plantas que estamos viendo en este lugar?

10. ¿Qué animales silvestres o de monte recuerdas que había en este lugar?

Escuchas cantar a las ranas y/o sapos: si no

11. Mirando a las nubes, ¿me puedes decir si va a llover?

Si no

Si la respuesta es sí; ¿qué te indica que va a llover? -----

12. ¿Cuál es tu nombre completo? -----

¿Cuántos años tienes? ----- ¿podrías decirme el N° de tu DNI? -----

FUENTE: Elaboración propia