

ALCANCES SOBRE ALGUNOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FLORA ALTO ANDINA

Alfredo Tupayachi Herrera

147

RESUMEN

Los estudios sobre los antecedentes del efecto del cambio climático en la fitodiversidad alto andina en el Perú son escasos, debido quizás, a las dificultades que representan las grandes altitudes (3800-5370 msnm), que no hicieron posible desarrollar estudios y monitoreos estacionales y anuales prolongados que permitieran determinar con certeza científica los efectos del cambio climático sobre la flora nativa en el Sur Andino; o quizás se debió a la poca relevancia y objetividad con que se manifiestan los efectos del cambio y las adaptaciones de la flora silvestre a plazos mediatos. Sin embargo, los efectos adaptativos morfológicos y fisiológicos en la flora y vegetación que crece en ecosistemas superiores a los 4000 m, son evidentes.

Los resultados de nuestra investigación, desde 1989 hasta la fecha, permiten considerar efectos muy singulares en la morfología y fisiología de las plantas nativas, como respuesta a las condiciones climáticas cambiantes, en especial las referidas al retiro glacial y al incremento de la temperatura que condicionan el ascenso de la flora hacia las cimas montañosas.

Palabras clave: *Cambio climático, altos andes, retiro glacial, caracteres adaptativos, flora nativa.*

ABSTRACT

The papers refer to the effects of the climate change on the Peruvian High lands (Andes) phyto diversity are few, perhaps because of the difficulties on ascending to great altitudes (3800-5370 meters above sea level) in order to develop researches and stationary and yearly monitories which would enable to determine scientifically the effects of the climate change on the native flora in the South Andean region. Perhaps other reason is the little relevance and objectivity which the effects of the change and the adaptations of the wild flora are manifested in short term. Nevertheless the morphological and physiological adaptation effects are evident on the flora and vegetation that grow in ecosystems above 4000 masl. The results of our research since 1989 until nowadays enable us to consider singular effects on the morphology and physiology of the native plants as an answer to the climate change conditions, especially due to the glacial decreasing and temperature increasing that causes the ascension of the flora to the peaks.

Key words: *Climate Change, Peruvian High lands (Andes), glacier decreasing, adaptive characters, native flora.*

INTRODUCCIÓN

Cuando las primeras voces se alzaron informando de que el clima de la tierra empezaba a desequilibrarse por la acción del hombre, la mayoría de la comunidad científica respondió con la indiferencia o el más absoluto desprecio, tachando a los científicos involucrados de simples *alarmistas*. Posteriormente los hechos se fueron confirmando, aquellos primeros vaticinios sobre cambio climático empezaron a ser admitidos, aunque se seguía poniendo en duda la acción del hombre como desencadenante real del cambio.

Sin embargo, a partir de la década de los 90, la comunidad científica del mundo estuvo de acuerdo en que el clima global está completamente alterado a consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero que, entre otras consecuencias, incrementan la temperatura y alteran los patrones de precipitación, afectando la estacionalidad de los procesos biológicos, produciendo así una serie de resultados negativos en los aspectos biológicos, ecológicos, sociales y económicos en los ámbitos local, regional, nacional y global.

Según La Convención Marco de las Naciones Unidas acerca del Cambio Climático CMNUCC-1992, se nombra cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y afecta a todos los parámetros climáticos: la temperatura, la precipitación, la nubosidad, etc. Son reconocidos dos agentes de cambio, el primero debido a causas naturales, *Variabilidad Natural del Clima*, y el segundo a la acción de la humanidad, *Cambio Climático Antropogénico*.

La CMNUCC-1992, determina así el cambio climático antropogénico:

“Entendiéndose por cambio climático, un cambio atribuido directa e indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables”.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, IPCC-1996, integrado por un grupo de 2500 expertos de todo el mundo, designados por sus respectivos gobiernos en 1988, emitió su segundo informe a principios de 1996. Este concluía –por primera vez– que el calentamiento de la tierra es un hecho científico y que el balance de la evidencia sugiere que las actividades humanas serían la causa.

Según, Global Climate Change Information Programme (1997), “[...] un cambio discernible de influencia humana sobre el clima global ya se puede detectar entre las muchas variables naturales del clima”. Según el panel, la temperatura de la superficie terrestre ha aumentado aproximadamente en 0,6° C en el último siglo. Las emisiones de dióxido de carbono por quema de combustibles han aumentado a 6,25 mil millones de toneladas en 1996; por otro lado, 1996 fue uno de los 5 años más calurosos que existe en los registros desde 1866, y algunos científicos predicen que en el futuro serán aún más calientes.

La mayoría de los expertos están de acuerdo en que los humanos ejercemos un impacto directo sobre este proceso, generalmente conocido como *efecto invernadero*, producido por el incremento de gases como el dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua, el metano (CH₄) el óxido nitroso (NO_x) y el Ozono (O₃). Estos gases de invernadero absorben y re-emiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre y causando el aumento de temperatura.

Cerca de 2000 investigadores reunidos en Copenhague exhortaron a los dirigentes políticos del mundo a implementar de manera vigorosa las acciones económicas y tecnológicas disponibles para reducir las emisiones de gases de invernadero que atrapan el calor en la atmósfera. Esta información se dio al concluir las conferencias por parte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, IPCC. En diciembre de 2009, la ONU inició el diálogo sobre un nuevo tratado para preservar el clima mundial que sucedería al protocolo de Kyoto, que expira en el 2012 (ONU, 2009).

En la Presentación del Estudio Regional del Banco Mundial Sobre Cambio Climático (2009) Antonio Brack, manifestó:

“El Perú es particularmente vulnerable al cambio climático. El estudio recuerda que el Perú es uno de los 10 países con mayor biodiversidad en el mundo y su alta complejidad y riqueza ecológica le añade un riesgo adicional, debido a su propia sensibilidad ante los cambios repentinos, pues en sus ecosistemas habitan especies y floras que son únicas en el mundo. En los últimos 35 años, los glaciares del Perú se han reducido en 22 %, lo que conduce a su vez a la reducción del 12 % de agua fresca para la costa, donde vive aproximadamente el 60% de la población del país; la pérdida estimada de agua equivale a 7,000 millones de m³. Si no se toman desde ahora medidas apropiadas para enfrentar los

efectos del cambio climático, los glaciares y la nieve perpetua de la Cordillera de los Andes, se derretirán en los próximos 20 años, produciendo un impacto dramático en el suministro de agua, la agricultura, la generación de energía y el bienestar general de los peruanos”.

La región andina concentra el 95 % de los glaciares tropicales del mundo, cubriendo una superficie estimada hoy en 2,500 km². El 71 % de los mismos están ubicados en el Perú, el 22 % en Bolivia, el 4 % en Ecuador y el 3 % en Colombia. En los mismos se observa un franco proceso de retroceso atribuible al calentamiento global (IPCC, 1979).

El Perú está considerado como uno de los países más afectados por los cambios climáticos en el mundo, ubicado entre ambos trópicos y hogar del mayor número de glaciares tropicales en el mundo (H. Hennessy & Zapata, 2005). Los expertos predicen que todos los glaciares peruanos ubicados bajo los 5500 m de altura desaparecerán antes del año 2020 y que hasta la fecha ya se ha perdido el 22 % de las masas glaciares.

Algunas evidencias científicas del cambio climático en el Perú*

- Las montañas andinas peruanas han perdido por lo menos el 22 % de su superficie de hielo desde 1970 y el proceso va en franco aceleramiento.
- La superficie glaciaria del país se reduce de 2,041 km² a 1,595 km², lo cual significa una pérdida de 446 Km² en 27 años.
- La tasa anual de deforestación en la Amazonia Peruana en el período 1990 - 2000 fue de 1,500 km². Dicha cifra representa una pérdida de vegetación de más de 4 km² por día.
- En la Cordillera Blanca, donde se encuentra el 35 % de los glaciares peruanos, la superficie de hielo se redujo de 723 km² a 535 km² que representa una pérdida de 188 km².
- En los últimos 50 años, se ha perdido del 50 % del glaciar Coropuna, que irriga las pampas de Majes.
- La deglaciación ha causado la pérdida de agua que asciende a 7,000 millones de m³, que es equivalente al líquido que se consumiría en Lima en 10 años.
- La cobertura forestal del Perú en el año 1975 alcanzaba los 71,000 km², en el

2005, esta superficie se había reducido a 68,000 km².

- Las lluvias e inundaciones son cada vez más fuertes y frecuentes en el norte, oriente y centro del país.
- Las heladas son cada vez más fuertes y frecuentes en el sur del país.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

GENERAL

Identificar los efectos del cambio climático sobre la flora y vegetación de los Altos Andes del Sur Peruano.

ESPECÍFICOS

1. Demostrar las estrategias adaptativas de las especies frente al retiro glaciario.
2. Determinar los cambios morfológicos y fisiológicos en las especies como resultado del cambio climático.

HIPÓTESIS

Frente al cambio climático, la flora y vegetación de los altos Andes del Sur Peruano, responden con diversas estrategias de supervivencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación viene desarrollándose a partir del año 1989 a lo largo de la cadena montañosa de la Cordillera de Vilcanota, desde el complejo nevado del Apu *Ausangati*, 6384 msnm, situado en la provincia de Canchis, pasando por Quyllur Rit'i, Qulq'i Cruz, Illahuamán, Chicón, Pumawanka, hasta la Verónica o Wiq'iywillca, 5682 m, ubicada en Chillca -Ollantaytambo, provincia de Urubamba-. Las evaluaciones se realizan entre rangos altitudinales de 3900 - 4000 m hasta los 5000 - 5370 m, donde llega la línea culminal de la vegetación alto andina en el Sur Peruano.

Con este propósito se realizan numerosas exploraciones a las áreas alto andinas que corresponden al Valle Sagrado de los Incas, ubicando las montañas, colocando las señalizaciones y midiendo anualmente las áreas del retiro glaciario; de igual forma, evaluando y monitoreando la flora vascular ascendente a través del tiempo.

* En: <http://www.pucp.edu.pe/climasdecambio/index.php>

RESULTADOS

Los Altos Andes, como región geográfica, es un ecosistema extremadamente accidentado por ubicarse a lo largo de la Cordillera de los Andes, caracterizado por un clima frío y seco con intensas nevadas y hielo en invierno, lluvias en primavera y verano que incrementan su intensidad acorde a la gradiente altitudinal, mostrando las amplias concavidades montañosas de la cordillera siempre nubladas y lluviosas y un efecto de barrera que forman los picos nevados a uno y otro flanco. A estos factores, entre otros, se atribuirían la presencia de bosques de *Polylepis spp* en los Altos Andes de la Cordillera del Valle Sagrado y una abundante diversidad de flora y vegetación herbácea en ascenso, distribuida a lo largo del área de trabajo.

Los resultados de nuestras experiencias en los Altos Andes del Urubamba desde hace más de 20 años nos permite afirmar que el retiro de la nieve perpetua en promedio alcanza los 28 metros en las distintas marcas instaladas, dependiendo del espesor de las masas y características del substrato donde se hallan implantadas. Algunas masas considerables de nieve aisladas, remanentes de nieve continua de tiempos pasados, como por ejemplo las que existieron en los nevados de *Illa Waman*, –Águila Plateada– y *Pumawanka* –Lugar Sagrado del Puma– al Norte de Yucay y Urubamba, han desaparecido en menos de 15 años, quedando sólo escombros glaciares.

Otro ejemplo digno de mencionar es lo que ocurre en el *Apu Quyllur Rit'i* –Estrella resplandeciente– donde los peregrinos de las

Naciones Andinas del Sur del Perú y pobladores andinos de países vecinos, con sus danzantes *pabluchas* o *ukukos* extraían los bloques de nieve para llevar a sus lugares de origen el agua sagrada, como signo de fertilidad y productividad para sus tierras, ahora, conscientes del acelerado retroceso glaciar, los peregrinos sólo llevan agua en botellas. Este retiro no sólo se debe atribuir a causas del cambio climático, sino también a otros factores culturales como la práctica de reventar camaretazos y cohetones, que debido a sus ondas expansivas causan la desestabilización y fisuramiento en las masas de nieve, acelerando así su derretimiento (Tupayachi, A. 2006).

Consideramos que otro factor que coadyuva al descongelamiento glaciar son las partículas de las humaredas provocadas por las quemas en los valles interandinos sabaneros –*Yunkas*– que al ser llevadas por los vientos, se impregnan por millones en los glaciares. Estas diminutas partículas de ceniza captan las radiaciones solares irradiando a su alrededor el calor y, por tanto, aceleran el descongelamiento de la nieve por el efecto albedo, hecho que contribuye de sobremanera al retiro de los glaciares andinos (Tupayachi, A. 2006).

A consecuencia de tales sucesos, con incremento de temperatura, las plantas ascienden a las áreas dejadas por la nieve, en una sucesión dinámica estacional a través de áreas morrénicas y escombros rocosos recientes, siendo los pastos y otras plantas vasculares, premunidas de órganos especializados de propagación, las que colonizan a través de diversas estrategias, que se señalan a continuación.



Evidencia del retiro glaciar de Chicón, 2005.



Retiro glaciar en el nevado
Pamawanka, 2005. Foto A.
Tupayachi.

1. Crecimiento bajo la protección de los bolderes rocosos; es decir, muchas semillas que son transportadas por el viento en el sentido de la gradiente altitudinal, al chocar con las rocas caen bajo éstas, donde germinan y crecen protegidos de las adversidades climáticas extremas a grandes altitudes –4000 a 5370 msnm– como nevadas, granizadas y heladas. Este proceso se denomina efecto nodriza de las rocas, como se observa, por ejemplo, en las siguientes especies:
 - *Descurainia atrocarpa* *Brassicaceae*
(A.Gray) O. E. Schultz
 - *Chersedoma ovopedata* *Asteraceae*
(Cuatrecasas) Cuatrecasas
 - *Leucheria daucifolia* *Asteraceae*
(D.Don) Crisci
 - *Senecio candollii* (Weddell) *Asteraceae*
 - *Caiophora pentlandii* (Paxton) *Loasaceae*
G. Don ex Loudon
 - *Senecio nivalis* (H.B.K.) Cuatrecasas *Asteraceae*
2. Predominio de las hierbas de formas arroquetadas, con abundante pubescencia a nivel de todos los órganos como respuesta a las condiciones del excesivo frío y hielo. Los pelos amplían el área del ingreso del CO₂, impidiendo el congelamiento del agua existente en las plantas y, por consiguiente, evitando la muerte de los tejidos. Esta es una estrategia adaptativa muy singular en



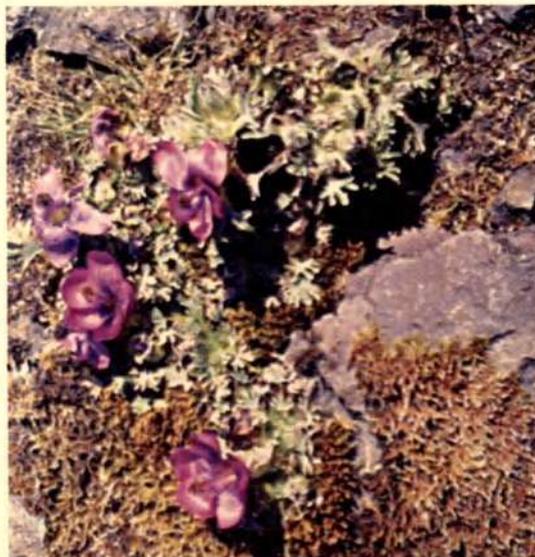
Plantas arroquetadas soportando
largos periodos de nieve.



Senecio nivalis (H.B.K.)
Cuatrecasas.

las plantas alto andinas. Algunas especies que identifican este carácter son las que a continuación se indican:

- *Nototriche condensata* (Baker F.) A.W. Hill *Malvaceae*
- *Nototriche flabellata* (Weddell) A.W.Hill *Malvaceae*
- *Nototriche longirostris* (Weddell) A.W. Hill *Malvaceae*
- *Nototriche cf. nigrescens* A.W.Hill *Malvaceae*
- *Nototriche cf. obtuse* A.W.Hill *Malvaceae*
- *Misbrookea strigosissima* (A.Gray) V.A Funk *Asteraceae*
- *Belloa piptolepis* (Weddell) Cabrera *Asteraceae*
- *Senecio canescens* (H.B.K.) Cuatrecasas *Asteraceae*
- *Senecio nivalis* (H.B.K.) Cuatrecasas *Asteraceae*
- *Chersedoma ovopedata* (Cuatrecasas) Cuatrecasas *Asteraceae*
- *Mniodes andina* (A.Gray) A.Gray ex Hook f.& A.B.Jack *Asteraceae*
- *Senecio evacoides* Schultz-Bip. *Asteraceae*



Nototriche nigrescens: especie pubescentes. (A. Tupayachi, 2004).

3. Muchas plantas de los Altos Andes presentan una fisonomía de porte almohadillado o pulviniformes para protegerse contra los factores climáticos negativos, por lo que se asocian numerosos individuos en una misma área formando masas compactas, hasta de tres metros de diámetro, con gran desarrollo de los órganos subterráneos, para la absorción de agua en las épocas desfavorables. Las especies que mejor caracterizan estos biotipos son:

- *Pycnophyllum molle* Remy *Caryophyllaceae*
- *Pycnophyllum tetrasticum* Remy *Caryophyllaceae*
- *Saxifraga magellanica* Poirret *Saxifragaceae*
- *Paronychia andina* A.Gray *Caryophyllaceae*
- *Mniodes andina* (A.Gray) A.Gray ex Hook f.& A.B.Jack *Asteraceae*
- *Novenia acaulis* (Benth & Hook f ex B.D.Jacks) S.E.Freire *Asteraceae*
- *Azorella compacta* Phil. *Apiaceae*
- *Azorella diapensioides* A. Gray *Apiaceae*



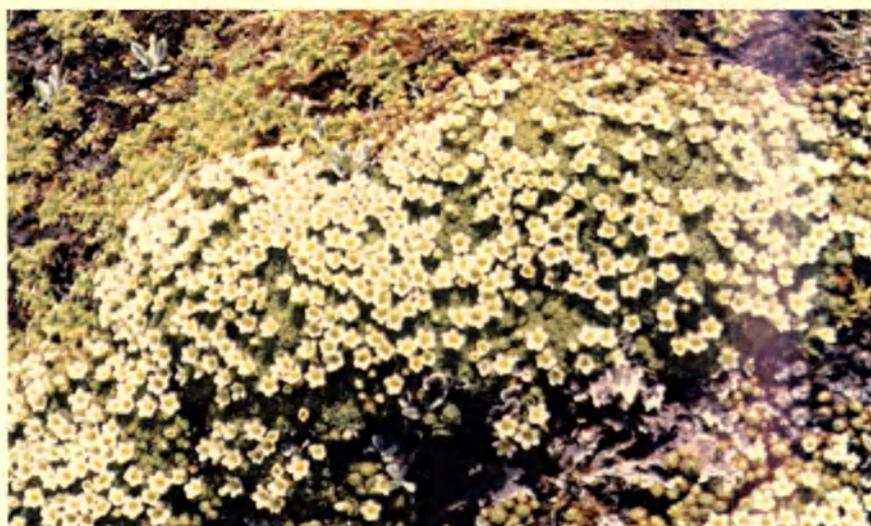
Senecio canescens (A.
Tupayachi, 2004).

Al respecto, estudiosos de la flora de alta montaña nos manifiestan que las especies adquieren rasgos peculiares como la poca elevación sobre el suelo, su profundo enraizamiento y gregarismo; caracteres que pueden designarse en conjunto como hipsofilia (Ancibor, 1980), definida como la adaptación de los organismos vegetales arrocetados y en cojines a la alta montaña para la economía del carbono, por baja presión parcial del CO₂, sumado a la baja temperatura y estación de crecimiento reducido a menos de seis meses (Halloy, 1982).

4. Varias especies pioneras que migran a los suelos crioturbados, ubicadas en la línea de nieve, ya sea apoyadas por especializaciones de sus estructuras reproductivas como pelos, vilanos o transportados por el viento,

ascienden cada vez más a formaciones morrénicas recientes, nuevos suelos formados por el retiro glaciar, aquí se han encontrado las siguientes especies:

- *Senecio bolivarianus* Cuatrecasas Asteraceae
- *Anthochloa lepidula* Nees & Meyen Poaceae
- *Raba criptantha* Hooker f. Brassicaceae
- *Valeriana nivalis* Weddell Valerianaceae
- *Valeriana coarctata* R. & P. Valerianaceae
- *Valeriana condamoana* Graebn. Valerianaceae
- *Arenaria serpens* Kunth Caryophyllaceae
- *Senecio nutans* Sch. Bip. Asteraceae
- *Ranunculus macropetalus* DC. Ranunculaceae
- *Calamagrostis (Deyeuxia) nitidula* Poaceae
(Pilg.) Rúgolo



Saxifraga magellanica.



Valeriana coarctata. Koyllur
Riv'i, 2005. Foto: A.
Tupayachi.

5. Pocas especies leñosas tienen tendencia al enanismo de sus formas en general, de hojas ericiformes, microfoliadas, hasta espinosas, tempranamente lignificadas con estrategias de crecimiento fisurícolas o alrededor de rocas, formando colchones vegetales o espalderas, como sucede con las siguientes:
- *Baccharis caespitosa* var. *alpina* Asteraceae
(Kunth) Cuatrecasa
 - *Astragalus peruviana* Vogel Fabaceae
 - *Ephedra rupestris* H & B. Ephedraceae
ex Willdenow
 - *Baccharis incarum* (Weddell) Asteraceae
Cuatrecasas
 - *Senecio evacooides* Schultz-Bip. Asteraceae
6. Muchas especies poseen estrategias de crecimiento entre las coladas y laderas rocosas –tundra rocosa– aprovechando la protección y el calor recibido por las rocas durante el día y la irradiación durante la noche. Las coladas, residuos del descongelamiento glaciar, constituyen micro-hábitats que permiten el crecimiento de especies como las siguientes.
- *Xenophyllum dactylophyllum* Asteraceae
(Sch. Bip.) V.A. Funk
 - *Xenophyllum digitatum* Asteraceae
(Weddell) V.A. Funk
 - *Xenophyllum humile* Asteraceae
(Kunth) V.A. Funk



Saxifraga magellanica



Senecio bolivianus, sp. Primera
en morrenas recientes. A.
Tupayachi, 2004.

- *Xenophyllum rosei* Asteraceae
(R.E.Fr.)V.A.Funk
 - *Senecio trifurcifolius* Hieron Asteraceae
 - *Ranunculus macropetalus* DC. Ranunculaceae
 - *Senecio comosus* var. *culcitioides* Asteraceae
(Schutz-Bip.) Cabrera
 - *Senecio rhizomatus* Rugby Asteraceae
 - *Senecio serratifolius* Asteraceae
(Meyen & Walpers) Cuatrecas
 - *Senecio hyoseridifolius* Weddell Asteraceae
7. Las plantas alto andinas generalmente presentan flores de colores que varían entre el azul, violeta, rosado y amarillo, por la concentración de pigmentos antocianicos

que permiten la atracción de insectos especializados para la polinización, en una relación de coevolución; además poseen mayor capacidad de absorción de las radiaciones ultravioletas.

8. Un efecto del cambio climático en los Altos Andes es la alteración de los ciclos de lluvia, en particular la disminución de los volúmenes pluviales por año. Esto condiciona alteraciones en los ciclos biológicos de las plantas que adelantan o retrasan su fenología floral, así como también en los eventos de fructificación y semillación, alterando la composición de las comunidades vegetales en estos ecosistemas.



Baccharis alpina, formando
espalderas.



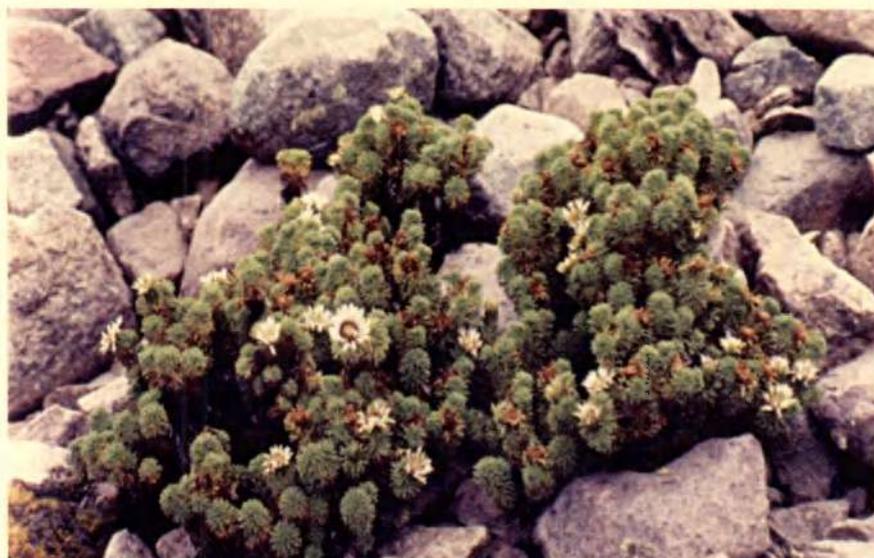
Plantas pioneras en las coladas rocosas en Cordillera de Vilcanota, 2007.

9. En los herbazales se puede advertir el desplazamiento de especies herbáceas y pastos, debido a la presencia agresiva de una Cyperaceae (*Trichophorum rigidum*), que adquiere considerable cobertura en suelos secos y poco profundos y que a través del tiempo puede causar la desaparición de muchas especies por asfixia del espacio vital.
10. Como consecuencia del cambio climático se están generando escenarios de *extinción local* por la desaparición rápida del agua proveniente de las lenguas de nieve que al derretirse causan condiciones extremas de sequedad, altas temperaturas que, agravadas por las heladas y fragmentación del ecosistema, son las causantes de la

desaparición de muchas especies vasculares ascendentes a las cimas montañosas.

CONCLUSIONES

1. Los Altos Andes del Sur del Perú están identificados como una de las áreas más vulnerables al cambio climático.
2. Las cumbres nevadas de los Andes Tropicales del Perú se encuentran en un franco retroceso, habiendo perdido el 22 % de las masas de nieve perpetua y a nivel local, en la cordillera de Urubamba, en 20 años, el retiro longitudinal es de 28 m en promedio.
3. Los Altos Andes del Sur del Perú poseen una alta Fito diversidad poco estudiada, con endemismos sobresalientes de especies



Xenophyllum digitatum (tundra rocosa) Cord. Vilcanota: A. Tipayachi.



Perezia coerulea. (Asteraceae) A. T. 2009.

vasculares adaptadas en condiciones de máxima altura y que requieren ser evaluadas antes de su extinción.

4. Se desarrolla un fuerte efecto del cambio climático sobre la flora y vegetación alto andina que se manifiesta en una serie de estrategias adaptativas de supervivencia, tanto en sus aspectos morfológicos como fisiológicos, frente a factores climáticos extremos, tales como la supervivencia bajo el efecto nodriza de las rocas; el incremento

de la superficie de absorción de los gases por la pubescencia generalizada que no permite la muerte por congelamiento; el porte pulvinado y almohadillado de las plantas para protegerse de los factores adversos y su enraizamiento profundo; las formas leñosas completamente compactadas y fisurícolas, con modificaciones foliares ericiformes y tempranamente lignificadas; el crecimiento al amparo de las coladas rocosas y la tundra rocosa; la coloración de las flores con concentración de pigmentos antocianicos y alta absorción de las radiaciones UV, relacionados con la coevolución planta-insectos, y la adaptación de los ciclos biológicos a las alteraciones pluviales y otros.

5. De los estudios en avanzada se observa que las familias de las Asteraceas, Valerianaceas, Poaceas y Malváceas son las que mejor se vienen adaptando al cambio; posiblemente por ser las familias más avanzadas evolutivamente en los Andes.
6. En estas circunstancias lo que presumimos que va ocurrir es un desfase entre los cambios y la capacidad de adaptación de la flora y la vegetación, hecho que posiblemente sería la causa de la desaparición de numerosas especies endémicas y tipos de vegetación que afectarían la biodiversidad en los Altos Andes que, sumada al incremento de la temperatura, la erosión de los suelos y el sobrepastoreo de animales introducidos, acrecentarían aún más la galopante desertización en el Sur del Perú.



Werneria sp. (Asteraceae) A. Tupayachi, 2009.

BIBLIOGRAFÍA**ANCIBOR, E.**

1980. "Estudio Anatómico de la Vegetación de la Puma de Jujuy II. Anatomía de las Plantas en Cogín". En: Bol. Soc. Arg. Bot. 26,175-202, Buenos Aires.

BANCO MUNDIAL

- 2009 *Presentación del Estudio Regional del Banco Mundial Sobre Cambio Climático: Desarrollo con menos carbono*. Lima, ALAC.

BRACK, Antonio

- 2009 *Conferencia sobre Biodiversidad y Cambio Climático en el marco de la Presentación del Estudio Regional del Banco Mundial sobre Cambio Climático: Desarrollo con menos carbono*. Lima, ALAC.

CAMBIO CLIMÁTICO

- 2007 *Informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, IPCC*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUMA, Comisión Europea del Medio Ambiente.

CMNUCC

- 1992 *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Nueva York.

EXPEDITION GLORIA PROGRAM

- 2005 *Check list of Plants Expedición Cordillera de Vilcanota, Sibinacocho*, Cusco.

GLOBAL CLIMATE CHANGE INFORMATION PROGRAMME, GCCIP

- 1997 *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*.

HALLOY, Stephan

- 1981 "Algunos Datos Ecológicos para *Nototriche Caesia* Hill. Malvacea Alto Andina en las Cumbres Calchaquíes, Tucumán". En: Lillona, XXXVI, 1, 1983. Fundación Miguel Lillo y Facultad de Ciencias Naturales de Tucumán, Tucumán.

HEILPRIN, John

- 2009 *Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático*. Vocero Oficial de la ONU, Copenhague.

TUPAYACHI, Alfredo

- 2004 *Evaluación de los Bosques Alto Andinos de *Polylepis* spp. Rosaceae del Valle Sagrado de los Inkas, para una Propuesta de Área de Conservación Regional, ACR*. Cuzco, UNSAAC. Tesis Maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco.
- 2005 "Flora de la Cordillera de Vilcanota". En: Revista Arnaldoa, 12 (1-2), 126-144. Trujillo. Facultad de Ciencias Biológicas, Área de Biología Vegetal, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco.
- 2007 "Retroceso Glaciar y Ascenso de la Vegetación en los Altos Andes del Sur de Perú". En: Cantua, Revista de Ciencias Biológicas 13:26-29, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco.
- 2008 "Los Bosques de *Polylepis* spp. de la Cordillera de Vilcanota: Diversidad y Servicios Ambientales". En: Revista Universitaria No.140: 39-47 UNSAAC. Cuzco. <http://www.pucp.edu.pe/climasdecambio/index.php>