

Copahue:

La Ciencia, Lo Mágico y El Arte de Curar

Miria Teresita Baschini, Albano Marcos Chavero, Eleana Noemí Cerda, Patricia Alejandra Chiacchiarini, Elsa Susana Costallat, Daiana Evelyn Gamboa, María Alejandra Giaveno, Nicolás Gurnik, Teresa Laura Lavalle, Alicia Lonac, Gisela Roxana Pettinari, María Eugenia Roca Jalil, Micaela Andrea Sánchez, Carlos Orlando Soria, María Lorena Vela.

NEUQUÉN, 2018

Copahue : La Ciencia, Lo Mágico y El Arte de Curar / Carlos Orlando Soria ... [et al.] ; editado por Carlos Orlando Soria ; María Lorena Vela ; María Eugenia Roca Jalil ; fotografías de Luis Amaolo ... [et al.] ; prólogo de Francisco Maraver Eyzaguirre. - 1a ed ilustrada. - Neuquén : Carlos Orlando Soria, 2018. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-783-027-9

1. Hidroterapia. 2. Medicinas Alternativas. I. Soria, Carlos Orlando II. Soria, Carlos Orlando, ed. III. Vela, María Lorena, ed. IV. Roca Jalil, María Eugenia, ed. V. Amaolo, Luis, fot. VI. Maraver Eyzaguirre, Francisco, prolog.

CDD 615.853

188 p. ; 21 x 15 cm.

Nota de los editores: Se incluye el isbn de la versión electrónica estando el de la versión impresa en trámite, sólo a los efectos de impresión provisoria y distribución gratuita. Carlos Orlando Soria, María Eugenia Roca Jalil y María Lorena Vela

Fotos de portada e interiores: Prensa Termas del Neuquén.

Fotografías interiores de: Luis Amaolo, Efraín Dávila, Miguel Jara, Carolina Montero, Nicolás Gurnik y Fabián Ceballos.

Este libro puede descargarse en forma gratuita del Repositorio Relibro, Universidad Nacional del Comahue.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio, sin el permiso expreso de los editores.

Impreso en Argentina - Printed in Argentine.

Dedicatoria

A quienes construyeron y construyen, a quienes resguardan la historia, lo mágico y el poder curativo de Copahue para el disfrute de todos los que estamos y los que vendrán.

A quienes aportaron materiales, opiniones, investigaciones, historia, que enriquecieron y sostuvieron el proceso de escritura

Autores

Miria Teresita Baschini
Albano Chavero
Eleana Cerda
Patricia Alejandra Chiacchiarini
Elsa Susana Costallat
Daiana Evelyn Gamboa
María Alejandra Giaveno
Nicolás Gurnik
Teresa Laura Lavalle
Alicia Lonac
Gisela Roxana Pettinari
María Eugenia Roca Jalil
Micaela Andrea Sánchez
Carlos Orlando Soria
María Lorena Vela



Copahue - 2019



Copahue - 1974

Agradecimientos

Los autores y editores de este libro queremos expresar nuestro agradecimiento a las personas e instituciones que han contribuido para que su realización sea posible:

Al Sr. Gobernador de la Provincia del Neuquén, Cr. Omar Gutiérrez.

A la Sra. Diputada Nacional Alma Sapag.

A la Ministra de Turismo, Lic. Marisa Focarazzo .

Al Rector de la U.N. del Comahue, Lic. Gustavo Crisafulli, y autoridades de FAIN y PROBIEN.

Al Directorio y equipo del Ente Provincial de Termas del Neuquén.

Índice general

	Página
Prólogo	ix
1 ¿Turismo salud en lugares sagrados y mágicos?	
A. Lonac	1
1.1 ¿Qué se entiende por turismo salud, y cómo se asocia al bienestar?	1
1.2 ¿Cómo surge el vínculo del hombre con su curación a través de las aguas termales?	2
1.3 ¿Cómo acceder al destino turístico Caviahue Copahue?	5
1.4 ¿Cómo interpretar el paisaje del lugar?	9
1.5 ¿Y con respecto a la Toponimia?	11
1.6 ¿Cuáles fueron los primeros registros históricos de sus habitantes y visitantes? ¿Cómo era antes el lugar y qué se ha conservado desde entonces? . . .	12
1.7 ¿Cómo es hoy el destino turístico Caviahue-Copahue?	17
1.8 ¿Qué otras experiencias turísticas podemos vivenciar en el destino?	18
1.9 ¿Cuál será nuestro legado?	23
2 Fangos de Copahue: Una visión desde la ciencia	
M. Baschini, C. Soria, G. Pettinari, E. Gamboa, M. Sánchez y M. E. Roca Jalil	25
2.1 Introducción	25
2.2 Fangos, peloides, barros: Fangoterapia.	26
2.3 Fangos de Copahue	27
2.4 Composición de los fangos de Copahue.	32

2.4.1	Composición de acuerdo al tamaño de las partículas.	32
2.4.2	Componentes en minerales	35
2.4.3	Color	37
2.4.4	Olor	40
2.4.5	Plasticidad	40
2.4.6	Capacidad adsorbente y de intercambio de iones	40
2.4.7	Comportamiento térmico	43
2.5	Una mirada integral sobre los fangos de Copahue .	45
2.6	A modo de conclusión	45
2.7	Agradecimientos	47

3 La magia de la vida en un ambiente extremo

T. L. Lavalle, P. A. Chiacchiarini y M. A. Giaveno	49	
3.1	Introducción	49
3.2	¿Qué aplicaciones tienen los microorganismos extremófilos que habitan lugares incompatibles con la vida humana?	52
3.3	¿Qué tipo de ensayos se realizaron y cuáles fueron los principales logros alcanzados en el marco de los proyectos de investigación que hemos realizado en el sistema geotermal del volcán Copahue? . . .	53
3.3.1	Análisis fisicoquímicos	53
3.3.2	Caracterización microbiana	54
3.4	¿Qué tipo de aplicaciones biotecnológicas se ensayaron con los microorganismos aislados del sistema geotermal del volcán Copahue?	70
3.4.1	Biolixivación y biooxidación de minerales regionales.	70
3.4.2	Biorremediación.	72
3.5	Conclusiones	74

4	El Agua: su Magia y el Arte de Curar de Copahue	
	M. L. Vela	75
4.1	¿Cuál es la magia de esta especie químicamente peculiar con propiedades físicas también anómalas?	
	76
4.2	Y después de explicar esto, ¿qué es lo que hace tan especial al agua?	76
4.3	¿Y el agua dónde se fabrica?	79
4.4	¿Todas las gotas de agua son iguales?	80
4.5	Las curas termales y el agua mineromedicinal	82
4.6	Las aguas mineromedicinales tienen nombre y apellido	84
	4.6.1 Según su temperatura:	84
	4.6.2 Según su mineralización total:	85
	4.6.3 Según el pH	85
	4.6.4 Según su contenido de minerales: aniónico y catiónico	86
4.7	Y los manantiales de Copahue ¿qué muestran en sus análisis químicos?	87
4.8	¿Y cada mineral para qué sirve?	93
5	El arte de curarse en movimiento: Kinesiología y reacondicionamiento físico en un centro termal	
	E. N. Cerda, A. M. Chavero y M. L. Vela	97
5.1	Agentes Físicos Terapéuticos	97
5.2	El papel de la Kinesiología en los centros termales	98
5.3	Las unidades de Kinesiología como promotoras de la salud y de prevención de la enfermedad	100
5.4	Terapia Física y Rehabilitación	102
5.5	Papel del ejercicio físico terapéutico en los Centros Termales	105
	5.5.1 Ejercicio físico terapéutico en el medio acuoso	106

5.5.2	Ejercicio físico terapéutico en el medio terrestre	110
5.6	Unidad de Rehabilitación y Reacondicionamiento Físico del Centro Termal Copahue	112
5.6.1	Tratamiento respiratorio	113
5.6.2	Tratamiento de rehabilitación	114
5.6.3	Tratamiento preventivo	116
6	Copahue en la piel	
	E. S. Costallat	117
6.1	Nuevas tendencias: cosmética natura	117
6.2	¿Qué es la Dermocosmiatría Termal?	117
6.3	Acciones y Mecanismos de las aguas termales y sus derivados en terapia dermatológica	118
6.4	Indicaciones cosmiátricas de los productos termales	121
6.5	El equipo de Cosmiatría Termal en Copahue	121
6.6	¿Cuáles son los tratamientos disponibles?	122
6.6.1	Tratamientos Faciales:	122
6.6.2	Tratamientos Capilares	123
6.6.3	Tratamiento Corporales	123
6.7	El futuro de Copahue en la piel	125
7	Copahue: La Ciencia, Lo Mágico y El Arte de Curar	
	N. Gurnik	127
7.1	Introducción	127
7.2	Ubicación.	130
7.3	Un poco de historia.	131
7.4	Complejo Termal de Copahue y sus recursos. . . .	136
7.4.1	Complejo de balneoterapia.	138
7.4.2	Baños externos.	142
7.5	Lagunas	148
7.5.1	Laguna Verde	148
7.5.2	Laguna Sulfurosa	150

7.5.3	Laguna del Chancho	151
7.6	Fangoterapia	153
7.7	Aguas de bebida o terapias hidropínicas	155
7.7.1	Agua de Copahue o Vichy	156
7.7.2	Agua del Mate	157
7.7.3	Agua Sulfurosa	157
7.7.4	Agua del Limón	158
7.7.5	Agua de Volcán	158
7.7.6	Agua Ferruginosa	159
7.8	Estadía termal	160
	Bibliografía general	163

Prólogo

El libro que el lector tiene en sus manos es fruto de la realidad actual que vive Copahue. Sus numerosos autores son Profesores de reconocido prestigio de la Universidad del Comahue y Profesionales expertos vinculados a las Termas. Está organizado en siete capítulos a los que se añadió una bibliografía general y una rica iconografía que hacen muy amena su lectura.

El primer capítulo está escrito por Alicia Lonac, Profesora de Planificación y Gestión Turística de la Facultad de Turismo de la Universidad del Comahue. Aborda Copahue como enclave de Turismo de Salud, pero también, como lugar sagrado y mágico. Lo que implica tener “gran respeto por los poderes de la naturaleza” y obliga a contribuir a la protección del legado que nos dejaron nuestros ancestros.

Del segundo capítulo se ocupa el equipo de la Prof. Miria Baschini de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Comahue. Baschini, referente internacional de su disciplina, se ocupa de uno de los recursos terapéuticos más importantes de Copahue, sus Fangos. Estudia su composición de acuerdo al tamaño de partículas, componentes minerales, color, olor, plasticidad, intercambio iónico y comportamiento térmico.

El tercer capítulo trata del estudio de microorganismos extremófilos (identificación y caracterización) en el sistema geotermal del volcán Copahue; éstos comparten hábitat extremo en condiciones ácidas y en un variado rango de temperaturas. Así como las aplicaciones biotecnológicas ensayadas con los microorganismos aislados del sistema, realizado por la Prof. María Alejandra Giaveno y su equipo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Comahue.

Los capítulos cuarto y quinto han corrido a cargo de la Dra. María Lorena Vela, Directora Provincial de Medicina Termal. En el primero, se ocupa del recurso fundamental, las

aguas: origen, clasificaciones, características de los diferentes manantiales y acciones; y en el segundo, con la colaboración de su equipo, de la importancia de la Kinesiología en un Centro Termal. Programas terapéuticos: cinesiterapia, crioterapia, termoterapia, electroterapia y ultrasonoterapia, magnetoterapia, masoterapia, hidrocinesiterapia y terapia acuática (halliwick, bad ragaz, aichi...). Mención aparte merece el ejercicio acuático terapéutico que en el caso de Copahue, se desarrolla en el marco incomparable de la Laguna Verde. Y acaba, por último, con las indicaciones de los distintos tratamientos del Centro.

El capítulo sexto, se ocupa de la piel, tanto desde el punto de vista de la dermatología como de la cosmética. Lo desarrolla Elsa Susana Costallat, Directora de Cosmiatría y Estética. No en balde Copahue cuenta desde los años noventa del siglo pasado con una Unidad de Dermatología que aprovecha no sólo los recursos: aguas, barros y algas, sino también las condiciones climáticas excepcionales para estas patologías.

El autor del último capítulo, el séptimo, es el Dr. Nicolás Gurnick, Director Provincial de Medicina y Kinesiología Termal, que tras una deliciosa introducción intimista, describe la ubicación y, tras una pincelada histórica, detalla detenidamente el Complejo Termal y sus recursos, las lagunas, así como la fangoterapia y la cura hidropínica.

Por otra parte, después de mi reciente visita, el pasado mes de noviembre, estoy en condiciones de afirmar el momento singular que vive Neuquén, en su determinación para posicionarse como Provincia Termal, desde una triple vertiente: primera, de desarrollo del Turismo de Bienestar y Salud, sirva de ejemplo, la oferta Termas y Nieve, que ha permitido abrir casi todo el año las instalaciones; segunda, de desarrollo Deportivo-Competitivo, posicionando las Termas como centros de entrenamiento en altura; y tercera, de tipo Científico-Académico, facilitando la investigación, publicación y divulgación científica, así como

adquiriendo compromisos tales como la organización de las Jornadas de Divulgación Científica de Hidrología Médica y Termalismo, en marzo de 2018 o del VI Congreso Iberoamericano de Peloides, en marzo de 2019.

En el área provincial de Termas, se ha formado un equipo joven, cohesionado, ilusionado, competente e involucrado en los objetivos generales de la Institución. Cuenta con el respaldo inequívoco de las Autoridades Gubernamentales de la Provincia, y además, ha establecido estrechas relaciones con la Universidad Nacional del Comahue, plasmadas en convenio específico de colaboración.

Sin lugar a dudas, desde el punto de vista de la salud, Copahue es el Centro Termal más importante de toda América Latina y con todas estas iniciativas vive una coyuntura de auténtica madurez y consolidación que, estoy seguro, trascenderá tanto a nivel nacional como internacional.

Este libro es una de ellas, y será de lectura obligada para todo aquel que quiera familiarizarse con el tema, con la seguridad de que no defraudará su lectura.

Madrid, 20 de diciembre de 2017
Francisco Maraver Eyzaguirre

1. ¿Turismo salud en lugares sagrados y mágicos?

A. Lonac

A manera de introducción a este capítulo es necesario definir

1.1 ¿Qué se entiende por turismo salud, y cómo se asocia al bienestar?

*“El turismo salud constituye la modalidad de turismo cuya motivación principal es el cuidado del cuerpo ya sea por motivos de salud, o simplemente por el deseo de mejora física, pudiendo estar combinado con otras motivaciones (animación, descanso, gastronomía, naturaleza)”.*¹

A su vez, dicha modalidad se divide en dos subproductos:

- Turismo Termal: modalidad que “consiste en el desplazamiento de turistas hacia centros de aguas termales con fines curativos, preventivos o simplemente recuperación de hábitos saludables, ruptura de la rutina y reducción del estrés”.
- Medicina, Salud y Belleza: se define a aquel viaje en el cual la “principal motivación es el aprovechamiento de los últimos adelantos tecnológicos relacionados con la medicina y la estética y contempla la realización de tratamientos de rehabilitación, fertilización y belleza, consultas e intervenciones quirúrgicas, entre otras.” (Turismo Médico).

MSc. Alicia Lonac - Profesora de Planificación y Gestión Turística, Facultad de Turismo, U. N. del Comahue, Neuquén, Argentina.

alicelonac@gmail.com

¹ Plan Federal Estratégico de Turismo Sustentable Argentina 2016 (PFETS)

Más acotado, el Turismo de Bienestar y Termal es apto tanto para personas sanas que necesitan relax como para personas que presentan síntomas de diversas afecciones, tales como problemas respiratorios, enfermedades de la piel, trastornos locomotores, circulatorios, digestivos, tratamientos estéticos, que se aplican en importantes centros de rehabilitación con profesionales expertos en cada área. Los baños termales hace algunos años que están reconocidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un método válido para el tratamiento de diversas afecciones. En nuestro país las aguas termales están clasificadas según estudios físicoquímicos realizados por el Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas (INCyTH).

1.2 ¿Cómo surge el vínculo del hombre con su curación a través de las aguas termales?

Desde siempre, los mundos de lo sagrado y lo religioso han hallado en el agua un estímulo importante para la veneración. El agua está presente en los mitos de casi todas las culturas, mayormente como factor purificante pero también con un alto contenido curativo y/o protector.²

Según Encarnación Oró Fernández,³ el hombre ha vinculado las curaciones de su cuerpo y su alma con los poderes mágicos del agua desde la antigüedad. Es así que las aguas termales y los sitios de donde emanan, históricamente se han considerado como lugares para la curación. También tuvieron un carácter religioso y dioses asociados con el culto de las aguas.

² A. Egea Vivancos. «Agua sagrada y agua ritual en los cultos urbanos y suburbanos de Çarthago Nova"». En: *Gerión. Revista de Historia Antigua* 30 (2012), págs. 219-242.

³ E. Oró Fernández. «El balneario romano: aspectos médicos, funcionales y religiosos.» En: *Antig. Crist. (Murcia)* 13 (1996), págs. 23-151.

Casi todos los pueblos de la antigüedad conocieron las virtudes terapéuticas y curativas de las aguas termales, haciendo uso regular del baño y como remedio para los males que los aquejaban físicamente. Por otro lado, la práctica de los baños con carácter recreativo, preservativo y medicinal se extendió de Grecia a Roma, superando estos últimos a los griegos en el empleo de las aguas minerales en los enfermos al construir baños alrededor de las fuentes termales. La afluencia a estos balnearios en tiempos de los romanos fue muy grande, y las motivaciones de los usuarios se relacionaban con el alivio de enfermedades y el placer. Cabe mencionar también que desde la oferta construida para responder esas motivaciones, se perseguían beneficios económicos dado que eran más productivos que los campos cultivados.

Asimismo, los romanos expandieron esta modalidad a los países que conquistaron, extendiendo a los mismos sus costumbres de uso de las aguas termales. Sin embargo, cabe aclarar que los pueblos indígenas hacían uso de estas aguas con anterioridad a la presencia romana. Como antecedente del turismo salud se puede decir que la hospitalización de los extranjeros que acudían a las termas fue un negocio floreciente. Según Bonnard,⁴ existían hoteles para los visitantes a fin de ofrecerles hospitalidad, y en temporada alta era difícil hallar alojamiento. Contaban con instalaciones de piscinas, baños, estufas, salas de masajes y ejercicios que podrían atender hasta 3.000 personas en simultáneo, por ejemplo: termas romanas de Tito, Caracalla, Constantino.

Igualmente, los establecimientos termales que surgieron a lo largo de los siglos se consideraban lugares de culto, e ir de cura a ellos era como una peregrinación, complementándose los fines prácticos con los sentimientos religiosos. Coexistía una separación tenue entre lo sagrado y lo profano, entre el conocimiento popular y el científico, en esa medicina primitiva.

⁴ L. Bonnard. *Gaule Thermale. Sources et stations thermales et minérales de la Gaule à l'époque gallo-romaine*. Librairie Plon-Nourrit, 1908.

Los romanos consideraban las fuentes termales como sagradas y las pusieron bajo la protección de los dioses, incluso construyeron ciudades en torno a ellas, como por ejemplo Statyelles en Liguria. En América sus habitantes también conocieron y valoraron el efecto milagroso de las aguas termales, entre ellos las culturas incaicas y preincaicas. Cinco siglos AC los mayas utilizaban aguas termales como agentes terapéuticos, y los baños de vapor seguidos de agua fría eran considerados excelentes medios para robustecer la salud y sanar las enfermedades.⁵

En la Argentina, el termalismo es una antigua actividad que aprovecha las diferentes fuentes termo-minero-medicinales y sus derivados (aguas, peloides y algas), con la posibilidad de combinarlos con el sol y el clima; mediante diversas técnicas de aplicación al ritmo, intensidad, duración y frecuencias establecidas por un médico; con fines curativos, preventivos y de rehabilitación del visitante.

Estas aguas termales son de origen volcánico, magmático o telúrico y se enriquecen con diversos minerales que las hacen beneficiosas para diversas dolencias en la piel, los sistemas digestivo, respiratorio, locomotor o circulatorio, además de tratamientos de belleza y relajación.

Existen muchas leyendas vinculadas a las aguas curativas, relacionadas a sentimientos de amor y odio, que adhieren al sentido básico de los pueblos primitivos. Una de ellas, vinculada a las Termas de Copahue, relata que al morir el cacique araucano *Copahue* (lugar de azufre) y su amante, la hechicera *Pire-Pillan* (nieve del diablo), brotaron de las heladas entrañas de la tierra ensangrentada chorros de vapor y agua hirviente, perforando la nieve que todo lo cubría, hasta formar una laguna y un río.⁶

⁵ A. M. Monasterio. «Termas de Copahue». En: *Balnea* 4 (2008), págs. 151-163.

⁶ J. A. Sabatte. «Panorama hidrotermal argentino.» En: *Balnea* 4 (2008), págs. 85-91.

En la provincia del Neuquén, desde tiempos remotos los baños de Epulafquen, hoy termas de Lahuen Co (aguas calientes) eran conocidos por los pueblos originarios, quienes acudían desde lugares lejanos. En la campaña al desierto, los expedicionarios hicieron contacto con las termas de Copahue alrededor de 1.880. Desde sus inicios las aguas termales se han considerado por poseer propiedades extraordinarias, y a lo largo del tiempo se ha dado paso a la investigación científica de la acción hidrotermal, con un abordaje interdisciplinario aún por recorrer, incursionando en las distintas opciones que permitirían utilizarlas.

En la actualidad, Copahue es uno de los centros hidrotermales más importantes del mundo por sus valores terapéuticos. Las fumarolas y hervideros del suelo mineralizan las aguas de deshielo y fangos formando diferentes recursos termales que por su calidad, diversidad y simultaneidad son difíciles de encontrar en otro lugar del planeta (aguas mineromedicinales, vapores terapéuticos, fangos, algas).⁷

1.3 ¿Cómo acceder al destino turístico Caviahue Copahue?

Copahue-Caviahue integran, junto a Villa Pehuenia, Moquehue y Aluminé, la Ruta del Pehuén en la Provincia del Neuquén, como principales centros turísticos, vinculándose a éstas las localidades de Loncopué y Las Lajas como centros de escala, y Zapala como centro de distribución y proveedor de servicios de apoyo.

Desde la ciudad de Neuquén en dirección NO se atraviesa la ciudad de Zapala y luego a tan sólo 170 kilómetros se llega a Caviahue -por ruta asfaltada- al pie del volcán Copahue (de casi 3.000 msnm), para finalmente, a 18 Km a través de una subida enripiada se accede al centro termal Copahue, situado a 1.980 msnm en la ladera este del volcán. La conexión terrestre se da a través de las rutas nacionales 22 y 40, y las rutas provinciales

⁷ <http://www.caviahue-copahue.gob.ar/termas-de-copahue/>

1. ¿Turismo salud en lugares sagrados y mágicos? - Lonac

21 y 26. A su vez, la ruta provincial 27 comunica la región con el norte neuquino, como se aprecia en el mapa de la Figura 7.1. El aeropuerto de la ciudad de Neuquén es el más utilizado como conexión aérea. En las Figuras 1.2 y 1.3 se muestran vistas parciales de Caviahue y Copahue, respectivamente.



Figura 1.1: Localización y accesibilidad a Caviahue-Copahue.

1. ¿Turismo salud en lugares sagrados y mágicos? - Lonac



Figura 1.2: Vista de Caviahue (Gentileza de la Subsecretaría de Turismo de la Provincia del Neuquén).



Figura 1.3: Vista de Copahue (Gentileza de la Subsecretaría de Turismo de la Provincia del Neuquén).

La temporada estival se extiende desde los primeros días de noviembre hasta fines de abril, en que el visitante puede alojarse allí y utilizar todos sus servicios. A diferencia del pasado, el Complejo Termal Copahue, por segundo año consecutivo, se ha mantenido abierto en invierno ofreciendo el producto “Termas y Nieve”, pudiéndose llegar al mismo en vehículos oruga para hacer uso de algunas prestaciones. O sea que el complejo cierra sólo en los momentos en que se está reacondicionando, dado que las intensas nevadas y la actividad volcánica inciden sobre la vida útil de las construcciones presentes en el lugar, que requieren un intenso mantenimiento, que debe efectuarse año tras año antes del comienzo de cada temporada turística.

La principal motivación para los visitantes que arriban al destino turístico son las aguas mineromedicinales y fangos que allí se encuentran, combinando así el cuidado de la salud, el relax y la belleza en un solo lugar. El Complejo termal posee una superficie total de 10.500 m², de los cuales 6.000 corresponden al edificio principal y baños externos, mientras que el resto lo ocupan las lagunas al aire libre, fumarolas y hervideros. Termas del Neuquén administra el Complejo Médico-Termal.

Además del Complejo Médico-Termal existe una numerosa cantidad de lugares con características similares, desde zonas no exploradas hasta zonas utilizadas históricamente como es el caso de Las Máquinas y Las Maquinitas.

Con respecto a Las Máquinas, esta constituye un ex complejo militar recuperado en el 2016. Este complejo fue utilizado durante muchos años como “hotel clínica”, donde los militares luego de los patrullajes por zonas cercanas a la frontera con Chile, utilizaban las termas como centro de recuperación. En el sitio hay una pileta grande, similar a la Laguna del Chancho del Complejo Termal de Copahue, una construcción precaria de ladrillo y madera que funciona como lugar con emanaciones de vapor llamado “El Infiernillo” y una gran construcción donde en el pasado funcionaba

el “hotel clínica” mencionado anteriormente, construido por el reconocido arquitecto Alejandro Bustillo. Posee aproximadamente 19 ambientes distribuidos en dos pisos aunque, lamentablemente, debido a las características climáticas, la construcción ha sufrido un deterioro importante. A pesar de ello se encuentra en condiciones para su futura recuperación y puesta en valor.

De manera complementaria, en Caviahue funciona por un lado, el CE.A.R.A.R.T “Centro de Alto Rendimiento de Altura y Rehabilitación Termal”, dedicado a la investigación, evaluación y entrenamiento de deportistas de distintos niveles de competición y a la rehabilitación de lesiones deportivas. Por el otro, un Spa Termal que recibe turistas todo el año, con prestaciones termales que se realizan en el edificio ubicado en el predio del Hotel ISSN.

1.4 ¿Cómo interpretar el paisaje del lugar?

Caracterizan el paisaje del lugar un angosto valle ubicado al este de la Cordillera de los Andes y al sur del volcán Copahue. Sus arroyos, cascadas y bosques de araucarias están protegidos por el Parque Provincial Copahue, de 28.500 hectáreas. La categoría de Parque provincial fue asignada en el Plan General de Manejo de la Reserva, aprobado por Decreto Provincial N° 1.000/90 y fue creado en la década del 40 con el fin de preservar la naturaleza en la zona, en especial los bosques de araucarias. El paisaje actual de esta área de montaña constituye un espacio de gran dinamismo geológico y de extrema fragilidad ambiental, siendo Copahue el resultado de dos procesos geomorfológicos: el vulcanismo y la glaciación.

El primero está directamente relacionado con la formación de la Cordillera de los Andes hace aproximadamente 4,5 millones de años, donde en la actualidad el penetrante olor a azufre que se respira es uno de los sellos distintivos para los visitantes.

Originalmente el suelo presentaba gran número de fumarolas, respiraderos y lagunas sulfurosas que formaban parte de un mallín atravesado por el arroyo Los Baños. Asimismo, la impredecible actividad del volcán Copahue le da un rasgo único al paisaje, dado que es uno de los dos volcanes en activos en el ámbito territorial de la Argentina, contribuyendo ello a la dinámica paisajística que puede disfrutarse en el área. De acuerdo a Alberto Caselli,⁸ una de las hipótesis que explicarían la conformación de la hoya es la que plantea la existencia de una Caldera Volcánica en el lugar que colapsó dando lugar a la misma. Una Caldera Volcánica es un gran reservorio magmático que algún movimiento tectónico hizo colapsar, haciendo que la superficie de ese reservorio caiga y el magma fluya por los bordes de la misma. Por otro lado el avance de los glaciares, con posterioridad, se manifiesta en los cortes de la hoya. Ejemplos de ellos son la Puerta del Trolope (incluyendo el Valle del Trolope) y los Cajones de Huelcupén y Chico.

Otro componente que sobresale en el paisaje es el pehuén o araucaria araucana que conforma bosques junto a matorrales de ñires. Se trata de una especie milenaria con características únicas en el mundo, constituyendo el símbolo que forma parte del escudo y la bandera de la provincia del Neuquén.

Las intensas nevadas de invierno cubren -literalmente- a Copahue haciendo una experiencia significativa disfrutar el complejo más allá de la temporada estival, a través del producto Termas y Nieve, mencionado anteriormente.

⁸ G. Chiodini y col. «Carbon dioxide diffuse emission and thermal energy release from hydrothermal systems at Copahue–Caviahue Volcanic Complex (Argentina).» En: *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 304.Supplement C (2015), págs. 294-303.

1.5 ¿Y con respecto a la Toponimia?

En su libro “Caviahue-Copahue”, don Higinio De Monte expresa:⁹

“Nuestra búsqueda nos llevó a investigar los estudios lingüísticos de los dialectos tehuelches, en forma particular en los realizados por el P. M. Molina sobre el dialecto Mecharnue Kenck rama de los Aonikenk, y allí encontramos la respuesta en la palabra Kopar cuyo significado es ritos mágicos para curar. La araucanización de la palabra con el agregado de HUE nos da el significado real de la palabra Copahue o Coparhue a LUGAR DE RITOS MÁGICOS PARA CURAR”.

Por otro lado, las primeras interpretaciones del nombre Copahue provienen del diccionario Araucano Mapuche Pampa Ranquel, de Juan Manuel de Rosas que le otorga el significado de Azufre; coincidente con el misionero jesuita Valdivia. Otras denominaciones son “lugar de azufre” y/o “lugar de curación”.

Para Olascoaga, primer gobernador neuquino, Copahue significa, *Copan* “venir” y la terminación *hue* “lugar a donde vienen personas a bañarse”.

Fueron los pehuenches los que descubrieron las virtudes curativas de las termas, a las que le adjudicaron riquezas y poderes para el espíritu. En tanto que, en clara alusión al mineral que más abunda en ese lugar los mapuches lo conocieron como “Copahue” (lugar de azufre).

⁹ H. de Monte. *Caviahue-Copahue mito y realidad: síntesis de su historia*. Editorial Verde, 2004.

1.6 ¿Cuáles fueron los primeros registros históricos de sus habitantes y visitantes? ¿Cómo era antes el lugar y qué se ha conservado desde entonces?

Según las crónicas españolas de 1.563, los pehuenches, que basaban su alimentación en los frutos del pehuén (piñones), constituyeron el primer grupo humano que habitó la región de Copahue, étnicamente asociados a los Huarpes del sur mendocino. Más adelante y llegados desde Chile, por diferentes motivos, el segundo grupo humano de fuerte presencia durante el siglo XIX fueron los mapuches. Finalmente, y junto con el ejército del Estado argentino, arriba a esta zona el conjunto criollo-europeo.

En su libro *Topografía Andina*,¹⁰ Olascoaga describe la geografía y la funcionalidad de la zona termal, haciendo referencia al desarrollo del denominado hoy turismo salud como inicios del producto turístico termas.

Se transcriben a continuación fragmentos del Capítulo IV:

“A continuación del último paso ancho de cordillera que llamé carretero, el de Huinca-rupo, que sale al pie del volcán Copulhue, se encuentra 12 kilómetros al Sur el muy concurrido paso de Trapa-Trapa, al lado de otro cerro volcánico de este mismo nombre. Allí nace y corre al SE. el arroyo Trolope, serpenteando en uno de los más bellos y socorridos valles de las altas faldas, donde encuentra la hermosa laguna de Guñin Lauquen (laguna que absorbe), extensos mallinales y trebolares por un lado y bosque de pinos por otro; encantadora estación de verano que, con razón, ocupan muchas familias del Neuquen y de Chile, improvisando campamentos á la sombra de los pinos con vista á las verdes llanuras, y a 4 ó 5 kilómetros de las termas de los Copahues. Es un precioso refugio contra las repentinas tempestades de nieve

¹⁰ M. J. Olascoaga. *Regiones australes: topografía andina; ferrocarril paralelo á los Andes, como fomento de población y seguridad de la frontera; complemento indispensable de la campaña de 1879*. Peuser, J., 1901.

que sobrevienen en el lugar de los famosos baños situados en el cordón central de la gran cordillera, al pie del volcán Copahue. De la falda NE. del volcán, rodeado de nieves eternas, nace el caudaloso arroyo que forma la laguna de Caviahué, cuyo nombre compuesto de cavi, asma, y ahue, luego ó ligero, indica que allí esa enfermedad se despacha pronto, lo que será creíble, si se piensa en la virtud maravillosa ya reconocida de todas las aguas inmediatas. Otro arroyo de bastante agua filtra de las mismas nieves, contornos del volcán, y recorre la cuenca elíptica donde humean las vertientes y pozos termales; sus aguas frías y cristalinas, deslizándose por un cauce apenas escavado, dan ramales á todos lados para templar los bañaderos á gusto de los interesados, y algunos pasan por encima de la pequeña laguna Verde, ya célebre, pues sus aguas están mereciendo desde el año 79, el honor de ser exportadas y figurar embotelladas á precio caro en droguerías de Chile. Esta laguna se llena sola con numerosas vertientes de muy elevada temperatura que tiene en su fondo, y el agua del arroyo, fría, le pasa por encima saturándose y continuando su curso al NE., hasta la confluencia con el Trollope. Del mismo murallón de nieves nace otro arroyo, fuera de la cuenca balnearia, muy poco más al Sur, que va á incorporarse á otra laguna que levanta espesas humaredas. Las referidas corrientes, unidas al Trollope, forman el río Agrio, que pasa por Ñorquín. Se cree que la última laguna, la de las humaredas, es la que más contribuye á saturar las aguas del Agrio. El agua de la Verde, que queda dentro de la cuenca, es tibia en la superficie, y muy caliente á los 50 centímetros de profundidad; su gusto es ligeramente ácido, agradable, aunque repugna el olor azufrado que la caracteriza. Todos los enfermos que acuden á aquellos baños la beben con entera confianza y fe en los efectos que desean obtener. Yo la he tomado en la misma laguna, aunque no sentía la menor dolencia, y me ha producido el efecto que á todos los que la beben sanos: un gran apetito y excelente digestión.”

“La temporada propicia de cada año para permanecer en los Copahues, es muy corta; comienza á mediados de enero, y es

prudente retirarse antes de concluir el mes siguiente, y esto sin perjuicio de estar siempre observando el tiempo, porque la situación, en el centro de la cordillera, no ofrece seguridad contra una tempestad de nieve gruesa que puede interceptar absolutamente la salida. Por fortuna, la cuenca balnearia, que tendrá unas 2,500 hectáreas de superficie, es muy pastosa y segura para los animales de carga y silla, los cuales se tienen listos para escapar; siendo buena precaución, en el tiempo dudoso, el alojamiento en los pinos de Trolope, como antes he dicho. Es en tan breve plazo que se ha visto y se ve, casi todos los años, producirse curaciones radicales en escrofulosos, reumáticos, diabéticos, dispépticos, paralíticos, y sobre todo casos muy agudos de cálculos ó mal de piedra. Un distinguido médico argentino, el doctor Pedro Ortiz, casado en la familia del doctor Velez Sarsfield y emigrado después á Europa, fue quien descubrió las más importantes aplicaciones terapéuticas de las aguas de los Copahues. Seis ú ocho años antes de la campaña del Río Negro y los Andes, había regresado de Europa y estableciéndose en la provincia de Chillan (Chile), de donde parece que exploró en persona el balneario de los Copahues y lo aplicó con gran éxito en un caso muy desesperado ocurrido en una familia distinguida de Chillan. Para que la familia viniese á los baños, se obtuvo el permiso del cacique Cheuquel, que allí mandaba entonces.”

“...El volcán Copulhue, que sigue á unos 10 kilómetros al Sur; cuentan los indios que tiene en sus alturas unos extensos empozados llenos de agua que hierve como gigantesca olla de mazamorra. De ahí viene, sin duda, el nombre del cerro: Copulca significa mazamorra, y Copulhue donde la hay...”

“...Otros 10 ó 12 kilómetros más al Sur están, como se ha dicho, los Copahues. La palabra Copahue significa azufre. Es, por cierto, el elemento que domina en la localidad, donde al penetrar por primera vez, apenas se puede soportar el olor característico. Hemos visto, además, en el interior del cráter del volcán, una pequeña laguna sulfhídrica, que está rodeada de una masa de azufre puro, cuyo espesor no me fué dado calcular. Las

emanaciones de aquella chimenea no invitaban á permanecer allí. Debe haber azufre para cargar un convoy... ”

“...Como ya he dicho, es un lugar donde sólo se puede permanecer un mes sin riesgo de los grandes temporales inherentes á la suprema altura en que se encuentra. Es necesario saber que allí un temporal significa una lápida de nieve de 8 á 10 metros de espesor en uno ó dos días, como se ha observado en casos de salvación que han ocurrido. Y si se realizase una construcción cualquiera en esas condiciones, lo que no es imposible, subsistiría la dificultad de conservarla en el invierno cuando las nieves doblan su altura y sobreviene la congelación absoluta, á cuya presión no resisten las construcciones de hierro... ”

A fines del siglo XIX y con la Campaña del Desierto, el territorio neuquino y el resto de la Patagonia fueron incorporados a la soberanía del Estado nacional argentino. Las tierras más aptas son ocupadas progresivamente por establecimientos ganaderos y en la actualidad este modelo de explotación pecuaria convive con la trashumancia de los pequeños crianceros, muchos de ellos de ascendencia mapuche.¹¹ En la década de los sesenta el perfil económico de la región cambia y adquiere “complejidad” con el desarrollo turístico y termal del complejo Copahue-Caviahue del cual “comienza a vivir” una importante proporción de los habitantes de Loncopué.¹² Es así que el turismo salud dio origen a este centro termal siendo la actividad económica por excelencia.

Lentamente Copahue, impulsado por la actividad privada, comienza a despertar intereses gubernamentales. En la década del treinta llegan las mejoras en las comunicaciones terrestres y el reconocimiento nacional manifiesto por las termas. En el año 1.937, se concreta el paso de las termas a la órbita de

¹¹ M. Arias. *Repercusiones sociales del turismo a través de la percepción de los empleados del sector turístico: caso Copahue*. 2009.

¹² COPADE, 1997, citado en Arias, 2009.

la Administración Nacional de Parques Nacionales que dio un renovado impulso científico a los tratamientos termales -liderado por los doctores Manuel Castillo y Víctor Ezio Zanni- de la nueva Reserva Nacional “Los Copahues”. Se caracteriza por una activa iniciativa del Estado nacional en dar a conocer el destino y crear los lineamientos para la actividad turística.

La villa termal adquiere prestigio en los ámbitos académicos con los trabajos de investigación del químico Enrique Herrero Ducloux y del geólogo Pablo Groeber.¹³ Además, hacia la década del cuarenta, el ingeniero Perazo planifica su desarrollo territorial. En el año 1.958 la República Argentina creaba, con la provincialización de los territorios del Neuquén, una nueva división territorial. En virtud de ello, la antigua reserva nacional ingresa al patrimonio neuquino como Parque Provincial. Desde los primeros años de la vida institucional de la provincia del Neuquén las termas y el turismo estuvieron vinculados. En la revitalización del tejido productivo comenzó “a tomar forma la idea generadora de lo que se llamaría años más tarde el complejo Copahue-Caviahue”.

*“...Los estudios realizados en la Provincia a través de la Secretaría del COPADE (factibilidad técnico-económica y de implementación) han determinado que el centro principal de la actividad termal debe ser Copahue, en razón de la localización de los recursos de ese tipo que posee. Caviahue, en cambio, debe satisfacer las necesidades de alojamiento aún en invierno y de núcleo turístico, por sus características climáticas, paisajísticas y de más fácil y permanente accesibilidad...”*¹⁴

¹³ M. R. Agosto y M. A. Vélez. «Avances en el conocimiento del sistema volcánico-hidrotermal del Copahue: a 100 años del trabajo pionero de don Pablo Groeber.» En: *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 74.1 (2017), págs. 109-124.

¹⁴ Fuentealba, 1977: 93-94, citado en Arias, 2009.

1.7 ¿Cómo es hoy el destino turístico Caviahue- Copahue?

Caviahue-Copahue, localizados en el área natural protegida Parque Provincial Copahue, aunque desafectados administrativamente de la misma, son dos pequeños centros turísticos de montaña, distantes a 18 kilómetros uno del otro, que funcionan de manera conjunta, constituyéndose en un único destino turístico. Como se mencionó anteriormente, ambos centros fueron planificados respondiendo a una clara política provincial y su economía se basa mayoritariamente en la actividad turística.

Caviahue, considerado un auténtico pueblo nieve, ubicado a 1.640 msnm con un clima frío y seco, permite disfrutar una temporada invernal de hasta cinco meses. Es uno de los cinco centros de esquí más importantes de la Argentina. Posee una población de 608 habitantes según el censo del año 2010. Sin embargo, según los cálculos del Municipio alcanza actualmente los 1.000 habitantes. Se encuentra al pie del volcán activo Copahue y a orillas del lago Caviahue, conformado por aguas ácidas.

Copahue, por su parte, es uno de los centros hidrotermales más importantes del mundo, reconocido por la calidad, diversidad y simultaneidad de sus aguas de deshielo mineromedicinales, vapores terapéuticos, fangos y algas. Posee una población flotante de 450 habitantes, ya que la misma debe dejar sus residencias en el invierno porque la zona suele quedar incomunicada por las intensas nevadas que bloquean los caminos, además de dejar cubierto el asentamiento hasta los techos de los edificios.

De esta manera, el rol del destino turístico se caracteriza por funcionar principalmente como centro de esquí durante la temporada invernal en Caviahue y, de balneoterapia y turismo salud durante el período estival en Copahue.

A nivel institucional, ambos centros se constituyen como un único Municipio, con un esquema de gestión basado en el funcionamiento de un Ente Municipal de Turismo (EMTur), que

tiene por objetivo la planificación, desarrollo y gestión de la actividad turística del mismo, así como la ejecución de acciones promocionales. El EMTur está compuesto por representantes del ejecutivo municipal, la Cámara de Hoteleros, Gastronómicos y Actividades Afines de Caviahue, la Asociación de Hoteleros y Afines de Copahue, Termas del Neuquén, el Concejo Deliberante local y el Parque Provincial Copahue. Próximamente se incluirá a la empresa concesionaria del centro de esquí y a la Comunidad Mapuche Millain Curricall, quienes están incursionando en el desarrollo de un turismo rural comunitario.

La oferta disponible de alojamiento en la localidad de Caviahue asciende a 1.310 plazas en establecimientos de 4 estrellas hasta bed & breakfast. Asimismo hay una amplia variedad de servicios entre los que destacan restaurantes, cervecerías, tres agencias de viajes y turismo, y guías de turismo habilitados que permiten disfrutar de experiencias asociadas a senderos, actividades de montaña y observación de flora y fauna en el Parque Provincial Copahue y alrededores.

En Copahue, la oferta de alojamiento alcanza 618 plazas, posee servicios de gastronomía, artesanías y excursiones. Los visitantes utilizan los tratamientos disponibles para aliviar y/o prevenir enfermedades dentro de las que se destacan las osteoarticulares, las dermatológicas y las vinculadas a las afecciones respiratorias. La gran variedad de propiedades termales de los baños disponibles permiten en un solo centro termal, atender gran variedad de afecciones.

1.8 ¿Qué otras experiencias turísticas podemos vivenciar en el destino?

El destino turístico Caviahue-Copahue es reconocido, además del complejo termal que lo caracteriza, por diversos atractivos turísticos, tanto naturales como culturales. Entre ellos se destacan:

- **Centro de esquí:** dada su ubicación privilegiada en la Cordillera de los Andes, se garantiza una buena calidad y cantidad de nieve durante toda la temporada de invierno. El Cerro Caviahue Ski Resort cuenta con 13 medios de elevación y 23 pistas, de las cuales 21 cuentan con tres niveles de dificultad: fácil, intermedia y difícil, 1 itinerario del bosque y 1 pista de conexión. Allí también se ofrecen diversos servicios, como escuela de esquí, guardería, 3 confiterías en el cerro y estacionamiento, entre otros. En este centro de esquí se desarrollan principalmente actividades como esquí alpino y de fondo, snowboard y paseos en motos de nieve.

- **Volcán Copahue:** es un estratovolcán que actualmente se encuentra en actividad, constituyendo el principal atractivo de Caviahue - Copahue y fuente de recursos para las termas.

- **Salto del Agrio:** con una altura aproximada de 60 m está ubicado a 15 km de Caviahue. Se puede apreciar la forma columnar del basalto, así como también el salto en toda su magnitud y el curso del río Agrio desde miradores construidos para tal fin. En la Figura 1.4 se muestra una vista.

- **Lagunas Las Mellizas:** estas lagunas de agua dulce se encuentran unidas por un arroyo y están ubicadas contiguas a la ruta provincial N° 26, camino a Copahue.

- **Cascada Escondida:** ubicada a 3 km de Caviahue hacia el oeste, se accede por un camino de tierra hasta 100 m de la cascada, donde se observa su salto de aproximadamente 15 m. se encuentra rodeada de un bosque de araucarias, ñires y lengas, salpicados de mutisias.



Figura 1.4: Salto del Agrio (Gentileza de la Subsecretaría de Turismo de la Provincia del Neuquén).

- **Laguna Escondida:** se recorre un sendero hacia el oeste que asciende por una serie de terrazas de basalto, con pendientes poco pronunciadas y con señalización. Se puede disfrutar distintas vistas panorámicas de los valles del arroyo Dulce, del río Agrio y de Caviahue.
- **Puente de piedra:** este atractivo se destaca ya que es un fenómeno natural que no suele encontrarse con frecuencia, brindando un particular paisaje que debe su origen a la erosión de los murallones de roca. Es un lugar ideal para llegar a caballo o en bicicletas de montaña.

Recientemente se ofrece en el Complejo Termal Copahue un producto de bienestar y aventura, **Termas y Nieve**. Como se mencionó anteriormente, por segundo año consecutivo se está desarrollando este producto con características únicas y diferenciadoras de otros destinos termales, aportado por la

experiencia Termas y Nieve que permite el uso de las termas en temporada invernal, accediendo al complejo a través de vehículos especiales para circular en la nieve, brindando un valor agregado a las actividades invernales del centro de esquí. En la Figura 1.5 se muestran algunas de las actividades realizadas merced a este producto.



Figura 1.5: (a) Carrera Copahue Extremo. (b) Entrenamiento en altura de la Selección Nacional Argentina de Biatlón.

Entre las fiestas y eventos se destacan las siguientes:

- **Copahue medita:** (primera semana de febrero). Contempla el desarrollo de una gran variedad de actividades relacionadas a las terapias holísticas. Las mismas son gratuitas y están a cargo de reconocidos profesionales y referentes de la Patagonia.
- **Fiesta de la Cerveza Artesanal Neuquina:** (mes de febrero) La fiesta surge en homenaje a los cerveceros artesanales de toda la Provincia del Neuquén. Los visitantes pueden disfrutar de dos días de diversas propuestas en base a la cerveza artesanal, ya sea desde participar de charlas temáticas, competencias y shows de bandas musicales en vivo.

- **Fiesta Provincial del Piñón:** (mes de marzo) Nacida en el destino en los años '80 con intención de rendir homenaje a la gente de la región y sus tradiciones. Se pueden disfrutar actividades culturales como jineteadas, destrezas criollas y el desfile gaucho por los paisajes cordilleranos, así como también degustar el “chahui”, una chicha a base de piñón molido, agua y miel; el “locro de piñones”, con el fruto cocido y pelado; las tortillas y la sopaipilla con harina de piñón.
- **Fiesta Regional del Telar:** (mes de marzo). Se lleva a cabo en la Comunidad Mapuche Millain Currical, en el Paraje Cajón Chico, a pocos kilómetros de la localidad de Caviahue. En la misma se realizan actividades culturales como la monta de corderos, desfile gaucho, carrera de la sortija, la vuelta del palo y la tirada de riendas.
- **Copahue Kids:** Es un evento que se realizó por primera vez a fines de marzo/17 buscando un espacio especial para los niños, en una terma que tradicionalmente ha sido de uso exclusivo para el adulto mayor. En esos días se abrieron espacios exclusivos para los más pequeños, por ej., el área de nebulizaciones, y se adaptaron los protocolos de tratamiento termal para que los pudieran aprovechar. Son de destacar las actividades recreativas para niños que complementaron los tratamientos termales, y los talleres de educación termal destinados a padres. En la Figura 1.6 se muestran imágenes de las actividades descriptas.



Figura 1.6: Actividades del Copahue Kids.

- **Fiesta Provincial de la Nieve:** (mes de agosto). Se realiza en el único pueblo nieve de Sudamérica. Dos días de fiesta en los que se puede disfrutar de la Marcha Blanca con antorchas por las calles del pueblo; saltos acrobáticos de esquí y snowboard, así como de un desfile de diseño intercultural, entre otras actividades.

1.9 ¿Cuál será nuestro legado?

Darle a un lugar la connotación de mágico y sagrado implica tener un gran respeto por los poderes de la naturaleza. Como humanidad debemos respetar sus ciclos, sus componentes... integrados a un todo universal.

Ese significado lo encontramos en Copahue-Caviahue y es a través de la ciencia que podemos contribuir a la protección del legado que nos dejaron nuestros ancestros. Ellos supieron valorarlos como lugares para la curación y el disfrute. Sigamos haciéndolo sin perturbarlos, sin dejar huellas... respetando a nuestra madre tierra.

2. Fangos de Copahue: Una visión desde la ciencia

**M. Baschini, C. Soria, G. Pettinari, E. Gamboa,
M. Sánchez y M. E. Roca Jalil**

2.1 Introducción

Los fangos o peloides son productos semisólidos, naturales o madurados, y pueden considerarse derivados de las aguas mineromedicinales que les aportan sus componentes y modifican características de los materiales del mismo. En Copahue, las manifestaciones en la superficie asociadas a la actividad volcánica, generan fangos con propiedades muy particulares, donde puede destacarse la elevada presencia de azufre, con los consecuentes efectos terapéuticos derivados de este mineral. Los componentes de la fase sólida, en especial el azufre, tanto en su forma elemental como en sus diversas variantes de sulfuros y sulfatos, junto con la presencia de minerales arcillosos que se utilizan en terapéutica, estética y cosmética, tales como caolinita y esmectita, aportan propiedades muy especiales a este material.

A su vez algunos componentes resultan indispensables en el aporte del color gris característico de estos materiales, factor que contribuye notablemente a la aceptabilidad por parte de los pacientes y a un efecto de conservación del calor cuando, una vez colocado sobre la piel, son expuestos a una fuente luminosa (sol, lámpara, etc.). Las propiedades adsorbentes, de intercambio de sustancias cargadas, así como el tamaño de las partículas y su plasticidad son excelentes en relación a lo requerido para esta clase

Evelyn Gamboa, Micaela Sánchez, Carlos Soria, Gisela Pettinari, María Eugenia Roca Jalil y Miria Baschini - Facultad de Ingeniería e Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías alternativas, PROBIEN (CONICET-Universidad Nacional del Comahue).

miria.baschini@fain.uncoma.edu.ar

de materiales. Y finalmente estos fangos muestran propiedades térmicas adecuadas para lograr el efecto esperado durante sus aplicaciones, cuando las mismas se realizan a elevada temperatura. Copahue constituye así, en el ámbito de la Fangoterapia y del turismo termal, un lugar único en el mundo.

2.2 Fangos, peloides, barro: Fangoterapia.

El uso de materiales naturales para realizar tratamientos curativos y/o estéticos ha sido llevado a cabo por la especie humana desde tiempos remotos.^{1,2} Una de esas prácticas cuyo propósito consiste en mejorar y aliviar el estado de salud, se realiza aplicando sobre la piel, en zonas de dolencias (que pueden no ser superficiales sino procedentes de órganos y tejidos interiores del cuerpo) una cantidad de material semisólido, dejarlo un cierto tiempo, y luego extraerlo con agua asociada al fango.

Cuando el material efectivamente produce un efecto en el sentido que fue utilizado, un efecto terapéutico o cosmético, se denomina peloide. Así, peloides, fangos, barro, resultan sinónimos para designar a los materiales que contienen una fase sólida dispersa en un medio acuoso, que se aplica en tratamientos específicos, y que logra un resultado favorable en relación a lo esperado. No siempre este resultado cuenta con evidencia y validación clínica, resultante de investigaciones realizadas en tal sentido, pero muchas veces sí se dispone de registros que los médicos hacen del estado general del paciente.

Debemos destacar que el uso cosmético de peloides también tiene un largo recorrido en la historia de la humanidad, y un amplio

¹ M. Armijo Valenzuela y J. San Martín Bacaicoa. *Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia*. Primera. Ed. Complutense, 1994.

² M. R. Pérez Fernández. *Principios de Hidroterapia y Balneoterapia*. Ed. Edigrafos, 2005.

uso en la actualidad.^{3,4} La utilización de los sedimentos obtenidos del Mar Muerto, ubicado entre Israel y Jordania, representa un claro ejemplo de la extensión e importancia que esta clase de prácticas ha representado desde tiempos históricos y que hoy siguen siendo prácticas vigentes.

Actualmente la aplicación de fangos, peloides o barro, con fines terapéuticos y/o cosméticos resulta una práctica muy extendida, en diversos centros de medicina y estética.

De acuerdo a la Sociedad Internacional de Hidrología Médica los peloides (fangos, barro) son «productos naturales formados por la mezcla de agua mineral, incluida la del mar o lagos salados, con materias orgánicas o inorgánicas, resultantes de acciones geológicas y/o biológicas, utilizadas en terapéutica en forma de aplicaciones locales o baños». El término peloide es más comúnmente utilizado en Europa y Cuba, mientras que en los restantes países de América Latina es más habitual el uso de los términos “fango” y “barro” para definir a los mismos sistemas.

2.3 Fangos de Copahue

Copahue es un sitio donde la actividad volcánica, actualmente en una fase más tranquila, produce en la superficie una serie de emanaciones, mezclas, transformaciones, que dan origen a los fangos. Su existencia se encuentra indefectiblemente asociada a la presencia de las aguas.

En este sitio la característica más destacada es la presencia de azufre, en diversos modos de aparición, junto con las aguas ácidas de la mayoría de las lagunas. El contacto de los materiales sólidos de la superficie con las aguas ácidas y los gases que burbujan

³ F. Maraver Eyzaguirre. «Importancia de la medicina termal.» En: *Balnea* 4 (2008), págs. 35-50.

⁴ F. Maraver Eyzaguirre y F. Armijo Castro. *Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas*. Ed. Complutense, 2010.

desde la profundidad, originan materiales semisólidos, de color, olor y consistencias características, que tienen enorme potencial en el tratamiento de diversas dolencias.

Las lagunas de Copahue son de origen natural, mientras que los sistemas de contención, pasarelas, veredas, han sido realizados por Termas del Neuquén, ente provincial y gubernamental, para facilitar el acceso y la circulación de las personas en dicho sitio. La distribución de las lagunas productoras de fangos se muestra en la Figura 2.1.

Quienes desean realizarse tratamientos con estos fangos deben cumplimentar un control médico previo dentro del edificio del centro Termal para que se le indiquen las recomendaciones y contraindicaciones de las aplicaciones disponibles. La secuencia de lagunas en la zona principal, a modo de piletas del tamaño de clásicas piletas de natación, cuenta con las Laguna Verde, Sulfurosa Madre y Laguna del Chanco, cada una con sus propias características. Vale destacar que las dimensiones de superficie de las mismas, todas formadas naturalmente, nunca superan los 300 m².

2. Fangos - Baschini y col.

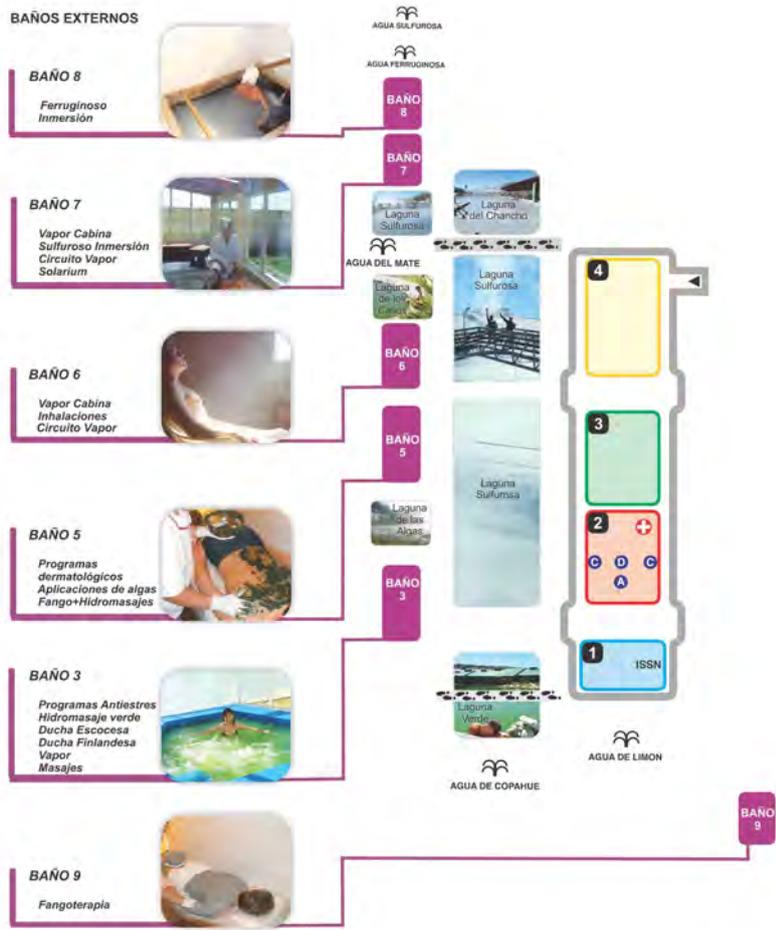


Figura 2.1: Lagunas productoras de fangos y fuentes de aguas.

La Laguna Verde debe su nombre y sus principales características a la presencia de algas que crecen en ella, como parte de muchos tratamientos dérmicos se utilizan las algas recién extraídas del sitio para ser aplicadas sobre la piel. El fango asociado tiene un alto

contenido de materia orgánica, debido a la abundancia biológica del sistema. En esta laguna el contenido natural de azufre es bajo, las aguas son neutras o levemente ácidas y su temperatura ronda los 20 °C.^{5,6} La Laguna Sulfurosa Madre se encuentra ubicada en la zona central, la temperatura de sus aguas es muy elevada, siendo en la superficie del orden de los 50 a 70 °C, y resultando un sistema ácido, aunque no excesivamente ácido. De esta laguna se extrae la mayor cantidad de fangos para las aplicaciones que se realizan en el interior del complejo termal, no siendo posible introducirse en ella debido a las elevadas temperaturas que pueden causar quemaduras severas.

En la Laguna del Chancho los pacientes se distribuyen el fango sobre la piel, luego de lo cual permanecen expuestos al sol y al aire durante unos 20 minutos, para finalizar con una inmersión dentro de la laguna cuyas aguas son las más ácidas de este sistema, con valores de pH cercanos a 2, y una temperatura agradable cercana a la corporal, la cual ronda los 35 °C. En años recientes se construyó un solárium que permite mayor confortabilidad para los pacientes que utilizan esta laguna y también se cuenta con escalinatas para entrar y salir cómodamente de ella.

A 100 m de la zona principal se encuentra el baño 9, laguna con una enorme cantidad de fangos que no son utilizados directamente para sus aplicaciones, aún cuando sus aguas ácidas y calientes resultan muy activas en relación a producir modificaciones en los minerales.

Desde hace algunos años se elaboran fangos madurados a partir de mezclas de arcillas regionales con las aguas del baño 9, dejando en contacto unas y otras hasta que el material alcanza propiedades similares a las de los fangos naturales. Esta experiencia se ha

⁵ A. Monasterio. *Caminemos por las termas del Neuquén*. Ed. Caleuche, 2012.

⁶ M. T. Baschini y col. «Suitability of natural sulphur-rich muds from Copahue (Argentina) for use as semisolid health care products». En: *Applied Clay Science* 49 (2010), págs. 205-212.

desarrollado a partir de investigaciones conjuntas llevadas a cabo entre el Termas del Neuquén y la Universidad Nacional del Comahue.^{7,8}

Otros sistemas, mas alejados pero de enorme potencial en cuanto a sus aplicaciones son Las Máquinas y Las Maquinitas (Figura 2.2).



Figura 2.2: Sistemas “Las Máquinas” y “Las Maquinitas” en época estival (superior) e invernal (inferior) .⁹

⁷ M. Baschini y col. «Centro Termal Copahue, Neuquén, Patagonia Argentina: maduración de peloides.» En: *V CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES, CIBAP 2017*. 2017, págs. 87-90.

⁸ M. Baschini y col. «Peloides naturales y madurados en el Centro Termal Copahue, Neuquén, Patagonia Argentina.» En: *V CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES, CIBAP 2017*. 2017, págs. 99-101.

⁹ Fotografías cedidas por “Prensa Termas del Neuquén”.

Especialmente los fangos de las Máquinas que otrora se han utilizado, contando con instalaciones adecuadas para realizar los tratamientos, pero abandonadas desde hace ya muchos años, y pertenecientes al ejército. Durante 2.017 el Ente Provincial de Termas ha concluido con una serie de tratativas con el ejército y el estado nacional que permitirán volver a poner en uso estos materiales, pero bajo la responsabilidad de la Provincia del Neuquén, en forma similar a los ya mencionados.

2.4 Composición de los fangos de Copahue.

Los fangos pueden considerarse un material semisólido, donde al menos la mitad y a veces hasta un 60 % de la composición corresponde al agua que mantiene hidratada y unida la fase sólida dispersa, de tal modo que se genera un sistema cuya consistencia se parece mucho a las de las cremas usadas en cosmética. La composición de los fangos va entonces, indisolublemente unida a la de sus aguas. Y los efectos producidos por los mismos se relacionan con ambos componentes: la fase líquida y la fase sólida distribuida en la líquida. La Figura 2.3 muestra un esquema representativo de la composición de un fango.

2.4.1 Composición de acuerdo al tamaño de las partículas.

Las partículas que componen la fase sólida pueden clasificarse de acuerdo a su tamaño, considerando en general que las que tienen tamaños superiores a los 2 mm (observables a simple vista, gruesas al tacto) se denominan arena, mientras que las que tienen tamaños entre los 2 y los 0,002 mm forman lo que llamamos limo.

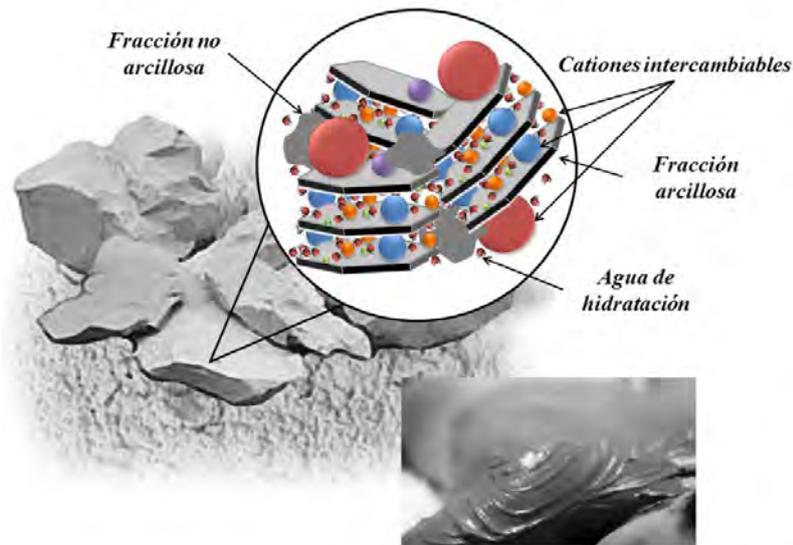


Figura 2.3: Esquema de composición de fangos.¹⁰

Las partículas de tamaño inferior a los 0,002 mm conforman la fracción arcilla, las cuales generan una sensación de mayor suavidad al tacto. Mientras mayores son los tamaños de partícula presentes en un fango, serán mayores las características abrasivas del mismo. Si la fase de pequeño tamaño (arcilla) predomina, se siente más suave y en general más confortable en el momento de la aplicación.

Los fangos de Copahue contienen esencialmente partículas que mayoritariamente presentan tamaño limo arcilloso,¹¹ lo cual les otorga una suavidad particular al esparcirse sobre la piel. En la Figura 2.4 se muestra el porcentaje presente de acuerdo al

¹⁰ A. Maggio, Proyecto Integrador Profesional, U. N. del Comahue, 2017.

¹¹ Baschini y col., «Suitability of natural sulphur-rich muds from Copahue (Argentina) for use as semisolid health care products».

tamaño de partícula y, si bien presentan diferencias entre ellas, la mayor parte de todos los fangos tienen dimensiones donde predomina la fase limo arcillosa. También se aprecia que el fango con mayor predominio de partículas menores a 10μ corresponde a Las Maquinitas.

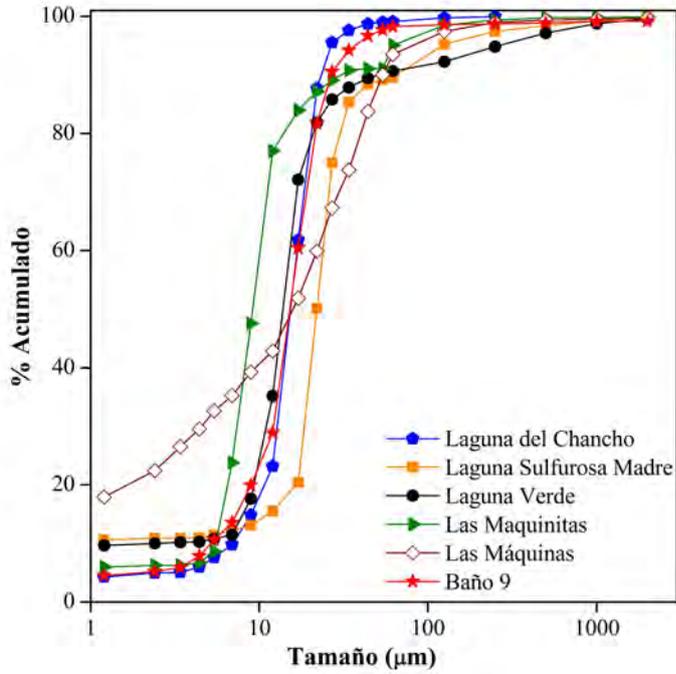


Figura 2.4: Distribución de tamaño de partícula en fangos naturales.

En cuanto a los fangos madurados en el baño 9, donde los materiales de partida son arcillas regionales, se logra un peloide con menores tamaños de partícula que en los producidos naturalmente, lo cual les confiere una mayor suavidad.

2.4.2 Componentes en minerales

Existen diversos modos en los cuales se puede expresar la composición de los fangos. De todas esas maneras de expresarlos resulta más interesante identificar cuáles son los minerales específicos que conforman la fase sólida de los mismos. Esto permite comprender más acabadamente el porqué de las acciones en terapéutica y/o cosmética que presentará el fango en su conjunto. Volvemos a mencionar la relevancia que en esto tiene la fase acuosa que compone a los peloides, donde es de fundamental importancia el contenido de iones de la misma, así como la proporción en la que se encuentran. En todos los fangos naturales que se utilizan en Copahue el contenido acuoso es del orden del 45 a 60 % de la masa total del mismo. Nos enfocaremos en este capítulo en diversos aspectos más relacionados con la fracción sólida que forma al peloide, sin olvidar la relevancia de la fase líquida del mismo, y en virtud que otro capítulo describe extensamente a las aguas mineromedicinales de Copahue no nos ocuparemos aquí de una descripción detallada de las mismas.

Esa fase sólida, que ya mencionamos contiene partículas de tamaños diversos, también se caracteriza por la clase de minerales que la componen, eso implica el tipo de material, su organización química, si tiene o no tiene carga, etc., lo cual confiere características relevantes en cuanto a ejercer efecto terapéutico. Algunos de esos componentes destacados son:

Caolinita: este mineral arcilloso suele tener un tamaño de partícula de alrededor de 5 μm (0,005 mm) de diámetro, adquiere forma de tipo hexagonal y es muy común que se produzcan apilamiento de muchas partículas. En general son materiales sin cargas eléctricas, aunque cuando suelen contar con algunas cargas positivas o negativas dependiendo del pH del medio. Como mineral puro se utiliza en cataplasmas con efectos

antiinflamatorios,¹² es un reconocido protector dermatológico y antipruriginoso.

Esmectita: estos minerales se caracterizan por tener un menor tamaño de partícula que los caolines, mayor cantidad de átomos participando de la estructura, y cargas permanentes negativas en su superficie. De tal manera que pueden interactuar fácilmente con sustancias con carga positiva que se encuentren en su cercanía. Es especialmente este mineral el que aporta a los fangos su capacidad de intercambio de cationes (CIC), regulando notablemente la interacción con la zona de contacto, por ejemplo sobre la piel. Como mineral puro suele usarse en los spa para formular fangos, y tiene efectos como protector dérmico y antipruriginoso, en forma similar a la caolinita.¹³

Azufre: en los fangos de Copahue quizás la presencia de azufre en su estado elemental resulta la característica más destacada. Ese sólido amarillento con aspecto esponjoso que aparece por todas partes en la superficie de la localidad es, justamente, azufre. Pero también se encuentra formando parte de los fangos. Y el azufre puede ser transformado por las interacciones del sistema, dando origen a otros minerales que contienen azufre pero combinado con otra clase de elementos, pudiendo mencionarse en esta categoría a la alunita y la piritita. Una de las principales acciones terapéuticas reconocidas para el azufre es su capacidad desinfectante, queratolítica y antiséptica.^{14, 15, 16, 17}

¹² M. I. Carretero León y M. Pozo Rodríguez. *Mineralogía aplicada: salud y medio ambiente*. Ed. Paraninfo, 2007.

¹³ Ver ref. 9

¹⁴ Ver ref. 9

¹⁵ J. Ubogui y col. «Seguimiento clínico de pacientes con psoriasis en las Termas de Copahue (Neuquén - Argentina).» En: *Anales Hidrología Médica*. 2 (2007), págs. 75-84.

¹⁶ J. Ubogui y H. Fico seco. «Úlceras por decúbito e hidroterapia en las Termas de Copahue.» En: *Arch. Arg. Dermatol.* 40 (1990), págs. 393-399.

¹⁷ J. Ubogui y col. «Thermalism in Argentina. Alternative or complementary

La cantidad de azufre en los fangos naturales de Copahue llega a formar el 50 % del material correspondiente a la fase sólida, mientras que en los madurados a partir de las arcillas, en el baño 9, alcanza valores del 5 %. Muy probablemente esta diferencia sustancial está asociada al tiempo de contacto de las arcillas con el agua de la laguna, que, en el caso de las maduradas es mucho más corto que en los naturales. De todos modos es muy relevante lograr la incorporación de ese 5 % de azufre en el lapso de unos pocos meses de contacto de las arcillas con las aguas.¹⁸

Pirita: es un mineral que contiene azufre en forma reducida, sulfuro de hierro. Suele presentarse en tonos dorados, como anécdota puede mencionarse que a veces se lo confunde con el oro, sin embargo en algunas presentaciones toma un color algo más grisáceo.

Alunita: en el otro extremo de las posibilidades de interacción del azufre con otros elementos (en su forma más oxidada) aparece la alunita, sulfato de aluminio y potasio, que también tiene un característico color amarillo.

Anatasa: este es un óxido de titanio que, si bien aparece en bajas proporciones en el sistema y no están documentadas actividades terapéuticas específicas, su color oscuro puede ser uno de los responsables del color gris de los fangos.¹⁹

2.4.3 Color

El color natural de los peloides que pueden encontrarse en diferentes partes del mundo es muy variado, dependiendo fundamentalmente de la composición de los mismos. El color también se modifica de acuerdo a su estado: húmedo o seco. En

dermatologic therapy.» En: *Arch Dermatol.* 11 (1998), págs. 1411-1412.

¹⁸ Baschini y col., «Centro Termal Copahue, Neuquén, Patagonia Argentina: maduración de peloides.»

¹⁹ Carretero León y Pozo Rodríguez, *Mineralogía aplicada: salud y medio ambiente.*

los fangos de Copahue el color característico es el gris, otorgado por la presencia de pirita y muy probablemente de la anatasa.

Los fangos más oscuros presentan la deseable capacidad de mayor absorción de la radiación electromagnética, cuya energía puede ser cedida al paciente luego de su aplicación y exposición al sol o a lámparas luminosas. En este caso la coloración gris de los fangos, de baja luminosidad (medida en laboratorio), contribuye a aumentar esa capacidad de los materiales. En los fangos naturales de las lagunas la coloración es siempre gris, mientras que en los fangos madurados en el baño 9 se comienza con un material del color de la caolinita y esmectita de origen, color beige o crema, y en el lapso de apenas unos 4 meses se logra la coloración de los fangos naturales de Copahue, tal como muestra la figura 2.5.

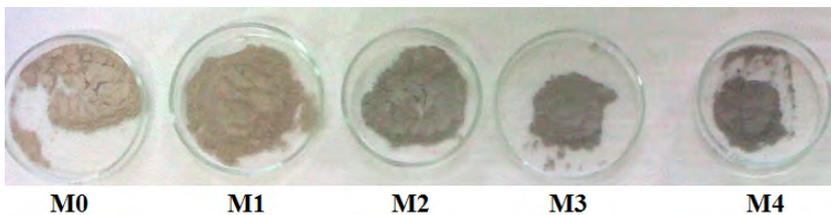


Figura 2.5: Evolución del color en peloides madurados en el sistema Copahue.

Al cabo de este breve tiempo se detecta claramente, por mediciones de difracción de rayos X, la aparición de azufre elemental, así como de pirita y alunita, materiales que no se encuentran en las arcillas de partida. Debido a la presencia de los mismos y la evolución del color desde el beige hacia el gris, puede concluirse que alguno o varios de estos nuevos componentes, así como la modificación estructural de la caolinita y esmectita originales, son los responsables de la coloración del fango.

Este proceso de maduración se realizó en el baño 9, donde M0 corresponde al color de la mezcla de partida, mientras que M3 y M4 se corresponden con 4 meses y 1 año de contacto de las arcillas con las aguas, respectivamente.

En los fangos de Copahue la coloración gris no sólo es relevante por su influencia en las propiedades de retención de la radiación que ya hemos mencionado sino también en la aceptabilidad del mismo por parte de los pacientes, quienes esperan durante sus aplicaciones un fango que tenga el color característico del lugar.

Una mención especial merece la Laguna Verde, con agua de menor acidez y temperaturas más bajas que las restantes lagunas del sistema central. En ella se desarrollan algas que son las utilizadas en forma directa en las aplicaciones dérmicas que se realizan dentro de centro termal, además de poder utilizar el agua de la laguna para baños directos. Son muy demandadas y con resultados exitosos en diversos tratamientos para mejorar las condiciones de la piel. Pero en este caso el componente esencial es la población de algas de la laguna. La importancia de los baños en la laguna verde se asocia a la composición química del agua o, en definitiva a las sustancias que quedan disponibles en el agua procedente de su interacción con las algas, sumado al aporte mineral derivado de la actividad volcánica. Merece mencionarse aquí que es en este sitio donde encontraremos la menor cantidad de azufre del sistema pero a su vez la mayor presencia de materia orgánica. El potencial que este sistema tiene como antioxidante natural es muy elevado, actualmente nos encontramos en fase exploratoria acerca de su evaluación en laboratorio.²⁰

²⁰ A. Hernández Torres, M. M. Polo de Santos y M. L. Pérez-Rodríguez. «Relación asociativa entre la capacidad antioxidante de las aguas Minero-medicinales y su composición iónica.» En: *Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.* 31 (2016), págs. 104-105.

2.4.4 Olor

En los fangos de Copahue, y en toda la localidad y sus zonas circundantes se destaca el intenso olor debido a los compuestos de azufre, lo cual incluye sulfuro de hidrógeno en bajas proporciones. En líneas generales para los pacientes este aspecto no se considera como desfavorable. Para las sesiones de baños y fangoterapia es habitual el uso de trajes de baño destinados para tal fin, debido a la intensa impregnación del aroma del lugar en las prendas utilizadas, sobretodo cuando se realizan inmersiones.

2.4.5 Plasticidad

Uno de los parámetros esenciales de los fangos resulta ser el denominado índice de plasticidad, que se corresponde con el porcentaje de agua necesaria para pasar desde un estado plástico (en el cual el material resulta moldeable) a un estado donde se produce mayor fluidez (en donde el material alcanza su propia limitación para permanecer sobre la piel sin derramarse). Del análisis de fangos de Copahue de diversas procedencias se deduce que los mejores valores de índice de plasticidad, en orden decreciente, corresponden a los obtenidos de las Laguna del Chanco, Laguna Sulfurosa Madre y Laguna Verde. Este parámetro permite explicar la facilidad con la cual puede ser aplicado sobre la piel sin que se escurra demasiado mientras dura el tiempo de la aplicación, tal como ocurre en la Laguna del Chanco donde las aplicaciones son realizadas directamente por los pacientes, que luego permanecen expuestos al sol incluso de pié.

2.4.6 Capacidad adsorbente y de intercambio de iones

Los materiales sólidos y semisólidos que contienen partículas muy pequeñas presentan la capacidad de retener sobre su superficie

una enorme variedad de sustancias de naturaleza diversa y, en muchas ocasiones, esa capacidad puede extrapolarse a la eficiencia con la cual retienen estructuras químicas con carga eléctrica: iones. De este modo, mientras mayor sea la capacidad adsorbente, mayor es el potencial del material de retener las moléculas que se encuentran en su entorno, por ejemplo, en la piel sobre la que se depositan. A su vez, cuando son capaces de captar iones, sus posibilidades de interactuar e intercambiar sustancias con la piel resultan aún más prometedoras.

Es habitual entonces evaluar la capacidad de los fangos tanto como adsorbentes así como intercambiadores de sustancias con carga. En este sentido, los diversos fangos que proveen las lagunas de Copahue presentan una destacada capacidad adsorbente, superior a la que presentan arcillas naturales del tipo de la caolinita. Una forma de evaluarlo, consistente en la determinación de la masa de agua retenida por cada gramo de fango como polvo seco, a medida que se incrementa la cantidad de agua disponible (por aumento de la humedad relativa), se muestra en la figura 2.6 de la página siguiente.

En la misma puede notarse que todos los fangos de Copahue analizados presentan curvas de adsorción de agua que van por encima de los materiales caoliníticos tomados como testigos (KGA1 y CH). el fango de la Laguna Verde es el que presenta las mejores propiedades adsorbentes, en relación al agua, efecto asociado a la presencia de abundante material biológico aportado por las algas que crecen en su interior.

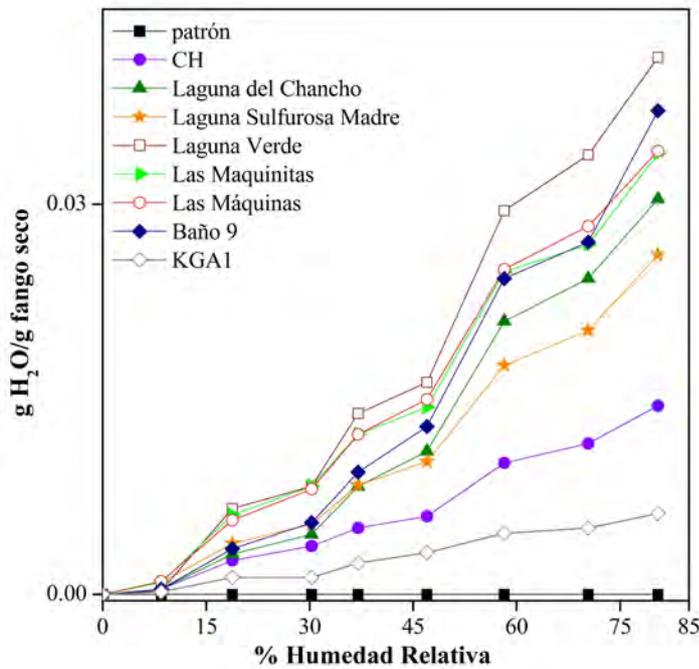


Figura 2.6: Agua retenida en diferentes fangos según la Humedad Relativa.

En cuanto a la capacidad de intercambio de iones, medida como capacidad de intercambio catiónico, los valores encontrados en estos materiales resultan del orden de los correspondientes a la caolinita, alrededor de los 10 miliequivalentes de carga por cada 100 g del material seco (10 meq/100 g), lo cual puede considerarse como adecuado para favorecer el intercambio de sustancias cargadas cuando se encuentra en contacto con la piel. En el producto madurado en el baño 9 resulta notable la gradual disminución de esta capacidad cuando se mantiene al sistema durante una mayor cantidad de tiempo (años). De tal modo que en principio resulta recomendable, en el caso de concretar en forma

permanente la práctica de maduración de fangos, completar la maduración en el plazo desde unos cuatro meses hasta el año o a lo sumo dos.

2.4.7 Comportamiento térmico

Una de las propiedades que más suelen destacarse en los peloide son sus propiedades térmicas, las cuales resultan relevantes ya que se asume como parte de su potencial para ejercer efecto terapéutico, la capacidad que tienen de conservar el calor una vez aplicados sobre la piel.²¹ Diversos estudios señalan que el aumento de temperatura que se genera sobre la zona de aplicación favorece una mayor irrigación sanguínea, facilitando el paso de sustancias a través de la piel desde y hacia el fango. Por ello, un material cuya capacidad de conservar el calor durante más tiempo se considera más funcional y apropiado para esta clase de aplicaciones.

Entre los parámetros que permiten evaluar el comportamiento térmico de un peloide se encuentra su cinética de enfriamiento y su calor específico.

La cinética de enfriamiento muestra la velocidad con la cual el material pasa de un valor de temperatura elevado, y adecuado para su aplicación, a un valor de temperatura similar a la corporal, eso es, frecuentemente, el tiempo que tarda en pasar de los 45 °C en el momento de la aplicación, a los 36 °C correspondientes a la temperatura corporal.

Por otro lado el calor específico es la cantidad de calor que se requiere para elevar en un grado la temperatura de 1 g del peloide analizado. Debemos recordar aquí que la sustancia con mayor calor específico de estos sistemas siempre será el agua, que un

²¹ L. Mourelle Mosqueira y col. «Propiedades termofísicas y caracterización de peloides en Peloterapia aplicaciones médicas y cosméticas de fangos termales.» En: ed. por A. Hernández. Ed. Fundación Bilbilis, 2014, págs. 67-69.

peloides es un sistema que contiene agua en elevada proporción pero que se caracteriza por la presencia de diversos minerales que le confieren propiedades especiales para su uso, y, que si bien el calor específico de un peloides siempre será menor que el del agua pura, la aplicación como fango permite manifestar otras propiedades que el agua sola no presentaría.

La figura 2.7 muestra como se modifica la temperatura a medida que transcurre el tiempo, para diferentes materiales, entre ellos el fango de la Laguna del Chancho, los fangos obtenidos en la maduración del baño 9, y el agua (sin fango) del baño 9.

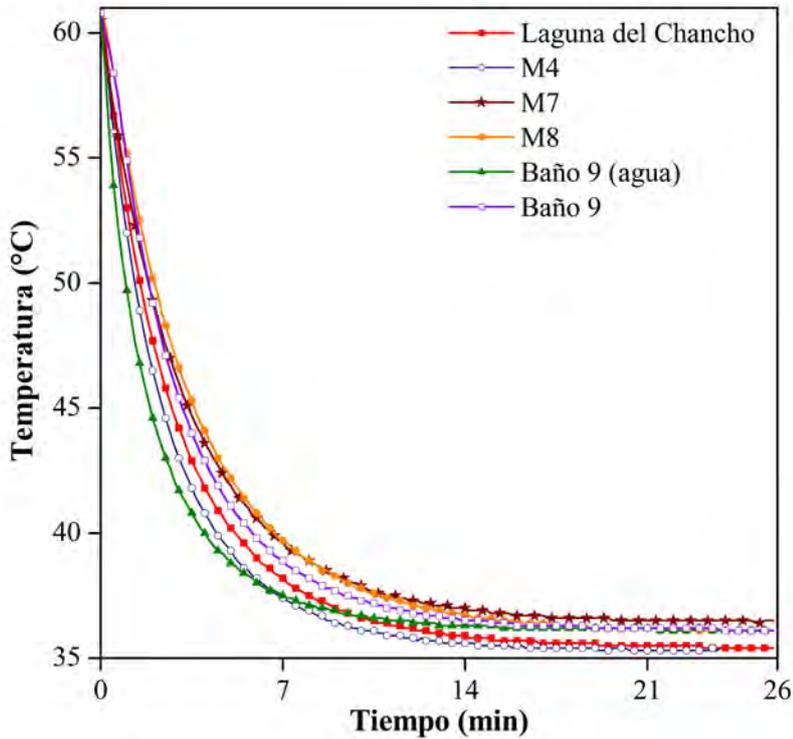


Figura 2.7: Curvas de enfriamiento de diferentes sistemas.

En este caso se observa una tendencia favorable respecto del tiempo de maduración, tiempos más largos de maduración mejoran la conservación del calor de los peloides obtenidos. A su vez el comportamiento térmico del material madurado resulta algo superior al del material natural. El calor específico de estos fangos ronda los 3,09 J/g °C, inferior al del agua (4,18 J/g °C), pero muy apropiado para su utilización como agente termoterápico.²²

2.5 Una mirada integral sobre los fangos de Copahue

Este material semisólido que el sistema geotermal Copahue produce en forma natural resulta de características tan especiales que puede considerarse uno de los pocos en el mundo con esta composición. Su riqueza esencial se asocia a la presencia de azufre en el sistema, tanto como azufre elemental, como en sus diversas manifestaciones con cambios en lo que se denomina el estado de oxidación, razón por la cual también hay una gran abundancia de sulfatos y sulfuros. Las propiedades curativas de estos componentes se ven potenciadas por la presencia de arcillas tales como la caolinita y la esmectita, que añaden plasticidad, propiedades adsorbentes y emolientes, etc. Tienen un olor y color característicos que les confieren un inmediato reconocimiento entre los pacientes, en gran medida, algunos de ellos asiduos usuarios desde hace años de los fangos y la fangoterapia en Copahue.

2.6 A modo de conclusión

La fangoterapia o peloterapia, práctica ejercida desde tiempos remotos por la humanidad, adquiere en Copahue un valor especial, en función de lo particulares que resultan los materiales de este

²² J. C. Baquero Ubeda y A. García Matas. «Propiedades fisicoquímicas, reológicas y mineralógicas de los peloides.» En: ed. por A. Hernández Torres. Fundación Bilbilis., 2014, págs. 55-65.

sitio, que son utilizados en una gran cantidad de tratamientos. Cada año, alrededor de 15.000 personas se movilizan hasta el centro termal para llevar a cabo una secuencia de tratamientos, y en la búsqueda del mejoramiento de un problema de salud o de cuestiones estéticas.

Su peculiaridad reside en los componentes y sus propiedades, y los mismos derivan del origen volcánico del sistema. Esto hace del lugar, de sus aguas mineromedicinales y todos sus derivados: fangos, algas, vapores, etc., un sitio casi único en el mundo entre los centros de fangoterapia reconocidos.

Se debe destacar lo relevante de la presencia de azufre, en su estado elemental, pero también en sus otras formas de presentación, como sulfuros y sulfatos. Es en especial el azufre el que aporta propiedades terapéuticas específicas en tantas de sus aplicaciones. Por otro lado la destacada presencia de los minerales de arcilla, con su reducido tamaño de partícula, aportan excelentes propiedades adsorbentes, de intercambio iónico, así como a la suavidad requerida para la aplicación, y a su capacidad de retener grandes cantidades de agua, que forma la fase acuosa de estos fangos, y que contribuye tan marcadamente a su potencial como agente termoterápico.

La maduración de fangos en Copahue, por el mezclado de arcillas regionales en y con aguas del lugar, con mezclado periódico, ha dado como resultado materiales que adquieren propiedades similares a las de los fangos madurados. Esta propuesta aporta a la versatilidad tanto en el uso como en la posibilidad de extraerlo y trasladar el material hacia otros sitios, incluso la posibilidad de envasarlo para una mayor distribución.

Sin duda resulta necesario avanzar en estudios clínicos acerca de los efectos terapéuticos producidos por la aplicación de estos peloides, a través de la evaluación de parámetros en sangre, orina, etc., estudios que hasta la actualidad no se han llevado a cabo, aún cuando si se cuenta con un importantísimo registro de las

evoluciones clínicas de los pacientes que utilizan los fangos de Copahue.

Los fangos de Copahue constituyen un recurso natural que potencia a Neuquén, y a toda la Patagonia Argentina como sitio de relevancia a nivel mundial en el campo de la fangoterapia o peloterapia, usada ya por los pobladores originarios, con un presente donde se trabaja en ampliar las posibilidades y el número de lagunas a utilizar, tal como es el caso de Las Máquinas, y seguir apostando a un futuro donde este recurso resulte aún mas conocido y promocionado a nivel mundial.

2.7 Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Comahue, CONICET y MinCyT por losl financiamientos recibidos, que permitieron llevar a cabo los estudios que aquí se presentaron.

3. La magia de la vida en un ambiente extremo

T. L. Lavallo, P. A. Chiacchiarini y M. A. Giaveno

3.1 Introducción

El sistema geotermal del volcán Copahue (situado en 37.45° S y 71.18° O, a 2977 msnm), se encuentra ubicado al noroeste de la provincia de Neuquén, Argentina. A partir de este volcán andesítico, que presenta una pequeña laguna en su cráter y dos fuentes termales ácidas, nace el río Agrio Superior, que descarga en el Lago Caviahue, y que, a partir del cual, nace el Río Agrio Inferior. El área presenta una influencia antropogénica debido a la localización de las Villas Caviahue y Copahue, donde los turistas disfrutaban de las aguas y lodos terapéuticos termales, y de los deportes invernales. Dicha zona se encuentra dentro del Parque Provincial Copahue, Provincia del Neuquén, Argentina.

Desde hace décadas, este área volcánica ha sido estudiada en su geología, geoquímica, vulcanismo y termalismo. Más recientemente se han incluido también aspectos biológicos, dentro de los cuales nuestro grupo de investigación ha sido pionero en el estudio de la biodiversidad procariótica. Por otro lado, científicos de todo el mundo han dedicado mucho tiempo y esfuerzo a estudiar diferentes regiones del planeta cuyas condiciones ambientales (temperatura, presión, pH, salinidad) son tan “extremas”, desde el punto de vista humano, que resultarían incompatibles para el desarrollo de los seres vivos superiores. Sin embargo, muchos de estos ambientes inhóspitos y desolados, están colonizados por una gran variedad de microorganismos denominados extremófilos

Teresa Laura Lavallo, Patricia Alejandra Chiacchiarini y María Alejandra Giaveno - Facultad de Ingeniería e Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías alternativas, PROBIEN (CONICET-Universidad Nacional del Comahue).

agiaveno.hotmail@com

por haber desarrollado estrategias metabólicas para vivir en tan severas condiciones ambientales. Dentro del grupo de extremófilos existen microorganismos que viven y se reproducen en ambientes de elevada temperatura, llamados termófilos, mientras que otros se desarrollan en ambientes fríos, próximos al punto de congelación del agua, denominados psicrófilos. Además existen microorganismos que se desarrollan óptimamente a valores de pH muy bajos, los acidófilos, y otros cuyo pH óptimo para vivir es muy elevado, mayor que 7, los alcalófilos. Los que se desarrollan en ambientes de gran salinidad se denominan halófilos y a los que soportan altas presiones, barófilos.

Si bien se ha demostrado que prácticamente todos los sitios de la corteza terrestre, incluyendo la hidrósfera y atmósfera colindantes, se encuentran colonizados por diferentes tipos de seres vivos, algunos de dichos sitios, cuyas condiciones ambientales se caracterizan por la elevada temperatura del entorno con alta acidez y presencia de metales y metaloides, resultan más apropiados como hábitat de microorganismos extremófilos, potencialmente eficientes para ser utilizados en los procesos biotecnológicos de interés ambiental. En ese sentido, las regiones aledañas a los volcanes resultan particularmente atractivas para su estudio porque ofrecen la posibilidad de tener al alcance de la mano variados ambientes extremos, que en muchos casos podrían asemejarse a las condiciones ambientales en las que se desarrolló la vida en los orígenes de la tierra. Fue precisamente en el Parque Nacional Yellowstone (USA) donde fueron aislados los primeros microorganismos termófilos¹ aunque luego se extendió a otros lugares y ambientes.

Desde el año 1997, nuestro grupo de investigación ha realizado muestreos periódicos en el sistema geotermal del volcán Copahue, tanto en el Río Agrio Superior, el Río Agrio Inferior, la laguna

¹ M. T. Madigan, J. M. Martinko y J. Parker. *Brock. Biología de los microorganismos*. 10.^a ed. Pearson Education, 2003.

3. Microbiota - Giaveno y col.

del cráter del Volcán, el lago Caviahue, como también en las diferentes fuentes termales y emanaciones en la villa Copahue, en Las Maquinitas y en Las Máquinas. En las Figuras 3.1 a 3.3 se observan fotografías de algunos de los sitios de muestreo que hemos utilizado habitualmente en nuestros estudios.

Uno de nuestros objetivos ha sido la identificación y caracterización de microorganismos que comparten este hábitat extremo en condiciones ácidas y en un variado rango de temperaturas, usando tanto técnicas tradicionales de microbiología como técnicas más modernas de biología molecular.



Figura 3.1: Vista de: (a) Laguna de las Algas y Laguna Sulfurosa. (b) Las Maquinitas.



Figura 3.2: Vista de: (a) Naciente del Río Agrio Superior. (b) Cráter del Volcán Copahue.

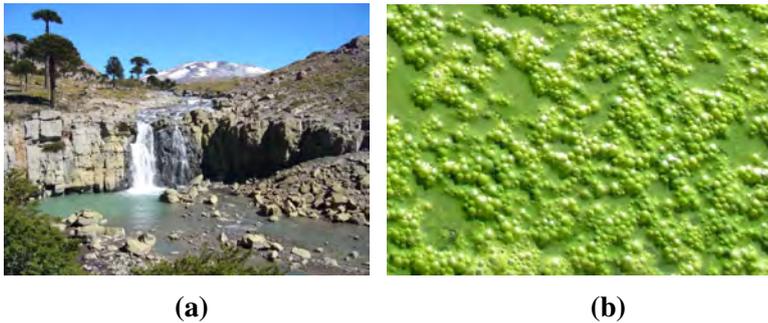


Figura 3.3: Vista de: (a) Cascada del Gigante sobre el Río Agrio Superior y Volcán Copahue. (b) Laguna Verde Este.

Además del interés ecológico que motivó el estudio de la biodiversidad y la actividad microbiana de este sistema extremo:

3.2 ¿Qué aplicaciones tienen los microorganismos extremófilos que habitan lugares incompatibles con la vida humana?

Las aplicaciones de los extremófilos se centran en el papel que juegan en procesos biotecnológicos, como por ejemplo:

- La biominería: que engloba un conjunto de técnicas que propician la extracción de metales mediada por la actividad oxidativa de microorganismos específicos. Como ejemplo de estos procesos se puede mencionar la solubilización de sulfuros metálicos y la subsiguiente recuperación de los metales de interés comercial (Au, Ag, Cu, Zn, Ni) llevada a cabo por microorganismos oxidantes del hierro y del azufre.
- La biorremediación: que consiste en la recuperación del medio ambiente a través de diferentes procesos donde los microorganismos contribuyen por ejemplo a la eliminación de metales pesados mediante diferentes mecanismos de acción (bioacumulación, biosorción, bioprecipitación, etc.).
- La producción de extremoenzimas de interés industrial, como lo fue el hallazgo de la enzima Taq polimerasa (obtenida a partir del microorganismo termófilo *Thermus aquaticus*) que revolucionó la ciencia moderna en el desarrollo de la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) ampliamente utilizada en investigación biológica o forense y en diagnóstico médico.

De esta forma, los microorganismos extremófilos constituyen una atractiva fuente potencial para múltiples aplicaciones industriales.

3.3 ¿Qué tipo de ensayos se realizaron y cuáles fueron los principales logros alcanzados en el marco de los proyectos de investigación que hemos realizado en el sistema geotermal del volcán Copahue?

3.3.1 Análisis fisicoquímicos

En primer lugar se realizó un exhaustivo muestreo del área. Los análisis fisicoquímicos de las muestras tomadas en diferentes puntos del ecosistema permiten conocer las

características del ambiente en que se encuentra cada grupo microbianocorrespondiente. En la Tabla 3.1 se presentan, como ejemplo, los resultados obtenidos en la campaña del año 2009.

3.3.2 Caracterización microbiana

Para describir un microorganismo es necesario conocer su fisiología (del griego *physis*, naturaleza y *logos*, conocimiento) que consiste en estudiar las funciones de esos seres vivos, cuál es su metabolismo, qué compuestos utiliza para generar energía, para producir biomasa, para mantenerse, etc. También se debe conocer la morfología, esto es determinar su forma (bacilos, cocos, espirilos, etc.) mediante diferentes técnicas de microscopía y por último determinar su identificación es decir conocer a que género y especie pertenece ese microorganismo utilizando datos de la fisiología y morfología en el caso de género y técnicas de biología molecular para confirmar la especie. El estudio completo define la caracterización fisiológica, morfológica y molecular de los microorganismos.

Caracterización fisiológica y morfológica

Una parte de los estudios realizados por nuestro grupo se llevó a cabo aplicando técnicas de microbiología clásica mediante el cultivo de muestras naturales en medios (sólidos o líquidos) de enriquecimiento específicos y el posterior aislamiento de especies. A partir de estos ensayos fue posible obtener diferentes microorganismos denominados “cultivables” por la factibilidad de crecer “in vitro” en el laboratorio, algunos de los cuales pudieron ser identificados y utilizados posteriormente para evaluar su potencial biotecnológico. La caracterización microbiana del área de muestreo reveló una gran biodiversidad de microorganismos acidófilos representada por bacterias, arqueas, levaduras y hongos filamentosos. Una característica de los ambientes extremos es

Tabla 3.1: Características de muestras de aguas en distintos puntos de muestreo. La concentración de metales está expresada en ppm. (ND: No detectable)

Procedencia	pH	t (°C)	κ (mS/cm)	Fe	K	Mg	Ca	Na	Mn
NA (Naciente del Agrío)	0,8	70	65,1	816,1	845,0	552,2	13,2	867,4	18,8
VA1 (Vertiente Agrío Sur)	0,8	45	63,1	834,6	504,9	696,2	14,8	911,7	21,2
VA2 (Vertiente Agrío Norte)	1,0	42	42,0	537,8	151,6	341,7	17,1	364,9	10,2
CG (Cascada del Gigante)	1,9	10	24,3	510,0	147,5	281,2	13,0	326,0	11,3
CC (Cascada de la Culebra)	1,9	10	24,5	447,4	136,0	239,7	14,9	282,6	9,7
CV (Cascada de la Virgen)	2,3	13	23,5	450,6	134,5	266,3	15,0	282,6	10,1
LC (Lago Caviahue)	3,1	16	1,17	21,3	4,4	18,1	3,2	14,0	0,7
PG (Puente de Gendarmería)	3,3	16	0,72	2,7	4,6	11,0	1,6	11,6	0,4
SA (Salto del Agrío)	3,7	16	0,35	ND	2,9	7,7	2,3	7,5	0,1
LS (Laguna Sulforosa)	3,0	55	1,12	3,2	12,6	4,8	5,8	25,2	0,1
LVe (Laguna Verde)	2,4	28	2,6	6,6	8,7	1,8	3,2	17,3	0,1
B9 (Baño 9)	2,0	50	3,38	7,7	5,4	2,2	0,8	12,6	0,1
AL (Agua de Limón)	2,0	55	5,1	31,4	11,1	1,5	2,3	23,2	0,1
LMi (Las Maquinitas)	2,5	85	8,6	43,2	9,7	4,4	3,2	26,4	0,7
LMa (Las Máquinas)	1,8	39	3,81	10,6	5,7	8,3	2,8	15	0,2

la escasez de compuestos orgánicos mientras que, en general, hay disponibilidad para obtener variados compuestos inorgánicos, este hecho ha favorecido el desarrollo de diferentes tipos de microorganismos, que han adaptado su metabolismo para obtener fuentes de carbono y energía, a las condiciones imperantes en el medio ambiente y en función de ese rasgo metabólico son clasificados en diferentes grupos. Cabe señalar que hemos detectado y/o aislado en el sistema geotermal Copahue gran cantidad de bacterias y arqueas quimiolitótrofos, que son microorganismos capaces de captar la energía que está disponible en compuestos químicos de origen inorgánico (por ej. S₈, Fe(II), Fe(III), H₂, H₂S, etc.), y si además pueden utilizar dióxido de carbono (CO₂) proveniente del aire, como única fuente de carbono se denominan autótrofos (quimiolitóautótrofos).

Adicionalmente, se detectaron bacterias y arqueas que requieren compuestos orgánicos como fuente de carbono y se denominan heterótrofos (quimiolitóheterótrofos). También hemos detectado, aunque en menor proporción debido a las condiciones ambientales imperantes en el sistema, otros microorganismos unicelulares (bacterias arqueas levaduras) o multicelulares (hongos filamentosos) que necesitan exclusivamente compuestos orgánicos para obtener energía y producir biomasa y son clasificados como quimioorganoheterótrofos. Por otro lado, los organismos fotótrofos, como las plantas, algas y algunas bacterias, utilizan a la luz solar como fuente de energía para sus funciones vitales. Los seres humanos somos organismos quimioorganoheterótrofos porque requerimos compuestos de carbono orgánicos (p. ej. Glucosa) como fuente de energía y de carbono.

Ahora bien, nos preguntamos: ¿Cómo se hace la caracterización fisiológica de los microorganismos?

Para caracterizar fisiológicamente a las cepas aisladas se realizan ensayos a escala de laboratorio donde se cultivan los microorganismos en medios específicos de crecimiento y se mide,

en función del tiempo, el incremento de la población microbiana o se determina el consumo de alguna fuente de energía. Luego, con los datos experimentales se construyen gráficos y en general de las pendientes de las curvas obtenidas se pueden estimar algunos parámetros como por ejemplo las velocidades de crecimiento de los microorganismos, la de consumo de la fuente de energía o la de formación de algún metabolito asociado al crecimiento. Estos ensayos experimentales que se llevan a cabo en función del tiempo se denominan cinéticas.

En nuestro laboratorio se realizaron estudios de cinéticas de crecimiento y de consumos de ion ferroso a diferentes temperaturas a fin de evaluar parámetros como la velocidad de crecimiento. La Figura 3.4 presenta, a modo de ejemplo, los resultados obtenidos para una de las cepas aisladas (TfAgrio9) a distintas temperaturas creciendo sobre medio de cultivo conteniendo sales basales y sulfato ferroso a pH 1,8. Se observa que la mayor velocidad de crecimiento y el mayor consumo de hierro ferroso se producen a 30 °C, siendo este el valor óptimo de temperatura de crecimiento para esta cepa aislada. Estos datos son concordantes con las características de la cepa aislada que pertenece al género *Acidithiobacillus*, ya que son microorganismos mesófilos.

Se puede ver en los gráficos que el crecimiento y consumo de ion ferroso se hace considerablemente más lento a bajas temperaturas (20 y 25 °C) en los extremos del intervalo de temperatura ensayado mientras que los valores alcanzados cuando el ensayo se realiza a 40 °C se aproxima un poco más a los valores óptimos porque un aumento en la temperatura siempre provoca un aumento en la velocidad de reacción química (esto es válido en el rango de temperatura compatible con la naturaleza mesófila del organismo).

3. Microbiota - Giaveno y col.

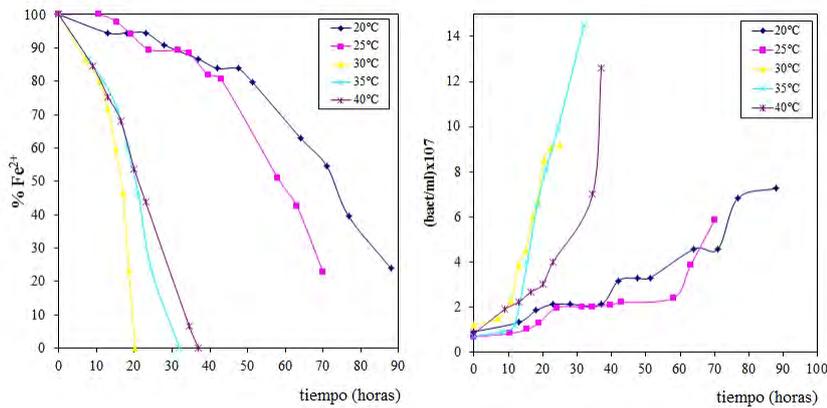


Figura 3.4: Consumo de hierro ferroso y población bacteriana en cinéticas de crecimiento de la cepa TfAgrio9 a distintas temperaturas

Específicamente, hemos aislado y caracterizado fisiológica y molecularmente especies oxidantes del hierro y del azufre. Algunas cepas de *Acidithiobacillus ferrooxidans* fueron aisladas del Río Agrío Superior, cercano a la descarga en el lago Caviahue, y otras en el Río Agrío Inferior (puntos de muestreo PG y SA).² Mientras que cepas de *Acidithiobacillus thiooxidans* fueron aisladas sobre el Río Agrío Superior únicamente, las de *Leptospirillum ferrooxidans* fueron aisladas de los puntos denominados CC, LC, PG y SA, y cepas de *Acidithiobacillus caldus* en B9, AL y LMi.³ Para estudiar la morfología de las células se recurre a diferentes técnicas de microscopía óptica y/o electrónica. Particularmente en

² L. Lavallo y col. «Isolation and characterization of acidophilic bacteria from Patagonia, Argentina.» En: *Process Biochemistry* 40.3 (2005), págs. 1095-1099.

³ P. Chiacchiarini y col. «First assessment of acidophilic microorganisms from geothermal Copahue–Caviahue system.» En: *Hydrometallurgy* 104.3 (2010), págs. 334-341.

la Figura 3.5 se observan algunas micrografías electrónicas de los microorganismos mesófilos aislados donde se puede apreciar la forma de bacilos característica del género *Acidithiobacillus*.

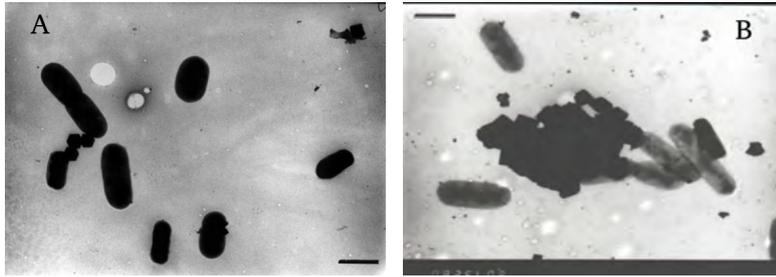


Figura 3.5: A) Micrografía electrónica de Transmisión TEM correspondiente a la cepa TfAgrio10. B) Micrografía TEM de células correspondientes a la cepa TfAgrio9. Las barras corresponden a 1 μm

Como ya hemos expresado el sistema geotermal Copahue presenta una gran variedad de ambientes con alta temperatura que resultan óptimos para el crecimiento de microorganismos termófilos, por lo tanto nuestro grupo le dedicó tiempo y esfuerzo a la búsqueda y aislamiento de este tipo de microorganismos. Las Figuras 3.6, 3.7 y 3.8 presentan las imágenes correspondientes a los cultivos de enriquecimiento de arqueas termófilas sobre medios específicos.

El medio M88+T contiene sales minerales y tetracionato de potasio, compuesto reducido de azufre, que puede ser usado por las arqueas para obtener energía y reproducirse. Se muestra la evolución del cultivo en frascos a tiempo cero y después de 4 días de crecimiento (el aumento de la turbidez del cultivo se debe al aumento en la cantidad de células) y una imagen registrada en un microscopio óptico con contraste de fase donde puede observarse la morfología celular de los cultivos, en este caso células globulares.

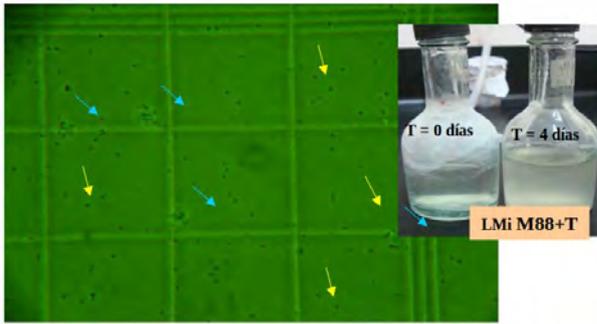
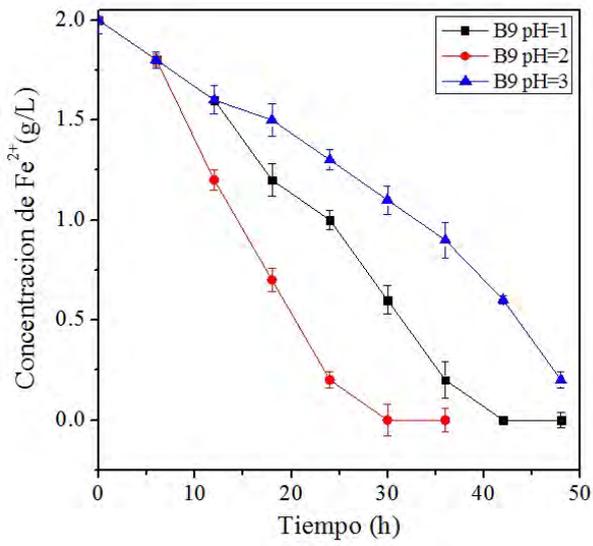


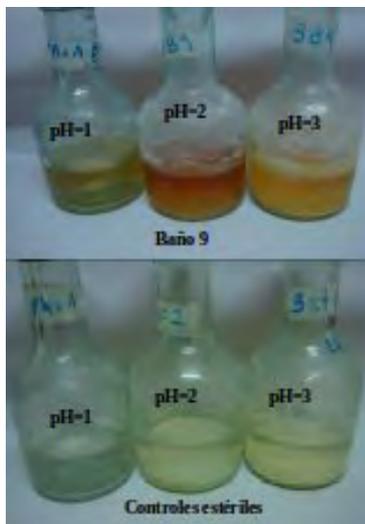
Figura 3.6: Cultivo de enriquecimiento de arqueas acidófilas provenientes de Las Maquinitas (LMi) en medio líquido específico M88+T a 65 °C.

Algunas de las arqueas caracterizadas tienen un metabolismo versátil pudiendo crecer sobre compuestos reducidos del azufre pero también pueden hacerlo oxidando hierro (II). Por lo tanto se realizaron ensayos cinéticos en medios específicos conteniendo ion ferroso y se puede observar en el gráfico de la Figura 3.7 como el hierro (II) es consumido a medida que pasa el tiempo y el contraste de color en los frascos sin microorganismos (estériles) respecto de los que contienen hierro oxidado (color herrumbre). Además se puede constatar que a pH = 2 el hierro es consumido por los microorganismos a mayor velocidad que a los otros valores de pH.

También en la Figura 3.8 se presentan distintas micrografías obtenidas en un microscopio electrónico de barrido (SEM) de distintos consorcios microbianos enriquecidos en medio M88+S, conteniendo azufre como fuente de energía para el crecimiento de los microorganismos. Las mismas permiten apreciar diferente morfología celular y diferencias en la longitud de los bacilos.



(a)



(b)

Figura 3.7: Cultivos de una cepa de arquea del género *Acidianus* aislada del Baño 9 en medios de cultivo conteniendo hierro (II) y a diferentes pH.

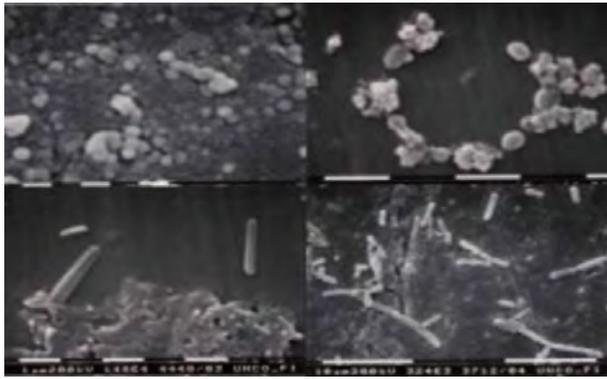


Figura 3.8: Micrografías (SEM) correspondientes al consorcio proveniente de LMi enriquecido en M88+S. Las barras corresponden a 1 μm en todas las micrografías excepto para la inferior derecha, donde la barra es de 10 μm .

Hasta ahora hemos mostrado mayoritariamente bacterias y arqueas que se desarrollan a expensas de la oxidación de compuestos reducidos de hierro y azufre. Estos microorganismos en general se encuentran en ambientes que contienen oxígeno (O_2) y se denominan microorganismos aeróbicos. Sin embargo en el sistema geotermal Copahue encontramos muchos ambientes carentes de oxígeno que son óptimos para el desarrollo de microorganismos anaeróbicos. Entre ellos, se ha detectado la presencia de bacterias reductoras de sulfato en las muestras LMa, LMi y B9, creciendo a 30 y 45 °C. Estas bacterias viven a expensas de iones sulfato (SO_4^{2-}) que reducen a forma de sulfuro (S^{2-}) y generan precipitados de color negro que se encuentran en general a pocos centímetros de profundidad en el lecho de los ríos y pozos termales. La Figura 3.9 muestra un cultivo mixto de cepas reductoras de sulfato, donde se observa el precipitado negro resuspendido en el caldo luego de su agitación, en contraste con un frasco sin inocular (estéril).



Figura 3.9: Cultivo mixto de bacterias reductoras de sulfato (derecha) y control estéril (izquierda).

Adicionalmente, se logró el crecimiento de microorganismos heterótrofos mesófilos y termófilos moderados en medio de cultivos sólidos especialmente diseñados, a partir de muestras provenientes de los sitios de muestreo VA1, VA2, LVE, B9, AL, LMi y LMa. Las colonias eran cremosas de aspecto gelatinoso y brillante y de variadas morfologías como se observa en la Figura 3.10.



Figura 3.10: Colonias de acidófilos crecidos sobre medio sólido. Se puede observar en algunas colonias la presencia de compuestos oxidados de hierro.

Por otro lado, se aislaron y caracterizaron hongos filamentosos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, y variadas cepas

de levaduras (*Cryptococcus sp.*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Sporidiobolus salmonicolor*) prevalecieron en las muestras que provenían de CC, CV, B9, SA.

Caracterización por biología molecular

Desde el siglo XVIII los biólogos han venido utilizando caracteres morfológicos (color, tamaño, forma, etc.) y estudios fisiológicos para tratar de clasificar y estudiar los diferentes tipos de microorganismos, plantas y animales. Sin embargo, en la segunda mitad del siglo XX, con el conocimiento de que la información genética reside en el ADN se introducen nuevos estudios dirigidos a esta macromolécula utilizando técnicas de biología molecular. Se denominan así a las técnicas de laboratorio que se utilizan para aislar ADN, extraerlo en alta pureza, visualizarlo, cortarlo y pegarlo, amplificar una región en una enorme cantidad de moléculas (clonación de fragmentos en bacterias, virus u otros vectores) o por técnica de PCR (Reacción en cadena de la polimerasa). El propósito de la PCR es hacer muchas copias de un fragmento de ADN logrando así la amplificación de un segmento específico de ADN para estudios posteriores.

Estas técnicas tienen diversas aplicaciones generalmente en el diagnóstico de enfermedades hereditarias, diagnóstico de contaminación bacteriana en alimentos, diagnóstico viral o de infección viral (sida, hepatitis C, etc.), selección de marcadores moleculares para asistir en el mejoramiento genético de una especie, test de paternidad, diagnóstico de identidad forense, identificación de especies, etc. Esta última aplicación es la que sirve a nuestro objetivo de poder asignar un “nombre” (género y especie) a los microorganismos con los que trabajamos. A modo de ejemplo en la Figura 3.11 se muestran todos los pasos experimentales que realizamos en nuestro laboratorio para extraer el ADN de microorganismos (en este caso de arqueas) y llegar

a tener ese material puro para luego enviarlo a secuenciar a servicios nacionales o internacionales que se encargan de realizar ese trabajo, y una vez que uno conoce la secuencia del ADN del microorganismos de interés puede proceder a la identificación del mismo por comparación de ese fragmento de ADN con otros fragmentos presentes en bases de datos internacionales públicas y accesibles mediante la web.



Figura 3.11: Protocolo experimental para la extracción y amplificación de un fragmento de ADN perteneciente a un grupo de arqueas termófilas provenientes de Copahue y lograr su identificación molecular.

En particular, las técnicas de secuenciación de ADN han evolucionado hasta permitir analizar una gran cantidad de muestras, comparar diferentes secuencias de múltiples individuos de una población o de múltiples especímenes de diferentes especies. De este modo se logran establecer relaciones de proximidad entre ellos, a nivel de poblaciones, especies o grupos taxonómicos y finalmente trazar las relaciones de todos los organismos vivos hasta la primera célula conformando lo que se denomina árbol filogenético o árbol de la vida (Figura 3.12).

Árbol Filogenético de la Vida

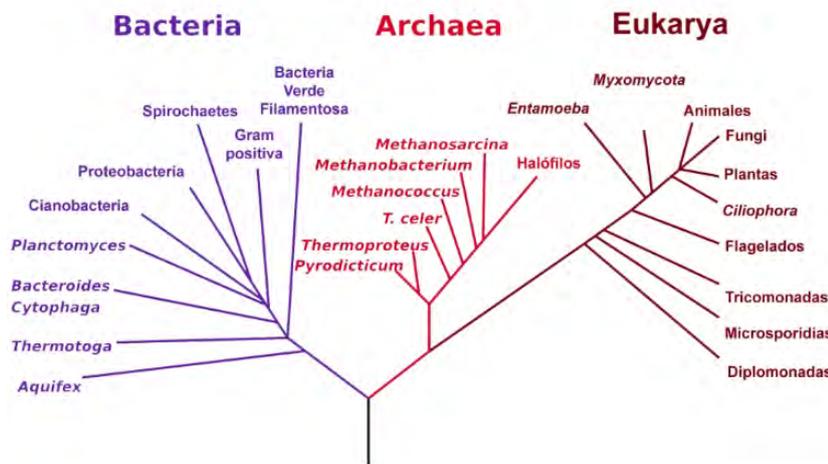


Figura 3.12: Árbol filogenético universal. El orden y la longitud de las ramas fueron determinados en base a la comparación de secuencias de ARNr.

El aislamiento y caracterización de los microorganismos extremófilos y los avances en las técnicas de biología molecular permitió ampliar las fronteras de la clasificación filogenética de

los seres vivos ya que se comprobó que muchos de ellos podían agruparse en un nuevo dominio que fue propuesto en 1990 y que corresponde al de los organismos procariotas denominados Arqueas. En el árbol filogenético de los seres vivos se presentan los tres dominios filogenéticos reconocidos actualmente por la comunidad científica: Bacteria, Archaea y Eukarya.

Por otro lado, teniendo presente que el porcentaje de células que se pueden cultivar, respecto al total de células existentes en un ecosistema, es muy pequeño, no siendo superior al 1 % en la mayoría de los casos,⁴ se hizo necesario disponer de técnicas no tradicionales para conocer y entender el mundo microbiano. Entre los métodos diseñados para acceder al conocimiento de la fisiología y genética de organismos no cultivables, la metagenómica se ha convertido en una poderosa herramienta de estudio. Se refiere al conjunto de tecnologías genómicas y herramientas bioinformáticas para acceder directamente al contenido genético de comunidades enteras de organismos. El conjunto de técnicas empleadas en la actualidad ha permitido obtener múltiples ramas de manera tal de ir ampliando el árbol de la vida hasta abarcar prácticamente toda la biodiversidad que haya poblado el planeta Tierra.

Específicamente en relación al sistema geotermal Copahue, el uso de técnicas de biología molecular, independientes del cultivo, para la detección e identificación de microorganismos, nos permitieron ampliar el conocimiento de la biodiversidad en este ambiente extremo. Empleando técnicas moleculares tales como hibridación fluorescente in situ (FISH), clonado del gen 16S ARNr y secuenciación se pudo detectar la presencia de *Acidithiobacillus albertensis* (oxidante del azufre), termófilos moderados (géneros *Alicyclobacillus* y *Sulfobacillus*), oxidante del hierro estricto (*Ferrimicrobium*) y arqueas del género *Ferroplasma*.

⁴ R. I. Amann, W. Ludwig y K. H. Schleifer. «Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation». En: *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 59 (1995), págs. 143-169.

Otras especies no cultivables fueron encontradas y podría tratarse de nuevas especies no reportadas aún.⁵ A pesar de que la biodiversidad en procariotas del sistema geotermal ha sido estudiada desde hace años ninguna cepa nueva autóctona extremófila había sido reportada hasta el 2010.⁶ En este trabajo se informa sobre una cepa, perteneciente al género *Acidianus*, que fue aislada del río Agrio Superior (NA, VA1 y VA2) y del campo geotermal Copahue (B9, LMi y LMa).⁷ El nombre propuesto para esta cepa fue *Acidianus copahuensis*. El hallazgo de esta nueva especie ha permitido incrementar el conocimiento sobre las relaciones evolutivas entre las especies que tienen un ascendente común, incluyéndola en el árbol filogenético como *Acidianus sp.* Ale 1 como se observa en la Figura 3.13.⁸ Cabe consignar que las ramificaciones que se muestran en la 3.13 pertenecen al dominio filogenético de Arqueas y forman parte de las múltiples ramificaciones que se conocen en la actualidad y que completan el árbol de la vida de la Figura 3.12.

⁵ M. S. Urbietta y col. «First Prokaryotic Biodiversity Assessment Using Molecular Techniques of an Acidic River in Neuquén, Argentina.» En: *Microbial Ecology* 64.1 (2012), págs. 91-104.

⁶ M. A. Giaveno. «Biolixiviación y biooxidación de minerales utilizando cepas nativas de capacidad termofílica.» Tesis doct. Universidad Nacional de la Plata, 2010.

⁷ Giaveno, «Biolixiviación y biooxidación de minerales utilizando cepas nativas de capacidad termofílica.»

⁸ M. A. Giaveno y col. «Physiologic Versatility and Growth Flexibility as the Main Characteristics of a Novel Thermoacidophilic *Acidianus* Strain Isolated from Copahue Geothermal Area in Argentina.» En: *Microbial Ecology* 65.2 (2013), págs. 336-346.

3. Microbiota - Giaveno y col.

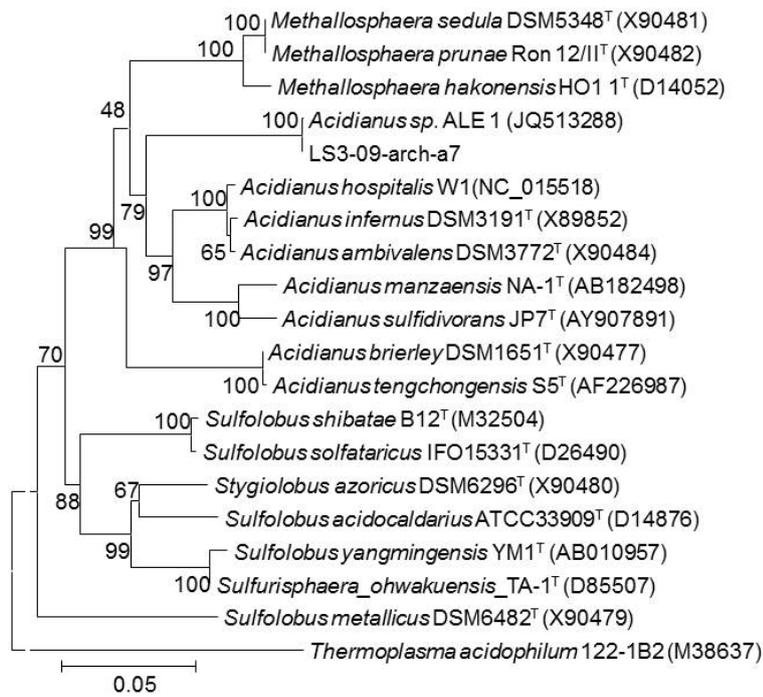


Figura 3.13: Árbol filogenético basado en el gen 16S ARNr mostrando afiliación de la cepa ALE1 y miembros seleccionados del orden Sulfolobales

La nueva especie *Acidianus copahuensis* posee propiedades metabólicas tan versátiles que la convierten en excelente candidata para ser utilizada en procesos biotecnológicos tanto en el campo de la minería como otros de interés industrial.

3.4 ¿Qué tipo de aplicaciones biotecnológicas se ensayaron con los microorganismos aislados del sistema geotermal del volcán Copahue?

3.4.1 Biolixiviación y biooxidación de minerales regionales.

La existencia de comunidades microbianas que contribuyen a la extracción de metales en el campo de la minería se reconoce desde hace más de medio siglo pero en las últimas décadas se ha incrementado notablemente el número de operaciones comerciales biotecnológicas para la explotación de este tipo de minerales. Los procesos biotecnológicos utilizados pueden ser agrupados de acuerdo a dos propósitos distintos: procesos que producen la conversión de sulfuros (u óxidos) metálicos insolubles en sulfatos solubles en agua (biolixiviación) o procesos utilizados como pre-tratamientos para atacar matrices minerales y permitir que otros agentes lixiviantes químicos puedan alcanzar y solubilizar los metales de interés (biooxidación).

A efectos de estudiar los procesos citados usando minerales de la provincia de Neuquén, se seleccionaron algunos de los microorganismos aislados o consorcios nativos. Específicamente se evaluó la biolixiviación de un mineral polimetálico con alto contenido de ZnS proveniente del yacimiento La Resbalosa. El consorcio termofílico constituido por arqueas del género *Acidianus* y bacterias no identificadas permitió extraer un 40 % más de cinc que los controles estériles.⁹ Adicionalmente, se comprobó la incidencia positiva sobre la biorecuperación de metales (Zn, Cu) del yacimiento La Silvita cuando se usaron consorcios conformados por microorganismos heterótrofos y autótrofos.¹⁰

⁹ M. A. Giaveno y E. R. Donati. «Bioleaching of a Zinc Sulfide Ore by Thermophilic Consortia Isolated from Copahue Volcano.» En: *Biohydrometallurgy: From the Single Cell to the Environment*. Vol. 20. 2007, págs. 79-82.

¹⁰ P. Chiacchiarini y col. «Biorecuperación de cinc a partir de un mineral

3. Microbiota - Giaveno y col.

Por otra parte, se realizaron diferentes ensayos de biooxidación de minerales del distrito minero Andacollo con la finalidad de aumentar la eficiencia en la recuperación de oro. Se utilizaron cultivos mesófilos y termófilos siguiendo diferentes protocolos y en todos los casos los microorganismos provenientes del sistema geotermal Copahue fueron eficientes, propiciando un menor consumo de cianuro y una mayor recuperación de oro respecto de los controles estériles.¹¹ Las Figuras 3.14 y 3.15 presentan una serie de micrografías electrónicas de barrido de muestras de mineral colonizadas por los microorganismos que llevan a cabo el proceso de biolixiviación y biooxidación, y de consorcios microbianos enriquecidos en medios de cultivos adecuados.

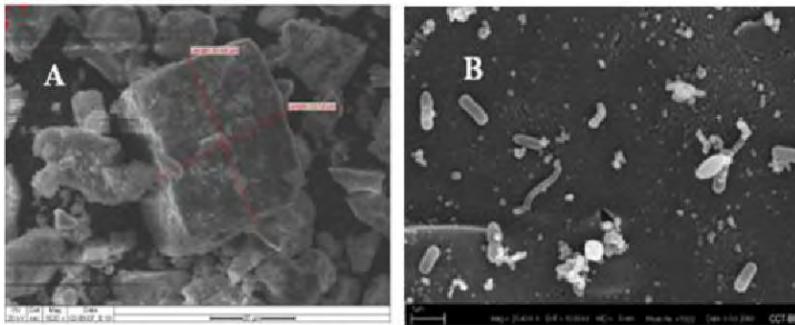


Figura 3.14: A) Micrografía electrónica de barrido de una muestra de mineral de Andacollo, Neuquén, conteniendo pirita. B) Consorcio microbiano obtenido de un pozo termal de Las Maquinitas.

sulfurado de baja ley del yacimiento La Silvita, Neuquén.» En: *XI Jornadas Argentinas De Tratamiento De Minerales*. 2012, págs. 307-312.

¹¹ M. A. Giaveno y col. «Oxidative Capacity of Native Strains from Copahue Geothermal System in the Pretreatment of a Gold Sulfide Ore.» En: *Biohydrometallurgy*. Vol. 71. 2009, págs. 473-476.

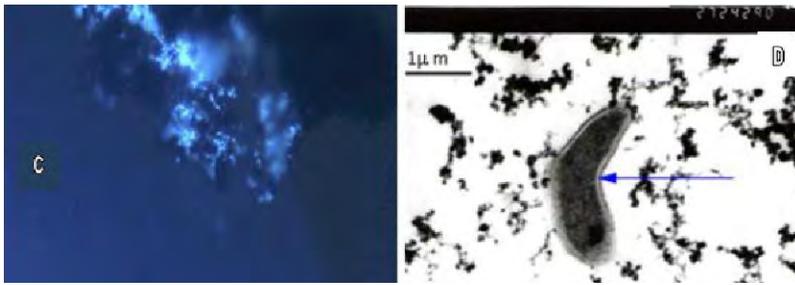


Figura 3.15: C) Partícula de mineral colonizada por microorganismos extraída de un ensayo de Biolixiviación. D) Micrografía de transmisión electrónica (TEM) de una célula de arquea.

3.4.2 Biorremediación.

Desde hace años se han propuesto diferentes métodos para la descontaminación y recuperación de metales pesados del ambiente. Algunos de ellos se basan en el uso de microorganismos. Una cepa de *At. thiooxidans* aislada del Río Agrio, denominada AtAgrio6, mostró ser una eficiente productora de ácido sulfúrico por lo cual fue utilizada en la biolixiviación de lodos municipales provenientes de la Planta de Tratamiento de efluentes del Parque Industrial de Neuquén, para remediar la contaminación con metales pesados.¹²

Otros microorganismos, como es el caso de las levaduras, son considerados potenciales biorremediadores. Diferentes especies de levaduras aisladas a partir de muestras de aguas del Río Agrio y otras surgentes fueron estudiadas con el fin de evaluar su capacidad de crecimiento a distintas concentraciones de metales pesados, níquel, cadmio, zinc y cobre. La levadura pigmentada (Agrio 16) identificada por métodos fisiológicos y moleculares como perteneciente a la especie *Rhodotorula mucilaginosa* presentó la

¹² Chiacchiarini y col., «First assessment of acidophilic microorganisms from geothermal Copahue–Caviahue system».

mayor tolerancia (Figura 3.16. En ensayos posteriores se demostró la capacidad de esta cepa de capturar metales pesados a partir de soluciones diluidas por biosorción y bioacumulación.¹³

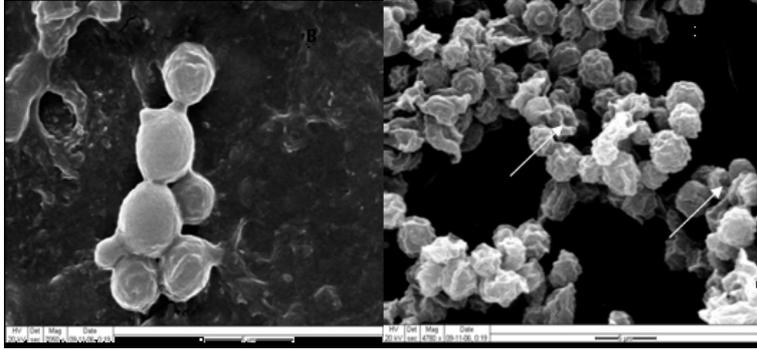


Figura 3.16: Imagen de una micrografía electrónica de barrido (SEM) de un cultivo de levaduras en medio sin metal (izquierda) y células expuestas a alta concentración de metal (derecha). Se aprecia una alteración en la superficie celular y las flechas muestran ruptura.

Uno de los temas más discutidos cuando se trata de evaluar un proyecto minero es la posible generación de drenajes ácido de mina (DAM). Este proceso ocurre cuando se exponen al aire minerales sulfurados que antes estaban enterrados. La oxidación de los sulfuros implica producción de protones y la consecuente disminución del pH del sistema. Este incremento en la acidez del ambiente favorece la movilización de metales pesados los cuales pueden ser transportados hasta los cursos de agua, donde además se incrementa la concentración de sulfatos y otros aniones

¹³ E. R. Donati y col. «Heavy Metal Tolerance and Copper Uptake in Yeast Isolated from Patagonia Argentina.» En: *Biohydrometallurgy: From the Single Cell to the Environment*. Vol. 20. Advanced Materials Research. 2007, págs. 639-642.

superando muchas veces los límites permitidos para diferentes aplicaciones (consumo, riego, industria, etc.). La generación de DAM muchas veces se ve favorecida por la presencia de microorganismos acidófilos oxidantes del hierro y del azufre. La mejor manera de prevenir y/o controlar este problema ambiental es estudiando tanto los mecanismos que lo generan como las posibles interacciones que surjan del contacto entre los minerales y los microorganismos presentes. Es allí donde nuestro grupo ha contribuido al conocimiento del tema ya que se estudiaron sistemas modelos utilizando sulfuros de hierro (troilita) y consorcios microbianos constituidos por bacterias y arqueas provenientes del sistema Geotermal Copahue.¹⁴

3.5 Conclusiones

La gran diversidad de microorganismos extremófilos encontrada en el sistema geotermal del Volcán Copahue muestra la potencialidad del mismo como reserva de microorganismos de gran interés industrial y ecológico. Hemos realizado amplios estudios con el fin de definir la composición de las comunidades microbianas y hemos realizado el aislamiento de cepas acidófilas de interés biotecnológico. Además, las exitosas aplicaciones llevadas a cabo usando algunos consorcios o cepas aisladas, a escala de laboratorio, hacen del sistema geotermal Copahue un área de gran interés como fuente de microorganismos aplicables en importantes procesos biotecnológicos como la recuperación de metales a partir de minerales y la biorremediación de sitios contaminados con metales pesados, como también en el desarrollo de nuevas tecnologías. Los resultados alcanzados son alentadores e implican un desafío para continuar estas investigaciones.

¹⁴ M. A. Giaveno y col. «The influence of two thermophilic consortia on troilite (FeS) dissolution». En: *Hydrometallurgy* 106.1 (2011), págs. 19-25.

4. El Agua: su Magia y el Arte de Curar de Copahue

M. L. Vela

... “Si hay magia en este planeta está contenida en el agua”...

LOREN EISELEY

Creo firmemente en como dice Loren Eiseley, si hay magia en este planeta está contenida en el agua. Todos hemos escuchado más de una vez que el agua es el elemento más importante para la humanidad, que se hacen expediciones por nuestro sistema solar en búsqueda de este líquido que es un componente fundamental de nuestro planeta y de nuestro cuerpo.

El agua se encuentra ampliamente repartida en nuestro planeta, ocupando grandes espacios en la superficie, se puede recordar que las aguas marinas cubren un área de 361 millones de km² y representan un volumen total de 1370 millones de km³; las aguas dulces de lagos, ríos, arroyos, etc., suponen aproximadamente un millón de km³; el agua en forma sólida de los casquetes polares se calcula que alcanza 25 millones de km³, y finalmente, el vapor de agua de la atmósfera, unos 50000 km³, presta tan especiales características a este planeta que se considera único de este tipo en el sistema solar.¹

Cuando nacemos nuestro organismo contiene un 70-75 % de agua, conforme se envejece este porcentaje va disminuyendo, tal

María Lorena Vela - Médica Especialista en Hidrología Médica, Doctora en Hidrología Médica - Directora Provincial de Medicina Termal, Copahue, Neuquén, Argentina - Ministerio de Turismo y Producción del Neuquén, Argentina.

mlorenavela@gmail.com

¹ Armijo Valenzuela y San Martín Bacaicoa, *Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia.*

que en un individuo adulto el contenido es del 55-60 % (40 L). El agua corporal proviene en su mayoría del exterior, la cual incorporamos por vía oral, pero existe una pequeña proporción que puede fabricar nuestro propio cuerpo. La importancia del agua, además de los volúmenes que ocupa y por su fundamental intervención en un gran número de procesos que se producen en nuestro planeta, radica en lo milagrosa que es su estructura y en sus propiedades químicas; podríamos decir que es la rebelde de los compuestos químicos y rompe todas las reglas por lo que es excepcional y única.

4.1 ¿Cuál es la magia de esta especie químicamente peculiar con propiedades físicas también anómalas?

La molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno. La distribución de carga en el agua semeja un dipolo donde el oxígeno tiene una densidad de carga negativa, y asociado a los hidrógenos encontramos una densidad de carga positiva. La condición de polaridad de las moléculas del agua hace que éstas se atraigan entre sí, generando una interacción molecular entre el polo positivo de una molécula y el polo negativo de otra, mediante una asociación llamada puente de hidrógeno, la cual es una de las interacciones moleculares más fuerte que existen.

4.2 Y después de explicar esto, ¿qué es lo que hace tan especial al agua? ²

Empecemos con algo muy obvio como el punto de ebullición. Cuando nos preguntan a qué temperatura pasa el agua de estado líquido al vapor todos rápidamente contestaríamos a 100 °C. Si

² Idem anterior

la molécula del agua se comportara igual que los compuestos que son análogos, o sea aquellos parecidos químicamente a la misma, debería vaporizarse a los $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, en cuyo caso toda el agua del planeta tierra constituiría una gran nube.

Pero gracias a las interacciones puente de hidrógeno que son fuertes y estables, por lo que se necesita mucha energía para romperlas, encontramos al agua abundantemente como líquido. Por eso desde aquel gran caldo primitivo hasta los vastos océanos, ríos, glaciares actuales, puede surgir, permanecer y desarrollarse toda la forma de vida que conocemos.

Otra regla universal que rompe el agua es aquella de los sólidos son más densos que los líquidos. El agua es la excepción; todos tenemos la imagen de los témpanos de hielo flotando en el mar ... esto no nos parece ningún milagro pero lo es!!! Si nuestro planeta estuviera cubierto de oro y no de agua, los lingotes de oro estarían acumulados en el fondo de los mares dorados y no flotando, Y la vida en la tierra no sería tal cual la conocemos. Las superficies de hielo flotando sobre el mar han permitido que haya vida submarina.

El agua tiene un alto calor específico; no se congela fácilmente y se necesita mucha energía para que aumente un grado en su temperatura. Esto permite que las masas de agua ayuden a controlar la temperatura del planeta entero.

Las fuerzas de cohesión que se establecen entre las moléculas superficiales del agua debido a las interacciones puente de hidrógeno son diferentes a las del interior. Mientras las moléculas bajo la superficie líquida experimentan fuerzas de atracción con otras moléculas vecinas en todas las direcciones, las que están en la superficie sólo están ligadas a otras moléculas superficiales del agua. Esto crea una mayor tensión sobre la superficie del líquido, llamada tensión superficial. Un ejemplo clásico es cuando ponemos sobre la superficie libre del agua ciertos objetos y estos flotan sin dificultades. Esta fuerza de cohesión es muy importante para la turgencia de las células de nuestro cuerpo, en especial para la

piel, que con los años sus células pierden turgencia y aparecen las arrugas.

El agua es capaz de disolver una gran variedad de sustancias, tanto inorgánicas como orgánicas. Esto es debido a que el agua es una molécula polar y reaccionará con aquellos compuestos que también sean polares. Esta función como disolvente universal es básica para la vida, pues casi todas las reacciones biológicas tienen lugar en el estado líquido y en un medio acuoso. El agua es realmente una sustancia química única y esencial. En la figura 4.3 se muestran los diferentes estados de agregación del agua, sobre un fondo típico de Copahue.

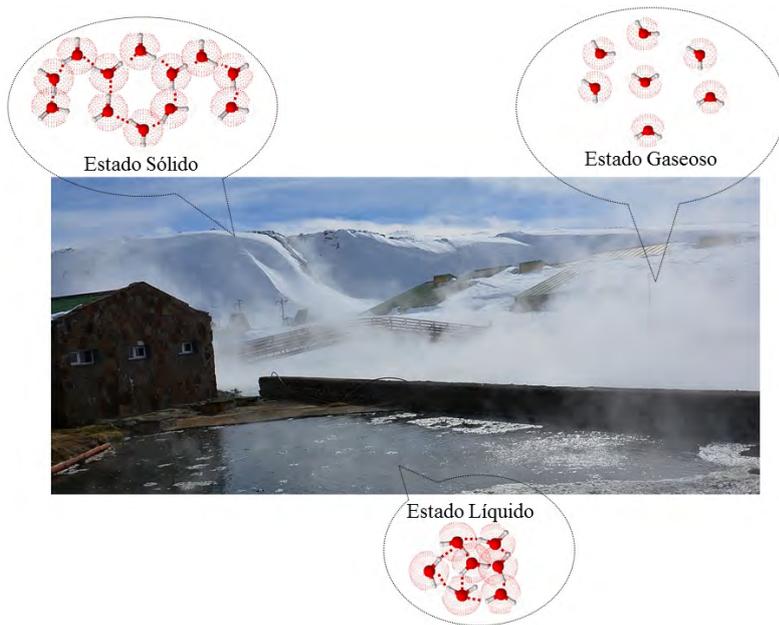


Figura 4.1: Estados físicos del agua (Imagen de fondo por gentileza de Luis Amaolo).

4.3 ¿Y el agua dónde se fabrica?³

Y aunque parezca que retrocedemos a la primaria, muchas veces descubrimos que olvidamos cual es el ciclo hidrogeológico del agua, que nos permite entender la importancia del cuidado de este elemento tan susceptible a la contaminación. En la vorágine del día a día somos capaces de creer que el agua se genera espontáneamente en el tanque de reserva de agua de nuestra casa o que hay una industria donde se dedican a fabricar agua y embotellarla; no hay otra explicación que nos haga comprender porqué la humanidad sigue permitiendo la contaminación de este elemento único y esencial.

El ciclo hidrogeológico se fundamenta en la gran masa de agua que constituye los océanos, ríos, mares, lagos, etc., sobre la superficie de la tierra y que representa unos 361 millones de km² y que permite que diariamente se evapore, por la acción del calor solar, una cantidad de agua gigantesca. Este vapor se eleva a la atmósfera hasta zonas donde baja la temperatura y fuerza su condensación en forma de gotas, constituyéndose las nubes. Cuando las gotas alcanzan un peso suficiente se produce su precipitación en forma de lluvia, nieve o granizo. Estas precipitaciones, cuando son recogidas por cauces de aguas, cierran un ciclo bastante fácil de comprender tal cual nos lo explicaban en la primaria.

Pero forzosamente, una cierta parte cae sobre tierra firme y, entonces, esta gota de agua puede comenzar un recorrido subterráneo que dependiendo de su profundidad va a poder cargarse más o menos de minerales y tomar mayor o menor temperatura... y podrá surgir de vuelta a la superficie y podrá ser agua potable que sirva para el consumo humano, un agua mineral natural que pueda ser embotellada, un agua que surja como

³ A. Hernández Torres y col. *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. Ed. ISCIII, 2006.

manantial que calme nuestra sed en una caminata en la montaña o un agua mineromedicinal en un centro termal.

4.4 ¿Todas las gotas de agua son iguales?⁴

Las *aguas potables* son aquellas que siendo transparentes, incoloras, inodoras e insípidas, carentes de gérmenes patógenos y de sustancias minerales en cantidad superior a las admitidas, pueden ser utilizadas para el consumo porque sanidad nos asegura que no va a enfermar al ser humano.

El *agua mineromedicinal* es la mezcla de moléculas de agua con minerales, oligoelementos y otros componentes que le confieren características especiales que la convierten en un agente terapéutico; en segundo lugar nos refiere a la pureza de origen y finalmente es que son constantes en composición. Esto quiere decir que la naturaleza enriquece al agua con elementos únicos mientras hace su recorrido subterráneo, y que aunque pasen los siglos esa composición se mantiene constante y que no es modificada por el hombre por lo que se mantiene pura como surgió cuando salió de la tierra. Podemos concluir que las aguas mineromedicinales son aquellas aguas que, por su composición química, física y físico-química, tienen propiedades terapéuticas. La utilidad terapéutica de un agua en Europa está avalada por el Estado mediante su declaración de utilidad para uso sanitario y su declaración de agua minero-medicinal.

El *agua de mar* merece una especial consideración por su composición química: es una solución fuertemente mineralizada, aproximadamente posee 35 g/L, y dos tercios de esta mineralización son de iones cloruro y sodio, siguiéndoles en importancia los iones sulfato, bicarbonato, magnesio, calcio y potasio. En mucha menor proporción yoduro y bromuro. Sus características físicas

⁴ J. R. Martínez Álvarez y col. «Recomendaciones de bebida de hidratación para la población española». En: *Nutr. clín. diet. hosp.* 28.2 (2008), págs. 3-19.

y químicas son tan particulares que no entra en la clasificación de agua mineromedicinal pero es utilizada en terapia a través de la talasoterapia, la cual integra múltiples factores de muy diversa naturaleza y todos ellos pueden intervenir sobre el cuerpo humano.

Desde la hidrología médica nos gusta explicar que las aguas potables esencialmente son las destinadas al consumo y que no hacen mal a nadie; son aguas mineromedicinales o *termales* las que con su composición propia y determinada, pueden cumplir una función terapéutica, o sea, pueden ser utilizada para tratar alguna dolencia.

El lector debe preguntarse que diferencia hay entre el agua mineromedicinal y el agua termal. Las aguas termales son aquellas cuya temperatura de surgencia sea superior en 4 °C a la media anual del lugar donde se alumbran, o sea que puede haber aguas mineromedicinales termales y otras que sean frías. La real importancia de las aguas que hoy conocemos que se usan en los centros termales no es su temperatura de surgencia sino que sean aguas mineromedicinales.

Seguramente hemos leído algunas veces en las botellas de agua para beber que dice *agua mineral natural*. En la clasificación de las aguas de bebida envasadas se define a las Aguas minerales naturales como aquellas bacteriológicamente sanas que tengan su origen en un estrato o yacimiento subterráneo y que broten de un manantial en uno o varios puntos de alumbramiento, naturales o perforados. Se distinguen de las restantes aguas potables: Por su naturaleza, caracterizada por su contenido en minerales, oligoelementos y otros componentes y, en ocasiones, por determinados efectos en la fisiología de la persona que las toma (por ejemplo hay aguas que tienen muy baja mineralización y que son diuréticas naturalmente); por su pureza original. Por esto cuando tenga que elegir cuál botella de agua comprar en un supermercado busque en la etiqueta la denominación agua mineral natural.

En otras botellas de agua se lee *agua de manantial*; son las de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas a tal efecto, con características naturales de pureza que permiten su consumo. Pero estas aguas no tienen que demostrar que tienen efectos beneficiosos para la salud ni tampoco tener composición constante. Por esto es probable que el manantial que encuentra caminando por la montaña, según la época del año, tenga diferente mineralización.

Por otro lado están las *aguas preparadas*, que son las sometidas a tratamientos físicoquímicos autorizados para potabilizarlas y agregarles minerales. Si presta atención a las etiquetas de las botellas, las grandes marcas de la industria alimentaria venden este tipo de aguas, las cuales nos están hablando de seguridad microbiológica y de beber minerales como el sodio en cantidades controladas, pero muy probablemente nos estemos privando de elementos con que la madre tierra enriquece naturalmente al agua y son esenciales para nuestro cuerpo.

4.5 Las curas termales y el agua mineromedicinal ⁵

El fundamento de las curas termales son las aguas mineromedicinales. Como bien se sabe y experimenta, ningún centro termal es igual a otro, básicamente porque las aguas mineromedicinales no son todas iguales. Podemos decir que las aguas de los centros termales son como los artistas: usan nombres de fantasía que en general adoptan por dónde surgen o por algún color u olor especial que les otorga algún mineral de los que poseen. Pero tienen un nombre, según su clasificación, que permite a la comunidad científica saber exactamente de qué estamos hablando y que características salutíferas tiene cada agua.

⁵ F. Maraver Eyzaguirre. *Importancia de la medicina termal*. En: Balnea 4 (2008), págs. 35-50; M. R. Pérez Fernández. *Principios de Hidroterapia y Balneoterapia*. Ed. Edigrafos, 2005.

Su clasificación más importante sería, en primer lugar, según sus factores mineralizantes, responsables en gran medida de las acciones terapéuticas, y en segundo lugar según su temperatura.

Lo fundamental de estas aguas es su acción terapéutica, y se exige en ellas una constancia en su composición. De ahí el interés que tiene conocer de la manera más exacta, amplia y detallada posible la composición química, y que ésta se describa de forma sencilla y más o menos uniforme para su más fácil estudio y comprensión.

Para el estudio de la composición fisicoquímica recurrimos al resultado de los análisis de las aguas. Éstos han experimentado importantes avances en relación con las técnicas analíticas, lo que ha permitido detectar un elevado número de elementos minerales, materiales en suspensión e incluso si existen productos de contaminación. La hidrología ha sido siempre pionera en tecnología aplicada al análisis, dado que de ella se podrían deducir sus aplicaciones terapéuticas.

Un análisis moderno consta de varias partes:

1. Análisis cualitativo del agua: nos ofrece una idea de la existencia o no de algunos iones para darnos un análisis orientativo.
2. Datos de la recogida de muestra: temperatura, caudal, fecha y hora, etc.
3. Análisis cuantitativo, que incluirá a su vez:
 - Determinaciones organolépticas: color, sabor, turbidez.
 - Determinaciones fisicoquímicas: conductividad, potencial redox, pH y temperatura.
 - Determinación de sustancias ionizantes: determinación del tipo de aniones y cationes que contiene. Esta mineralización del agua se ofrecerá en mg/L o meq/L.
 - Determinación de gases.

- Determinación de sustancias no ionizadas.
- Determinaciones auxiliares: residuo seco, dureza, alcalinidad, acidez.
- Determinación de la reactividad.

Cuando se lleva a cabo el análisis de una fuente termal, se ofrecen toda una serie de datos que nos aportan la información suficiente para obtener de éste las conclusiones sobre el tipo, acciones, indicaciones y contraindicaciones.

4.6 Las aguas mineromedicinales tienen nombre y apellido ⁶

Gracias a todos los datos que aportan los análisis de aguas, se pueden clasificar las aguas mineromedicinales

4.6.1 Según su temperatura:

El concepto de *agua termal* viene determinado por la temperatura a la que emerge el agua. Ya hemos comentado que son aguas subterráneas cuya temperatura de surgencia debe ser superior al menos en cuatro grados centígrados a la media anual del lugar donde alumbren; la temperatura de emergencia debe ser igual o constante durante todo el año:

- Frías: hasta 20 °C.
- Hipotermas: entre 20 y 30 °C.
- Mesotermas: entre 30 y 40 °C (incluye la temperatura indiferente entre 34-36 °C).
- Hipertermas de más de 40 °C.

⁶ A. M. Monasterio. *Estudio de las aguas minerales de la Provincia de Neuquén-República Argentina*. Tesis doct. Escuela de Hidrología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid., 2010; F. Maraver Eyzaguirre y F. Armijo Castro. *Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas*. Ed. Complutense, 2010.

4.6.2 Según su mineralización total:

Esta determinación se realiza evaporando el agua y pesando en balanzas de alta exactitud el residuo seco a 110 °C y 180 °C, que son clasificadas según el Código Alimentario Español en:

- Oligometálicas: residuo seco no superior a 100 mg/L
- Mineralización muy débil: residuo seco de 100 a 250 mg/L.
- Mineralización débil: residuo seco de 250 a 500 mg/L.
- Mineralización media: residuo seco de 500 a 1.000 mg/L.
- Mineralización fuerte: residuo seco superior a 1.500 mg/L.
- Mineralización marina o hipermarina : Mayor concentración que el agua del mar.

La mineralización ya puede indicar o definir efectos terapéuticos de las aguas en estudio. Por eso se deben leer las etiquetas de las aguas que bebemos, por ejemplo las aguas que se embotellan en la provincia del Neuquén son aguas de mineralización débil y en general bajas en sodio (entre 10 a 20 mg/L). Hay aguas de Mendoza que presentan una mineralización media, ricas en bicarbonato, que pueden ser muy buenas como estimulantes de la digestión. Hay centros termales como San Clemente del Tuyú, que tienen aguas hipermarinas, y centros termales como Copahue que tiene manantiales de mineralización débil, media y fuerte.

4.6.3 Según el pH

Es otra de las características que se ofrece de forma indispensable en todo análisis de un agua mineromedicinal, y que además de indicarnos algunos efectos, puede ayudarnos a ver si el tratamiento al que se someten para su desinfección podría provocar un desequilibrio en ellas, y por tanto una pérdida de sus características (ejemplo: la cloración de las piscinas con aguas

termales). Es un dato muy importante a la hora de saber que debemos proteger nuestros ojos de aguas muy ácidas, que nuestra piel se puede ver irritada por aguas con pH muy bajos o pH muy altos. Son datos de especial relevancia en las aguas utilizadas.

4.6.4 Según su contenido de minerales: aniónico y catiónico⁷

La clasificación de las aguas en función de su composición química es la más relevante para nuestro objeto, y se realiza según la mineralización total y según el anión o catión predominante. Se suelen considerar como aniones predominantes los de ácidos fuertes como cloruros y sulfatos, y los de ácidos débiles como bicarbonatos; entre los cationes, sodio, potasio, calcio y magnesio).

Para que un componente pueda considerarse como predominante debe representar más del 20 % de la masa iónica, expresada en meq.

Además del elemento predominante, tendremos en cuenta si posee algún elemento que pueda ejercer efectos peculiares sobre el organismo, como ocurre con las aguas ferruginosas, sulfuradas, radiactivas...

Cuando un análisis demuestra que un agua posee más de 1 g/L de sustancia mineralizante, o lo que es lo mismo, residuo seco, se les puede poner como primer nombre:

- Cloruradas: el anión predominante es el cloruro.
- Sulfatadas: el anión principal es el sulfato.
- Bicarbonatadas: cuando el anión predominante es el bicarbonato, sobre todo se encuentran como bicarbonatadas-sódicas.

Cuando un análisis muestra que un agua posee componentes particulares que le pueden dar una característica especial desde

⁷ M. L. Vela. «Estudio del tratamiento crenoterápico de la gonartrosis en el Balneario de Lanjarón». Tesis doct. Escuela de Hidrología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid., 2016.

el punto de vista sanitario, contendrá en su nombre estos componentes:

- Carbogaseosas.
- Sulfuradas.
- Ferruginosas.
- Radiactivas

Cuando un análisis demuestra que la mineralización del agua es menor de 1 g/L, hablamos aguas de mineralización débil: Los minerales de estas aguas se expresan como iones predominantes porque son aguas con muy pocos minerales en su contenido; estas aguas se usan muchas veces buscando un efecto diurético o para formular cosmética termal, ya que sin contener grandes cantidades de ningún elemento en especial, son ricas en elementos esenciales que el cuerpo requiere en poca cantidad.

4.7 Y los manantiales de Copahue ¿qué muestran en sus análisis químicos?⁸

Los manantiales de Copahue fueron analizados por el Laboratorio de la Escuela de Hidrología Médica de la Universidad Complutense de Madrid en el año 2008 mediante un convenio de Colaboración firmado con el Ente Provincial de Termas del Neuquén; utilizaré esos resultados para poder ejemplificar todo lo anteriormente explicado. Los elementos químicos se dan en términos de las especies en que se encuentran, y luego se describe su interacción con la salud.

⁸ A. M. Monasterio. «Estudio de las aguas minerales de la Provincia de Neuquén-República Argentina.» Tesis doct. Escuela de Hidrología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid., 2010.



Figura 4.2: Imágenes de aguas mineromedicinales de Copahue.

Agua de Volcán

- Temperatura: 69 °C.
- Tipo de Agua: Sulfatada, clorurada, ferruginosa.
- Mineralización: Fuerte.
- Residuo Seco a 110 °C: 36.296 mg/L.
- pH: 2,8.
- Minerales (en mg/L): Cloruro 627,9; Fluoruro 0,3; Sulfato 1437,74; Sodio 52,7; Potasio 772,3; Litio 0,04; Calcio 752,1; Magnesio 553,2; Hierro Total 82,0.

Agua Ferruginosa (manantiales de bebida)

- Temperatura: 60 °C.
- Tipo de Agua: Ferruginosa (con iones predominantes de bicarbonato, sulfato, sodio, calcio y magnesio). Hipertermal.
- Mineralización: Débil.
- Residuo Seco a 110 °C: 242 mg/L
- pH: 6,0.
- Minerales (mg/L): (no se posee descripción).

Agua Sulfurosa (manantial externo de bebida)

- Temperatura: 51 °C.
- Tipo de Agua: iones predominantes de Bicarbonato, Calcio, Sodio y Magnesio. Hipertermal.
- Mineralización: Débil.
- Residuo Seco 110 °C: 442,6 mg/L
- pH: 7,1.
- Minerales (mg/L): Cloruro 1,2; Fluoruro 0,2; Bicarbonato 463,6; Sulfato 11,3; Nitrato 0,8; Sodio 50,5; Potasio 27,1; Litio 0,05; Calcio 49,6; Magnesio 25,6; Hierro Total 0,2; Amonio 3,3;
- Sulfuro de hidrógeno disuelto: 0,1 mg/L.

Agua Verde (extraída de la Laguna Verde)

- Tipo de agua: Sulfatada, cálcica, sódica Hipotermal.
- Mineralización: Fuerte.

4. Agua de Copahue - Vela

- Residuo Seco a 110 °C: 1125,6 mg/L
- pH: 4,2.
- Minerales (mg/L): Cloruro 1,9; Fluoruro 0,3; Sulfato 482,6; Sodio 15,4; Potasio 11,4; Litio 0,01; Calcio 24,5; Magnesio 4,8; Hierro Total 2,1; Amonio 15,4.

Agua de Copahue o Vichy

- Temperatura: 41,8 °C.
- Tipo de Agua: Ferruginosa iones predominantes bicarbonato y calcio. Hipertermal.
- Mineralización: Débil.
- Residuo Seco a 110 °C: 331,6 mg/L
- pH: 7,4.
- Minerales (mg/L): Cloruro 4,6; Fluoruro 0,2; Bicarbonato 311,1; ; Nitrato 13,6; Sulfato 10,9; Sodio 21,2; Potasio 7,4; Litio 0,01; Calcio 63,9 ; Magnesio 10,1; Hierro Total 9,5; Amonio 0,67.
- Dióxido de carbono disuelto: 45,0 mg/L.

Agua de Mate

- Temperatura: 60 °C.
- Tipo de Agua: iones predominantes de bicarbonato, sodio, calcio, sulfato. Hipertermal.
- Mineralización: Débil.
- Residuo Seco a 110 °C: 344,4 mg/L
- pH: 7,2.

4. Agua de Copahue - Vela

- Minerales (mg/L): Cloruro 1,4; Fluoruro 0,2; Bicarbonato 231,8; Nitrato 2,6; Sulfato 50,9; Sodio 30,2; Potasio 20,9; Litio 0,02; Calcio 34,6 ; Magnesio 10,4; Hierro Total 2,7 ; Amonio 5,1.
- Dióxido de carbono disuelto: 59,4 mg/L.

Agua de Limón

- Temperatura: 53 °C.
- Tipo de Agua: Sulfatada, ferruginosa. Hipertermal.
- Mineralización: Fuerte.
- Residuo Seco a 110 °C: 2153 mg/L.
- pH: 3,9.
- Minerales (mg/L): Cloruro 0,8; Fluoruro 0,3; Sulfato 1077,2; Sodio 24,5; Potasio 20,8; Litio 0,01; Calcio 21,8; Magnesio 8,6; Hierro Total 8,9; Amonio 87,8.

Agua Sulfurosa de la Laguna Madre

- Temperatura: 54 °C.
- Tipo de Agua: Sulfatada. Hipertermal.
- Mineralización: Fuerte.
- Residuo Seco 110 °C: 1075 mg/L.
- pH: 5,6.
- Minerales (mg/L): Cloruro 2,7; Fluoruro 0,3; Sulfato 586,3; Sodio 29,3; Potasio 19,1; Litio 0,02; Calcio 44,6; Magnesio 11,3; Hierro Total 2,2; Amonio 54,8.

Agua de la Laguna del Chancho

- Temperatura: 35,4 °C.
- Tipo de Agua: Sulfatada, Cálctica, Ferruginosa. Hipotermal.
- Mineralización: Fuerte.
- Residuo Seco a 110 °C: 2067 mg/L.
- pH: 2,3.
- Minerales (mg/L): Cloruro 6,55; Fluoruro 0,3; Sulfato 1437,74; Sodio 52,7; Potasio 21,21; Litio 0,02; Calcio 76,96; Magnesio 15,55; Hierro Total 31,2; Amonio 134,52.

Agua de la Pileta Sulfurosa del Baño 7

- Temperatura: 41,9 °C.
- Tipo de Agua: sulfurada, iones predominantes bicarbonato, sulfato, calcio, sodio y magnesio. Hipertermal.
- Mineralización: Débil.
- Residuo Seco a 110 °C: 301,6 mg/L.
- pH: 6,6.
- Minerales (mg/L): Cloruro 3,2; Fluoruro 0,2; Bicarbonato 201,3; Sulfuro 1,2; Nitrato 16,0; Sulfato 33,13; Sodio 33,6; Potasio 16,5; Litio 0,02; Calcio 30,2; Magnesio 11,2; Hierro Total 0,7.
- Dióxido de carbono disuelto: 19,8 mg/L.
- Sulfuro de hidrógeno disuelto: 2,3 mg/L.

Agua de la Pileta Ferruginosa del Baño 8

- Temperatura: 41,2 °C.
- Tipo de Agua: sulfurada, iones predominantes bicarbonato, sulfato, calcio, sodio y magnesio. Hipertermal.
- Mineralización: Débil.
- Residuo Seco a 110 °C: 242 mg/L.
- pH: 6,0.
- Minerales (mg/L): Cloruro 5,4; Fluoruro 0,2; Bicarbonato 91,5; Sulfuro 1,14; Nitrato 19,7; Sulfato 49,7; Sodio 25,6; Potasio 13,6; Litio 0,02; Calcio 19,8; Magnesio 7,9; Hierro Total 1,2.
- Dióxido de carbono disuelto:: 49,5 mg/L.
- Sulfuro de hidrógeno disuelto:: 2,72 mg/L.

4.8 ¿Y cada mineral para qué sirve?⁹

Azufre:

- Posibilita la formación de puentes disulfuro entre las proteínas, muy importante para mantener la estructura del colágeno.
- En forma de sulfato está asociado a los glicosaminoglicanos, sulfato de condroitina, sulfato de dermatano y ácido hialurónico presentes en la piel y en el cartílago. El aporte de sulfato es fundamental en épocas de crecimiento óseo y para cicatrizar.
- En forma de ion sulfato posibilita la excreción hepática de metabolitos.

⁹ Armijo Valenzuela y San Martín Bacaicoa, *Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia.*

- Tiene efecto antiinflamatorio y antipruriginoso.
- Inhibe la proliferación de los linfocitos T y células T en sangre de pacientes con atopias respiratorias y cutáneas.
- Inhibe la producción de citoquinas inflamatorias: IL-2 e INF- γ .
- Efectos queratolíticos y queratoplásticos: Como sulfuro interacciona con el aminoácido cisteína promoviendo a dosis bajas la queratinización e inhibiéndola a dosis altas.
- Como sulfuro tiene una acción antifúngica y antibacteriana porque en la piel se transforma en ácido tiosulfúrico. Aplicaciones: Acné, úlceras en las piernas, tiña versicolor y otras tiñas.

Calcio:

- Interviene en la coagulación de la sangre, el impulso nervioso, la contracción muscular y la acción en determinadas hormonas que influyen en la osificación ósea.
- Cuando la concentración de calcio extracelular disminuye se origina irritabilidad neuromuscular (provocando calambres musculares).

Magnesio:

- Estabiliza las reacciones enzimáticas que producen energía para el cuerpo como el ATP; es importante en la ruta de la glucosa y las que fabrican proteínas y ácidos nucleótidos.
- Interviene en la contracción muscular.
- Interviene en el sistema nervioso modulando la sensibilidad, incluso disminuye dolor.
- Interviene en la movilización del tejido óseo (mediado por la hormona paratiroidea y la vitamina D).

Flúor:

- Actúa en el metabolismo de la glucosa y en los ciclos de energía como modulador en la ruta de la energía.
- Presente en los huesos en forma de hidroxapatita.
- Presente en el esmalte de los dientes.
- La carencia de flúor en la dieta provoca anemia, infertilidad y retraso del crecimiento.

Sodio:

- Importante en la hidratación.
- Acción reguladora en los procesos de permeabilidad celular.
- Prácticamente todas las funciones orgánicas necesitan de sodio, pero son importantes las dietas bajas en sodio cuando hay hipertensión.

Potasio:

- Es requerido por el organismo para mantener sus equilibrios iónicos, siendo indispensable como catión intracelular.
- Contribuye a mantener el tono muscular y la actividad del sistema nervioso.

Litio:

- Disolvente del ácido úrico (esta acción se evidencia *in vitro*).
- Acción calmante del sistema nervioso central.

Hierro:

- Interviene en la hematopoyesis, por lo que es muy importante en las anemias.

4. Agua de Copahue - Vela

- Interviene en las oxidaciones en las enzimas respiratorias celulares por lo que estimulan la regeneración celular.

Figura 4.3: Tabla periódica de los elementos .¹⁰

Tenemos que pensar al agua como vehículo de todos estos minerales, que permite llegar a nuestro cuerpo no sólo la grandiosa molécula de agua sino también todos estos minerales que son esenciales para el correcto balance metabólico de nuestro cuerpo, balance que permite mejorar cuando hay patologías crónicas y mantenerlo en equilibrio para evitar la enfermedad.

¹⁰ <http://www.lanentweb.org/es/tabla-periodica-elementos-cnea-argentina>.

5. El arte de curarse en movimiento: Kinesiología y reacondicionamiento físico en un centro termal

E. N. Cerda, A. M. Chavero y M. L. Vela

La kinesiología viene del griego *kinesis* que significa movimientos; es una disciplina que estudia el movimiento corporal. Podríamos definirla como terapia por el movimiento.

La fisioterapia proviene de la unión de dos voces griegas *physis* que significa naturaleza y *therapeia* que quiere decir tratamiento, por lo que la podríamos definirla como la armonización de los sistemas del cuerpo relacionados al movimiento.

5.1 Agentes Físicos Terapéuticos

Los elementos físicos naturales como son el agua, la luz, el calor, el frío, o los agentes físicos artificiales como son la electricidad, las ondas magnéticas o ultrasónicas, cuando se utilizan en el tratamiento de un determinado proceso patológico o enfermedad, actúan mediante uno o mas tipos de energía que aportan al organismo, y de esta manera influyen en los procesos biológicos. Pueden contribuir a disminuir el tiempo de evolución, desinflamar, estimular la regeneración del tejido o disminuir el dolor.

La organización mundial de la salud, OMS, define a la kinesiología y fisioterapia como la técnica y la ciencia del tratamiento a través de medios físicos (electroterapia, magnetoterapia, ultrasonido, crioterapia, termoterapia, hidroterapia), y ejercicio terapéutico, masoterapia, terapia manual e hidroterapia.

Eleana Noemí Cerda, Albano Marcos Chavero y María Lorena Vela -
Medicina Termal, Copahue, Neuquén, Argentina - Ministerio de Turismo y
Producción del Neuquén, Argentina.

mlorenavela@gmail.com

En Argentina es una disciplina que es llevada a cabo por Licenciados en Kinesiología y Fisioterapia.

Si buscamos en la historia la utilización terapéutica de los agentes físicos, en el Manual de Medicina Física de Martínez Morillo¹ se observa un recuento exhaustivo de la evolución histórica de los agentes físicos, y es que en realidad se encuentran entre los primeros elementos terapéuticos que conoció el hombre. Se registran evidencias procedentes de China de más de 2 mil años a. C. En la India se originó la doctrina del Yoga o Ayurveda en el año 1.800 a.C., que incluyó ejercicios, mientras, los griegos poseían templos a los que enviaban pacientes de difícil tratamiento y acumularon una significativa experiencia en el empleo terapéutico de agentes físicos.

Por otra parte, ya los romanos conocían y aplicaban el hidromasaje, los estiramientos y los movimientos asistidos con pesos y poleas. Los baños termales existen desde los tiempos del imperio romano, hacia el 200 a.C., y en la actualidad se conservan algunos de estos. En el continente americano se tienen antecedentes del uso de aguas termales, barros y vapores. Por ejemplo los temazcal, donde se usaba el vapor caliente y las hierbas para lograr relajación muscular y un efecto analgésico.

5.2 El papel de la Kinesiología en los centros termales²

Como consecuencia del envejecimiento de la población y la aparición de nuevas enfermedades, se está produciendo un

¹ M. Morillo y col. *Manual de medicina física*. Harcourt Brace, 1998.

² M. L. Vela. «Estudio del tratamiento crenoterápico de la gonartrosis en el Balneario de Lanjarón». Tesis doct. Escuela de Hidrología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, 2016; L. Vela y col. «Balneology (Chlorided-ferruginous mineral water) in knee osteoarthritis treatment.» En: *Presse Therm. Clim.* 1.147 (2010), págs. 181-182; L. Vela y col. «Balneotherapy and mud-therapy in knee osteoarthritis treatment.» En: *Balnea* 6 (2012), págs. 183-184.

incremento de la demanda social en la calidad médico-asistencial encaminada a conseguir una esperanza de vida libre de incapacidad. En este sentido, instalaciones como los centros termales pueden ser grandes promotores de calidad de vida. La naturaleza brinda en ellos una opción ideal de combinación terapéutica que no debe ser desaprovechada.

En los centros termales las intervenciones sanitarias se centran en la presencia de aguas de características especiales. Se considera agua mineromedicinal aquella que posee diferentes propiedades medicinales producto de los minerales que contienen.³ Por sus características, se han acreditado oficialmente como agente terapéutico y han sido declaradas de uso sanitario por los organismos pertinentes.

Los agentes físicos con mayor relevancia en un centro termal son los que brinda la naturaleza, como son las aguas mineromedicinales y sus derivados como el fango y los vapores.⁴ Sin embargo un servicio de Kinesiología y Reacondicionamiento Físico es un complemento ideal para lograr la mejoría en una gran cantidad de patologías, como son las secuelas de enfermedades neurológicas, las enfermedades reumatológicas y las respiratorias.⁵

³ Maraver Eyzaguirre, «Importancia de la medicina termal.»

⁴ L. Espejo-Antúnez y col. «Clinical effectiveness of mud pack therapy in knee osteoarthritis.» En: *Rheumatology* 52.4 (2013), págs. 659-668; L. Espejo-Antúnez y col. «Effects of mud therapy on perceived pain and quality of life related to health in patients with knee osteoarthritis.» En: *Reumatología clínica* 9.3 (2013), págs. 156-160; D. Evcik y col. «The efficacy of balneotherapy and mud-pack therapy in patients with knee osteoarthritis.» En: *Joint Bone Spine* 74.1 (2007), págs. 60-65; A. Fioravanti y col. «One-year follow-up of mud-bath therapy in patients with bilateral knee osteoarthritis: a randomized, single-blind controlled trial». En: *International Journal of Biometeorology* 59.9 (2015), págs. 1333-1343; D. Flusser y col. «Therapy with mud compresses for knee osteoarthritis: comparison of natural mud preparations with mineral-depleted mud.» En: *J. Clin. Rheumatol.* 8.4 (2002), págs. 197-203.

⁵ Pérez Fernández, *Principios de Hidroterapia y Balneoterapia.*

En un servicio de Kinesiología y Reacondicionamiento Físico en un centro termal se busca complementar el tratamiento farmacológico que en general tiene instaurado el paciente, disminuir el dolor y la limitación funcional, ocasionados por la patología que puede padecer.

En general los pacientes que concurren a los centros termales tienen patologías crónicas, donde el proceso evolutivo tiene tendencia a aumentar y no poseen tratamientos curativos, por lo que buscan procedimientos que retrasen su evolución y disminución de los síntomas. Todos estos procedimientos son de tipo físico; de ahí la importancia de las curas en los centros termales y el contar con Servicios de Rehabilitación y Reacondicionamiento Físico en estos.

Los objetivos terapéuticos fundamentales en los centros termales y en las unidades de Kinesiología de éstos, son el alivio del dolor, la educación del paciente, el restablecimiento de la funcionalidad y con ello la mejora de la calidad de vida de las personas, la prevención de la incapacidad y retardar la progresión de la enfermedad.

El tratamiento de los pacientes en un centro termal debe ser individualizado teniendo en cuenta numerosas variables, incluyendo la presencia de condiciones patológicas, tales como la hipertensión, la enfermedad cardíaca, el fallo renal, etc., los cuales influirán en la elección del tratamiento al que serán sometidos. A continuación detallaremos las diferentes herramientas que se usan en los centros termales para tratar enfermedades crónicas en la actualidad.

5.3 Las unidades de Kinesiología como promotoras de la salud y de prevención de la enfermedad

La educación del paciente, y la familia sobre la enfermedad y las posibilidades terapéuticas es considerado como parte integral

del tratamiento de los pacientes. La educación del paciente debe formar parte integral del manejo del paciente con cualquier patología pero sobre todo en las enfermedades crónica. Por esto los equipos de profesionales que componen las unidades de Rehabilitación y Reacondicionamiento Físico son especialmente importantes en la tarea de educar (Figura 5.1).

Las diversas técnicas educativas que existen incluyen la educación individualizada, educación grupal, mantener el contacto por diferentes vías de comunicación y el entrenamiento en la adquisición de habilidades, incluidas las asistidas por el acompañante del paciente.

Los programas de educación individualizada para el autocuidado en los centros termales resultan beneficiosos a nivel costo-efectividad, ya que está demostrado que los pacientes que concurren a las curas termales están buscando nuevas formas de tratamiento, que les permita alejarse de la discapacidad que les puede provocar su enfermedad y sobre todo mejorar su calidad de vida.



(a)



(b)

Figura 5.1: a) Charlas de salud termal. b) Escuela de espalda.

5.4 Terapia Física y Rehabilitación.⁶

El programa terapéutico debe ser diseñado para ser realizado de forma lenta, progresiva y no dolorosa. Estará supervisado por especialistas y la aplicación de la fisioterapia (programa de ejercicios) puede realizarse, además de los centros especializados, en gimnasios o en el domicilio por el propio paciente.⁷ El tratamiento debe prescribirse individualmente para cada paciente, teniendo en cuenta ciertas fases o factores: individualización del tratamiento; orientación y apoyo psicológico; identificación y modificación de factores fisiológicos estructurales; reeducación funcional y física permanente e indicaciones para reposar o circular según patología del paciente.

Cinesiterapia: Es la aplicación del movimiento como remedio terapéutico. En fases clínicas incipientes de patologías reumatológicas se recomienda movilización activa libre de todos los movimientos, la movilización activa asistida y/o resistida, mediante ejercicios sencillos incluso en el agua. Se deben aplicar para fases más avanzadas ejercicios de flexibilización y relajación articular y periarticulares así como movilizaciones pasivas y al y/o asistidas en todos los arcos de movimiento de las articulaciones afectadas para evitar su limitación, siempre con prudencia y sin aumentar el dolor.

Cuando se indique, se aplicarán ejercicios de planificación y potenciación muscular periarticulares realizada por ejercicios isométricos intermitentes para el mantenimiento armonioso de los agonistas y antagonistas de la articulación implicada, evitando siempre el dolor en las estructuras articulares. Los ejercicios

⁶ Vela, «Estudio del tratamiento crenoterápico de la gonartrosis en el Balneario de Lanjarón».

⁷ L. Vela y A. Chavero. «Papel de la reeducación funcional en piscina: nuestra experiencia en los balnearios de Caldas de Boí y Lanjarón». En: *Balnea* 4 (2011), págs. 45-56.

isotónicos con arco de movimiento completo se han de realizar con precaución y siempre que estén indicados.

Estos programas de ejercicios, sin embargo, requieren una disponibilidad de tiempo y un esfuerzo por parte del paciente. La adherencia a la terapia física se asocia significativamente con la magnitud de la mejoría clínica, tanto del dolor como de la capacidad funcional. Existen estudios que demuestran que los tratamientos basados en la cinesiterapia activa y o resistida, además de mejorar la capacidad funcional de las articulaciones, mejoran la calidad de vida de los pacientes.

Crioterapia: Se define como tal si tomamos como referencia la temperatura corporal, cualquier aplicación por debajo de esta temperatura de diferentes aplicaciones de estímulos fríos o la sustracción de calor del organismo con fines terapéuticos. La crioterapia se aplica, fundamentalmente, en la fase aguda del dolor, utilizando preferentemente temperaturas inferiores a los 15 °C durante 10 a 15 minutos, compresas frías, bolsas con mezcla de hielo y agua o también bajo el modo de crioaeroterapia (N₂) -que alcanzan temperaturas alrededor de los -140 °C- evitando en todo caso la aplicación directa sobre la piel. La crioterapia es especialmente útil en las exacerbaciones dolorosas agudas.

Termoterapia: Es la aplicación del calor como remedio terapéutico. Existen numerosas modalidades de aplicaciones de calor en el cuerpo humano (bolsas químicas, parafina, parafango, baños parciales o totales de agua caliente, infrarrojos, microondas, onda corta, etc.), que permiten aplicar formas de calor diferentes en las articulaciones afectadas: calor superficial y calor profundo, con la única excepción de no aplicarlo en presencia de signos inflamatorios. Todo depende la fase clínica evolutiva en la que se encuentra la enfermedad y del efecto que queramos conseguir. Para conseguir un efecto eminentemente analgésico aplicaremos termoterapia profunda (onda corta, microondas y ultrasonido continuo), pero si queremos conseguir un efecto

sedante relajante previo a la cinesiterapia, podemos aplicar calor superficial mediante baños parciales de agua caliente, bolsas químicas, infrarrojos o parafangos.

Electroterapia y ultrasonoterapia: Se denomina electroterapia a la aplicación de la electricidad como efecto terapéutico. Las corrientes eléctricas a su paso por el organismo humano desarrollan unas acciones fisiológicas muy importantes que son: efecto vasodilatador y simpaticolítico, efecto excitomotor y efecto analgésico. Todos estos efectos fisiológicos son apropiados para el tratamiento de diferentes patologías, siendo los más buscados el efecto analgésico y el efecto excitomotor. Por otro lado se aplicarán las corrientes de baja frecuencia (Figura 5.2) para potenciar los músculos cuando la amiotrofia sea evidente.

Los ultrasonidos terapéuticos aportan un efecto analgésico, antiinflamatorio si se aplica de forma pulsada y un efecto térmico si se aplica de forma continua. Es uno de los métodos más rápidos y efectivos para la producción de calor en las estructuras articulares y periarticulares; resulta esencial en el tratamiento de afecciones del sistema osteomioarticular.

Magnetoterapia: Es una terapia física que utiliza campos magnéticos de baja frecuencia y alta intensidad. Los campos magnéticos provocan un efecto calmante del dolor por múltiples vías, tiene efectos antiinflamatorio, vasodilatador, relajante de la musculatura y regeneración de los tejidos.

Masoterapia: El efecto de la masoterapia es proporcionar analgesia, relajación de la musculatura, mejorar la circulación sanguínea de la zona a tratar y en definitiva, obtener el bienestar del paciente.

En la Figura 5.2 se muestran algunas de estas aplicaciones.



Figura 5.2: A) Magnetoterapia. B) Masoterapia.
C) Electroestimulación.

5.5 Papel del ejercicio físico terapéutico en los Centros Termales⁸

El ejercicio físico terapéutico es, sin duda, un medio valioso y de gran importancia en el centro termal de Copahue como terapia coadyuvante en la prevención y recuperación funcional de alteraciones del aparato locomotor, de tipo reumático, postraumático o neurológico, problemas que son frecuentes en las personas que acuden al Centro Termal.

Debemos hablar de una forma de terapia física que nace en el año 1960 de la mano de los noruegos Gustavson y Evjenth; estos expertos pasaron a eliminar las largas fases de inmovilización y como solución desarrollaron el tratamiento activo: la cinesiterapia activa. Aparte de las medidas pasivas de tratamiento como

⁸ Vela y Chavero, «Papel de la reeducación funcional en piscina: nuestra experiencia en los balnearios de Caldas de Boí y Lanjarón».

fangoterapia, baños de inmersión, masajes, ducha circular, que encontramos en los centros termales, es muy importante que este tipo de terapia sea parte de los tratamientos que se ofrecen.

Podemos diferenciar dos escenarios en los que se puede trabajar con la cinesiterapia activa en centros termales: uno es el medio acuático y el otro es el medio terrestre o actividades en seco.

5.5.1 Ejercicio físico terapéutico en el medio acuoso

Aunque el agua se haya usado terapéuticamente durante siglos, sólo en los últimos tiempos se ha extendido su empleo en la rehabilitación física. Las propiedades de flotabilidad y resistencia del agua la convierten en una herramienta útil para los especialistas en rehabilitación. Las ventajas de rebajar la fuerza de la gravedad y de la inmersión en un medio resistido son por todos conocidas, y el empleo del agua como medio rehabilitador se ha ido extendiendo.

El medio acuático nos brinda la posibilidad de aplicar diferentes técnicas, poniendo especial valor en el Método Halliwick, el Método de los Anillos de Bad Ragaz, el Ai-Chi, la Relajación Acuática Asistida y la Gimnasia Acuática Terapéutica, terapias que sin duda le pueden dar un valor agregado a la terapia termal.

¿En que consiste cada uno ellos?

Halliwick: Es un concepto originalmente desarrollado para enseñar a pacientes con discapacidad física, a nadar y a ser independientes en el agua. El concepto fue fundado por James McMillan, un ingeniero de mecánica de fluidos. Sus objetivos principales eran la participación y la independencia. El Programa de diez puntos se utiliza para llegar a estos objetivos. La parte más importante de este programa es el control rotacional. También es básico para una segunda parte del concepto Halliwick: la Terapia Específica en el Agua (WST). Esta parte está centrada

en el control postural, normalizando la rigidez muscular y facilitando el movimiento. Halliwick se usa principalmente en neurorehabilitación y pediatría. Tiene mucha semejanza con el método Bobath que se aplica en seco.

Las posibilidades y limitaciones del paciente son analizados con el fin de utilizar una intervención sistemática (Programa de diez puntos y/o WST) para ayudar a los pacientes aumentando la ganancia funcional. Las ventajas mecánicas del agua dan soporte a las habilidades del tronco movilizándolo y estabilizándolo. En este sentido, Halliwick es una terapia de movimiento inducido por restricción sin la desventaja de compensación de la gravedad. Muchas actividades pueden ser repetidas y variadas y los pacientes pueden aprender estrategias de equilibrio -y disequilibrio-, las cuales pueden traspasar a la tierra firme.

Halliwick también permite un programa de actividades clasificadas de bajo impacto mecánico y creciente demanda fisiológica; los pacientes con dolor crónico de espalda y otros pueden aumentar su capacidad funcional de una forma sobre todo lúdica.

Método de los anillos de Bad Ragaz: El Método de los Anillos de Bad Ragaz (Bad Ragaz Ring Method, BRRM) es una técnica activa en la que el terapeuta ofrece resistencia manual al paciente, con el apoyo de materiales auxiliares de flotación. Al paciente se le facilita, sobre todo propioceptivamente, para activar los músculos débiles. BRRM sigue los principios de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) pero está adaptado a las posibilidades y dificultades de moverse en un ambiente acuático. BRRM consta de unos 23 patrones de brazos, tronco y piernas. En varios patrones se pueden utilizar técnicas de FNP como por ejemplo la combinación de isotónicos. Aparte de eso, se ha incluido en la última década la fisiología de fortalecimiento muscular. Los principales objetivos de BRRM son activar los músculos débiles a través de los principios de la irradiación segmentaria, aumentando la fuerza muscular y

la estabilización muscular de las articulaciones. El BRRM, por lo tanto, se limita al nivel de función de la CIF y está dirigido a una tarea concreta o un objetivo orientado.

Ai-Chi: Ai-Chi es un programa de ejercicios acuáticos y de relajación que combina la respiración profunda con movimientos amplios y lentos, continuos y fluidos, realizados según unos patrones preestablecidos. El Ai Chi fue creado por el japonés Jun Konno. Es una forma de fitness acuático que se concentra principalmente en el equilibrio, la fuerza, la relajación, la flexibilidad y la respiración. Es como una meditación en movimiento que trae equilibrio a nuestro cuerpo y a nuestra mente. Generalmente se realiza en grupos dentro de la piscina. Los lentos y amplios movimientos de brazos y piernas, junto con la respiración y una música suave para facilitar la relajación, ayudan a estimular y a que fluya la energía interna. El Ai Chi es un trabajo que llega al cuerpo, a la mente y al espíritu, y que nos ayuda tanto físicamente como en nuestras actividades diarias.

Relajación Acuática Asistida: Es un método de terapia acuática integral tendiente a restablecer el equilibrio físico-mental y emocional. En esta terapia se aprovechan los beneficios y las propiedades que tiene el agua caliente, ofreciendo efectos positivos tanto físicos como psíquicos; permite además que el cuerpo en el agua pueda adoptar diferentes posiciones ya sea con la sujeción del terapeuta, que es el punto de referencia para movilizar a la persona, o asistido por flotadores especiales, lo que permite poder realizar un trabajo corporal sin riesgos. Para ello se utilizan diferentes movimientos de elongación, masajes, y también distintos tipos de movimientos de grupos musculares, permitiendo además actuar alrededor de todos los ejes de aquellas articulaciones con problemas.

Esta terapia también ofrece una alternativa diferente en los distintos problemas de la columna vertebral, con técnicas que no se realizan en forma agresiva sino suavemente y en forma

progresiva, puesto que en el agua se puede movilizar la columna y articulaciones de una manera mucho más fácil y placentera que si lo realizáramos fuera de este medio. Uno de los objetivos de esta terapia es también llevar a la persona a una relajación muscular para disminuir la estimulación cerebral superior y consciente, cortical, produciendo un estado de bienestar y calma, ya que un aumento de la tensión muscular produce un aumento de tensión cerebral y al contrario, una disminución de la tensión muscular conlleva a una disminución de la tensión psicológica.

Ejercicio Acuático Terapéutico: Esta consiste en la unión de los ejercicios acuáticos con la terapia física. Es un abordaje terapéutico que utiliza los ejercicios acuáticos para ayudar en la rehabilitación de diferentes patologías. Cada sesión debe ser programada y organizada teniendo en consideración componentes específicos de: entrada en calor, estiramiento, fuerza muscular, resistencia aeróbica y elongación. Esta es una actividad alternativa de nivel preventivo o correctivo que aprovechando las propiedades físicas que brinda el agua permite el trabajo corporal sin carga del peso del propio cuerpo, evitando así el impacto articular. En el agua, los movimientos corporales sufren una resistencia al avance que dificulta los mismos y torna los ejercicios un poco más lentos pero no menos intensos. Como las articulaciones están especialmente protegidas, no hay movimientos balísticos o descontrolados a gran velocidad.

Debido a la presión, las articulaciones sufren menos impacto durante los ejercicios, factor que se torna importantísimo para personas con condiciones posturales especiales, para obesos, personas con osteoporosis y embarazadas.

La presión hidrostática facilita el retorno venoso, mejorando la circulación y disminuye el edema, situación particularmente favorable para embarazadas y portadores de várices. En la Figura 5.3 se muestra un ejercicio realizado en grupo.



Figura 5.3: Ejercicio acuático terapéutico.

5.5.2 Ejercicio físico terapéutico en el medio terrestre

En la actualidad los programas de ejercicio físico terapéutico en seco que se pueden llevar a cabo en el ámbito de los centros termales son muy variados, pero hacemos refuerzo en las terapias relacionadas con el movimiento activo (Figura 5.4).

El ejercicio físico terapéutico se basa en el trabajo de diferentes aspectos, como por ejemplo:

El tono muscular: Mediante ejercicios que requieran la activación de la musculatura del cuerpo del paciente para mantener y/o mejorar su función.

El equilibrio: Haciendo que la persona adquiera más estabilidad y conciencia del propio cuerpo dentro del espacio, gracias a ejercicios de propiocepción, es decir, de estimulación de

las terminaciones nerviosas encargadas de captar nuestra posición en todo momento.

La coordinación: A través de ejercicios de disociación, juegos, etc.

La higiene postural: Aprendizaje de las posturas más correctas y de cómo llevar a término algunas de las actividades de la vida diaria de la manera más adecuada. La higiene postural puede prevenir y/o evitar la repetición de episodios de dolores lumbares, contracturas musculares o tendinitis, etc.

Fundamentación del ejercicio físico terapéutico

Durante las enfermedades se altera la actividad vital del organismo, disminuye su capacidad de realizar trabajo muscular. De ahí que cuando los movimientos pueden originar agudización o complicación de alguna enfermedad se hace necesario guardar un régimen de reposo que limita la actividad motora del enfermo. Este régimen de reposo disminuye el consumo de oxígeno y de sustancias alimenticias por el organismo, y por lo tanto, contribuye a un trabajo más económico de los órganos internos y un restablecimiento del trabajo del SNC.

Sin embargo junto a estos aspectos positivos el régimen de reposo tiene aspectos negativos. Como por ejemplo, se reducen los procesos de excitación en el SNC, disminuyen las posibilidades funcionales del sistema cardiovascular y respiratorio así como la nutrición del organismo. Por tales motivos es necesario, cuando lo permitan las condiciones y el estado del enfermo, combinar el reposo con la aplicación de ejercicios físicos. El ejercicio físico terapéutico disminuye las influencias desfavorables de la actividad motora, previene las complicaciones e intensifica las reacciones de defensa del organismo. En el período de recuperación las sesiones de ejercicio físico terapéutico contribuyen a restituir la capacidad de trabajo. Las cargas

físicas incrementadas gradualmente garantizan el entrenamiento del organismo y producen la normalización de sus funciones. A la luz de los datos citados acerca de los mecanismos fisiológicos de la regulación de las funciones en el organismo, se hace comprensible la acción terapéutica de los ejercicios físicos. Esta se manifiesta en forma de cuatro mecanismos básicos: de acción tonificante, de acción trófica, de formación de las compensaciones y de normalización de las funciones. En la Figura 5.4 se muestra un proceso de terapia física.

5.6 Unidad de Rehabilitación y Reacondicionamiento Físico del Centro Termal Copahue

En Copahue se realizan diversos tratamientos fisiokinésicos en los cuales se combinan fango, algas y aguas mineromedicinales, con la fisioterapia tradicional (magnetoterapia, ultrasonido, electroterapia, termoterapia y crioterapia, etc.) y kinesiología que comprende (hidroterapia, diferentes técnicas de masajes terapéuticos, liberación miofacial, técnicas manuales neuromusculares, drenaje linfático, ejercicio terapéutico, manipulación vertebral, movilización articular, R.P.G, estiramiento muscular, vendaje funcional y kinesio Taping, kinesio respiratoria, etc.).

El equipo está formado por:

- Lic en Kinesiología y Fisioterapia
- Terapeuta ocupacional
- Psicomotricista
- Diplomados en educación física y deporte.



Figura 5.4: Ejercicio físico terapéutico.

5.6.1 Tratamiento respiratorio

¿En qué consiste?

Es un programa apto tanto para adultos como para niños que presentan patologías respiratorias. Se utilizan vapores sulfurados, sesiones de baños de inmersión y/o kinesioterapia respiratoria, nebulizaciones con aguas mineromedicinales, etc.

Técnicas: se combina el ingreso a cabinas donde el vapor emerge en conjunto con gases ricos en sulfuro; si el paciente no puede ingresar por alguna patología cardiovascular hay circuitos de vapor al aire libre, que consisten en el uso de los vaporieros naturales ubicados en el exterior del complejo. También se utilizan nebulizaciones con aguas mineromedicinales ricas en bicarbonato, calcio, magnesio, sodio, sulfato y hierro. Esto se combina con el

ingreso a las bañeras que tienen un efecto muy importante en el trabajo del tórax por la presión que ejerce el agua mineralizada sobre el aparato respiratorios. El equipo de profesores de educación física y kinesiólogos ponen al servicio de los pacientes técnicas de rehabilitación respiratoria.

El objetivo es utilizar al efecto del sulfuro, el cual es mucolítico y bactericida, purificando las secreciones, desinfectando y aumentando la capacidad vital de los pulmones, y el efecto de nuestras nebulizaciones que aumentan la IgA, principal anticuerpo dedicado a la prevención de enfermedades respiratorias y la disminución de IgE principal antígeno marcador de alergias. Mejora la tonicidad y funcionamiento de los músculos.

¿Para qué patologías sirve?

Bronquitis, amigdalitis, alergias, rinitis, sinusitis, asma, laringitis. Enfermedad obstructiva pulmonar crónica (EPOC). Deportistas que quieren mejorar su función respiratoria y todas aquellas personas que quieren prevenir enfermedades en la época invernal, así como pacientes fumadores o aquellos que estén en tratamiento para dejar de fumar.

5.6.2 Tratamiento de rehabilitación

¿En qué consiste?

Los tratamientos de rehabilitación que se realizan en las Termas de Copahue están pensados para mantener un óptimo nivel físico-psicológico y para prevenir o reducir cualquier consecuencia funcional, desde lo mioosteoarticular o neurológico que presenten los pacientes al momento de la consulta.

Técnicas: se combina la fisiokinesio tradicional con la balneoterapia termal, ya sea con agua o fango. Se trabaja: en gabinetes con diferente aparatología de fisioterapia y técnicas

kinésicas, gimnasio donde se realiza ejercicio físico terapéutico y tanque de Hubbard donde se realiza la hidroterapia. La balneoterapia termal aporta la utilización de la inmersión en las bañeras con agua mineromedicinal, a una temperatura que permite la relajación de la musculatura y disminución de los dolores. También se puede combinar con técnicas de presión baja, como es el hidromasaje, que a través del movimiento suave del agua permite una relajación general del cuerpo. Con el hidropulsor, una técnica de mayor presión, se pueden tratar contracturas específicas o espasticidad del algún miembro. El fango aporta con su temperatura la relajación de la musculatura, y al ser rico en sulfuro y otros minerales antiinflamatorios, permiten disminuir inflamación y el dolor que producen muchas enfermedades reumatológicas.

Objetivos: Utilizar el efecto del sulfuro y de otros minerales esenciales, como antiinflamatorio y relajante musculares naturales logrando disminuir el dolor, la espasticidad muscular y la inflamación. A través del manejo de la temperatura lograr disminuir el tono muscular, o con técnicas criogénicas (utilizando el frío como terapia) disminuir la inflamación. Rehabilitar de forma integral la función del cuerpo.

¿Para qué patologías sirve?

Para tratar enfermedades neurológicas: Accidentes cerebro vasculares, esclerosis múltiple, Parkinson, hemiplejías, Parálisis facial, etc. Enfermedades osteomioarticulares: Fracturas, esguinces, tendinitis, desgarros musculares. Patologías reumatológicas: Artrosis, artritis, artritis reumatoide, colangenopatías. Cardiovasculares: Infarto agudo de miocardio, insuficiencia cardíaca moderada y leve, insuficiencia periférica, valvulopatías, etc.

5.6.3 Tratamiento preventivo

¿En qué consiste?

Para concurrir a las Termas de Copahue no es necesario poseer alguna enfermedad; nuestras aguas mineromedicinales ayudan a restablecer el equilibrio natural de nuestro cuerpo, que es desgastado por el estrés de la vida diaria, la contaminación que se sufre en las ciudades, y sobre todo, aporta minerales esenciales que permiten al cuerpo utilizar sus propios medios de restauración.

Técnicas: la inmersión en los diferentes tipos de agua o las envolturas con nuestro fango natural, van a permitir la absorción de diferentes minerales que son necesarios para el cuerpo. Combinado con nuestras algas, se calmará cualquier irritación de nuestra piel y tendrá un efecto reparador y anti-age. La utilización de técnicas como hidromasajes o hidropulsor van a permitir la relajación de nuestro cuerpo y musculatura, desvaneciendo las contracturas que se producen por malas posturas o preocupaciones de la vida diaria. Todo esto sumado a sesiones de: ejercicio físico personalizado, aqua movilidad en la Laguna Verde, talleres de escuela de espalda y ejercicio físico saludable, caminatas al aire libre disfrutando del clima, la amplia oferta de masajes y la tranquilidad de las Termas de Copahue.

¿Para qué patologías sirve?

Tiene efectos antioxidantes, desintoxicantes y relajantes. Contribuye a recuperar energía, liberar tensiones y al relax en forma natural. Previene enfermedades, minimiza las posibles complicaciones y mejora la calidad de vida.

6. Copahue en la piel

E. S. Costallat

6.1 Nuevas tendencias: cosmética natura

Los tratamientos de belleza no invasivos o no quirúrgicos son cada vez más elegidos ya que se dispone de una enorme gama de productos al servicio de la piel, el cuerpo, las formas, el rostro y el cabello. Recursos naturales tales como los fangos, algas y aguas termales son actualmente, materiales muy utilizados para alcanzar propósitos de belleza y salud cosmética. La investigación y el conocimiento sobre estas maneras de abordar los tratamientos de belleza y estética, basadas en una cosmética natural, resultan en todo caso el camino opuesto a los procedimientos más agresivos, tales como pueden serlo las intervenciones quirúrgicas.

6.2 ¿Qué es la Dermocosmiatría Termal?

La Dermocosmética es la asociación de dos ramas de la ciencia que incluye la investigación y avances tecnológicos de la Dermatología y la Cosmética. Cubre necesidades de una piel que presenta cambios y brinda la tolerancia de un producto que se puede aplicar en forma diaria. Cada piel es única. Los principales centros termales que han promovido la investigación sobre la aplicación tópica de aguas termales a nivel mundial, han sido Uriage, La Boerboule, Avène y la Roche Possay, desarrollando alguno de ellos importantes productos que hoy son indicados en consultorios de dermatología.¹ Siguiendo esos pasos, el Centro

Enf. Elsa Susana Costallat - Directora de Cosmiatría y Estética - Termas del Neuquén, Ministerio de Turismo y Producción del Neuquén, Argentina.

esusanacostallat@hotmail.com

¹ M^a. L. Mourelle Mosqueira y col. *Técnicas Hidrotermales y estética del bienestar*. Primera revisada. Ed. Paraninfo, 2009.

Termal Copahue ha demostrado con investigaciones llevadas a cabo por el médico dermatólogo Javier Ubogui en conjunto con el servicio de dermatología dirigido por la Sra. Susana Costallat, la eficacia del tratamiento balneoterápico, fangoterápico y aplicación de algas para el tratamiento principalmente de la psoriasis.² En ese sentido, en este Centro también se ha hecho recolección de los resultados alcanzados en múltiples casos de dermatitis atópica, úlceras venosas, escaras, acné, pieles seborreicas e insuficiencias venosas, lográndose excelentes resultados.³

La Cosmiatría Termal, comprende entonces la atención cosmética de la piel sana y enferma utilizando productos termales en su condición natural o con algún procesamiento que mantenga sus propiedades naturales. Es decir, el uso de aguas termales y sus derivados, así como fangos y algas para el tratamiento de muchas afecciones dermatológicas para conseguir una mejoría cualitativa y/o cuantitativa del bienestar cutáneo.

Actualmente diversos estudios científicos han permitido el conocimiento de la composición química y mecanismos de acción de estos productos, observándose que los efectos se deben fundamentalmente a la presencia de oligoelementos y elementos mineralizantes que componen a las aguas termales, pudiendo destacarse entre ellos al Zinc, Calcio, Azufre, Selenio, Magnesio y Silicio.

6.3 Acciones y Mecanismos de las aguas termales y sus derivados en terapia dermatológica

Existen diferentes grupos de cosméticos termales que en su composición contienen un porcentaje de aguas mineromedicinales

² Ubogui y col., «Thermalism in Argentina. Alternative or complementary dermatologic therapy.»

³ Ubogui y Ficoseco, «Úlceras por decúbito e hidroterapia en las Termas de Copahue.»

con capacidad para, una vez aplicados sobre la piel, mejorar sus propiedades de hidratación, flexibilidad y elasticidad, pero también buscando el efecto antiflogístico, calmante, desensibilizante, cicatrizantes y antioxidante (anti radicales libres).

Se pueden establecer tres grupos de cosméticos dermatológicos termales: **Fangos, aguas termales y algas**. Los Fangos son agentes terapéuticos constituidos por un componente sólido, otro líquido (que puede ser agua termal, de mar o de lago salado) y de un componente orgánico. Para que un sedimento o barro sea considerado un fango terapéutico tiene que mostrar resultados de mejoría observable en los pacientes y haber pasado por un proceso de maduración, homogenización y eutermización. En el caso particular de los fangos que se utilizan en Copahue, esto ocurre naturalmente en la Laguna Sulfurosa, donde se deposita naturalmente la arcilla, la temperatura de la laguna es de una media de 80 °C y el fango se madura durante años hasta que es recogido para sus usos. Los fangos terapéuticos⁴ en dermatología pueden ejercer diferentes acciones:⁵

- Derivadas de la acción térmica, provocando un incremento de la microcirculación cutánea cuando se aplican en caliente o una acción descongestiva cuando se aplican en frío.

- Derivadas de los oligoelementos que contienen, los cuales actúan sobre los complejos enzimáticos como antiinflamatorios y de los productos que genera el propio fango en su maduración.

⁴ L. Mourelle Mosqueira y col. *Curso de Termalismo. Peloides termales*. Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo, 2008.

⁵ R. Meijide Failde y L. Mourelle Mosqueira. «Afecciones dermatológicas y cosmética dermotermal». En: A. y Col. Hernández Torres. *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. Ed. ISCIII, 2006. Cap. 20, págs. 175-194.

- Derivadas del componente arcilloso (sobre las secreciones) y el intercambio de iones entre el fango y la piel. item Inmunológicas.

La fangoterapia es, por lo tanto, un tratamiento de belleza eficaz y equilibrado y, a criterio de muchos especialistas,⁶ hoy en día los fangos termales se han convertido en los elementos terapéuticos embellecedores por excelencia por su acción regenerativa, antiinflamatorio, depurativa, rejuvenecedora y analgésica.

Las Aguas Termales por su parte son utilizadas en el tratamiento de diferentes alteraciones dermatológicas y de la microcirculación cutánea, y su utilización ha sido avalada por numerosos estudios que muestran su eficacia⁷ en sus diversas formas de aplicación: baños, aplicaciones a presión, pulverizaciones. La eficacia de estas curas termales en alteraciones como la dermatitis atópica y seborreica, eczema de contacto, rosácea y pruritos, y en tratamientos post quirúrgicos y quemaduras, ha llevado a extender el uso de estas aplicaciones tópicas a alteraciones cutáneas como son las pieles sensibles y reactivas, acné, dermatitis de pañal, etc.

Finalmente, las Algas o plancton termal, las biogleas y las cianobacterias presentes en aguas termales constituyen otro campo de investigación reciente basado en los resultados obtenidos en casos de psoriasis. Las acciones de estos derivados termales pueden ser debidas a su riqueza en vitaminas hidro y liposolubles y fitoesteroles, además de los oligoelementos que se incluyen en su composición. Copahue cuenta con una gran riqueza en algas con más de 20 especies que se pueden encontrar en sus aguas. Son utilizadas con gran eficacia en dermatitis atópica acné inflamatorio,

⁶ J. M. Carbajo y col. *Estética Hidrotermal*. Primera revisada. Ed. Videocinco, 2009.

⁷ F. Maraver Eyzaguirre y J. M. Carbajo. «Sulphurous Mineral Waters: New Applications for Health». En: *Balnea* (2017).

rosácea, psoriasis y regeneración de tejidos en úlceras. También es efectiva en tratamientos de estética aprovechando sus efectos hidratantes y regeneradores sobre los fibroblastos.

6.4 Indicaciones cosmiátricas de los productos termales

- Sobre la piel normal: humectación, limpieza, astringencia, aporte de oligoelementos.
- Sobre la piel alterada: Acné, dermatitis, seborreica, rosácea, como complemento en terapias de foto envejecimiento.
- En cuero cabelludo: dermatitis seborreica, algunos casos de psoriasis.
- En el cuerpo: propiedades reafirmantes, celulitis pre y post cirugía (lipoescultura), trastornos circulatorios (drenaje linfático manual).

6.5 El equipo de Cosmiatría Termal en Copahue

El equipo de trabajo que aplica estas prestaciones en el complejo Copahue se compone de 48 personas, todas capacitadas para desempeñar los distintos servicios que ofrece el Spa Termal, realizando planes de formación y actualización permanente, llevando el nivel de atención a primer nivel. Es de importancia destacar que la mayor parte del recurso humano que se desempeña, es oriunda de zonas aledañas, principalmente de la localidad de Loncopué, por lo que el Centro Termal constituye una importante fuente laboral para los jóvenes de la zona, contribuyendo a generar arraigo y fortalecimiento de la identidad local. En temporada de verano, en este sector se realizan cerca de 14.528 técnicas por temporada, apreciándose el aumento paulatino de las visitas año tras año por lo que las instalaciones, con 12 gabinetes, una sala

especial para mascarilla facial y un área nueva de Spa de Manos, muchas veces resultan insuficientes para dar respuesta a esas demandas. Por esta razón está en proyecto en el Ente Provincial de Termas, dependiente del Ministerio de Desarrollo Territorial de la Provincia del Neuquén, construir un edificio especial para mejorar la atención y cubrir la creciente demanda que se presenta en el Spa.

6.6 ¿Cuáles son los tratamientos disponibles?

Tanto en el Complejo de Salud Termal de Copahue, como en Caviahue y en el Spa de Neuquén, se han diseñado diferentes programas de belleza y Dermocosmiatría termal para tratar la piel sana y enferma con productos mineromedicinales naturales logrando un bienestar cutáneo. Se ofrecen distintas técnicas según la zona destinada a tratar, ya se facial, capilar corporal, manos o pies.

6.6.1 Tratamientos Faciales:

- **Máscara Facial:** incluye máscaras equilibrantes y de anti envejecimiento con aplicaciones de fango o algas que aportan oligoelementos y minerales beneficiosos para la salud de la piel. Es un tratamiento con efectos cicatrizantes, exfoliantes, antisépticos, astringente y a la vez ayuda a mejorar la elasticidad y tonicidad de la piel.
- **Belleza Facial Integral:** incluye máscaras que cubren rostro, cuello y escote se realiza con algas o fango que aportan oligoelementos y minerales muy beneficioso para la piel. Es un tratamiento con efectos cicatrizantes, exfoliantes, antisépticos, astringente y a la vez ayuda a mejorar la elasticidad y tonicidad.

En la Figura 6.1 se muestran imágenes de diferentes tratamientos faciales.



Figura 6.1: Tratamientos faciales con mascarillas de algas y fangos de Copahue (Gentileza de Luis Amaolo y Efraín Dávila).

6.6.2 Tratamientos Capilares

Terapia Capilar: El tratamiento se realiza con fangos o con algas que tienen efectos antibacterianos, antimicóticos y ayudan a mejorar la apariencia del cabello y la salud del cuero cabelludo.

6.6.3 Tratamiento Corporales

Estos tratamientos corporales tienen acciones regenerativas, antiinflamatorias y curativas gracias a los recursos termales que se emplean. Se utilizan aplicaciones de algas y/o de fangos en forma local o en la totalidad del cuerpo, además se incluyen sesiones de masajes, spa de manos y/o pies junto con tratamientos para piernas cansadas.

- Piernas cansadas: Para tratar los síntomas de piernas cansadas se hacen sesiones de fango frío, se aplica un vendaje y un masaje suave que ayuda a mejorar la circulación, tonificar las piernas y suavizar la piel.
- Anticelulítico: es un tratamiento que se realiza con fango frío por su efecto lipolítico y queratolítico. Se realiza un vendaje y termina con masaje con cremas con efecto reductor.
- Belleza corporal integral: es una exfoliación de todo el cuerpo que se realiza con fango o un producto cosmético con el mismo fin. Se finaliza el tratamiento con la colocación de una crema nutritiva.
- TEA (tratamiento estético de algas): es un tratamiento estético que se realiza con algas en todo el cuerpo y finaliza con la aplicación de una emulsión de pepinos.
- Spa de pies y de manos: estos tratamientos se realizan con fin terapéutico o de belleza, se utiliza fango o algas como antiinflamatorio, exfoliante y cicatrizante. Se aplican también diferentes cosméticos según el biotipo de piel.

En la Figura 6.2 se muestra una imagen de spa de manos.



Figura 6.2: Tratamiento de spa de manos (Gentileza de Fabián Ceballos).

6.7 El futuro de Copahue en la piel

Es importante considerar que la tendencia mundial en el campo de la belleza tiende a sustituir los tratamientos agresivos, tales como las cirugías, por otros que, aún requiriendo mayores tiempos para alcanzar el efecto deseado, se realizan a partir de aplicaciones de productos naturales. En este sentido Copahue ofrece una gran cantidad de materiales, con diversas aplicaciones, que han demostrado su eficiencia, no solo en el seguimiento que el equipo de dermocosmética realiza sobre sus pacientes, sino también en la aceptación por parte de los mismos, y el regreso, ciclo tras ciclo, de miles de ellos, para utilizar las aguas, fangos y algas de Copahue con un objetivo dermocosmético.

Es evidente, considerando la gran cantidad de aplicaciones y tratamientos posibles mencionados, que los mismos son posibles gracias a las interesantísimas propiedades que presentan tanto las

aguas mineromedicinales como los fangos y las algas de nuestro Sistema termal Copahue. Y en este sentido, sigue siendo de suma importancia continuar los estudios que permitan el conocimiento de su composición y propiedades para evaluar y comprobar sus efectos terapéuticos con el fin de desarrollar nuevas líneas que aporten al bienestar de todos los que disfrutamos de este paraíso. En la Figura 6.3 se muestra in tratamiento integral.



Figura 6.3: Belleza corporal integral.

7. Copahue: La Ciencia, Lo Mágico y El Arte de Curar

N. Gurnik

7.1 Introducción

¡Bienvenido a Copahue! Una clásica frase quizás ya demasiado trillada que esperaríamos escuchar al llegar por primera vez, sin embargo en esta ocasión es una invitación a una realidad aparte, única, casi inesperada. Una invitación a conocer la naturaleza viva, una invitación que hace 14 años cambio mi vida, cambio significativamente mi punto de vista de la medicina y la salud para siempre. Con el volcán como padre protector y las aguas regalo de nuestra amada *Nuke Mapu*. El ser humano es una delicada mezcla en equilibrio, una danza de los cuatro elementos formando vida. Copahue como todo ser vivo respira, late en sus vertientes, circula, se expande y contrae. Crece y sueña, sueña con ser conocido y dar sus pequeños milagros a todos los que lo necesitan.

Ama en la sonrisa de su gente, los que fueron, los que son y los que vendrán a ser parte de esta gran familia que tuvimos la bendición de ser elegidos. Enclavado en el corazón de la cordillera en un lugar donde el cielo comulga con la tierra y muchas veces los límites parecen desaparecer. Donde los cuatro elementos se funden gracias al volcán Copahue, dando nacimiento a estas termas únicas en el mundo. Única es una palabra que sin miramientos y con mucha seguridad utilizamos los que conocemos en profundidad sus potenciales.

Médico Especialista en Termalismo Nicolás Gurnik - Director Provincial de Medicina Termal, Copahue, Neuquén, Argentina - Ministerio de Turismo y Producción del Neuquén, Argentina.

ngurnik@gmail.com

Agua, tierra, aire y fuego en una fórmula magistral dando luz a las aguas mineromedicinales, fango, vapores sulfurados, algas, vertientes y lagunas. El volcán activo, testigo de la historia y artífice de tantas leyendas, guardián y protector, tierra viva en su máxima expresión.

Es de destacar como primera impresión la rusticidad de su paisaje entre sus piedras, arbustos, innumerables fumarolas, su olor tan característico e intenso, su silencio, el amplio cielo y su aire puro. Noches oscuras donde las estrellas parecen explotar en esa danza estática e hipnótica. Todo esto conlleva el sello de lo simple e increíblemente auténtico. Quisiera dedicar unas palabras a las almas que apostaron por el lugar y hoy son parte de la historia de Copahue. Generaciones cargadas de tantas historias que de por sí llenarían las páginas de varios libros. Pioneros que dedicaron sus esfuerzos y tiempo al desarrollo de este lugar. Hoteles, hosterías, despensas, restaurantes, comercios, bañeros, choferes, administrativos, constructores, profesionales de la salud y tantos otros que cuentan con orgullo y amor los tiempos más duros en los que solo llegar era una tarea complicada. Hoy en día son los que reciben al recién llegado con un cálido abrazo poniendo su esfuerzo para que la estadía sea inolvidable.

Copahue, verdadero centro de balneoterapia o también como fue nombrado con anterioridad Clínica Hidrotermomineral. Lugar donde la Hidrología Médica, medicina tradicional reconocida como tal por la Organización Mundial de la Salud (OMS), con una antigua historia en el viejo continente, se luce y desarrolla en su más amplio nivel dada la riqueza de los recursos naturales que posee. Verdaderas joyas de la naturaleza.

Con el correr de los años pude ir vislumbrando no solo la eficacia y eficiencia terapéutica sino el potencial de salud y bienestar que un lugar de estas características posee en la nueva etapa o paradigma de salud que nos toca vivir. Una medicina que contempla al ser humano de manera integral. Donde la salud

deja de ser el resultado solamente de la acción de un compuesto químico y pasa a ser un equilibrio entre la esfera física, mental, emocional y espiritual. Donde podemos empezar a vislumbrar que la curación es un proceso unido a la sanación. Un camino hacia nuestro interior, hacia una nueva conciencia.

Un tratamiento en un centro de estas características incluye los baños indicados por un profesional médico preparado en el fino arte de combinar cada uno de los recursos presentes según la individualidad de cada paciente, el trabajo en conjunto con los técnicos de cada sector, el equipo profesional de rehabilitación y reacondicionamiento físico, los sectores de estética y dermocosmiatría termal, los grupos terapéuticos espontáneamente generados, todos enmarcados en un entorno natural donde el silencio da lugar a la introspección y al tiempo libre o de ocio algo muy valorado en la antigüedad. Un lugar que invita al bienestar en su más alto nivel.

Este contraste agudo que queda en evidencia entre los distintos estímulos estresantes que nos invaden constantemente como resultado de la vida diaria en una ciudad y el silbido del viento en su incansable viaje por la cordillera, el latido de las fumarolas y el constante murmullo secreto de las vertientes.

Quisiera hacer un paréntesis antes de proseguir con el relato. El objetivo de este artículo, dada su acotada extensión, ser de fácil lectura, comprensión y estar dirigido a cualquier persona que quiera conocer este mágico lugar es, por lo tanto, dar un pantallazo de la naturaleza de los distintos recursos utilizados, sus efectos terapéuticos y posibles indicaciones abarcando sólo una pequeña parte de los conocimientos científicos que hoy en día respaldan a este arte. Al referirnos a cada uno de ellos es importante también recordar que se presenta más información sobre clasificaciones y naturaleza física o química de sus composiciones en los respectivos capítulos de este libro, con cuyos autores comparto el honor de ser parte de un equipo, el intenso deseo de ampliar el conocimiento, el

trabajo en esta rama de la ciencia, años de un camino recorrido y el amor profundo por la naturaleza.

Bienvenido a Copahue. . .

7.2 Ubicación.

Copahue, como ya se ha mencionado, se encuentra ubicado al NO de la provincia del Neuquén, en el departamento Ñorquín, a 376 km de la capital de la provincia. El viaje es en sí mismo una experiencia muy placentera pasando por las localidades de Zapala, Las Lajas, Loncopué y como final de ruta asfaltada Caviahue donde después de subir por Cajón Chico tenemos por primera vez a nuestro alcance, a simple vista, el volcán Copahue con su clásica pluma de cenizas. Bordeando el lago Caviahue, si contamos con suerte, podremos ver al mismo transformado en un espejo natural reflejando al detalle las distintas construcciones. Una vista inolvidable entre araucarias milenarias y el vuelo de algún majestuoso cóndor.

Finalmente queda por transitar unos 17 km de ripio entre curvas y sorpresas que van apareciendo a medida que ascendemos y, si nuestra visita es en la época invernal, podremos disfrutar de la pureza de su manto de nieve. A nuestra derecha aparece el majestuoso cerro Negro y si la visibilidad acompaña podremos tener una vista etérea, por la distancia, del volcán Domuyo. Llegando casi a destino nos encontramos con las Lagunas Mellizas, dos reservorios naturales de agua potable nutridas del deshielo y una vista inolvidable, tanto de día como de noche, donde el cielo estrellado se refleja perdiendo los límites.

Unas palabras aparte merece el complejo Las Máquinas, donde las manifestaciones termales se expresan en viva intensidad. Fumarolas, olletas, vertientes, una pequeña laguna verde y una gran laguna gris de intenso olor a azufre con fondo de fango.

En el mismo funcionó un centro termal y un hotel con todas las comodidades. Hoy en día las instalaciones se encuentran abandonadas pero con un enorme potencial esperando una segunda oportunidad de recuperar el brillo de antaño. A metros de la entrada de Copahue y a mano derecha nos encontramos con Las Maquinitas, otro lugar de manifestaciones termales donde una gran fumarola con su inconfundible soplido y pequeñas lagunas de fango son la visita obligada para una tarde de trekking.

Al fin llegamos a nuestro destino donde luego de una curva cerrada observamos a las termas de Copahue en todo su esplendor siempre con el Volcán como fondo y alguna que otra mancha de nieve recordándonos nuestra ubicación en el corazón de la cordillera a 2.010 msnm, en el límite con nuestro país vecino Chile, inmersos en el parque provincial Copahue.



Figura 7.1: Vista aérea de Copahue.

7.3 Un poco de historia.

Es correcto aseverar que gran parte de la historia de este lugar siempre será un misterio para todos nosotros porque esas memorias

nunca fueron escritas y seguramente pasaron por boca de los ancianos de las distintas culturas que han sido parte de Copahue. Podríamos imaginar a familias enteras utilizar sus propiedades terapéuticas luego de largos recorridos o quizás solo a unos pocos elegidos que por su posición en la sociedad gozaban de ese privilegio. Quizás algún día tengamos la posibilidad de develarlo.

Uno de los documentos más antiguos al cual podemos hacer referencia se encuentra en los escritos de Don Silvestre Antonio de Roxas y data del año 1.707.¹ Pasó parte de su tiempo viviendo entre los Peguenches y preparó un memorial titulado Derrotero, de un viaje desde Buenos Aires a los Césares por el Tandil y el Volcán, rumbo al sudoeste, comunicado a la corte de Madrid en el año 1707. Fue recopilado por Don Pedro de Angelis en Buenos Aires (1.836). En un párrafo hace referencia al volcán Copahue y al río Agrio:

“En la tierra de estos Puelches hay un río hondo y grande, que tiene lavadero de oro. Caminando otras cuatro leguas hay un río llamado de Azufre, porque sale de un cerro o volcán, y contiene azufre.”*

Otro documento que destaca es el primer registro de una derivación médica al centro termal de Copahue. El mismo se encuentra en una carta fechada el 15 de enero del año 1.890 donde Don Manuel J. Olascoaga, primer gobernador de la provincia del Neuquén, contesta correspondencia a Don Francisco P. Lavalle:²

“Comienzo por decirle que el descubrimiento de las termas de Copahue es de épocas inmemorial según las conversaciones que

¹ Silvestre de Roxas. «Derrotero». En: ed. por Pedro de Angelis. Imprenta del Estado, 1836.

² Olascoaga, *Regiones australes: topografía andina; ferrocarril paralelo á los Andes, como fomento de población y seguridad de la frontera; complemento indispensable de la campaña de 1879.*

he tenido con varios indios viejos, entre los cuales la tradición se conserva oralmente como parte de su religión, mejor de lo que nosotros podemos imaginar, sobre todo la formación sedimentaria de aquel lugar, como Ud. habrá notado acusa muy larga edad a dichas termas. Y de allí viene gente a curarse o bañarse también revela el nombre que desde muy antigua memoria se designa a esa localidad Copahue, del verbo copan “venir” y la terminación “hue” lugar a donde vienen personas a bañarse. En cuanto al descubrimiento científico de la importancia de esas termas en sus cualidades terapéuticas y las primeras aplicaciones serias que de ellas se hicieron de donde se levantó la gran fama de estos baños en todo el sur de Chile, esto sucedió, según mis datos hace 25 años y tiene una historia ¿Quiere Ud. que se la cuente? Ahí va por lo que pueda importar.

Un médico argentino, el Dr. Pedro Ortiz Vélez, Sobrino según creo del Doctor Vélez Sarsfield, caso con una hija de éste, y a consecuencias de un suceso trágico, siendo el Dr. Vélez Sarsfield ministro, salió de Buenos Aires a Europa. Jamás debía volver. En Francia estudió medicina y un día embarcó para el Pacífico; introdujo en Chile estableciéndose en la provincia de Chillán. Le llamaban de todos los pueblos y así viajaba continuamente. En una de sus excursiones, hallándose inmediato a las termas de Copahue las visitó y examinó esas aguas. En Concepción atendía con esmero un caso muy antiguo y ya desesperado para varios médicos y para el mismo. Era una señorita hija de familia notable de la ciudad, muy conocida ya hasta los pueblos circunvecinos, a causa de la extenuación completa en que hacía tiempo vivía, víctima de una enfermedad tuberculosa, caminando ya irremediablemente a la muerte prematura según el concepto de todos. De regreso a Concepción el Dr. Ortiz Vélez ordenó a la familia llevar a la niña a “Los Copahues” como único medio posible de salvación. Los Copahues estaban entonces en la jurisdicción india del cacique Cheuquel. La familia solicitó y obtuvo de este príncipe de los pinos, el permiso y garantías correspondientes, y la niña enferma pudo aprovechar durante veinte días o un mes aquellas aguas

*según las prescripciones del doctor. Se le aplicaron aguas de tres maneras, según me han contado, baños ferruginosos y mercuriales de cierta temperatura, bebida a pasto del agua verde de la laguna, (creo sulfurosa y también cargada de magnesio), y la aplicación externa de unas especies de natas gelatinosas que se crían en ciertas termas, cuya temperatura es muy elevada. Estas cataplasmas se acomodan sobre un variado y surtido de tumores que la niña, por añadidura tenía. En conclusión la niña regreso a Concepción completamente sana, habiendo recuperado la vida y frescura de su juventud. Este fue el gran golpe de bombo que tuvieron los Copahues en el sur de Chile”. **

En el año 1.899 apareció una publicación de J. M. Cabezón.³ En el mismo se describe la geografía, las distintas vertientes y lagunas. Se hace mención a la importancia de trasladar un químico a la zona para efectuar un análisis completo de las aguas ya que “no conoce ningún análisis auténtico y que merezca la fe, de las aguas de los Copahues”. Incluye también las notas del Doctor Lema Maciel, Cirujano de la brigada de Las Lajas, quien en diciembre de 1896 había llevado soldados enfermos de diferentes dolencias obteniendo resultados muy satisfactorios. Recomienda el arreglo del camino para poder trasladar enfermos, la realización de construcciones resistentes, cañerías de agua fría para poder regular la temperatura de los baños, cabinas de baños, de reposo y hasta un balneario definitivo. Describe los efectos en el organismo de los climas de altitud y el ambiente especial existente en Copahue refiriéndose “al género de vida que se está obligado a llevar en el seno de una naturaleza en todo su esplendor”.

En el año 1900 se encomienda a los médicos Herrero Ducloux, padre e hijo, realizar los primeros análisis fisicoquímicos de las aguas de Copahue en el laboratorio del Ministerio de Agricultura. Enriquece lo conocido hasta el momento también la publicación

³ J. M. Cabezón y L. Maciel. «Baños Termales de los Copahues». En: *Anales de Sanidad Militar* 2 (1899), págs. 5-20.

de estudios geológicos de la zona, en el año 1.920, por el Dr. Pablo Groeber junto al Dr. Hércules Corti. En el año 1937 se publica de la mano del Dr. Manuel Castillo, Termas de Copahue “Contribución al estudio de sus aplicaciones terapéuticas”. Un año más tarde se realiza uno de los informes más completos y ricos incluyendo datos geológicos, climáticos, accesibilidad al lugar, aplicaciones terapéuticas de las aguas con sus respectivos análisis junto con información sobre el accionar del azufre en el organismo de la mano de la Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales, dependiente del Ministerio del Interior.⁴

En el año 1.941 la Dirección de Parques Nacionales dependiente del Ministerio de Agricultura bajo el título “Captación y Aprovechamiento de las Aguas y Fuentes de Copahue” con el Prof. Dr. Pablo Groeber y el Ing. Roberto J. Perazzo realizan un informe integral sobre la actividad volcánica,⁵ los recursos y su aprovechamiento expresando, como ejemplo, la posibilidad de endicar el Arroyo de Los Baños generando un estanque o pantano con una reserva de unos cinco millones y medio de litros, así como las construcciones y los materiales recomendados por la capacidad corrosiva imperante en el terreno.

Muy interesante también son las líneas que hacen mención a la estacionalidad “Actualmente la terma esta sólo habilitada en época veraniega, pero para el futuro sería prudencial y conveniente extender a todo el año su funcionamiento, para aprovechar también la especial adaptación del lugar a la práctica de deportes invernales”, cuestión que fue desarrollada exitosamente, en el año 2.016, con Termas y Nieve.

En el año 1.967, el Dr. Emilio Kaiser realiza, luego de

⁴ IGN. Jun. de 2013. URL: <http://www.ign.gob.ar/AreaServicios/Publicaciones/RevistaOjoCondor>.

⁵ P. Groeber y R. Perazzo. «Captación y aprovechamiento de las aguas y fuentes de Copahue». Ministerio de Agricultura, Dirección de Parques Nacionales (informe inédito), Buenos Aires. 1941.

un amplio recorrido por distintas termas del país, la “Guía Balneológica de Lagunas y Termas Argentinas” incluyendo efectos bioquímicos de curas balnearias y la decápolis de estaciones balnearias resaltando la importancia de Copahue al comenzar la descripción usando el término “La Meca argentina” haciendo referencia a las patologías osteoarticulares.⁶ Desde los pioneros y sus trabajos es claro cómo se va desarrollando una época de oro del termalismo en la Argentina.

Algo a destacar y de capital importancia que queda en evidencia es que la Hidrología Médica es una rama científica multidisciplinaria que se nutre y desarrolla con el conocimiento aportado desde distintos campos siendo esta cualidad parte del carácter integral que la caracteriza. Tanto sea en el nuevo como en el viejo continente, en la antigüedad como en nuestros tiempos el intercambio y profundización de conocimientos, el trabajo en equipo y un profundo amor por la naturaleza fueron y son el motor del desarrollo en este campo. Fue como resultado de estos avances que, en la década del 80, se pudo poner en marcha un complejo termal modelo con la capacidad de utilizar el potencial de todos los recursos terapéuticos y naturales presentes. Una obra edilicia respetuosa con la naturaleza que superó los desafíos de terrenos inestables, ambiente corrosivo para los distintos materiales, fuertes vientos e intensas nevadas. Con una visión a futuro de un centro donde la medicina termal fue capaz de desarrollarse de manera cómoda, segura y marcar un hito en Sudamérica.

7.4 Complejo Termal de Copahue y sus recursos.

En un predio de aproximadamente 12 hectáreas rodeado de formaciones rocosas con una frondosa cascada de fondo, múltiples fumarolas, olletas, respiraderos, vertientes y una serie de lagunas,

⁶ E. S. J. Kaiser. *Guía Balneológica de lagunas y Termas Argentinas*. Sandoz Argentina, 1967.

nos encontramos con las Termas de Copahue. El centro termal, llamado Complejo de Balneoterapia Rolando Guevara, consta de un edificio o nave central con sus múltiples sectores y una serie de construcciones separadas del mismo por las lagunas o piletas, a saber: Baño 3, Baño 5, Baño 6, Baño 7, Baño 8, Baño 9, Circuito de vapor grupal o comunitario, llamado así por sus dimensiones, Laguna del Chanco y Laguna Verde, con vestuarios y duchas.

La superficie total del complejo es de 10.500 m², de los cuales 6.000 m² se encuentran cubiertos. Presenta una capacidad para realizar 2.600 prestaciones termales diarias en: 22 cabinas de fangoterapia, 12 piletas de inmersión, 11 piletas de hidromasaje, 11 piletas de hidropulsor, 11 cabinas de vapor, gimnasio, 1 tanque de Hubbard, 3 boxes para kinesiología, 7 cabinas de masoterapia, 5 consultorios médicos y 2 de enfermería.

En una temporada promedio se reciben a unos 24.000 visitantes y se realizan alrededor de 230.000 prestaciones incluyendo la temporada invernal que, desde el año 2.016, abrió sus puertas desde junio a septiembre con el programa Termas y Nieve.

En los alrededores de este predio se encuentran los distintos comercios, hoteles, hosterías, departamentos, cabañas y casas particulares donde los turistas se hospedan durante su estadía. La nave principal se encuentra comunicada con un centro comercial y un salón de usos múltiples donde se realizan congresos, encuentros deportivos y actividades de gran interés.

Existen tres lagunas principales, a saber: Laguna Verde, con su impactante color verde esmeralda, dividida por una pasarela donde sólo una de ellas se utiliza para inmersión; Laguna Sulfurosa con su característica columna de vapor fruto de incontables fumarolas, y Laguna del Chanco de reconocida fama y obligada visita.

No podemos dejar de nombrar a la Laguna de los Callos donde en días de buen clima los visitantes disfrutan de una placentera inmersión de pies sentados sobre un piso calefaccionado naturalmente, tanto de día como de noche.

Existe otra pequeña laguna pero no por ello menos importante llamada Laguna de las Algas, con un pH de 6,01 y una temperatura de 44,5 °C.

De ésta se extrae un precioso recurso en forma de matas o plastrones, llamado bioglea, de un verde intenso y compuesto por más de 24 tipos de algas termófilas con capital importancia para tratamientos dermatológicos.⁷

En los alrededores se ubican varias vertientes, cada una con su nombre y sus mineralizaciones particulares fruto de largos recorridos a través de la tierra dotándolas de características únicas y efectos terapéuticos a través de las llamadas curas hidropínicas o de bebida. Los nombres particulares de las utilizadas son Agua de Copahue, de Limón, del Mate, Sulfurosa y Ferruginosa; dos de ellas son indicadas en nebulizaciones para actuar directamente sobre la mucosa respiratoria.

Un apartado especial será para otra vertiente llamada Agua de Volcán, que no se ubica en el predio descrito sino lindando al cráter del volcán y es una de las tantas estrellas de este paraíso termal.

7.4.1 Complejo de balneoterapia.

Edificio principal.

El mismo se encuentra dividido en distintos sectores numerados del 1 al 4 y dos pasillos principales que corren a lo largo uniéndose mediante dos corredores que lo cortan de manera transversal presentándose en los mismos los cuatro accesos principales. Entrando por el acceso principal del lado del estacionamiento nos encontramos con un hall central, en el cual existe un área de informes, otra de admisión, el sector de facturación, caja, los 5

⁷ J. Accorinti. «Estudios de principios bioactivos de algas, peloides y aguas termales volcánicas del Domuyo y del Copahue (Provincia de Neuquén, República Argentina)». En: *Dominguezia* 12.1 (1995), págs. 7-15.

consultorios médicos donde se realiza la consulta médica termal confeccionando la planilla de historia clínica junto con la planilla de tratamiento termal y dos consultorios de enfermería donde se realizan las fichas rápidas y los controles pertinentes indicados por el médico.

Sectores 1 y 2.

Sector de fangoterapia donde se realizan los tratamientos localizados y totales con fango extraído de la laguna sulfurosa. A diferencia del baño 9 aquí el enjuague para retirar el fango se realiza con duchas de agua potable y la temperatura ambiente es menor debido a la ausencia de fumarolas calentando el piso. Algunas de las indicaciones de utilizar este sector incluyen pacientes con movilidad comprometida, edad avanzada, mal clima exterior, pacientes con patologías que requieran un mayor control, el cual es posible ante cualquier eventualidad, dada la proximidad de los consultorios.

Sector de masoterapia donde se realizan sesiones localizadas o sesiones totales a manos de masoterapeutas capacitados anualmente y con gran experiencia, diferenciándose las mismas por el tiempo y los partes corporales a tratar.

Sector de reacondicionamiento físico y rehabilitación donde se realizan tratamientos de fisiokinesioterapia en cabinas individuales, que pueden incluir recursos termales como fango a distintas temperaturas o aguas mineromedicinales en el tanque de Hubbard. El mismo es una pileta con forma de doble riñón en la cual, desde el exterior o el interior, se trabaja con el paciente y presenta el tamaño adecuado para la movilización generando unas más favorable evolución de las afecciones osteomioarticulares. Se puede utilizar con agua verde (extraída de la laguna verde) o agua extraída de la laguna sulfurosa. La temperatura es regulada según los requerimientos de cada patología o paciente a tratar, al igual que la

cantidad de llenado o si es necesario también la dilución con agua potable. Las indicaciones se tratarán luego mas extensamente.

Sector 3.

En este sector los pacientes se realizan tratamientos con agua verde según lo prescripto por el profesional médico en la consulta. Las instalaciones presentan bañeras amplias individuales, de mampostería y salas de reposo. La prestación puede ser con agua durmiente, según lo indicado también se utiliza hidromasaje con jets de agua generando un agradable masaje superficial y la técnica llamada hidropulsor donde un auxiliar termal realiza masajes subacuáticos con un chorro de alta presión originado en una manguera conectada a una bomba. El resultado es un masaje muscular más profundo. Son efectuados de manera circular comenzando por las plantas de los pies hasta la columna cervical. Es importante tener en cuenta factores del paciente que contraindican esta técnica como fragilidad capilar, pieles muy sensibles, pacientes anticoagulados, etc.

Una indicación interesante es en pacientes con psoriasis ya que dadas las características del agua utilizada más la presión se genera una intensa descamación favoreciendo luego la aplicación de las algas y su efecto terapéutico.

Sector 4.

Se realizan prestaciones de inmersión y de hidropulsor con agua de la Laguna Sulfurosa. La misma, al igual que la de la Laguna Verde, es bombeada y contenida en tanques especiales desde donde son distribuidas hasta los distintos baños. La temperatura es controlada por el auxiliar termal según indicación médica. Este sector linda con el otro pasillo transversal y sus respectivos accesos.

En el hall encontramos otro puesto de informes y un amplio sector de estética donde se pueden realizar mascarillas con algas extraídas de la laguna de las algas, fango extraído de la laguna sulfurosa, de chocolate, refrescante con extractos vegetales y el spa de manos. La mascarilla consta de distintos pasos. Se limpia el rostro con una esponja embebida en agua natural pura, se utiliza crema de limpieza para un efecto más profundo, se retiran los restos de crema con una esponja y se colocan gasas embebidas en agua verde fría cubriendo de manera completa el rostro. Se pincelan algas frías y se deja reposar 20 minutos. Se retiran y se limpia con loción de hierbas naturales descongestivas. Luego, un placentero y relajante masaje con un balón de vidrio frío. Para finalizar se coloca crema nutritiva o humectante liposomada según el biotipo de piel y como broche de oro, preparándola para el resto del día, se la protege con una pantalla solar de primera calidad. En el caso de realizarla con fango, el mismo se aplica de manera directa sobre la piel durante 15 minutos. Esta práctica está indicada tanto para placer y bienestar como de manera terapéutica.

El spa de manos utiliza en uno de sus pasos como recurso termal natural las algas o el fango, cubriendo con manoplas y dejando reposar entre 15 y 20 minutos.

Al final del pasillo se encuentra otro anexo del sector de estética y cosmiatría termal donde se realizan tratamientos de mayor extensión corporal y tiempo. Terapia geotermal, piernas cansadas, anticelulítico, belleza facial integral, tratamiento capilar con algas o fango, spa de pie y oclusivos parciales donde la zona a tratar indicada por el profesional médico es cubierta con algas a distintas temperaturas por 15 a 30 minutos aproximadamente y envuelta con un capa protectora. Ejemplos de indicación del tratamiento oclusivo parcial serían para úlceras, quemaduras, psoriasis localizada, ictiosis.

7.4.2 Baños externos.

Baño 3 – Circuito anti estrés.

Ubicado estratégicamente entre la laguna verde y la laguna sulfurosa nos permite disfrutar de una vista única, gracias a sus paredes vidriadas, del relajante color verde por un lado y el hipnótico gris vaporoso por el otro junto al comfortable calor solar que acaricia nuestra piel. El circuito consta de distintas etapas. La primera en un agradable vapor suave en una cabina con asientos de madera y paredes de piedra nativa. La segunda es un hidromasaje en agua verde que puede ser solo o acompañado, dado las dimensiones del mismo. Se reposa en el solárium por unos minutos mientras se rehidrata el cuerpo con infusiones o agua fresca de manantial puro de la zona. Luego se pasa al sector de duchas o baños de chorros. Se puede alternar entre la ducha con 11 picos de alta presión, dispuestos en 3 líneas verticales más una ducha de gran diámetro ubicada en el techo, generando un profundo masaje desde los hombros hasta la zona de muslos y gemelos; y la ducha circular de 136 chorros filiformes o de pequeño diámetro generando una intensa y placentera cortina hídrica desde la zona cervical hasta los pies. El circuito finaliza con un masaje total descontracturante en una cabina ambientada para obtener una relajación profunda. Es de destacar que todo el circuito es privado y personalizado.

Baño 5.

Ubicado entre los baños 3 y 6, se accede por el puente que cruza la laguna sulfurosa o por el pasillo de conectividad periférica. En el mismo se realizan circuitos a pacientes con patologías dermatológicas, derivados por el profesional médico, en un ambiente cuidadosamente preparado. Son de común indicación para patologías como dermatosis crónicas (p. ej. psoriasis),

eccemas, dermatitis atópicas, acné en torso o extremidades, ictiosis. También se puede disfrutar del Tratamiento estético de algas con la finalidad de nutrir, hidratar y mimar nuestra piel.

Los tratamientos son llamados jornadas dermatológicas y consisten en la aplicación de fango gris extraído de la laguna sulfurosa o algas extraídas de la laguna lindera al sector. Se envuelve al paciente en nylon por 15 minutos, con el propósito de mantener la humedad y la temperatura, produciendo un mayor contacto entre piel y recurso termal. Concluye la sesión con un hidromasaje en agua verde, aplicación de crema nutritiva herbácea y reposo por 20 minutos en cabina individual. En el día se repite la sesión alternando el recurso termal utilizado o se puede repetir el mismo. La media jornada incluye solo uno de ellos.

Baño 6.

Entre el baño 5 y la laguna de los callos nos encontramos con una instalación que amalgama las cabinas de vapor sulfurado con un sector donde múltiples nebulizadores hacen un combo excepcional para el tratamiento de las vías respiratorias. Las cabinas de vapor individuales son 5, existiendo también una cabina amplia y luminosa con un pediluvio o lugar para hacer inmersión de los pies en agua fría con fondo de rocas lisas y agradables al tacto. Las nebulizaciones se hacen con agua sulfurosa y de mate.

Las mismas son de indicación médica tanto en pacientes pediátricos como adultos. Se comienza con una dilución del agua mineromedicinal hasta la tercera sesión donde ya puede realizarse sin dilución. La práctica se realiza de esta manera para probar la tolerancia al recurso termal. Se pueden hacer hasta 3 prestaciones por día. Sobre la mucosa respiratoria, debido a su débil mineralización y su riqueza en iones como bicarbonato, calcio, sodio, hierro, magnesio y azufre bivalente reducido, que las hacen óptimas para su uso, vemos efecto sobre los mecanismos

involucrados tanto en la inflamación e hiperreactividad bronquial como en los cuadros alérgicos.

Efecto mucolítico y fluidificante de las secreciones mucosas. Estimulan las secreciones bronquiales durante los primeros días para luego dar un efecto anticatarral. Espasmolíticas de la musculatura bronquial. Aumento de los mecanismos de defensa estimulando la producción de factores no específicos, disminución de la tasa de IgE total. Aumento de la motilidad ciliar de las células de la mucosa, junto a una desensibilización y restauración del equilibrio neurovegetativo. Efecto eutrófico favoreciendo la descamación del epitelio con recambio de las células alteradas. Antiséptico. Esto genera un efecto de protección y normalización de los sistemas funcionales de la mucosa respiratoria.

Como indicaciones tenemos tres tipos básicos. El curso inmediato de procesos agudos, afecciones subagudas o crónicas con el fin de reducir reincidencias junto con el consumo de fármacos y el utilizado de manera preventiva. Patologías otorrinolaringológicas tanto alérgicas como infecciosas. Rinitis de tipo atrófica o hipertrófica con obstrucción nasal, sinusitis, rinofaringitis, laringitis crónicas. Patología broncopulmonar como bronquitis crónicas mucopurulentas o secas. Asma y epoc. Pacientes que vienen de climas húmedos o expuestos a un aire con niveles importantes de contaminación, caso clásico de las grandes ciudades.⁸

Muy importante es la indicación también en fumadores y ex fumadores pudiendo utilizar la estadía termal de manera integral como desintoxicante y, como he podido observar en repetidas ocasiones, facilitar la transición para liberarse de este hábito. Es de buena práctica unirlo con una sesión en cabina de vapor sulfurado potenciando el efecto terapéutico y broncodilatador.

⁸ R. Meijide Failde. «Afecciones broncopulmonares y ORL». En: A. y Col. Hernández Torres. *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. Ed. ISCIII, 2006. Cap. 9, págs. 79-86.

Baño 7.

Este sector se encuentra al final del corredor externo y lindero a la laguna del chanco junto con el sector 8 y el vapor grupal con solárium. Presenta 4 cabinas de vapor natural sulfurado de distintas intensidades, en cada una de ellas se encuentra una manguera con agua de manantial fría. La primera entrando desde la recepción, siendo la más fuerte, recibió el famoso nombre “el potro”. Se complementan con 3 cabinas de reposo individual.

Dado que la humedad relativa es muy alta, se indica usar el agua para controlar la temperatura de la cabina y al mismo tiempo realizar baños de contraste térmico. Esta alternancia genera una vasoconstricción y vasodilatación en una especie de gimnasia vascular mejorando la circulación sanguínea. Es importante mantener zonas a baja temperatura, como varices y rosácea, con una tela embebida en agua fría. Siempre recordar la hidratación por vía oral antes, durante y después de cada prestación termal. Dentro de los efectos encontramos una intensa sudoración por el aumento de la temperatura del organismo, relajación muscular, intensa vasodilatación, aumento de la amplitud y frecuencia respiratoria, aumento de la frecuencia cardíaca, acción analgésica y sedante. Regulación del sistema neurovegetativo. Efecto inmunomodulador y mejorador del trofismo articular y periarticular. Importante sensación placentera de bienestar. Se indica como complemento importante de la terapia en vía respiratoria, dermatológica y osteomioarticular.⁹

Contamos también en este sector con baños de inmersión en piletas construidas por debajo del nivel del suelo con rejillas de madera en el fondo. Se utiliza la llamada “Agua sulfurosa”. Deben ser llevadas regularmente a la temperatura indicada dado que la misma aumenta por el efecto de las fumarolas presentes.

⁹ Armijo Valenzuela y San Martín Bacaicoa, *Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia.*

Existen tres cabinas con sus lugares de reposo respectivos. Como indicación médica es un factor a considerar en pacientes donde la temperatura deber ser controlada como así también la dificultad en el acceso por la escalera.

La característica, al ser un agua sulfurada con presencia de bicarbonatos, sodio, calcio, sulfato y magnesio, junto con el “Agua ferruginosa” del baño 8, es que presenta mayor capacidad de absorción de los compuestos del azufre. Sus acciones son múltiples destacándose su capacidad antioxidante, antitóxica y desensibilizante mejorando las respuestas antialérgicas. Especial acción sobre las estructuras articulares a nivel del cartílago. Efecto inmunoregulador, antiinflamatorio disminuyendo los procesos degenerativos. Analgésico. Mejora el trofismo en piel con efecto regenerador del tejido epidérmico. Antiseborreico. Su indicación, al ser por vía tópica, se da en reumatismos crónicos degenerativos o inflamatorios que no estén en fase aguda, alteraciones condroarticulares. Reumatismos crónicos inflamatorios que no estén en fase aguda. Reumatismos no articulares de partes blandas, fibromialgias, tendinopatias, metabólicos y secuelas de traumatismos. Discopatias.

También para piel, dermatosis crónicas como psoriasis, dermatitis atópica, seborreica, eczemas crónicos tórpidos. Pruritos y prúrigos.^{10, 11, 12, 13}

¹⁰ Armijo Valenzuela y San Martín Bacaicoa, *Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia.*

¹¹ Monasterio, «Estudio de las aguas minerales de la Provincia de Neuquén-República Argentina.»

¹² J. C. Chamorro Ordás y C. I. Caballero Escudero. «Efectos de las aguas mineromedicinales. Crisis termales. Efectos secundarios y respuestas anormales.» En: A y Col. Hernández Torres. *Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia - AETS*. ISCIII, 2006. Cap. 5, págs. 37-41.

¹³ Maraver Eyzaguirre y Armijo Castro, *Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas.*

Baño 8.

Se encuentra en continuidad al sector 7 y presenta dos cabinas del mismo estilo para inmersión con tres cabinas de reposo. Se denomina “ferruginoso” y es un baño muy solicitado por los pacientes con más historia. Debido al aumento de la temperatura del agua, en la duración del baño, se recomienda mantener abierta una circulación mínima de agua fría y su indicación se debe evaluar con cuidado en pacientes de alto riesgo cardiovascular o patologías donde las altas temperaturas son contraindicadas.

Circuito 7.

Presenta una cabina de vapor sulfurado de gran diámetro donde pueden realizar la prestación aproximadamente unos 8 pacientes de manera simultánea. Presenta paredes de piedras nativas, tres mangueras con alta presión de agua fría y una ducha babeante circular en el techo. El sector de reposo presenta una amplia superficie vidriada, con vista a la laguna del chanco y la laguna sulfurosa, donde reposar y rehidratarse se hace una experiencia muy placentera.

Baño 9.

El famoso sector de fangoterapia, una de las joyas del sistema termal de Copahue, donde se utiliza el fango sulfurado, madurado de manera natural y obtenido de la laguna sulfurosa. El fango de color gris plomo es recolectado y trasladado por los barreros desde su origen hasta el sector en contenedores donde, luego de fraccionarlo, es aplicado manualmente por los auxiliares termales utilizando manoplas. La temperatura y los lugares del cuerpo que fueron indicados por el profesional médico según cada caso en particular. Con oclusión o sin ella con una duración de 15 minutos.

El ambiente esta calefaccionado naturalmente por las fumarolas existentes en el suelo percibiéndose en el aire los gases ricos en azufre tan característicos del lugar. En verano suele ser un factor a tener en cuenta, al realizar la indicación médica, la alta temperatura promedio del ambiente. Al momento de realizar el enjuague para retirar el fango, en este sector, se utilizan piletas individuales con agua de la laguna lindante al baño, por 5 a 10 minutos pasando luego a la cabina de reposo individual. Existe una práctica histórica llamada enjuague o balde con agua de volcán donde se utiliza un agua sulfatada, ácida, de muy alta mineralización. Era costumbre usarla pura y dados los casos de irritación en piel generados se comenzó a indicar diluida como precaución. Aunque su efecto terapéutico usándose de este modo no fue demostrado, es solicitado por muchos pacientes por su uso y costumbre.

7.5 Lagunas

7.5.1 Laguna Verde

Como dijimos con anterioridad, la visión de una laguna color verde esmeralda intenso es al menos inesperada y difícil de olvidar. Algo que nos invita a sumergirnos, a vivir la experiencia relajante y renovadora. Con su agradable temperatura en los días de buen clima, posee una profundidad aproximada de 1,50 m, suficiente superficie para moverse libremente y realizar todo tipo de movimientos, una amplia playa donde se puede realizar un poco de helioterapia (¡tomar sol!) en cómodas reposeras, cambiadores y la atenta mirada de responsables laguneros velando por la seguridad.

En la misma se realizan clases de aquagym guiadas por los profesores de educación física si el clima lo permite, destinado a personas de todas las edades con el objetivo de mejorar la movilidad articular y elongación muscular. El agua de la laguna es hipotermal, ácida, presenta una fuerte mineralización sulfatada,

cálcica, sódica con presencia de hierro, magnesio y gas radón. Su color se debe a la presencia de un rico componente orgánico de cianobacterias y algas microscópicas, siendo la clorofila la responsable principal. Son termófilas, del tipo de la *Chlorella Kessleri*, que liberan al medio distintos tipos de sustancias como ácidos orgánicos, alginatos de calcio y sustancias con capacidad antibióticas.¹⁴

Este recurso termal por su composición posee variados efectos sobre nuestro cuerpo y especialmente sobre la piel. Al utilizarlo en una inmersión se produce un efecto queratolítico y queratoplástico. Esto significa que descama parte de nuestro estrato corneo haciéndolo más fino y suave. Favoreciendo luego su regeneración y normal queratinización. Antiseborreico regulando las secreciones sebáceas (al acumularse genera una alteración de las defensas y desarrollo de gérmenes) y favoreciendo la restauración a un estado más saludable fácil de percibir al tocarnos la piel luego de una inmersión.

Antiinflamatorio, antiséptico (antibacteriano, antifúngico y antiparasitario) y regenerador de tejidos al aportar oligoelementos en suspensión y minerales. Favorece la cicatrización en piel, acelerando el proceso y limpiando restos de tejido sin vitalidad.

Regulador del sistema inmune y neurovegetativo promoviendo un efecto antihistamínico, disminución del prurito y analgesia. Relajante muscular. Las indicaciones son amplias en piel. Dermatitis crónicas como psoriasis, dermatitis atópica, seborreica, eccemas. Pruritos y prúrigos. Psoriasis en sus distintas manifestaciones. Seborrea. Cicatrices como queloides. Ulceras, escaras, quemaduras (Se tiene en cuenta el cuidado especial en este tipo de lesiones dando un tratamiento individual, controlado e intensivo en cabinas) y radiodermatitis. Acné y rosácea. Infecciones superficiales

¹⁴ J. Accorinti. «Del Mito al Estudio científico de sus propiedades curativas.» En: *Rev. Exactamente Fac. Cs. Biológicas y Naturales UBA.* 3 (1996), págs. 32-33.

como micosis y bacterianas. Ictiosis.^{15,16}

En cuanto al sistema osteomioarticular, aunque es un agua sulfatada y estos compuestos de azufre presentan muy baja absorción, se indica en reumatismos crónicos degenerativos como la osteoartrosis. Reumatismos crónicos inflamatorios que no estén en la fase aguda tales como artritis reumatoidea, artritis psoriasica, espondilitis. Reumatismos no articulares de partes blandas, fibromialgia, tendinopatias y secuelas de traumatismos. Discopatías en sus distintos niveles con o sin manifestación radicular.

Cabe aclarar que todos ellos son favorecidos también por los efectos de las acciones físicas, mecánicas, dinámicas y térmicas de la inmersión aplicables tanto sea en una bañera individual como en una laguna donde su dimensión permite amplia libertad de movimientos.¹⁷

7.5.2 Laguna Sulfurosa

Si la laguna verde nos sorprende por su intenso color, a sólo 5 metros nos volvemos a sorprender por el burbujeo y la gran teatral columna de vapor continuo de la laguna sulfurosa. Presenta un agua de mineralización fuerte, sulfatada. Presencia de calcio, hierro y magnesio. La temperatura va desde los 55 °C hasta los 90 °C. El fondo de la misma contiene el preciado fango gris sulfurado. Por la elevada temperatura el agua es extraída por bombas y utilizada en el complejo de balneoterapia. Existen también múltiples serpentinas donde se calienta agua a utilizar

¹⁵ A. Lepore y col. «Acute atopic dermatitis and balneotherapy». En: *Balnea* 6 (2012), págs. 112-113.

¹⁶ Ubogui y col., «Seguimiento clínico de pacientes con psoriasis en las Termas de Copahue (Neuquén - Argentina).»

¹⁷ J. San Martín Bacaicoa. «Balneocinesiterapia. Tratamientos rehabilitadores en piscina». En: A. y Col. Hernández Torres. *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. Ed. ISCIII, 2006. Cap. 8, págs. 73-78.

en distintos sectores. Sus efectos y por lo tanto sus indicaciones principales se dan en piel y sistema osteomioarticular.

El fango será tratado en el apartado correspondiente a la laguna del chanco. Sus efectos son queratolíticos, queratoplásticos y antiseborreicos. Disminuye la inflamación. Efecto inmunoregulador. Antibacteriano y antifúngico. Disminución de la excitabilidad neuromuscular, reguladora del equilibrio neurovegetativo. Acción trófica sobre los tejidos. Su indicación es en reumatismos crónicos degenerativos como la osteoartrosis. Reumatismos crónicos inflamatorios que no estén en la fase aguda tales como artritis reumatoidea, artritis psoriasica, espondilitis. Reumatismos no articulares de partes blandas, fibromialgia, tendinopatias y secuelas de traumatismos. Discopatías en sus distintos niveles con o sin manifestación radicular.

En piel, debido al rico contenido orgánico y sus derivados, sería de primera elección el agua verde sin embargo también tiene beneficios en dermatosis crónicas como psoriasis, dermatitis atópica, seborreica, eczemas. Pruritos y prúrigos. Psoriasis en sus distintas manifestaciones. Seborrea. Cicatrices como queloides.

7.5.3 Laguna del Chanco

Finalmente, como cuando dejamos para el último bocado algo que resuma el sabor único de la velada, llegamos a la famosa laguna del chanco. Una pequeña laguna testigo del tiempo y los primeros visitantes de Copahue. Previo a la construcción que hoy vemos, las viejas fotos en blanco y negro son testimonio de una práctica que hizo fama en distintas esquinas del mundo. Presenta una profundidad que va desde los 20 cm hasta unos 70 cm y varía según la acumulación natural del fango depositado en el fondo. Así mismo varia la distribución de fumarolas y la temperatura por lo que es de buena práctica recorrerla sentados, con precaución, hasta encontrar el lugar idóneo para realizar la prestación. Se

pueden realizar de dos maneras distintas. En la primera se coloca fango en los distintos sectores del cuerpo, recomendados en la consulta, tomándolo de un recipiente ubicado en la playa aledaña. Se permanece unos 10 minutos al sol, reiterando la aplicación para conservar de esta forma su temperatura y humedad. Luego se ingresa a la laguna. Este método es conocido como método egipcio.

En la segunda, se ingresa directamente y ubicándonos en un lugar con abundante fango en el fondo y a una temperatura adecuada, se realiza la aplicación continua del mismo con un suave masaje, permaneciendo unos 20 minutos en inmersión. De la misma manera se puede reposar la zona lumbar sobre el fango obteniendo una placentera sensación. Cercano a la escalera de acceso, bajo el techo, encontramos una zona rica en fumarolas con un continuo burbujeo. Al flotar sobre la misma se experimenta una verdadera caricia natural. Luego de finalizado el baño, se toma un descanso sobre las reposeras y una ducha con agua potable para extraer los restos de fango.

Durante el invierno se suman bardones de nieve pura de alta cordillera acumulados en los alrededores donde se puede realizar un contraste térmico al aplicarse la misma en el cuerpo. Una experiencia inolvidable como la de permanecer en la laguna mientras esta nevando.

Los efectos en este tipo de prestación termal se deben a la sumatoria de los recursos utilizados: La aplicación de fango, la inmersión en el agua mineromedicinal de mineralización fuerte con presencia de sulfatos, calcio, hierro, rica en magnesio y los gases presentes por las múltiples fumarolas. En la Figura 7.2 se muestran imágenes de algunas de estas aguas y lagunas.



Figura 7.2: Imágenes de Agua ferruginosa, Laguna Verde y Laguna Sulfurosa (inferior izquierda).

7.6 Fangoterapia

Un capítulo aparte merece este recurso dada su historia, la investigación científica a la que fue expuesto y su capacidad terapéutica. El fango tiene una íntima relación con la medicina conociendo su acción empíricamente desde hace más de 25 siglos.

Su aplicación era para curar heridas, aliviar dolores e irritaciones, picaduras venenosas, tratar trastornos gastrointestinales, etc. Las “tierras” medicinales recibían su nombre según su origen geográfico. Una muy especial llamada “Terra Lemnia”, procedente de la isla griega de Lemnos, es considerado como el primer medicamento registrado de la historia.¹⁸

¹⁸ J. Bech Borràs. *Algunas precisiones sobre la legendaria Terra Lemnia*. URL:

Se utiliza como denominación científica el término peloides. Desde el punto de vista etimológico, derivado del griego pelos: fango, barro o lodo. El 15 de octubre del año 1.949, la Sociedad Internacional de Hidrología Médica alcanzó un consenso sobre su definición: “Se designa bajo el nombre genérico de PELOIDES, a los productos naturales, consistentes en una mezcla de un agua mineral (inclusive el agua de mar o lago salado), con materias orgánicas o inorgánicas resultantes de procesos geológicos, o biológicos, o a la vez geológicos y biológicos, utilizados con una finalidad terapéutica en forma de envolturas o baños.”

La gran riqueza en los componentes, tanto orgánicos como inorgánicos, del fango presente en Copahue es resultado de un proceso natural de maduración fruto de la profunda interacción entre las fases implicadas (agua mineromedicinal, su temperatura, el medioambiente, las fumarolas, el suelo), la actividad biológica desarrollada por los distintos microorganismos y los productos de su metabolismo. Estos organismos sulfuroreductores utilizan el sulfato presente en el medio, generando sulfuro el cual es un elemento de alta biodisponibilidad.

Su principal mecanismo de acción es termoterápico, debido a su capacidad de retener el calor, produciendo una importante vasodilatación. Al mismo tiempo como mecanismo químico facilita la biodisponibilidad transdérmica de los iones actuando como depósito y favorece su absorción percutánea por difusión al alterar la barrera. Efectos mecánicos sobre piel y anexos. Principio activo antiinflamatorio (sulfoglicolípido) producido por microorganismos durante el proceso de maduración.

En ocasiones se puede combinar con magnetoterapia o ultrasonido obteniendo de esta manera un efecto sinérgico en beneficio del paciente. Sus efectos incluyen acciones analgésicas por la activación de mecanismos propios del organismo de control del dolor (secreción de endorfinas). Acción antiinflamatoria

<http://protocolo.umh.es/files/2016/09/Lectio.pdf>

como resultado de cambios a nivel hormonal, disminución de intermediarios de la inflamación relacionados con el desarrollo de osteoartrosis y artritis. Alto poder antioxidante y quelante de metales pesados. Condroprotector por disminución de la actividad de destrucción del cartílago articular. Relajación muscular y aumento de la flexibilidad de los tejidos conjuntivos, favoreciendo amplitud del movimiento articular y la elasticidad de cicatrices hipertróficas. Capacidad bactericida. Efecto vasodilatador con mayor llegada de nutrientes y oxigenación celular.

Su indicación principal es el sistema osteomioarticular destacando las artrosis en columna cervical y lumbar con o sin radiculopatías. Artrosis de cadera, rodillas y manos. Tendinopatías crónicas y secuelas de traumatismos. Fibromialgias y reumatismos inflamatorios crónicos (artritis reumatoide, espondiloartropatías) que no estén en fase aguda, en cuyo caso se puede aplicar fango frío. Las indicaciones son amplias en piel. Dermatitis crónicas como psoriasis, dermatitis atópica, seborreica, eczemas. Pruritos y prurigos. Psoriasis. Seborrea. Cicatrices como queloides. Ulceras (Se tiene en cuenta el cuidado especial en este tipo de lesiones dando un tratamiento en cabina individual más controlado e intensivo con una gasa como barrera física) y radiodermatitis. Acné y rosácea. Infecciones superficiales como micosis y bacterianas. Ictiosis.

7.7 Aguas de bebida o terapias hidropínicas

Esta terapia es una de las más antiguas formas de aprovechar los beneficios de un agua mineromedicinal y también una de las más simples ya que solo necesitamos una vertiente, un vaso, tiempo y la indicación precisa de un profesional. Todo eso es fácil de conseguir en Copahue con el agregado extra de varias vertientes con distintas propiedades y un entorno natural para disfrutar entre cada sorbo.

Puede efectuarse en cualquier momento del día, pero las tomas principales se deben efectuar por la mañana en ayunas. Es aconsejable efectuar la ingestión al pie del manantial, dividiendo la dosis total en varias tomas y a intervalos de varios minutos.

Existen distintas vertientes disponibles para realizar este tipo de cura en los alrededores del complejo termal. Las más cercanas son el manantial del agua de “Copahue” anteriormente llamado “Vichy”, el manantial de agua “Sulfurosa”, “del Mate”, “Ferruginosa” (ver Figura 7.2. Luego cercana al arco de entrada encontramos la del “Limón” y cercana al cráter del volcán Copahue encontramos la llamada “Agua de Volcán”.

Solo haremos un breve repaso sobre las indicaciones deteniéndonos un poco más sobre la última nombrada. Los efectos pueden ser locales sobre el aparato digestivo o efectos generales debido a la absorción de los distintos minerales presentes en el agua y los producidos por modificaciones neurovegetativas. Un dato interesante publicado recientemente revela que la biodisponibilidad del calcio en un agua mineral natural rica en el mismo es similar al que obtenemos de alimentos de consumo diario como la leche o el queso.¹⁹

7.7.1 Agua de Copahue o Vichy

Es un agua hipertermal de mineralización débil, ferruginosa con predominancia de iones bicarbonato y calcio. Rica en magnesio. Su débil mineralización provoca un importante efecto diurético aumentando el volumen y la dilución de la orina. Alcaliniza la orina y la acidez del estómago. Aumenta la eliminación del ácido úrico. Por su contenido en iones estimula la secreción de enzimas pancreáticas, aumentan el poder de

¹⁹ I. Vitoria y col. «Calcio en el agua de consumo público y aguas minerales naturales en España y su contribución en cubrir las necesidades nutricionales». En: *Nutrición Hospitalaria* 30.1 (2014), págs. 188-199.

saponificación de la bilis favoreciendo la eliminación del colesterol. Favorece la glucohomeostasis y la acción insulínica en diabéticos. Hepatoprotectoras facilitando los efectos de desintoxicación hepática.

Los efectos del magnesio en el organismo son detallados en el capítulo correspondiente. El hierro presente en las aguas mineromedicinales posee muy buena biodisponibilidad al presentarse en estado ferroso, al pie del manantial, antes de entrar en contacto con el aire de la atmósfera. Luego pasa a estado férrico y precipita dando el clásico color rojizo. Su absorción se ve favorecida también por la presencia de otros minerales. Se indica en afecciones dispepticas hipersecretoras, afecciones crónicas intestinales y hepáticas. Hiperuricemia, diabetes y dislipidemias. Anemias ferropénicas. Litiasis renal e infecciones urinarias o disurias.

7.7.2 Agua del Mate

Presenta una mineralización débil, con predominancia de iones bicarbonato, sulfato, calcio y sodio. Presencia de hierro y magnesio. Hipertermal. Por su débil mineralización posee efecto diurético. Aumenta la eliminación de ácido úrico. Acción protectora sobre la mucosa gástrica. Favorece la eliminación del colesterol y el ácido úrico. Función hepatoprotectora y glucohomeostática. Aumenta el peristaltismo intestinal. Sus indicaciones son similares al agua de Copahue. Debido a su menor presencia de hierro no sería de primera elección en anemias ferropénicas.

7.7.3 Agua Sulfurosa

Es un agua hipertermal, con débil mineralización y predominancia de iones bicarbonato, calcio, sodio y magnesio. Presenta azufre bivalente reducido biológicamente activo y fácilmente

absorbible. Comparte los efectos de la débil mineralización de las aguas precedentes. También posee efectos similares por su riqueza de contenido iónico. El azufre bivalente reducido alcanza rápidamente el torrente circulatorio y es distribuido a los distintos tejidos. Debe ser aprovechado al pie del manantial.

Capacidad antioxidante, antitóxica a nivel hepático, protección de la intoxicación por metales pesados, potencian la actividad insulínica. En pequeñas dosis y repetidas son neutralizantes de la acidez gástrica. A dosis mayores generan aumento de la secreción de enzimas pancreáticas, efecto colerético aumentando la producción de bilis y mejoradora de la circulación portal. Indicada en procesos digestivos que cursan con aumento de la acidez como gastritis, dispepsia, hernias de hiato.

7.7.4 Agua del Limón

Es un agua hipertermal, de fuerte mineralización, sulfatada y ferruginosa. Presenta efectos laxantes al incrementar la presión osmótica intraluminal, estimulando el peristaltismo intestinal. Son consideradas las “limpiadoras”. Son colagogas estimulando la producción de bilis y coleréticas facilitando su eliminación al intestino. Hepatoprotectoras. Inhibidora de la secreción gástrica. Su utilización más habitual es en dispepsias digestivas, disquinesias biliares, anemias ferropénicas, cuadros metabólicos, obesidad, Constipación crónica.

7.7.5 Agua de Volcán

EL agua de volcán presenta características muy especiales permitiendo que sea utilizada de diversas maneras. La misma deber ser trasladada desde su vertiente, de difícil acceso, cercana al cráter del volcán Copahue. Es un agua hipertermal de fuerte mineralización, sulfatada, clorurada y ferruginosa. Muy ácida. Rica en magnesio y calcio. Es utilizada en baños de inmersión e

hidromasaje en las instalaciones termales de Caviahue y Neuquén donde es diluida de manera controlada en agua potable. Indicada en pacientes con patologías osteoarticulares y dermatológicas.

Por vía oral, se indica en gotas aplicadas en un vaso de agua. En la práctica podemos indicarla de dos maneras sencillas. Se comienza con 1 gota por día de manera creciente hasta llegar a las 15 gotas y luego disminuyendo en igual secuencia hasta finalizar el mes. La otra opción es utilizar entre 7 y 10 gotas diariamente por el periodo de un mes. Lo importante a tener en cuenta es evaluar la tolerancia y estar atentos a cualquier síntoma que se presente marcándonos la dosis máxima tolerada.

Siempre es importante la consulta con el profesional médico para evaluar según individualidad de cada paciente. Sus funciones son estimuladoras de la actividad secretora. Aumenta la secreción y motilidad intestinal. Laxo purgantes. Activadora de las funciones metabólicas. Disminución de la secreción gástrica con acción protectora sobre la mucosa. Altera el ciclo hepato/entero/hepático, colagoga y colerética, disminuyendo los niveles de colesterol. Hipoglucemiante. A nivel tópico es antiinflamatoria, desinfectante y modificadora del terreno. Mejoradora del trofismo tisular, cicatrización y reparación tisular. Indicada en gastritis crónicas, discinecias biliares, dispepsias. Estreñimiento. Coadyuvante en trastornos metabólicos como diabetes, gota, dislipemias.²⁰

7.7.6 Agua Ferruginosa

En su composición destaca la presencia de hierro, bicarbonato, magnesio, calcio, sodio y sulfatos. Es interesante ver el sedimento rojizo en el fondo fruto de la oxidación del hierro presente. Historicamente indicada en procesos anémicos de tipo

²⁰ J. Accorinti y col. «Valoración de las propiedades antimicrobianas del agua del Volcán Copahue (Neuquén, Argentina)». En: *Arch. argent. dermatol* 41.5/6 (1991), págs. 229-37.

ferropénicos. Presenta beneficios compartidos con el agua de Copahue aunque sus niveles de mineralización son superiores.

7.8 Estadía termal

Para finalizar quisiera hacer referencia al tiempo de estadía en un centro termal. Históricamente se hablaba de “La novena”, una antigua observación balnearia donde se decía que son suficientes nueve días de tratamiento para obtener una mejoría física.

El estrés oxidativo juega un papel muy importante en el envejecimiento y el origen de diversas patologías siendo considerado el daño oxidativo una diana terapéutica con diversas herramientas. Evidencias científicas indican un efecto terapéutico antioxidante eficaz y significativo luego de nueve días, potenciándose al doble, si se continúa hasta los 14 días de tratamiento.

El mismo ha sido estudiado con aguas mineromedicinales bicarbonatadas, sulfatadas, fango y agua sulfurada, evitando esta última (*in vitro*) una disminución del daño oxidativo del ADN.^{21, 22, 23, 24, 25}

²¹ A. Hernández Torres. «Niveles urinarios de los productos de peroxidación lipídica: Acción antioxidante en el organismo humano del tratamiento crenoterápico con aguas sulfuradas y peloides.» Tesis doct. Universidad Complutense de Madrid, 1997.

²² A. Hernández Torres y col. «Eliminación urinaria de TBARS en una población de la tercera edad. Su modificación por la crenoterapia y la radiación solar». En: *Rev Esp Geriatr Gerontol* 33.Supl I (1998), pág. 129.

²³ E. Cuenca Giralde. «Influencia de la crenoterapia con aguas bicarbonatadas sulfatadas en el estrés oxidativo de una población balnearia». Tesis doct. Universidad Complutense de Madrid, 2003.

²⁴ R. G. Martínez. «Envejecimiento poblacional y discapacidad cognitiva: función renal en síndrome Down y aproximación terapéutica del agua sulfurada en enfermedad de Alzheimer». Tesis doct. Universidad Complutense de Madrid, 2013.

²⁵ Hernández Torres y col., *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*.

La estadía promedio en las Termas de Copahue, según examen preliminar de los datos basados en rasgos sociodemográficos estudiados, es de siete días, lo cual coincide con mi experiencia primaria aunque es usual que la gente de la cercanías prefiera estadías más cortas pero repetidas a lo largo de la temporada.²⁶

Concluyendo

A manera de despedida y después de tantas palabras, agradeciendo su paciencia e interés al haber llegado hasta el final de este capítulo, espero haya sido un agradable y enriquecedor paseo. Haber dejado una pequeña semilla generando el deseo y la curiosidad de profundizar en la búsqueda de mayor información y permitir la entrada en su vida de esta milenaria práctica. La salud se construye momento a momento con nuestras decisiones cotidianas sobre como pensamos, sentimos, nos nutrimos, actitudes y actividades que desarrollamos, etc.

Es de vital importancia que busquemos las herramientas necesarias y el consejo certero para lograrlo. Estoy profundamente convencido que un centro termal como Copahue, por sus características tan especiales y particulares, es un lugar único e integral con un potencial enorme, tanto para permitirle a la naturaleza actuar en nuestro organismo restituyendo parte del equilibrio así como para interactuar con un equipo profesional altamente capacitado y con una mirada amplia en la salud y el bienestar. Como siempre de la mano de la ciencia, con la mirada puesta en el horizonte de este nuevo paradigma que viene tomando fuerza y abriendo camino a una nueva etapa.

Mil palabras jamás podrán suplantar a una experiencia así que los invito, de corazón, a conocer este mágico lugar. Como solemos decir “*el que viene a Copahue, vuelve...*”

²⁶ L. Vela y col. «Socio-demographical Characteristics of Patients Attending the Copahue Hot Prings». En: *Presse Therm. Clim.* (2010).

Bibliografía general

- IGN. Jun. de 2013. URL: <http://www.ign.gob.ar/AreaServicios/Publicaciones/RevistaOjoCondor>.
- Accorinti, J. «Del Mito al Estudio científico de sus propiedades curativas.» En: *Rev. Exactamente Fac. Cs. Biológicas y Naturales UBA*. 3 (1996), págs. 32-33.
- «Estudios de principios bioactivos de algas, peloides y aguas termales volcánicas del Domuyo y del Copahue (Provincia de Neuquén, República Argentina)». En: *Dominguezia* 12.1 (1995), págs. 7-15.
- Accorinti, J. y col. «Valoración de las propiedades antimicrobianas del agua del Volcán Copahue (Neuquén, Argentina)». En: *Arch. argent. dermatol* 41.5/6 (1991), págs. 229-37.
- Agosto, M. R. y M. A. Vélez. «Avances en el conocimiento del sistema volcánico-hidrotermal del Copahue: a 100 años del trabajo pionero de don Pablo Groeber.» En: *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 74.1 (2017), págs. 109-124.
- Amann, R. I., W. Ludwig y K. H. Schleifer. «Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation». En: *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 59 (1995), págs. 143-169.
- Arias, M. *Repercusiones sociales del turismo a través de la percepción de los empleados del sector turístico: caso Copahue*. 2009.
- Armijo Valenzuela, M. y J. San Martín Bacaicoa. *Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia*. Primera. Ed. Complutense, 1994.
- Baquero Ubeda, J. C. y A. García Matas. «Propiedades fisicoquímicas, reológicas y mineralógicas de los peloides.»

-
- En: ed. por A. Hernández Torres. Fundación Bilbilis., 2014, págs. 55-65.
- Baschini, M. T. y col. «Suitability of natural sulphur-rich muds from Copahue (Argentina) for use as semisolid health care products». En: *Applied Clay Science* 49 (2010), págs. 205-212.
- Baschini, M. y col. «Centro Termal Copahue, Neuquén, Patagonia Argentina: maduración de peloides.» En: *V CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES, CIBAP 2017*. 2017, págs. 87-90.
- Baschini, M. y col. «Peloides naturales y madurados en el Centro Termal Copahue, Neuquén, Patagonia Argentina.» En: *V CONGRESO IBEROAMERICANO DE PELOIDES, CIBAP 2017*. 2017, págs. 99-101.
- Bech Borràs, J. *Algunas precisiones sobre la legendaria Terra Lemnia*. URL: <http://protocolo.umh.es/files/2016/09/Lectio.pdf>.
- Bonnard, L. *Gaule Thermale. Sources et stations thermales et minérales de la Gaule à l'époque gallo-romaine*. Librairie Plon-Nourrit, 1908.
- Cabezón, J. M. y L. Maciel. «Baños Termales de los Copahues». En: *Anales de Sanidad Militar* 2 (1899), págs. 5-20.
- Carbajo, J. M. y col. *Estética Hidrotermal*. Primera revisada. Ed. Videocinco, 2009.
- Carretero León, M. I. y M. Pozo Rodríguez. *Mineralogía aplicada: salud y medio ambiente*. Ed. Paraninfo, 2007.
- Chamorro Ordás, J. C. y C. I. Caballero Escudero. «Efectos de las aguas mineromedicinales. Crisis termales. Efectos secundarios y respuestas anormales.» En: Hernández Torres, A y Col. *Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia - AETS*. ISCIII, 2006. Cap. 5, págs. 37-41.
- Chiacchiarini, P. y col. «Biorecuperación de cinc a partir de un mineral sulfurado de baja ley del yacimiento La Silvita,

-
- Neuquén.» En: *XI Jornadas Argentinas De Tratamiento De Minerales*. 2012, págs. 307-312.
- «First assessment of acidophilic microorganisms from geothermal Copahue–Caviahue system». En: *Hydrometallurgy* 104.3 (2010), págs. 334-341.
- Chiodini, G. y col. «Carbon dioxide diffuse emission and thermal energy release from hydrothermal systems at Copahue–Caviahue Volcanic Complex (Argentina).» En: *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 304. Supplement C (2015), págs. 294-303.
- Cuenca Giralde, E. «Influencia de la crenoterapia con aguas bicarbonatadas sulfatadas en el estrés oxidativo de una población balnearia». Tesis doct. Universidad Complutense de Madrid, 2003.
- Donati, E. R. y col. «Heavy Metal Tolerance and Copper Uptake in Yeast Isolated from Patagonia Argentina.» En: *Biohydrometallurgy: From the Single Cell to the Environment*. Vol. 20. Advanced Materials Research. 2007, págs. 639-642.
- Egea Vivancos, A. «Agua sagrada y agua ritual en los cultos urbanos y suburbanos de Çarthago Nova"». En: *Gerión. Revista de Historia Antigua* 30 (2012), págs. 219-242.
- Espejo-Antúnez, L. y col. «Clinical effectiveness of mud pack therapy in knee osteoarthritis.» En: *Rheumatology* 52.4 (2013), págs. 659-668.
- Espejo-Antúnez, L. y col. «Effects of mud therapy on perceived pain and quality of life related to health in patients with knee osteoarthritis.» En: *Reumatologia clinica* 9.3 (2013), págs. 156-160.
- Evcik, D. y col. «The efficacy of balneotherapy and mud-pack therapy in patients with knee osteoarthritis.» En: *Joint Bone Spine* 74.1 (2007), págs. 60-65.
- Fioravanti, A. y col. «One-year follow-up of mud-bath therapy in patients with bilateral knee osteoarthritis: a randomized,

-
- single-blind controlled trial». En: *International Journal of Biometeorology* 59.9 (2015), págs. 1333-1343.
- Flusser, D. y col. «Therapy with mud compresses for knee osteoarthritis: comparison of natural mud preparations with mineral-depleted mud.» En: *J. Clin. Rheumatol.* 8.4 (2002), págs. 197-203.
- Giaveno, M. A. «Biolixiviación y biooxidación de minerales utilizando cepas nativas de capacidad termofílica.» Tesis doct. Universidad Nacional de la Plata, 2010.
- Giaveno, M. A. y E. R. Donati. «Bioleaching of a Zinc Sulfide Ore by Thermophilic Consortia Isolated from Copahue Volcano.» En: *Biohydrometallurgy: From the Single Cell to the Environment*. Vol. 20. 2007, págs. 79-82.
- Giaveno, M. A. y col. «Oxidative Capacity of Native Strains from Copahue Geothermal System in the Pretreatment of a Gold Sulfide Ore.» En: *Biohydrometallurgy*. Vol. 71. 2009, págs. 473-476.
- Giaveno, M. A. y col. «Physiologic Versatility and Growth Flexibility as the Main Characteristics of a Novel Thermoacidophilic Acidianus Strain Isolated from Copahue Geothermal Area in Argentina.» En: *Microbial Ecology* 65.2 (2013), págs. 336-346.
- Giaveno, M. A. y col. «The influence of two thermophilic consortia on troilite (FeS) dissolution». En: *Hydrometallurgy* 106.1 (2011), págs. 19-25.
- Groeber, P. y R. Perazzo. «Captación y aprovechamiento de las aguas y fuentes de Copahue». Ministerio de Agricultura, Dirección de Parques Nacionales (informe inédito), Buenos Aires. 1941.
- Hernández Torres, A. «Niveles urinarios de los productos de peroxidación lipídica: Acción antioxidante en el organismo humano del tratamiento crenoterápico con aguas sulfuradas y peloides.» Tesis doct. Universidad Complutense de Madrid, 1997.

-
- Hernández Torres, A. y col. *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. Ed. ISCIII, 2006.
- Hernández Torres, A., M. M. Polo de Santos y M. L. Pérez-Rodríguez. «Relación asociativa entre la capacidad antioxidante de las aguas Minero-medicinales y su composición iónica.» En: *Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd.* 31 (2016), págs. 104-105.
- Hernández Torres, A. y col. «Eliminación urinaria de TBARS en una población de la tercera edad. Su modificación por la crenoterapia y la radiación solar». En: *Rev Esp Geriatr Gerontol* 33.Supl I (1998), pág. 129.
- Kaiser, E. S. J. *Guía Balneológica de lagunas y Termas Argentinas*. Sandoz Argentina, 1967.
- Lavalle, L. y col. «Isolation and characterization of acidophilic bacteria from Patagonia, Argentina.» En: *Process Biochemistry* 40.3 (2005), págs. 1095-1099.
- Lepore, A. y col. «Acute atopic dermatitis and balneotherapy». En: *Balnea* 6 (2012), págs. 112-113.
- Madigan, M. T., J. M. Martinnko y J. Parker. *Brock. Biología de los microorganismos*. 10.^a ed. Pearson Education, 2003.
- Maraver Eyzaguirre, F. «Importancia de la medicina termal.» En: *Balnea* 4 (2008), págs. 35-50.
- Maraver Eyzaguirre, F. y F. Armijo Castro. *Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas*. Ed. Complutense, 2010.
- Maraver Eyzaguirre, F. y J. M. Carbajo. «Sulphurous Mineral Waters: New Applications for Health». En: *Balnea* (2017).
- Martínez Álvarez, J. R. y col. «Recomendaciones de bebida de hidratación para la población española». En: *Nutr. clín. diet. hosp.* 28.2 (2008), págs. 3-19.
- Martínez, R. G. «Envejecimiento poblacional y discapacidad cognitiva: función renal en síndrome Down y aproximación terapéutica del agua sulfurada en enfermedad de Alzheimer». Tesis doct. Universidad Complutense de Madrid, 2013.

-
- Meijide Failde, R. «Afecciones broncopulmonares y ORL». En: Hernández Torres, A. y Col. *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. Ed. ISCIII, 2006. Cap. 9, págs. 79-86.
- Meijide Failde, R. y L. Mourelle Mosqueira. «Afecciones dermatológicas y cosmética dermotermal». En: Hernández Torres, A. y Col. *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. Ed. ISCIII, 2006. Cap. 20, págs. 175-194.
- Monasterio, A. *Caminemos por las termas del Neuquén*. Ed. Caleuche, 2012.
- Monasterio, A. M. «Estudio de las aguas minerales de la Provincia de Neuquén-República Argentina.» Tesis doct. Escuela de Hidrología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid., 2010.
- «Termas de Copahue». En: *Balnea* 4 (2008), págs. 151-163.
- Monte, H. de. *Caviahue-Copahue mito y realidad: síntesis de su historia*. Editorial Verde, 2004.
- Morillo, M. y col. *Manual de medicina física*. Harcourt Brace, 1998.
- Mourelle Mosqueira, L. y col. *Curso de Termalismo. Peloides termales*. Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo, 2008.
- Mourelle Mosqueira, L. y col. «Propiedades termofísicas y caracterización de peloides en Peloterapia aplicaciones médicas y cosméticas de fangos termales.» En: ed. por A. Hernández. Ed. Fundación Bilbilis, 2014, págs. 67-69.
- Mourelle Mosqueira, M^a. L. y col. *Técnicas Hidrotermales y estética del bienestar*. Primera revisada. Ed. Paraninfo, 2009.
- Olascoaga, M. J. *Regiones australes: topografía andina; ferrocarril paralelo á los Andes, como fomento de población y seguridad de la frontera; complemento indispensable de la campaña de 1879*. Peuser, J., 1901.

-
- Oró Fernández, E. «El balneario romano: aspectos médicos, funcionales y religiosos.» En: *Antig. Crist. (Murcia)* 13 (1996), págs. 23-151.
- Pérez Fernández, M. R. *Principios de Hidroterapia y Balneoterapia*. Ed. Edigrafos, 2005.
- Roxas, Silvestre de. «Derrotero». En: ed. por Pedro de Angelis. Imprenta del Estado, 1836.
- Sabatte, J. A. «Panorama hidrotermal argentino.» En: *Balnea* 4 (2008), págs. 85-91.
- San Martín Bacaicoa, J. «Balneocinesiterapia. Tratamientos rehabilitadores en piscina». En: Hernández Torres, A. y Col. *AETS Técnicas y tecnologías en hidrología médica e hidroterapia*. Ed. ISCIII, 2006. Cap. 8, págs. 73-78.
- Ubogui, J. y H. Ficoseco. «Úlceras por decúbito e hidroterapia en las Termas de Copahue.» En: *Arch. Arg. Dermatol.* 40 (1990), págs. 393-399.
- Ubogui, J. y col. «Seguimiento clínico de pacientes con psoriasis en las Termas de Copahue (Neuquén - Argentina).» En: *Anales Hidrología Médica*. 2 (2007), págs. 75-84.
- Ubogui, J. y col. «Thermalism in Argentina. Alternative or complementary dermatologic therapy.» En: *Arch Dermatol.* 11 (1998), págs. 1411-1412.
- Urbieta, M. S. y col. «First Prokaryotic Biodiversity Assessment Using Molecular Techniques of an Acidic River in Neuquén, Argentina.» En: *Microbial Ecology* 64.1 (2012), págs. 91-104.
- Vela, L. y A. Chavero. «Papel de la reeducación funcional en piscina: nuestra experiencia en los balnearios de Caldas de Boí y Lanjarón». En: *Balnea* 4 (2011), págs. 45-56.
- Vela, L. y col. «Socio-demographical Characteristics of Patients Attending the Copahue Hot Springs». En: *Presse Therm. Clim.* (2010).
- Vela, M. L. «Estudio del tratamiento crenoterápico de la gonartrosis en el Balneario de Lanjarón». Tesis doct. Escuela de

Hidrología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid., 2016.

Vitoria, I. y col. «Calcio en el agua de consumo público y aguas minerales naturales en España y su contribución en cubrir las necesidades nutricionales». En: *Nutrición Hospitalaria* 30.1 (2014), págs. 188-199.