



LA UTN EN LA ANTÁRTIDA

Oña-Rocha T., Gualoto M., Proaño J., Pabón-Garcés G., Ortega-Andrade S., Cabrera-García S., Portilla K., Oquendo R. y Zarate S.



LA UTN EN LA ANTÁRTIDA

Oña-Rocha T., Gualoto M., Proaño J., Pabón-Garcés G.,
Ortega-Andrade S., Cabrera-García S., Portilla K., Oquendo R.
y Zarate S.

LA UTN EN LA ANTÁRTIDA

Oña-Rocha T., Gualoto M., Proaño J., Pabón-Garcés G.,
Ortega-Andrade S., Cabrera-García S., Portilla K., Oquendo R.
y Zarate S.





Editor:

Editorial Universidad Técnica del Norte
Avenida 17 de Julio, 5 21 y Gral. José
María Córdova
CAMPUS EL OLIVO
IBARRA-IMBABURA-REPÚBLICA
DEL ECUADOR
www.utn.edu.ec
editorial@utn.edu.ec

Como citar la obra completa:

Oña-Rocha T., Gualoto M., Proaño J.,
Pabón-Garcés G., Ortega-Andrade S.,
Cabrera-García S., Portilla K., Oquendo
R. y Zarate S. (2025). LA UTN EN LA
ANTÁRTIDA. Universidad Técnica del
Norte (UTN). Ibarra - Ecuador.

Créditos fotográficos:

Oña-Rocha T., Gualoto M., Proaño J.,
Pabón-Garcés G., Ortega-Andrade S.,
Cabrera-García S., Portilla K., Oquendo
R. y Zarate S.

Portada: Autores

Oña-Rocha T., Gualoto M., Proaño J.,
Pabón-Garcés G., Ortega-Andrade S.,
Cabrera-García S., Portilla K., Oquendo
R. y Zarate S.

Diseño y Diagramación:

Darío Torres

Revisores:

Carla Paola Manciatí Jaramillo PhD.
Escuela Politécnica Nacional

Modesto Correoso PhD.
ESPE Universidad de las Fuerzas
Armadas

Revisor estilo:

Ima Sanchez Msc.
Universidad Técnica del Norte

José País PhD.
Universidad Técnica del Norte

Año: 2025

© de los textos y fotografías:
Sus respectivos autores
© de esta edición:
Editorial Universidad Técnica del Norte 1a
edición, digital: Febrero de 2025

e-ISBN: 978-9942-845-97-9

**Prohibida la reproducción total o parcial de
esta obra sin la previa autorización escrita
de la Editorial Universidad Técnica del Norte**

AUTORES

TANIA ELIZABETH OÑA- ROCHA

Ingeniera en Recursos Naturales Renovables y Máster en ecoturismo en Áreas
Protegidas
Docente Investigadora de la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables-
UTN
Participante de XVI, XVII, XXIII y XXIV expediciones antárticas.
Punto focal de la maestría en red VLIR NETWORK ECUADOR
Grupo de investigaciones Antárticas GIAN-UTN
teonia@utn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9786-2122>

MIGUEL ÁNGEL GUALOTO OÑATE

MSc. en Ciencias Biológicas Universidad Estatal de Moldova ex URSS
Participante de XIV, XVI, XIX Y XXII expediciones antárticas.
Coordinador del Comité Asesor Científico DIGEIM-FUNDEMAR
Docente de Biorremediación
Grupo de investigaciones Antárticas GIAN-UTN
miguel.g62@yandex.ru

JUAN CARLOS PROAÑO VEGA

Capitán de Navío en servicio Pasivo, especialidad Hidrografía.
Licenciado en Ciencias Navales, Magíster en Ciencias Navales y Marítimas en
Chile. Postgrado en la Universidad Francisco José de Caldas, Colombia, en Sistemas
de Información Geográfica; Universidad Marítima de Chile en Gestión de Crisis
y Prospectiva; Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en Gerencia de
Recursos Humanos.
Participante en 4 expediciones al Continente Antártico y representaciones nacionales
en la COI, IALA, COMNAP, presidente RAPAL Ecuador, Reunión Consultiva del
Tratado Antártico. Oficina Técnica Logística de la Agregaduría de Defensa en Italia.
Comandante de la Lancha Hidrográfica Rigel y Buque de Investigaciones Orión.
Director del Instituto Oceanográfico de la Armada, Instituto Antártico Ecuatoriano
y Dirección de Intereses Marítimos, Dirección de Riego, Drenaje y Dragas Prefectura
del Guayas.
jcproanio65@gmail.com

GALO JACINTO PABÓN GARCÉS

Biólogo, Posgraduado en Conservación de Plantas en Ecuador (Missouri Botanical
Garden – Herbario Nacional del Ecuador); Magister Scientiarum en Manejo de
Recursos Naturales. Con estudios Doctorales en Desarrollo Sustentable (Chile), y
Doctor (PhD) en Ciencias Biológicas mención Fisiología Vegetal (Cuba). Profesor
Titular Principal 1 de la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
(UTN)
Participante en la XVII Expedición Antártica Ecuatoriana.
gjpabon@utn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6044-4429>

SANIA ORTEGA-ANDRADE

Bióloga de la Universidad Central del Ecuador y Magister en manejo de Bosques Tropicales y su Conservación de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo – España.
Docente Investigador Agregado de la Universidad Técnica del Norte (UTN) en la Carrera de Biotecnología.
Participante de la XXII Expedición Antártica.
Miembro activo y fundador del grupo de Cambio Climático de Latinoamérica abalado por Red Clara.
Grupo de Investigación de Ciencia en Red - UTN.
smortega@utn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5643-0929>

JAIRO SANTIAGO CABRERA-GARCÍA

Ingeniero en Recursos Naturales Renovables y Máster en Ciencia y Tecnología del Agua
Docente e Investigador en las áreas de calidad ambiental, ecología acuática, funcionalidad ecológica y estadística aplicada al ambiente
Participante de la XXVI Expedición Antártica Ecuatoriana
Grupo de investigaciones Antárticas GIAN - UTN
jscabrera@utn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6114-2043>

KAREN MARLENE PORTILLA CAICEDO

Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
Técnico Docente de la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables-UTN
Participante XXVI Expedición antártica ecuatoriana.
Miembro del Grupo de trabajo APAL, sobre plásticos y microplásticos para Antártica
Grupo de investigaciones Antárticas GIAN-UTN
kmportillac@utn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1106-1189>

JORGE RENATO OQUENDO ANDINO

Biólogo de la Universidad Católica del Ecuador y Magister Gestión Ambiental de la Universidad Internacional SEK. Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de la Habana Cuba.
Docente Investigador Agregado y Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte
Participante de la XXVII Expedición Antártica.
jroquendo@utn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6916-3834>

SANTIAGO ZÁRATE BACA

Ingeniero en Biotecnología en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Magister de Bioprocesos por la Universidad de Wageningen – Países Bajos.
Docente Investigador y Coordinador de la Carrera de Biotecnología en la Universidad Técnica del Norte.
Participante de la XXVII Expedición Antártica.
Grupo de Investigación de Ciencia en Red - UTN.
szarate@utn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8937-3775>

CONTENIDOS

– PRÓLOGO	13
– INTRODUCCIÓN	16
– CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ANTÁRTIDA	19
– EXPEDICIONES DE LA UTN	37
- Expedición 2012	38
- Expedición 2013	54
- Expedición 2017	72
- Expedición 2018	84
- Expedición 2019	98
- Expedición 2023	114
- Expedición 2024	129
– EXPEDICIONARIOS UTN	143
– RESULTADOS PUBLICADOS PRODUCTO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA UTN EN LA ANTÁRTIDA	153
– BIBLIOGRAFÍA	174
– AGRADECIMIENTOS	177

PRÓLOGO

“Se buscan hombres para viaje peligroso. Sueldo escaso. Frío extremo. Largos meses de completa oscuridad. Peligro constante. No se asegura el regreso. Honor y reconocimiento en caso de éxito”.

Ernest Shackleton.

El Ecuador, pionero en la navegación y la industria naval en toda Sudamérica; país marítimo por naturaleza e historia, ha avizorado la importancia de su proyección a la Antártida, desde muy temprano en la historia humana de este continente. Fue en 1956 cuando el Ecuador daba sus primeros pasos hacia la Antártida, a través de sustentación de los conceptos geográficos de la defrontación, concepto que posteriormente fue descartado internacionalmente pero que consolidó una posición de varios países sudamericanos para una posible repartición del continente blanco. Ya en 1967, la Asamblea Constituyente declara la importancia de la Antártida para el Ecuador, siendo ratificada en 1969 como la Declaración de los Derechos del Ecuador en la Antártida.

Con lo establecido en el Tratado Antártico que entró en vigor en 1961, se aprueba a través del Congreso Nacional, la adhesión del Ecuador al Tratado en junio de 1987. Este acontecimiento es acompañado de acciones relevantes como la ejecución de la primera expedición ecuatoriana a la Antártida efectuada a bordo del BAE Orión en diciembre de 1987, la construcción del refugio “República del Ecuador” en enero de 1988, la creación del Programa Antártico Ecuatoriano (PROANTEC) adscrito al INOCAR en agosto de 1988, la construcción e inauguración de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado en marzo de 1990, entre muchas otras.

En la Política de la Defensa, aprobado con Decreto Ejecutivo No. 633 del 08 enero del 2019, dentro del Capítulo XXII “Aportes de la Defensa al Desarrollo Nacional”, establece que las diferentes actividades de investigación científica, fomentan y mantienen la proyección geopolítica del país, en el contexto del Tratado Antártico y con ello incrementar la presencia geopolítica y consolida la visión oceanopolítica del Ecuador en la Antártida.

Bajo este mismo proceso, el Ecuador a través del Comité Interinstitucional del Mar, en julio de 2024, aprobó su Visión Oceanopolítica, la cual define el alcance político-estratégico del país en el ámbito marítimo y la condición competitiva de sus intereses marítimos estratégicos; así como la proyección y las oportunidades de desarrollo que tiene como Estado marítimo soberano, conforme el derecho nacional e internacional.

En esta Visión, se establece el “Mar Equinoccial”, el cual integra los intereses del Estado en el Océano Pacífico y en la cuenca del Asia-Pacífico; circunscribiendo los espacios marítimos bajo jurisdicción nacional, los espacios adyacentes a la Zona Económica Exclusiva y los espacios donde el Ecuador puede extender su plataforma continental, e incluye los intereses del Ecuador en la Antártica y en sus zonas marítimas adyacentes, así como en los espacios marítimos bajo jurisdicción de otros Estados, donde se ejerce el derecho de Estado de Bandera, mediante la libre navegación de los buques que enarbolan el pabellón nacional.

La Armada del Ecuador a través de la Dirección General de Intereses Marítimos (DIGEIM) y el Instituto Oceanográfico y Antártico (INOCAR), han impulsado los esfuerzos nacionales que han permitido la ejecución de 28 expediciones antárticas, en la que expedicionarios logísticos, científicos y de difusión, han acudido al llamado del país para explorar un territorio inhóspito, con la firme convicción de que su aporte permitirá no solo la presencia ecuatoriana en la Antártida, sino que su participación representará un legado para las futuras generaciones de expedicionarios.

La Academia ha tomado un papel protagónico importante a través de la investigación científica realizado en las diferentes expediciones; es así que ésta obra constituye parte de este legado, al constituirse en una guía práctica para los próximos expedicionarios científicos que aborden el levantamiento de información antártica en temas de líquenes, suelos, macro y micro plásticos.

Para la Universidad Técnica del Norte (UTN), este continente representa un laboratorio natural que permite ampliar las fronteras del conocimiento y la ciencia. Desde el año 2012, investigadores de la UTN han sido protagonistas en expediciones científicas que han contribuido significativamente al estudio del ecosistema antártico y sus múltiples dimensiones.

Este libro es el testimonio de la pasión y el esfuerzo de un equipo comprometido con la investigación, la exploración y el descubrimiento. A través de sus páginas, se plasma la historia de quienes han dedicado su trabajo a desentrañar los misterios del continente blanco, enfrentando condiciones extremas para recolectar datos valiosos sobre biodiversidad, cambio climático, microbiología y muchas otras disciplinas.

En las diferentes secciones encontraremos las experiencias personales de los investigadores; así como los logros alcanzados en los 07 proyectos de investigación y estudios realizados, plasmados en 8 tesis de grados, dos libros, varios artículos y presentación de algunas ponencias.

Sin duda, servirá para aquellos que desean experimentar la incertidumbre inicial de presentar un proyecto de investigación antártica, gestionar el financiamiento, vivir la emoción de que su proyecto sea aprobado para participar en una expedición ecuatoriana, y preparar sus maletas para zarpar a lo desconocido. Si usted es uno de aquellos, tengo el privilegio de darle la bienvenida a este libro que no solo presenta la ciencia, sino que

comparte vivencias clave de los autores como expedicionarios antárticos, para que su futuro camino a ser uno de ellos, sea aún más productivo y gratificante.

Que esta obra sirva como inspiración y testimonio de que la ciencia es un viaje de perseverancia, descubrimiento y compromiso con el futuro del planeta.

Patricio Rivas Bravo
Contralmirante
Director General de Intereses Marítimos

INTRODUCCIÓN

La Antártida es el continente con las condiciones climáticas más severas de nuestro planeta. Aunque a primera vista pueda parecer una vasta y desolada extensión de hielo, es un ecosistema único que alberga una sorprendente biodiversidad. La vida en este entorno extremo ha logrado adaptarse a condiciones que pocos lugares en la Tierra pueden ofrecer: temperaturas bajo cero, vientos huracanados y largas temporadas de oscuridad invernal. Sin embargo, esta riqueza natural se encuentra bajo amenaza debido a los crecientes peligros ambientales.

Más allá de las restricciones debidas a las bajas temperaturas, cabe señalar la existencia de agua líquida como el principal factor que facilita la proliferación de los seres vivos en este ecosistema. Aproximadamente, el 98% de la superficie del continente antártico está cubierta de hielo de manera permanente (Fernández-Valiente et al., 2007), el cual supone la mayor parte del agua dulce de nuestro planeta. Los ecosistemas acuáticos, tales como lagos o ríos, también presentan agua líquida, al menos durante un corto periodo en el verano austral, o bien, en el caso de los lagos profundos, por debajo de una superficie helada durante todo el año como es el lago Vostok.

Aunque la Antártida no es hogar de grandes bosques o vegetación exuberante, alberga una fauna extrema. Entre las especies más emblemáticas se encuentran los pingüinos, como el pingüino ‘Emperador’ (*Aptenodytes forsteri* G.R.Gray, 1844), que son capaces de soportar temperaturas de hasta -60 °C mientras crían a sus polluelos en pleno invierno antártico. También habitan en la región, focas, como la foca de Weddell (*Leptonychotes weddellii* Lesson, 1826), aves marinas, como el petrel antártico, y una gran variedad de organismos marinos, desde el kril hasta gigantes cetáceos como la ballena azul.

En sus aguas, que conforman uno de los ecosistemas marinos más importantes del planeta, el kril desempeña un rol fundamental, ya que es la base de la cadena alimentaria, sustentando a especies como los pingüinos, las focas y las ballenas. La vida microscópica, como las bacterias y algas, también juega un papel crucial en los ciclos biogeoquímicos del planeta, regulando el carbono y el oxígeno a escalas globales.

Una pequeña pero vasta muestra, para capturar la imaginación de científicos e investigadores de todo el mundo. Este lugar remoto ofrece un laboratorio natural para explorar la biodiversidad y su resiliencia frente a la crisis climática. Es así como, los investigadores de la Universidad Técnica del Norte (UTN) se han mantenido a la vanguardia de estas exploraciones desde el 2012, para desentrañar los misterios de este inhóspito entorno.

Este libro documenta algunas de las experiencias vividas por un grupo de investigadores de la UTN, quienes han dedicado su esfuerzo y pasión a la investigación antártica. A través de sus programas de investigación, la UTN ha abordado diversas áreas, desde la

identificación de la diversidad microbiana y planctónica hasta el análisis del impacto del cambio climático en el ecosistema antártico. Utilizando técnicas modernas e innovadoras a nivel microbiológico y molecular, los investigadores han logrado obtener información valiosa sobre las especies que habitan en las islas Greenwich, Robert, Barrientos y Dee. Estas expediciones han contribuido al conocimiento científico, y a la gestión de los recursos naturales en un mundo cada vez más afectado por la actividad humana.

Las experiencias narradas son testimonio del compromiso y la dedicación de los investigadores de la UTN. Cada expedición a la Antártida representa no solo un desafío logístico, sino también una oportunidad para aprender y crecer en un ambiente extremo. Las historias, compartidas aquí, reflejan no solo los hallazgos científicos, sino también las interacciones humanas con un paisaje que es a la vez hermoso y salvaje. Los relatos abarcan desde momentos de descubrimiento hasta desafíos inesperados, ofreciendo una visión íntima de lo que significa investigar en uno de los lugares más remotos del planeta. A medida que avanzamos en estas páginas, el lector será transportado a un mundo donde el hielo y el agua se encuentran, donde cada experiencia se convierte en una lección sobre resiliencia y adaptabilidad.

Este libro celebra los logros científicos y rinde homenaje a la pasión y el espíritu indomable de aquellos que se aventuran en la búsqueda del conocimiento en la Antártida. A través de estas páginas, esperamos inspirar a futuras generaciones que contribuyan a proteger la Antártida no solo para preservar su biodiversidad, sino también para garantizar la estabilidad del clima en nuestro planeta.



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ANTÁRTIDA

Antes de iniciar con el relato de las diferentes expediciones en las que la UTN ha participado es importante una pequeña reseña sobre el continente antártico para una mejor comprensión de lo implica realizar una expedición a este lugar inhóspito, pero de gran belleza que ha cautivado a todos los que han tenido la oportunidad de visitar.

Antártida proviene del adjetivo latino antarcticus, y este a su vez de la voz griega ανταρκτικός (antarktikós) que significa “opuesto al Ártico” (<https://www.rae.es/dpd/Antártida>). Está situada en el hemisferio sur, en el centro del círculo imaginario paralelo principal que se señalan en los mapas de la Tierra Es el paralelo de latitud 66°33'46” al sur del ecuador; está rodeada por el océano Antártico. Con 14.2 millones de km², es el cuarto continente más grande después de Asia, América y África. Alrededor del 98 % de la Antártida está cubierta de hielo, que tiene un promedio de 1.9 km de espesor, con un diámetro alrededor de 4,500 km, que aproximadamente significan unos 2.65 millones km² en el verano austral y 18.8 millones km², en el invierno (Ministerio de Defensa Nacional, 2023).

El continente más cercano es América del Sur a 990 km, con relación a Australia a 2,500 km y con el continente africano a una distancia de 3,800 km. Es el continente más alto, frío, ventoso seco y helado del mundo (Fretwell et al., 2013; García, 2020). Su particular ubicación geográfica le convierte en un factor muy significativo en los ámbitos geopolítico, estratégico y económico, por lo que se la considera la reserva natural del futuro de la humanidad.

En efecto, al poseer esta milenaria capa de hielo (Figura 1) que significa la mayor reserva de agua dulce en el planeta, por innumerables recursos naturales vivos y no vivos que no han sido todavía explotados, y por ser el continente menos impactado por el ser humano y sus actividades realzan su importancia para el futuro de nuestra especie. De ahí el creciente interés que despierta el Tratado Antártico porque en gran medida podría decidir el futuro del continente blanco y la explotación racional y sostenible de sus inmensas riquezas para el beneficio de la humanidad toda.

El hecho de encontrarse separado de los demás continentes por extensas superficies oceánicas, poseer un clima adverso a las condiciones humanas, donde se desarrollan una serie de eventos naturales meteorológicos que se presentan hostiles al desarrollo de las actividades habituales del hombre, han dado como resultado de que estas condiciones sean su aliado natural para mantenerse como el continente más prístino del planeta. Siendo de particular interés especialmente para la ciencia el fortalecer los vínculos que mantiene a nivel global con los demás continentes y especialmente los efectos que produce en cada uno de ellos, especialmente el ser considerado un regulador del clima global (Lertora, 2013).

Deshielo y pasto antártico en Playa de los Elefantes Marinos - Isla Rey Jorge



Figura 1. Paisaje Antártico

ORIGEN – FORMACIÓN

Desde 299 millones a unos 273 millones de años, la Antártida formó parte de Pangea, (lo quiere decir toda la tierra), de acuerdo con Alfred Wegener como parte de su teoría de la deriva continental en el tiempo geológico temprano, considerado un supercontinente que incorporó todas las masas de tierra, rodeado por un océano global llamado Panthalassa (Wegener, 1912).

La desintegración de Pangea comenzó en el período Jurásico temprano hace unos 200 millones de años, lo que se evidencia por la similitud de la datación de las formaciones rocosas en los continentes del hemisferio sur (Pérez-Malvárez et al., 2006; Villegas, 2023). Luego de la primera separación continental, la Antártida formó parte de la Gondwana, masa de tierra que incorporó la actual América del Sur, África, Arabia, Madagascar, India y Australia los continentes modernos y los océanos Atlántico e Índico. Este continente se divide en la Antártida Oriental y Occidental separadas por las montañas transantárticas o en ocasiones denominada Cordillera Transantártica o Montañas Transantárticas, y que representa una larga cadena montañosa de aproximadamente 3,400 km. La Antártida Oriental es una meseta alta cubierta de hielo y la Antártida Occidental es en una capa de hielo que cubre un archipiélago de islas (Pérez-Malvárez et al., 2006).

El promedio del espesor de la corteza terrestre en la Antártida oriental y occidental se aproxima al de otros continentes. La Antártida Occidental tiene un espesor de corteza de unos 32 km, mientras que la corteza se espesa a lo largo de las Montañas Transantárticas, alcanzando un espesor de alrededor de 40 km. Es decir, la Antártida Oriental posee elevaciones que van desde los 4,800 metros en el macizo Vinson Massif en Sentinel Range, el punto más alto de la Antártida, hasta más de 2,500 metros bajo el nivel del mar en la depresión Bentley (Anguita y Castilla, 2010).

ASPECTOS ABIÓTICOS

A continuación, se menciona brevemente sobre los aspectos abióticos del continente antártico.

● Capa de hielo

Esta capa tiene alrededor de 25 millones de km^3 , lo que representa alrededor del 90% del mundo y el 80% de su agua dulce. Su espesor promedio es de 2,200 m. Las plataformas de hielo, que flotan en el mar, cubren muchas partes de los mares de Ross y Weddell. La plataforma de Ross es la más grande de la Antártida con un área de $487,000 \text{ km}^2$, mientras que de Filchner-Ronne, ubicada en la parte sur del mar de Weddell con una superficie de $430,000 \text{ km}^2$, junto con otras plataformas alrededor de los márgenes continentales como Amery que es una barrera de la Antártida ubicado en la bahía Prydz y la bahía MacKenzie en la Antártida Oriental y Larsen C, localizada a lo largo de la costa oriental de la península Antártica, estas bordean alrededor del 45% de la Antártida.

Los vientos sumamente fuertes de 100 km/hora , son característicos de las regiones costeras. Se calcula que aproximadamente se derriten $1,500 \text{ km}^3$ de hielo por este motivo, pérdida que se equilibra por una acumulación de hielo en la superficie, más el agua de mar que se congela en las plataformas de hielo.



Figura 2: Iceberg frente a la base Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado

Esta capa de hielo parecería estar en un estado de equilibrio, las precipitaciones de nieve y la formación de hielo se ven compensadas principalmente por el movimiento del hielo continental hacia el mar por medio del flujo de la plataforma de hielo, flujo de la corriente de hielo y el flujo de láminas de hielo. La mayor pérdida de volumen de hielo se produce en las plataformas de Ross, Filchner-Ronne, Armery y Larsen C., contribuyendo a que se provoque una gran pérdida por fusión en el fondo, pero esto se compensa en parte por una ganancia de masa por acumulación de agua de mar congelada. De acuerdo con diferentes estudios realizados, el equilibrio entre aumentos o disminuciones de hielo son diferentes en cada una de las plataformas, concluyendo que predomina el derretimiento. Las plataformas de hielo de la Península Antártica están disminuyendo, formando campos de icebergs, (figura 2) debido al incremento global de la temperatura.

El deshielo de toda la Antártida tendría como resultado un incremento en el nivel del mar entre 45 a 60 metros aproximadamente, con consecuencias catastróficas, lo que ha suscitado una gran preocupación en todo el planeta. Grandes ciudades como Tokio, Hong Kong, Shanghai, Hamburgo y Nueva York se verían directamente afectadas por esta situación.

Por este escenario alarmante a la Antártida se le ha denominado “el continente pulsante” debido al ciclo de variación anual de su línea costera y que se repite año a año con el cambio de las estaciones (Figura 3). Durante el invierno, el mar adyacente se congela, dando lugar a una banquisa, y su superficie aumenta hasta los 30 millones de km², lo cual ha sido corroborado con la ayuda de imágenes satelitales, y se demuestra un adelgazamiento de la capa de hielo antártica relacionado con los cambios climáticos globales.

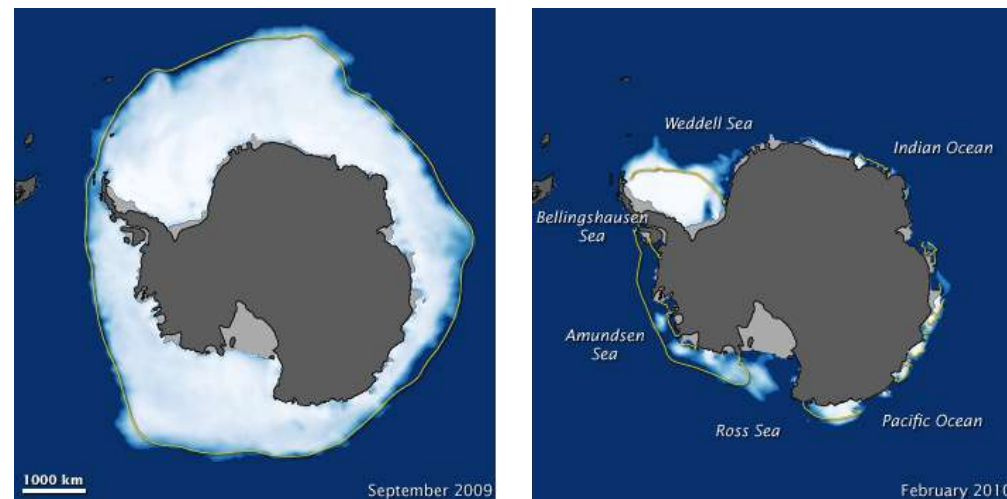


Figura 3: Continente pulsante: diferencias a) septiembre 2000 b) febrero 2010

Fuente: <https://abcienciade.files.wordpress.com/2010/10/antartida-september2009.png>

● Clima antártico

El principal factor que determina el clima de la Antártida es la declinación o inclinación axial de la Tierra con respecto al sol de 23.5° de su plano orbital, por lo que resultan

largos días de verano como también largas noches de invierno que provocan variaciones estacionales en el clima. Los mares australes originan una zona de corriente oceánica del oeste comúnmente llamada Corriente Circumpolar. Las corrientes superficiales cálidas de los océanos que convergen en el Círculo Polar Antártico, es decir, el Pacífico, Atlántico e Índico se mueven hacia el sur y luego giran hacia el este, al encontrarse con esta Corriente Circumpolar. El agua caliente se encuentra y se mezcla parcialmente con el agua fría de la Antártida, llamada Agua Superficial Antártica, para formar una masa con características intermedias llamada Agua Superficial Subantártica. La mezcla se produce al sur de la Convergencia Subtropical es decir a unos 40° de latitud S., y al norte de la Convergencia Antártica entre 50° y 60° de latitud S., esta masa de agua recibe la denominación de Océano Austral; la interacción de estos mares produce una importante variación e intercambio de calor, que es la que origina una alteración de los patrones climáticos globales, es decir la conjunción de todos estos factores regulan el clima no solo del continente Antártico sino que influyen en la condición climática de todo el mundo.

La gran elevación y la capa de nieve perpetuamente reflectante intensifican su clima polar, incrementándose aquello en los inviernos antárticos, donde la congelación del mar circundante duplica en ocasiones el tamaño del continente y elimina la fuente de calor oceánica. El aire húmedo proveniente del mar que interactúa con el aire polar frío hace que el Océano Antártico sea uno de los más tormentosos del planeta.

Los vientos sumamente fuertes son característicos de las regiones costeras, en particular en la Antártida Oriental, donde el aire frío y denso fluye por las empinadas laderas de las tierras altas del interior, originando vientos catabáticos, que son un flujo superficial que puede ser suave si tiene una velocidad baja, pero se pueden volver muy turbulentos, arrastrando hacia arriba la nieve suelta si se supera una velocidad crítica, originando ventiscas antárticas, las que pueden alcanzar hasta 200 km por hora. En este continente se han registrado las más bajas temperaturas del planeta. Como es el caso de la estación rusa Vostok, que se encuentra ubicada en el interior de la Antártida, que, en el año de 1983, alcanzó los -89. 2° C; mientras que en las estaciones costeras la temperatura descendió hasta -60° C.

La Península Antártica, debido a su influencia marítima, es la parte más cálida del continente, el promedio de temperatura registrado en los meses más fríos es de: -20 a -30 °C en las regiones costeras; mientras que en el interior las temperaturas registran descensos hasta -40 a -70 °C. Por su parte, la temperatura en el verano puede alcanzar 5 °C en la Península Antártica, mientras el promedio es de alrededor 0 °C en la costa y desciende hasta -20 y -35 °C en el interior, siendo las más bajas del planeta.

El calentamiento global es una preocupación internacional, ya que se le atribuye el deshielo en los glaciares y de las capas de hielo, así como también, al incremento del tamaño del agujero en la capa de ozono, que se presenta temporalmente en el polo Sur. El ozono estratosférico es el filtro de la radiación ultravioleta del Sol, debido a lo anterior, el ozono desempeña un papel importante en el control de la temperatura de la atmósfera.

Este proceso de destrucción de la capa de ozono sobre la Antártida que se ha observado todos los años entre los meses de agosto a noviembre aumenta la radiación ultravioleta

que llega a la superficie de la tierra, lo que puede ocasionar en el ser humano los incrementos de casos de cáncer en la piel, cataratas, afectar el sistema inmunológico, dañar las moléculas de ADN; así como también, afectar la fotosíntesis de las plantas.

● Paso Drake

El Pasaje de Drake tiene una profundidad promedio de 3,400 m y una máxima de 4,800-5,000 m (Herein et al., 2021). La denominación Mar de o Paso de Drake se debe al corsario inglés Francis Drake, quien lo navegó en el año 1578. Esta vía marítima tiene 1,000 kilómetros de ancho y conecta los océanos Atlántico y Pacífico entre el Cabo de Hornos (el punto más austral de América del Sur) y las Islas Shetland del Sur, situadas a unos 160 km al norte de la península Antártica (Heggie y Küpper, 2022).

En el paso de Drake (Figura 4) los vientos alcanzan velocidades de 110 a 130 km/h. Conforman una convergencia masiva de olas, viento y corrientes, que forman ciclones en el Pacífico cálido antes de ser arrastrados hacia el Paso de Drake. Todas las condiciones se unen para garantizar una gran experiencia en el viaje a la Antártida (Sievers, 2022).



Figura 4: Oleaje en el paso Drake

Fuente: Michael Melford, Nat Geo Image Collection

● Recursos minerales

Definitivamente la Antártida es un continente cuyo potencial de recursos no se los conoce con certeza, por ser el continente más prístino y menos investigado; debido a su aislamiento en comparación con otros continentes y la distancia en la que se encuentra, excepto con Sudamérica, da como resultado una compleja logística para actividades extractivas como la minería; el frío extremo, los cambios severos y extremos en su condición climática, hacen que de por sí, el desarrollo de actividades extractivas mineralógicas, requieran de grandes inversiones tanto en tecnología como para el desarrollo de esta industria en el continente blanco.

Las prospecciones mineras que se han realizado dan como resultado el hallazgo de trazas de minerales como el hierro, níquel, plata, oro, cobre, cobalto, cromo, molibdeno, manganeso, plomo, titanio, uranio y zinc, estos minerales se han encontrado en rocas superficiales y se ha prospectado en las profundidades del hielo, capa que oscila entre los 1,000 y 4,000 metros de espesor. En el caso del hierro, contiene alrededor del 35%, lo que no haría muy rentable su explotación, en comparación con otras regiones donde al menos contiene el 60%, una posible fuente de cromo es el Macizo Dufek en la Antártida Oriental, así como también de carbón en dos regiones de la Antártida como las Montañas Transantárticas y las Montañas Príncipe Carlos.

El cobre ha sido encontrado en el área de la Península Antártica e islas Shetland del Sur, como una continuación de la Cordillera de Los Andes (Bordese, 2008). De las prospecciones en la plataforma continental, se ha sugerido la existencia de yacimientos de petróleo y gas natural; y se ha estimado que se encuentre la mayor cantidad en la cuenca del Mar de Weddell, del Bellingshausen y del Mar de Ross.

En los fondos marinos del Océano Austral se han encontrado extensas áreas cubiertas por nódulos de manganeso, siendo importantes por su concentración en níquel, cobre, y cobalto. La presencia de kimberlita prevé una posible existencia de diamantes (Maillier, 2016). En el caso de extraer estos recursos en el mar, la Antártida cuenta con una protección natural; sus icebergs, la navegación de estos gigantes en los mares de su alrededor representarían un serio peligro para los puertos necesarios para extraerlos y transportarlos, como también para las plataformas petroleras y de gas que se ubiquen en el mar. Los expertos creen que las reservas en la Antártida podrían ser entre 36,000 millones y 200,000 millones de barriles de petróleo (Barrientos, 2017).

Considerando que las necesidades de la humanidad se han ido incrementando; y al encontrarse con nuevas fuentes de petróleo y gas natural en un futuro no muy lejano; estos valiosos recursos existentes en la Antártida pudieran, contradictoriamente, representar un serio peligro para la protección del medio ambiente de la Antártida y tomando en cuenta que las reservas de petróleo actuales se calculan para alrededor de unos 50 años.

Con el fin, cobra importancia establecer y cumplir con los principios acordados que regulan la protección ambiental en la Antártida, donde se considera la prohibición de toda actividad minera comercial durante cincuenta años, firmando en 1991 el Protocolo de Madrid, el mismo que entró en vigor en 1998, motivo por lo cual se revisará en 2048, se debe indicar que de existir algún cambio necesitará al menos el 75% de los votos de las partes consultivas (Villegas, 2023).

ASPECTOS BIÓTICOS

La fauna en el área continental es escasa, pero, al contrario, en el océano es abundante debido a las aguas frías circundantes, las mismas que son propicias para la existencia de gran cantidad de fauna marina. En la Península Antártica y en las islas subantárticas, se encuentran grupos de aves (Figura 5) como las skúas, llamadas también págalo grande (*Stercorarius skua* Brünnich, 1764) es una especie de ave Charadriiforme de la familia Stercorariidae son aves rapaces caracterizadas por su gran tamaño y agresividad, predadores de peces y de otras aves. Además, dentro de las aves el icono propio de la Antártida lo constituyen los pingüinos, de 17 especies de pingüinos que existen en el planeta, seis se encuentran en el continente antártico (Izaguirre y Mataloni, 2000). En el área de Isla Greenwich se observan el pingüino papúa (*Pygoscelis papua* J.R.Forster, 1781) y pingüino barbijo (*Pygoscelis antarcticus* J.R.Forster, 1781).

Las heladas aguas de los mares australes producen gran variedad de vida marina; las algas juegan un rol predominante en el ecosistema como productoras de materia orgánica y para la oxigenación de las aguas. La cadena alimenticia en la Antártida comienza con el fitoplancton, aunque el agujero de ozono ha generado una disminución de hasta un 15% del mismo (<https://www.nationalgeographicla.com/espacio/2019/01/agotamiento-de-la-capa-de-ozono>), lo que eventualmente podría impactar en esta cadena, especies como el krill (*Euphausia superba* Dana, 1850), un pequeño crustáceo de 4 cm de largo se alimenta de fitoplancton y los animales más grandes se alimentan él.

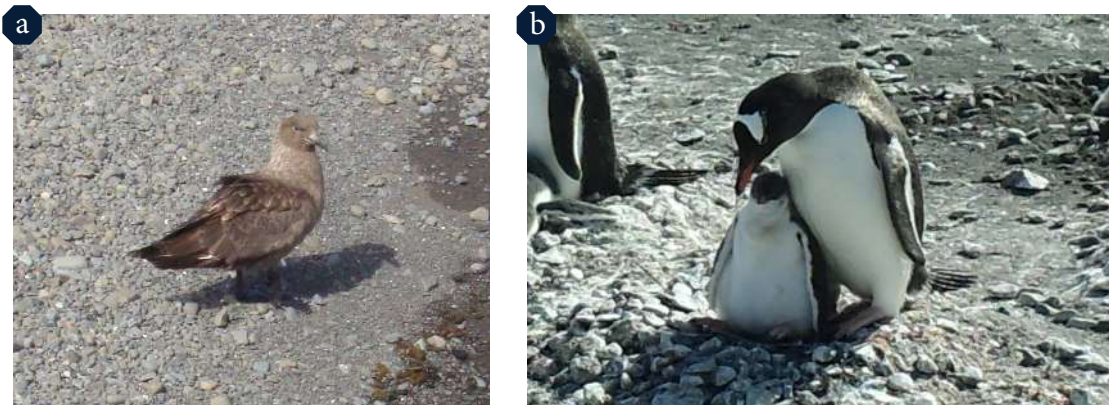


Figura 5. Aves antárticas: A) Skúa (*Stercorarius skua* Brünnich, 1764). b) pingüino con cría (*Pygoscelis papua* J.R.Forster, 1781)

Una especie de gran importancia dentro de la cadena alimenticia antártica están unos diminutos crustáceos conocidos como krill antártico (*Euphausia superba* Dana, 1850) a principal fuente de alimento para ballenas, pingüinos, focas, calamares y peces (<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2017.2015#d3e437>). La abundancia de krill y su posible explotación como fuente alimenticia para la humanidad ha sido un tema de frecuente controversia en la comunidad científica (<https://www.ccamlr.org/es/organisation/acerca-de-la-ccrvma>).

Entre los mamíferos marinos (Figura 6) existen ocho diferentes tipos de ballenas, seis especies de focas, estas son apetecidas por su carne, piel y grasa, y que se encuentran

protegidas por la Convención Internacional para la Regulación de la caza de Ballenas y por la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas



Figura 6. Fauna antártica: a) Foca de Weddell (*Leptonychotes weddellii* Lesson, 1826). b) colonia de hembras de elefante marino (*Mirounga leonina* Linnaeus, 1758).

Se estima que existen más de 300 especies de peces, destacando la presencia de bacalao de fondo (*Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898) Su alta calidad y cotización del producto en los mercados internacionales han ocasionado la aparición de múltiples unidades que operan en forma ilegal o por fuera de todo control de La Convención para la Conservación de los Recursos Marinos Antárticos (CCRVMA) (<http://www.inae.gob.ec/importancia-de-la-presencia-del-ecuador-en-la-antartida/>). Los mares australes de acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) son considerados aguas internacionales, por lo tanto, la pesca es permitida, pero se deben cumplir regulaciones para evitar la pesca no controlada de acuerdo con la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos.

La vegetación en la Antártida se encuentra distribuida desde las Islas Subantárticas al propio Polo Sur. Está formada por vegetación no vascular, es decir, especies de líquenes, hongos y musgos. Siendo los líquenes los mejores adaptados a las condiciones climáticas del territorio. De acuerdo con García (2020), la vida vegetal en la Antártida sólo es posible en el escaso 0,5% del continente descubierto de hielo. Desde el punto de vista de la flora existen dos especies de plantas superiores el pasto antártico (*Deschampsia antarctica* É.Desv) (Figura 7) y el clavel antártico (*Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl.). La Península y el continente, se diferencian por el factor que controla la distribución de la biodiversidad vegetal. En la Península Antártica la temperatura sería el factor determinante y en el continente lo sería la disponibilidad de agua líquida. Siendo el continente más frío, seco y ventoso, los líquenes y musgos crecen donde es más cálido, húmedo, bajo y protegido; la productividad de vegetal depende del periodo en el cual el agua líquida está disponible, por ello los vegetales se ven confinados a lugares con microclimas (Lane y Edwards, 2007; García, 2020).



Figura 7. Pasto Antártico (*Deschampsia antarctica* É. Desv.)

IMPORTANCIA

Es el continente menos conocido, investigado y explotado; y no se lo puede considerar como un continente aislado, por ser un ente regulador del clima en el planeta y el origen de efectos atmosféricos globales, que influye en el movimiento del aire y el desplazamiento de las masas de agua de los océanos, redistribuyendo el calor recibido de regiones con exceso de energía. El área marítima que separa a la Antártida de los otros continentes se vuelve un regulador del clima de toda la Tierra, los fuertes vientos que se generan viajan a grandes distancias, afectando a las costas de otros continentes como sucede en la costa oeste de Sudamérica.

La perspectiva económica en torno al continente helado adquiere una relevancia mayor con base a los recursos naturales que se evidencian: sus recursos renovables, como el krill y los recursos no renovables como los yacimientos de metales como cobre, molibdeno, hierro, estaño, uranio, titanio. En el área marítima los nódulos polimetálicos de cobalto, níquel y cadmio y en cuanto a los hidrocarburos, se han estimado grandes reservas de petróleo y gas natural. Representa el futuro de la humanidad, no tanto por sus recursos naturales sino por ser la mayor reserva de agua dulce en el planeta.

Desde el punto de vista estratégico es fundamental el valor de la posición y las comunicaciones marítimas; debe señalarse que alrededor de la Antártida se ubican: Sudáfrica, Australia y América del Sur, rodeados por los tres océanos más grandes del mundo: Pacífico, Índico y Atlántico, lo que le da un carácter de zona de confluencia

para las comunicaciones marítimas, especialmente ante un posible evento adverso a la operación de los Canales de Suez o de Panamá; por lo que adquieren gran importancia estratégica el estrecho de Magallanes, y los pasos Drake y Las Águilas en los extremos sur de América y África respectivamente. Finalmente se considera a la Antártida, como el gran laboratorio del mundo, vinculado con la investigación científica en favor del desarrollo y supervivencia del planeta.

PRINCIPALES PROBLEMAS

Desde el punto de vista de la soberanía, los reclamos planteados por los países considerados como “territorialistas”: Argentina, Australia, Chile, Francia, Noruega, Nueva Zelanda y Reino Unido, constituyen uno de los principales problemas políticos a resolver por su complejidad (Figura 8). Desde la perspectiva regional también se dan contraposiciones, especialmente de algunos países sudamericanos como son Chile y Argentina que tienen una sólida posición geopolítica para controlar directamente los territorios antárticos que han sido reclamados y para ejercer supremacía oceanopolítica en el Atlántico Sur o controlar el Paso Drake como ruta de comunicación entre los océanos Pacífico y Atlántico. Los intereses de los distintos países en el territorio antártico, detallados anteriormente, son en general bastante similares, básicamente se relacionan con soberanía, recursos naturales, control de líneas de comunicaciones, aspectos geoestratégicos y protección del ambiente, variando en aspectos de forma y percepción de derechos.

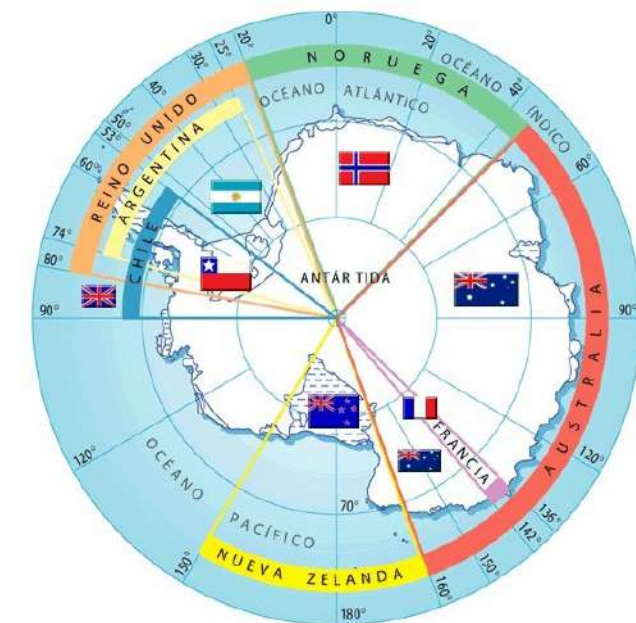


Figura 8. Países que han reclamado soberanía en el continente antártico

Fuente: <http://geohis2010.blogspot.com/2010/04/continente-antartico-y-antartida.html>

Ante la hipotética pérdida de vigencia del Tratado, toda la importancia que reviste la Antártida hará que los intereses que ha despertado este continente sean fundamentales para la supervivencia, desarrollo y supremacía de las denominadas potencias mundiales y también de aquellos que han hecho presencia en el continente blanco, y más aún, qué despertarán interés en sus mares circundantes, que como ya se detalló anteriormente, poseen innumerables recursos naturales.

Desde la firma del Tratado Antártico se ha buscado preservar este continente, orientando las actividades que se realizan en él hacia investigaciones de toda índole que se llevan a cabo en las estaciones científicas, pero estas tienen impacto sobre el ambiente Antártico que deben ser prevenidas, minimizadas y controladas, más aún este continente ha sido víctima de actividades pesqueras y la caza de mamíferos marinos. La pesca ilegal en el Océano Antártico es el principal problema en la región, debido a que no se realiza con los estándares establecidos.

La pesca del krill ha disminuido notablemente sus poblaciones lo que altera la cadena alimenticia de otras especies que dependen de esta para su alimentación; sin embargo, el Tratado Antártico no es vinculante y por lo tanto no hay protocolo o autoridad que pueda aplicar sanciones directas a los estados o empresas pesqueras que estén causando este daño. A diferencia de la pesca controlada en la Antártida que está regida por la CONVEMAR, la cual en su capítulo el “alta mar”, es libre de navegación y pesca, para todos los estados sean ribereños o no (Martínez, 2020).

TRATADO ANTÁRTICO

Las actividades del primero y segundo año Polar que tuvieron lugar en 1882 - 1883 y 1932 - 1933, generaron un intenso movimiento de investigación científica y para continuar aquellos estudios, se propuso en el año 1950 iniciar un nuevo período de observaciones (Zumárraga, 1999). Doce países que habían realizado investigaciones científicas en la Antártida, en el Año Geofísico Internacional de 1957-1958 firmaron el 1 de diciembre de 1959 en Washington el Tratado Antártico, y entró en vigor el 23 de junio de 1961.

El Tratado Antártico es un instrumento jurídico mediante el cual los Estados tienen deberes y derechos, que permiten efectuar actividades con fines pacíficos y fundamentalmente científicos al sur de los 60° de latitud sur o en cualquier parte del continente, así como participar en forma conjunta en la investigación de un sector del mundo que conserva intacta la historia del planeta Tierra, y que tiene un rol preponderante en el control del clima global presentándose frágil ante las actividades antropogénicas. Su origen se reduce al deseo de los países con intereses en la Antártida de “congelar” sus disputas de soberanía y sobre todo de preservar este continente y sus áreas circundantes para que se los use exclusivamente con propósitos pacíficos y de promover la cooperación en la investigación científica a fin de que, conociendo el ambiente y sus recursos sea posible diseñar los mecanismos idóneos para la explotación ordenada y racional de los recursos vivos y minerales sin atentar contra el medio ambiente, que si bien es hostil, es totalmente frágil (Zumárraga, 1999; ADEMIC, 2020, <https://www.ats.aq/s/antarctictreaty.html>).

El Tratado es la base de varios acuerdos complementarios, que junto con las medidas adoptadas en el marco del Tratado Antártico y los acuerdos conexos, suelen denominarse Sistema del Tratado Antártico (STA). El STA es un conjunto orgánico de normas jurídicas y políticas, adicional al TA los acuerdos y los organismos asociados que integran el sistema son:

- Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Madrid, 1991), (Ecuador es país signatario desde 1998).
- Consejo de Administradores del Programa Nacional Antártico (COMNAP) (Ecuador es miembro pleno desde 1990).
- Comité Científico sobre Investigación Antártica (SCAR) (Ecuador es miembro pleno desde 1992).
- Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, CCRVMA (Canberra, 1980) (Ecuador es parte cooperante desde 2019).
- Convención para la Conservación de las Focas Antárticas, CCFA (Londres 12-16 de septiembre de 1988).
- La Convención para la Reglamentación de las Actividades sobre Recursos Minerales Antárticos (Wellington 1988).
- Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Madrid 1991).

El Tratado Antártico hasta la actualidad ha demostrado ser un instrumento regulador de la ley internacional en asuntos de jurisdicción sobre territorios en disputa y reclamos de disputas, mantiene una condición de statu quo a las reclamaciones territoriales de algunos estados, sin embargo, con el tiempo se ha ido fomentando la concepción de que la Antártida es para toda la humanidad, permitiendo la investigación, libertad de tránsito, la instalación de estaciones científicas y bases en pro de la colaboración científica y logística. A través de la investigación los estados proyectan sus intereses geopolíticos sobre este continente y bajo el esquema del Tratado Antártico; sus convenciones, protocolos y reuniones consultivas, representan los principios fundamentales sobre los cuales debe sustentarse la política nacional del Ecuador siendo consecuente con dicho instrumento internacional.

COMITÉ CIENTÍFICO DE INVESTIGACIONES ANTÁRTICAS (SCAR)

El Comité Científico de Investigación en la Antártida se formó en 1958, como un cuerpo interdisciplinario del Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU), y actualmente incluye a 43 países miembros. Desde 1992 Ecuador es miembro pleno. El SCAR y el Tratado Antártico son dos elementos independientes que tienen distintos propósitos, pero en cambio se interrelacionan mutuamente, porque el tratado por su lado provee el libre acceso a la Antártida de los países que conducen investigaciones científicas, mientras que el SCAR, está a cargo de sus Grupos Científicos, que representan las disciplinas científicas activas en la investigación antártica e informan al SCAR, y fomenta y promueve la coordinación y cooperación internacional (<https://scar.org/>; <https://es.council.science/>).

El tratado como el SCAR ha venido funcionando independientemente, de manera que sus resultados han sido altamente satisfactorios en virtud de las investigaciones científicas y de la inversión que realizan los países para apoyarlas. El tratado como tal, es parte de la diplomacia internacional, mientras que el SCAR regula el ámbito científico, evaluando sus logros y ajustando su estructura y estrategia para mejorar su funcionamiento y adaptarse en cuestiones emergentes del trabajo de los científicos que actúan dentro de las normas de constitución acordadas por los delegados de los países

miembros y aprobadas por el ICSU. Ambos elementos actúan independientemente, pero se interrelacionan formando un conjunto armónico a favor de la investigación (Puig, 2016).

ECUADOR EN EL CONTINENTE ANTÁRTICO

● Reseña Histórica

El interés antártico ecuatoriano con la Teoría de la Defrontación (Figura 9) conlleva intrínsecamente un pensamiento oceanopolítico al proyectar los meridianos que limitaban el denominado Mar Territorial de las 200 millas alrededor del Archipiélago de Colón hacia el Polo Sur, constituyendo la génesis de que el mar reviste una singular importancia en cuanto a la correlación Ecuador – Antártida. El incomprensido tema antártico reviste un particular interés, ya que este continente es poseedor de ingentes recursos naturales y del 90% de todas las reservas de agua dulce del mundo, además del aspecto estratégico en cuanto a posición.



Figura 9. Diagrama de la Teoría de la Defrontación en el caso de Ecuador.

Fuente: Open Editions Journal

En las expediciones que ha ejecutado el Ecuador a la Antártida, han trabajado en la instalación del Refugio República del Ecuador en la isla Rey Jorge y la operación de la Estación Científica “Pedro Vicente Maldonado” en la Isla Greenwich, así como la ejecución de una variedad de proyectos científicos pendientes a conocer el ambiente antártico, a protegerlo y a establecer sus relaciones con la variabilidad climática del Pacífico Suroriental y el rol del continente austral en el cambio climático relacionado especialmente al aumento del nivel del mar en la costa sudamericana, son hechos relevantes de un proceso cuyo objetivo final es el de hacer realidad los intereses nacionales en el continente antártico.

El interés por la Antártida se ha mantenido desde el año 1967, con la Declaración de Soberanía de la Asamblea Nacional Constituyente en el que se menciona que el Ecuador tiene derecho a la Antártida. Hito que ha colocado al país dentro del conjunto de naciones que bajo el espíritu de participación, promoción y cooperación conducen la investigación en la Antártida con el propósito de conocer los ecosistemas, evaluar los recursos y comprender amplia y profundamente los procesos oceánicos y atmosféricos que relacionan a la Antártida con el resto del globo terrestre, incidiendo sobre el clima, los recursos vivos y sobre las actividades productivas y formas de vida de los seres humanos. El mayor conocimiento de la Antártida permitirá que el uso de sus recursos y las actividades humanas no atenten contra el ambiente.

En junio de 1987 se ratifica la declaración de soberanía del Ecuador sobre la Antártida y se aprueba la adhesión del país al Tratado Antártico, por lo que pasó a ser un miembro Adherente del Tratado y podía participar en las Reuniones Consultivas con derecho a voz, pero no a voto para tomar decisiones. En agosto de 1987 bajo la presidencia del Ing. León Febres Cordero, se decreta la adhesión del Ecuador al Tratado Antártico suscrito en Washington, EE. UU., el 1 de diciembre de 1959.

En 1990, durante la realización de la XI Reunión Consultiva del Tratado Antártico, Ecuador es aceptado como miembro Consultivo del Tratado Antártico, con voz y voto en las decisiones que se tomen en este contexto. De igual manera para el año 1992, gracias a la labor científica realizada en el país, fue es aceptado como Miembro Pleno, con voz y voto, en el SCAR (<http://ecuadorenlaantartida.mil.ec/>).

● Estación Científica Pedro Vicente Maldonado

La Estación Científica “Pedro Vicente Maldonado” (Figura 10) funciona desde el año 1990, durante el verano austral, se encuentra ubicada en Isla Greenwich en el sector denominado Punta Fort William, siendo el escenario perfecto para el desarrollo de investigaciones científicas, son cerca de 100 hectáreas de tierra descubierta de hielo alrededor de la estación, un área significativa de zona glaciar y un amplio sector de las aguas adyacentes a la isla Greenwich (<http://ecuadorenlaantartida.mil.ec/estacion-cientifica/>). La base ecuatoriana comparte la isla con la base chilena Arturo Pratt.



Figura 10. Estación Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado, Isla Greenwich

La Estación Maldonado tiene una capacidad de alojamiento para 35 personas, sus instalaciones cuentan con módulos para habitabilidad (Figura 11) tanto para el personal logístico como científico, un módulo de generadores, una casa de botes (Figura 12), un módulo de laboratorios, áreas para diferentes servicios, conjunto de bodegas (equipamiento, materiales e insumos de construcción y víveres).



Figura 11. Módulos de la base Maldonado. a) área de comedor y b) área de cocina

Además, la estación cuenta con un sistema contraincendios, captación de agua de consumo humano, tratamiento de aguas residuales, eliminación de desechos comunes, calefacción y generación de energía eléctrica. Así mismo se dispone de vehículos menores para transporte de personal y materiales ya sea vía terrestre o marítima y maquinaria pesada para trabajos logísticos, todos sus módulos suman aproximadamente 1200 km² (<http://ecuadorenlaantartida.mil.ec/estacion-cientifica/>).



Figura 12. Construcción del área de botes (2013)

Expediciones

El interés por la Antártida se ha mantenido desde el año 1967, con la Declaración de Soberanía de la Asamblea Nacional Constituyente, en 1984 delegados de la Armada del Ecuador realizaron las primeras exploraciones al Continente Antártico, atendiendo una invitación de la Armada de Chile. El Ecuador se adhirió al Tratado Antártico en el año 1987, lo que le permitió en este año se realizó la Primera Expedición Ecuatoriana a la Antártida, a bordo del buque ecuatoriano BAE “Orión”, teniendo entre sus principales objetivos la selección del mejor sitio para la ubicación de la Estación Científica Ecuatoriana, luego de visitar varias islas se determinó el sitio idóneo a la Punta Fort William, de la Isla Greenwich, en el Archipiélago de las Shetland del Sur.

La Estación fue inaugurada en marzo de 1990, durante la II Expedición a la Antártida contando con su primer Módulo, llevando el nombre de “Pedro Vicente Maldonado”, en honor al Geógrafo Ecuatoriano Riobambeño.

Durante la VII Expedición Antártida, se realizó un ambicioso plan científico, como logístico con la construcción del tercer módulo de laboratorios con un equipamiento básico, que permitió ampliar la investigación con establecimiento de ensayos in situ, análisis de muestras.

Hasta el año 2024 el Ecuador ha realizado XXVII Expediciones durante los veranos australes (diciembre - marzo), teniendo como principal sostenimiento logístico la Estación Científica, siendo sus alrededores el escenario perfecto para realizar actividades de investigación (cerca de 10 hectáreas de tierra descubierta de hielo), un área significativa de zona glaciar y el sector de las aguas australes aledañas a la isla Greenwich, las cuales se realizan en el marco del Plan Ecuador Antártico que contiene el Programa Logístico, Programa Científico y Programa de Difusión, Arte y Cultura, lo cual ha permitido el cumplimiento de los compromisos que el país mantiene con el Sistema del Tratado Antártico.



EXPEDICIONES UTN

La participación de la UTN en el programa antártico nacional fue factible gracias a las gestiones del Capitán de Navío en servicio pasivo José Olmedo director del Instituto Antártico Ecuatoriano (INAE) por completar al grupo de investigadores que, debido a la falta de auspicio académico para el investigador Miguel Gualoto, auspiciado por la Fundación Ecuatoriana para el Desarrollo Marítimo, Fluvial y Lacustre (FUNDEMAR), estaba impedido de participar en las investigaciones. Resultado de estas gestiones fue la reunión mantenida entre el director de INAE, el investigador y el Dr. Marcelo Dávalos en ese entonces director del CTT-FICAYA, (Centro de Transferencia Tecnológica de la Facultad de ingeniería en ciencias Agropecuarias y Ambientales de la UTN), quien conocía desde el 2009 al mencionado investigador por su participación en el trabajo de Biorremediación ejecutado por el CTT- FICAYA, en el Campo Shushuqui 13, para el PRAS¹ del MAE².

En la reunión tripartita, se acordó que la UTN representada por su rector el Dr. Antonio Posso, podía brindar el respaldo académico al investigador de FUNDEMAR, con la condición de que, el INAE, asignara un cupo adicional para que un profesional de la UTN sea parte de la expedición. Gracias a que un investigador de Nueva Zelanda, que debía trabajar en la Estación Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado; suspendió su participación en la expedición; se pudo incorporar a la Ing. Tania Oña, como contraparte universitaria, para participar en la XVI Expedición Antártica. Así, el 25 de diciembre de 2012, se firmó el acuerdo de cooperación entre el INAE y la UTN, acuerdo que viabilizó la participación de la UTN en el Programa Antártico Nacional.

Para la UTN, no solo es un honor ser parte de la élite universitaria mundial que investiga en la Antártida, también es un reto de carácter científico, tecnológico y económico, que obliga a optimizar sus recursos para mantener su presencia e incrementar su aporte a la investigación, no solo con publicaciones científicas sino con el desarrollo de tecnologías aplicadas, que hallen uso en nuestro territorio, en nuestra medicina, ambiente e industria.

La participación en las expediciones constituye un verdadero reto institucional, personal y colectivo; el que ha motivado a la Universidad a equipar laboratorios especializados para que el nivel y calidad de las investigaciones de sus investigadores sean relevantes. La aventura continúa ahora con personal investigador joven, con nuevas propuestas y con la experiencia acumulada desde el año 2012, se considera que la UTN escribirá gloriosas páginas en los anales de la investigación nacional en la Antártida.

Vista posterior de la base de Ecuador Pedro Vicente Maldonado

¹ Programa de Remediación ambiental y social del MAE

² Ministerio del Ambiente, en la actualidad MATE-Ministerio del ambiente y transición ecológica.

XVI EXPEDICIÓN ECUATORIANA A LA ANTÁRTIDA AÑO 2012

— MSc. MIGUEL GUALOTO OÑATE —

La gran aventura investigativa de la UTN en la Antártida inició en el año 2012 en la XVI Expedición con la investigación “Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos en la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado, mediante el empleo de cepas microbianas antárticas, en terrarios”. Esta investigación fue la continuación del trabajo realizado por mi persona en la XIV Expedición Antártica 2010 (primera expedición en la que participé), con el tema “Búsqueda y aislamiento de cepas microbianas antárticas con capacidad para degradar hidrocarburos”. La investigación fue ejecutada con el auspicio de FUNDEMAR. Con los resultados de la primera expedición, se organizó la participación en la XVI Expedición como parte de la Universidad Técnica del Norte - UTN. Con mi contraparte investigativa de la UTN, me conocí en el aeropuerto el día del inicio de la expedición.

Un vuelo de LATAM, nos llevó a Punta Arenas. El equipo logístico del INAE, nos esperaba en el aeropuerto, con su asistencia nos instalamos en el hotel Hain, en el cual permanecemos hasta el día de nuestra partida a la Antártida en el buque Aquiles. Llegamos a la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado el 12 de enero a las 14 horas, sin embargo, debido a las condiciones ambientales desfavorables permanecemos en el buque hasta el día 13, pudiendo iniciar el desembarco solo a las 24 horas con 15 minutos y nos acostamos a las 4:15 de la mañana, luego de descargar los contenedores con los alimentos, equipos, maquinarias y reactivos que transportó el buque Aquiles. El trasteo de los contenedores fue extremadamente pesado y arduo. Ataviados con la tenida antártica, era difícil moverse, sin embargo, tuvimos que cargar cajas, equipos, alimentos y materiales para mantenimiento y construcción de nuevas facilidades en la estación.

La oración antártica es una hermosa tradición que todos los expedicionarios cumplimos. Nos despierta el silbato marino y el llamado a la oración matutina para comenzar el día de la mejor manera, agradeciendo por la oportunidad de estar en este inhóspito lugar (Figura 13).

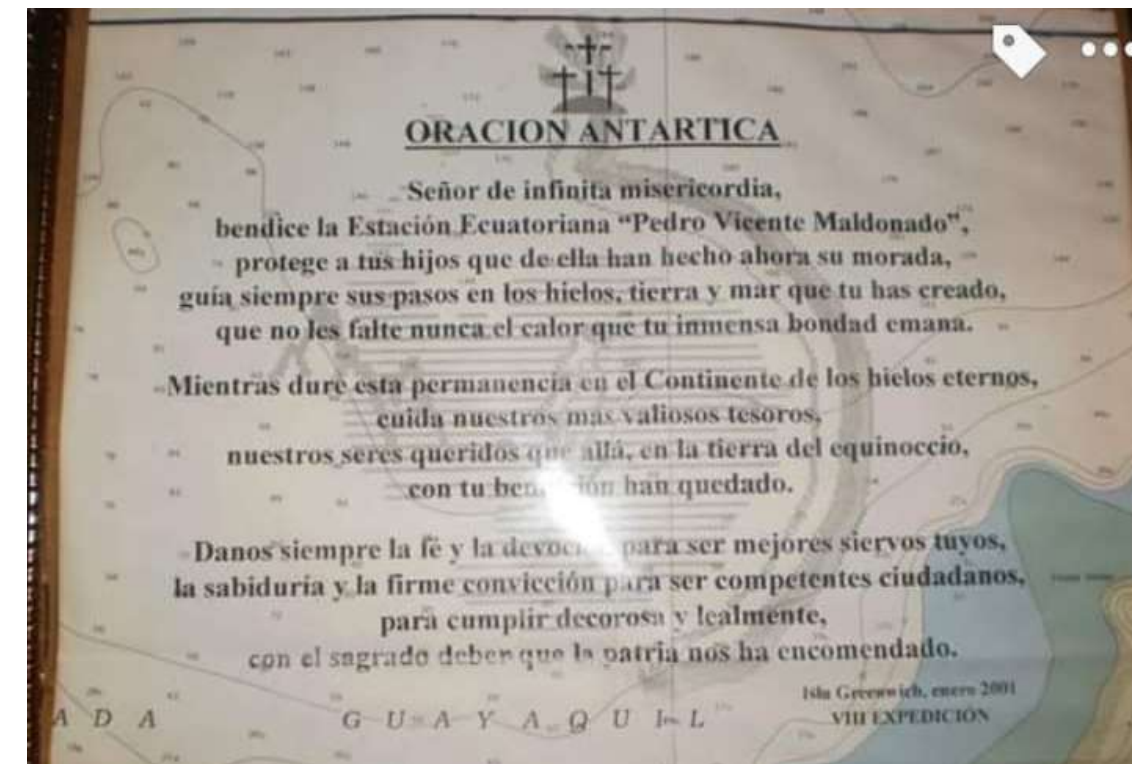


Figura 13. Cuadro con la oración Antártica

Organizar el trabajo del área de laboratorio fue arduo debido a que durante el invierno en este espacio inaugurado el año anterior (2011), se presentaron goteras y fugas en el aislamiento de calor. Las goteras llenaron de agua las cajas donde estaban muchos de los equipos necesarios para los ensayos de los investigadores. Las actividades de secado, limpieza y ponerlos en funcionamiento se prolongaron una semana.

Otra tradición de las expediciones es la participación de todo el personal tanto investigadores como logístico en la ranchería, en ese día nos ocupamos de ordenar el comedor y la vajilla para las tres comidas, ayudar en la cocina, lavando platos, y poniendo la mesa, el aseo de los corredores y el comedor. De igual forma brindando el refrigerio al personal operativo que se halla en la construcción de la nueva infraestructura de la base.

Las salidas de observación se planifican la noche anterior y pese a que todo, siempre existen imprevistos a la hora de iniciarlas, daños en los motores, de los botes zodiac, cambios repentinos de las condiciones climáticas, falta de algún material o equipo para los muestreos. Todas se ejecutan con la compañía del personal logístico, cada grupo dispone de una radio. Un GPS, agua, barra energética y la tenida antártica completa. Durante las salidas es frecuente el encuentro con pingüinos, escúas, petreles, focas, leones marinos, lobos marinos y focas de Weddell, muchos de ellos posan con gusto ante nuestras cámaras, en tanto que otros como los lobos marinos se muestran agresivos.

El paisaje antártico es rocoso y espectacular, en especial en Barrientos donde los acantilados se muestran soberbios con un color gris oscuro (Figura 14). El mar con cierta frecuencia se presenta calmado, de un color azul intenso y a la distancia se ven los múltiples islotes que existen en los alrededores de Greenwich.



Figura 14. Acantilados de Isla Dee

Una experiencia sobrecogedora que llena tus ojos y tu alma es poder ver de cerca de un iceberg (Figura 15), rodearlo con la zodiac y fotografiarlo, ¡Una experiencia única!



Figura 15. Iceberg frente a Isla Greenwich

Una actividad importante durante las expediciones es la visita a la Estación Arturo Pratt de Chile ubicada en Greenwich, la única Estación vecina a Maldonado. Esta estación funciona los 365 días del año y dispone de un sistema de comunicación permanente satelital. Disfrutar del confort que ofrece la Estación Pratt, de un buen vino chileno y de la cordialidad de todos los expedicionarios, es simplemente agradable. En reciprocidad de esta visita. Maldonado los invita para disfrutar de un asado y un partido de fútbol Ecuador- Chile, para finalizar con un baile, canto y disfrutando de los buenos vinos chilenos.

Al final de la expedición los investigadores presentamos los resultados de los trabajos al pleno de la expedición y adjuntamos el informe escrito. Con la finalidad de continuar con las investigaciones en Ecuador es necesario incluir en el informe el listado de muestras que han sido tomadas, su peso, cantidad, y una descripción del tipo de muestra, para que el director de la Expedición emita un permiso de toma y transportación de las muestras.

Por dos ocasiones me ha tocado actuar de enlace entre la delegación ecuatoriana y la delegación rusa en la Estación Bellingshausen (Figura 16) para conseguir alojamiento para los expedicionarios durante la obligada estadía en la Isla Rey Jorge, debido a las condiciones ambientales desfavorables que impiden la llegada del avión en el cual nuestra delegación retorna hasta Punta Arenas. Para mí, acostumbrado a la comida, tradiciones, alimentos rusos ha sido simplemente un placer, permanecer en esta estación y compartir con los investigadores rusos.



Figura 16. base rusa Bellingshausen: a) edificación de color naranja corresponde la base rusa, al fondo de color blanco estación Chilena Escudero b) Vista iglesia ortodoxa

Que grande la satisfacción abordar el avión de la empresa Antártica que nos lleva de retorno al continente, luego de haber cumplido con todas las metas de la expedición. Atrás quedan los días duros y emocionantes de trabajo y en el corazón guardamos el deseo profundo de volver a pisar estas frías, salvajes y a la vez apasionantes tierras.

— **Ing. TANIA OÑA- ROCHA MSc.** —

En mi primera participación en la expedición Antártica, todos los procesos se produjeron de manera rápida, apenas tuve unos pocos días desde el 25 de enero para cumplir con los análisis médicos, y preparar todo para el viaje que se iniciaba el 6 de enero, visitar un lugar inhóspito y del que poco conocía, pero consideré una gran oportunidad que la vida me presentó. Ya en el inicio de esta aventura, en el aeropuerto, conocí personalmente a mi compañero de investigación Dr. Miguel Gualoto, que hoy considero mi mejor amigo y mentor, quien durante toda la expedición compartió su experiencia de la expedición anterior a la Antártida haciendo la travesía más amena y que mis miedos desaparezcan. Si este sentimiento estaba presente porque para mí esta travesía, fue la primera en un avión, y mencionar después un trayecto en un rompehielos.

Fueron como 14 horas de vuelo, con una escala en Santiago de Chile antes de finalmente llegar a la ciudad de Punta Arenas, lugar de descanso y preparación para el viaje hacia Isla Greenwich a la base ecuatoriana. Durante esta estancia pudimos conocer al resto de investigadores, de universidades ecuatorianas, y al personal logístico que también van a ingresar a la base. El rompehielos Aquiles de la Armada chilena fue nuestra casa por varios días, es el transporte que nos llevaría hasta la Base Maldonado, todo con la inquietud de cómo será nuestro cruce, del Drake que ya nos habían comentado las personas que tenían experiencia Antártica que el paso por lo general es muy movido con olas de más de 5 metros de altura. Afortunadamente este cruce no fue tan fuerte como decían, esta vez fue muy bueno con los expedicionarios, pude sentir el vaivén que produjo el oleaje a este gran buque, mucha gente mareada, lo mejor era ir sus camarotes a dormir durante el cruce. Luego me maravillé con el cambio de paisaje observar la coloración gris blanco de pequeños islotes todo nos indicaba que nos acercamos al continente blanco.

Después de 4 días de viaje llegamos a nuestro destino, podíamos observar a lo lejos la base ecuatoriana, ahora debíamos prepararnos para el desembarco. El descenso a tierra primero lo hizo el personal logístico quienes tienen la honrosa función de abrir la base, luego lo hicimos los investigadores bajamos del buque por una escalera de cuerdas hacia los botes de tipo zodiac que nos llevaron a la playa de la Isla Greenwich.

Ya en la Base Pedro Vicente Maldonado todo el personal logístico y de investigadores colaboramos con la apertura de la base; esta es una actividad muy ardua, el personal técnico de la Armada realiza las primeras acciones para que la base sea habitable, ellos deben dotar agua corriente, electricidad y sobre todo la calefacción, una vez que contamos con ellas se debe hacer la limpieza de los espacios, habitaciones, cocina. Las investigadoras ayudamos en las actividades de limpieza y acondicionamientos de la base, mientras que los compañeros investigadores junto con el personal logístico se encargaban de la descarga desde el buque de los materiales, equipos e insumos para el funcionamiento de la base durante los meses que estará operativa (Figura 17).



Figura 17. Maniobras de descarga de materiales para la Base Maldonado

Ya una vez instalados y con la base operativa, iniciamos nuestras actividades de investigación, acompañé al doctor Gualoto a los muestreos de suelos en diferentes Islas cercanas a Greenwich, visitamos Isla Barrientos, una Isla que se caracteriza por la presencia de dos colonias de pingüinos: barbijo y papúa, el verano austral constituye el momento apropiado para tener a sus crías. Observamos a los pingüinos ya con sus crías, unos bebés grisáceos, todo regordetes y escandalosos por pedir comida (Figura 18).



Figura 18. pingüino Papúa y cría
Fotografía de Daniela Cajiao MSc

En Isla Dee caminamos unas horas hasta la parte alta de la meseta en la que observamos dos lagos permanentes, el paisaje alrededor rocoso y ya sin nieve el paisaje y el silencio parecía que éramos exploradores en algún planeta diferente al nuestro.

Otro lugar que me llamó la atención fue punta Ambato en Isla Greenwich, en dicho lugar la meseta está cubierta por una gran cantidad de líquenes con diversas formas y tonalidades, de esta visita nació la idea de estudiar a este grupo biológico que estaba muy bien adaptado a vivir en condiciones tan extremas. En estos recorridos se puede contemplar la belleza única que tiene este lugar, observar las aves como skúas, petreles en sus nidos o las focas y lobos marinos que descansan cómodamente en la playa, sin mostrar temor por nuestra presencia

Una vez colectadas las muestras de suelo nuestro trabajo se trasladó al laboratorio de la Base, que contiene un buen equipamiento básico para investigación, en la preparación de los cultivos de los microorganismos, y determinar preliminarmente los grupos presentes. Así como preparar el ensayo en campo que vamos a dejar instalado hasta el siguiente verano 2013.

De manera complementaria a las actividades de investigación también debemos colaborar dentro de la base con trabajos de limpieza de espacios comunes y en la cocina a poner la mesa y servir la comida al personal, esta colaboración se la realiza teniendo en cuenta un cronograma, de esta manera todos colaboramos y nos permite establecer amistad y compañerismo con el resto de personal. Lo anterior implica que el día asignado a la “ranchería” no se realizan actividades de investigación.

El tiempo de nuestro regreso está cerca y todos debemos prepararnos para el viaje de vuelta a Ecuador. Ante el personal de la base se hace una presentación de los resultados obtenidos durante nuestra estancia y con la planificación de trabajo a realizar en el país, además de preparar la documentación para la movilización de las muestras y el informe de campo. Acorde a la programación el buque Viel de la armada chilena nos transporta desde la base Maldonado hasta el aeropuerto en Isla rey Jorge, después de 4 horas de navegación llegamos a nuestro destino para abordar el avión comercial hacia Punta Arenas. En el continente era necesario antes de regresar a Ecuador solicitar los permisos de movilización de muestras en territorio chileno en el INACH (Instituto Antártico Chileno), previo a nuestra partida compartimos con los compañeros investigadores una cena de despedida y la promesa de reunirnos nuevamente en nuestro país.

Este primer viaje constituye más de la experiencia personal única, que ha enriquecido mi vida al comprender la inmensidad del planeta su fragilidad y belleza y que los seres humanos somos una parte pequeña de él, pero los que más lo han alterado, generando en mí, el compromiso de aportar con la investigación a difundir este lugar, su potencial y sobre la conservación de este ecosistema maravilloso y siempre con el deseo de volver a pisar suelo antártico.

Fotografía oficial de los expedicionarios
UTN 2012





Recorrido del Canal Beagle, salida hacia el
pasaje Drake



Vista del Lago en la parte alta de la Isla Dee



Vista Glaciar Quito, Isla Greenwich



Nido de petreles, base Maldonado



Investigador realizando un ensayo en campo

XVII EXPEDICIÓN ECUATORIANA A LA ANTÁRTIDA AÑO 2013

— GALO JACINTO PABÓN GARCÉS, PhD. —

La Antártida no siempre fue el continente que conocemos en la actualidad, inhóspito y desolado. Hace millones de años, la vida se desarrollaba en forma de gigantescos bosques que cubrían casi por completo este espacio. Es por eso, por lo que, en el verano austral (enero y febrero) de 2013, como parte de la XVII expedición ecuatoriana a la Antártida, se pretendió conocer el desarrollo de la vida vegetal pasada de este remoto lugar, así como la evolución de uno de los lugares más fascinantes de nuestro planeta. La caracterización de las plantas antiguas de la Antártida, especialmente en las áreas cercanas a la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado (Islas Shetland del Sur, Península Antártica), mediante la investigación exhaustiva de los registros fósiles, permitirían ampliar el conocimiento de este verdadero tesoro natural. Al mismo tiempo, especular sobre su evolución en estos sitios y establecer comparaciones con distintas especies vegetales distribuidas en otras regiones del planeta.

La investigación de fósiles de plantas en la Antártida fue un fascinante viaje que reveló la historia oculta de un continente que, hoy en día, parece un desierto helado. Sin embargo, bajo su capa de hielo, se encuentran evidencias de un pasado vibrante y diverso, donde bosques frondosos y ecosistemas complejos prosperaban. Este texto narra la experiencia de investigar estos fósiles, explorando tanto los desafíos como los descubrimientos que han marcado esta disciplina científica.

La emoción de la llegada al continente Antártico se aunaba con la incertidumbre de saber si era factible reconstruir la historia evolutiva de las plantas mediante los registros fósiles, más aún, las dudas crecían ante la interrogante de saber si existían o no restos de plantas antiguas en torno a la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado, que pudieran ser investigados. Su búsqueda en la Antártida, según se menciona en los libros y artículos científicos que fueron revisados previo al viaje, presenta desafíos únicos ya que la mayor parte del continente está cubierta por una gruesa capa de hielo, lo que dificulta el acceso a las rocas sedimentarias donde se los puede encontrar.

Sin embargo, y para tranquilidad del grupo investigador, existían zonas expuestas en los márgenes costeros de la isla Greenwich, que revelan importantes hallazgos de plantas fosilizadas. Sitios emblemáticos cercanos a la estación ecuatoriana como: isla Dee, Punta Ambato (Figura 19), Monte Puyango, Punta Fort Williams y las formaciones geológicas conocidas como “León Dormido”, son áreas de afloramiento de fósiles, con un incalculable valor histórico.



Figura 19. Vista de Punta Ambato, planicie rocosa ubicada en Isla Greenwich.

La isla Dee, sitio en el que se centró el trabajo, está atravesada por una falla geológica que discurre en dirección noreste-sureste y la divide en dos segmentos. Esta falla geológica y la inestabilidad asociada a la misma produjeron que varios estratos de suelo sean levantados en distintos cataclismos, hasta formarla y finalmente exponer, por la erosión y por los deshielos sucesivos, numerosos fragmentos fósiles en la meseta central de Dee. Los restos aquí presentes nos hablan de un pasado lleno de vida, con abundantes especies de plantas que poblaron Isla Dee, Isla Greenwich y todas las pequeñas aldeañas que forman parte del Archipiélago Antártico.

La rutina diaria comienza temprano. Luego de disfrutar de un desayuno nutritivo, las actividades de las mañanas estaban dedicadas principalmente a labores en el campo o en los laboratorios. El trabajo es altamente colaborativo lo que fomenta un ambiente interdisciplinario, mientras que las reuniones diarias son esenciales para planificar actividades y discutir hallazgos recientes. Este constante intercambio de ideas es vital para el avance de los proyectos. En todos los casos, los desafíos que enfrentamos los investigadores se vieron compensados por las oportunidades únicas que ofrece este remoto laboratorio natural. La colaboración interdisciplinaria no solo impulsó el avance científico, sino que también creó vínculos duraderos entre quienes compartimos esta experiencia singular. Investigar en la Antártida no es solo una tarea científica; es una aventura que transforma a los participantes, dejándonos recuerdos imborrables y contribuciones científicas significativas.

Durante los recorridos de campo, en los que el grupo de científicos pudo experimentar (en una par de ocasiones) condiciones extremas de temperaturas bajo cero, vientos

intensos y tormentas de nieve, así como redoblar las medidas de seguridad del personal e instrumentos de investigación, se pudieron registrar fósiles de árboles de gran tamaño enterrados en los estratos rocosos, algunos de ellos de casi 90 cm de diámetro, por lo que se podría especular que el tamaño de los bosques que cubrían estas remotas islas habrían alcanzado hasta los 50 metros de altura en su estrato superior (Figura 20). Los restos fósiles encontrados de madera petrificada pertenecen mayoritariamente a plantas antiguas de los géneros *Podocarpoxylon*, *Araucarioxylon* y *Notophagus*, que habitaron estos espacios entre 65-26 millones atrás, mientras que sus parientes vivos actuales aún forman parte los bosques de la Patagonia y de otras regiones del continente americano.



Figura 20. Muestra de isla Dee. Fragmento madera petrificada.

Esto es lógico si se tiene en cuenta que la Península Antártica fue el último segmento que se separó del resto de continentes (en este caso, Sudamérica), a diferencia del resto del continente Antártico que inició su separación y migración a su ubicación actual, hace más de 100 millones de años. Especies de árboles similares o emparentados a los encontrados en Isla Dee, aún pueblan ecosistemas en el sur de América (incluso en los Andes del Ecuador es común encontrar *Podocarpus*), lo que confirma que estos dos continentes se encontraban unidos en el período descrito y poseían vegetaciones similares.

La literatura especializada menciona que los primeros registros climáticos detallados de las plataformas continentales que rodean la Antártida revelan que el último vestigio de vegetación existente en el continente helado fue un paisaje de tundra en el norte de la península antártica, hace unos 12 millones de años. Sin embargo, como hemos

visto, las Islas Dee, Greenwich y las pequeñas islas aledañas presentan abundantes restos petrificados de madera fosilizada, que nos hablan de un pasado lleno de vida y diversidad, con abundantes especies de plantas que formaban extensos bosques que cubrían la región.

La presencia de fósiles vegetales en la Antártida también es significativa desde un punto de vista paleontológico. Los árboles fosilizados e impresiones foliares encontrados en rocas sedimentarias, pertenecen al menos a 14 géneros distintos, de tres familias de coníferas -*Araucariaceae*, *Podocarpaceae* y *Cupresaceae*- y seis familias de angiospermas: *Acantaceae*, *Fagaceae*, *Lauraceae*, *Mirtaceae*, *Proteaceae* y *Notofagaceae*. Todos los fósiles han mostrado una conservación excepcional, lo que nos ha permitido a los científicos estudiar sus estructuras internas y comprender mejor su biología. Este tipo de fosilización excepcional es raro y ofrece una ventana única al pasado biológico del continente y de las relaciones que su vegetación guardaba con el resto de los continentes del planeta, de su biogeografía, de su evolución y de su adaptación a lo largo de millones de años.

Los descubrimientos no solo amplían nuestro conocimiento sobre la flora antártica, sino que también proporcionan pistas sobre eventos climáticos pasados. Por ejemplo, el análisis de los fósiles sugiere que las condiciones eran mucho más cálidas y húmedas que las actuales, lo que permite a los científicos formular hipótesis sobre cómo el cambio climático ha afectado a la biodiversidad.

No cabe duda de que, el afloramiento descubierto en la Isla Dee es un sitio singular para cuya conservación debemos sumar esfuerzos a fin de preservarlo e investigarlo en mayor profundidad, aunque también plantea preguntas éticas sobre conservación. A medida que se realizan más estudios científicos y recolección de material fosilizado, es fundamental considerar cómo preservar estos valiosos recursos para futuras generaciones. La comunidad científica debe equilibrar el deseo de descubrir con la responsabilidad de proteger este entorno frágil.

La investigación en la Antártida es un esfuerzo colaborativo que involucra a científicos de todo el mundo. Los proyectos conjuntos permiten compartir recursos y conocimientos, lo que resulta en una comprensión más profunda del pasado del continente y en la promoción de políticas de conservación efectivas. Por otra parte, los desafíos son significativos, cada nuevo descubrimiento contribuye a un conocimiento más amplio sobre nuestra historia natural y resalta la importancia de conservar este único continente; la investigación continua no solo ilumina el pasado fascinante del continente Antártico, sino que también ofrece lecciones vitales para el futuro del planeta en su conjunto, frente al cambio climático y sus efectos destructores en los ecosistemas globales.

— **Ing. TANIA OÑA-ROCHA MSc.** —

La expedición UTN del año 2013 inició el 7 de enero, partiendo de Quito hacia la ciudad de Punta Arenas (Chile), en esta ciudad que fue nuestra sede por algunos días hasta prepararnos para la salida hacia la base Maldonado. Es importante mencionar que Ecuador no posee medios logísticos propios para realizar su traslado hasta la Base Maldonado, usa servicios logísticos que otros países brindan, puede ser por vía acuática con el uso de los buques o aérea con una línea aérea comercial o por aviones militares de carga.

En esta ocasión el viaje a la Base Maldonado se realizó por vía aérea en un avión militar de carga tipo Hércules en un vuelo Punta Arenas- Isla Rey Jorge, fue mi primera experiencia en este tipo de aviones que no presenta las comodidades de un vuelo comercial, sin ventanas para admirar el paisaje, para el vuelo era necesario colocarse la tercera capa de ropa para protección de las bajas temperaturas, y el uso de protectores auriculares por el ruido de los motores, todos sentados en una especie de estructura metálica a modo de sillas, me recordó a las película de acción, después de un vuelo de casi dos horas aterrizamos en Isla Rey Jorge (Figura 21). Es emocionante el salir del avión y recibir ese aire puro y gélido en nuestro rostro, caminamos por la pista de tierra hasta las oficina del aeropuerto para luego dirigirnos a la playa a la espera del buque que nos llevaría a Isla Greenwich lugar donde se encuentra la base Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado (PEVIMA), pero debido a condiciones de mal tiempo los expedicionarios ecuatorianos pasamos la noche en la base rusa Bellinghausen gracias a las gestiones del Dr. Miguel Gualoto quien parte de su vida la realizó en este país, nos ayudó para conseguir el albergue para todos.



Figura 21. a) Vista del avión Hércules aeropuerto Isla Rey Jorge, **b)** Vista del interior área destinada a transporte de personal.

El personal de la base rusa amablemente nos brindó el hospedaje y alimentación, al día siguiente y con buen tiempo nos trasladamos al buque Almirante Óscar Viel de la Armada Chilena que nos llevaría después de 4 horas de navegación a la base PEVIMA. Una vez en nuestro destino, para el desembarque, por las condiciones de oleaje, no se utilizó como es común los botes zodiac, en esta ocasión se realizó vía aérea por helicóptero hasta la base Maldonado, mi primer vuelo en helicóptero resultó muy gratificante ver la base Maldonado desde el aire, me imaginaba que era igual que volar en un avión solo más pequeño, pero es totalmente diferente.

A nuestra llegada la base Maldonado se encontraba operativa ya que el personal logístico de la Armada se encontraba ya presente desde el mes de diciembre del año 2012 realizando adecuaciones y mantenimiento de la base. En ella se nos asignó a cada investigador la habitación respectiva, en la que dejamos nuestro equipaje y descansamos un poco de todo el viaje, posteriormente el personal de la base realizó una reunión preliminar para explicar el funcionamiento, normas a seguir durante nuestra estancia.

En el tiempo que permanecemos en la base se ejecutaron los proyectos de investigación: Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos en la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado, mediante el empleo de cepas microbianas antárticas, en terrarios”. Dentro de este proyecto se realizó toma de datos y muestras de los mesocosmos realizados en la expedición del año 2012 (revisar XVI Expedición) en las que suelo antártico se contaminó con diferentes tipos de combustible, este año se evaluaron los micrororganismos presente en este suelo luego de un año de contaminación. Pero lo realmente complicado por cuestiones climáticas es encontrar los ensayos ya que a diferencia del año 2012 este año presentaba una gran acumulación de nieve y hielo, llevó toda una tarde de trabajo romper el hielo y cavar a una profundidad de un metro donde se logró ubicarlos gracias a la colaboración de otros investigadores y personal logístico (Figura 22). Una vez que se contaba con los ensayos se tomó muestras del suelo, se realizaron pruebas de crecimiento microbiano en tres medios: Agar nutritivo (AN), Papa Dextrosa Agar (PDA) y T.S.I. Agar (Agar Hierro y Triple Azúcar). Además, se realizaron tomas de muestras de suelo para posterior análisis en el laboratorio de la Universidad.



Figura 22. Recuperación de ensayos bajo una capa de hielo

En relación con el proyecto: Estudio de la Dinámica Poblacional y Adaptación al Cambio Climático de Microorganismos Acuáticos de los Cuerpos de Agua Dulce en la Isla Dee, Islas Shetland del Sur, se realizó la visita a los lagos que se encuentran en la parte alta de la Isla Dee, los lagos para la fecha de visita todavía se encontraban congelados por lo que no se pudo tomar las muestras de manera adecuada.

Del proyecto Estudio de líquenes y su adaptación al cambio climático en la zona de influencia de la Estación ecuatoriana PEVIMA, islas Shetland del sur, se realizó salidas de campo a coleccionar líquenes de diferentes áreas de la Isla Greenwich: punta Ambato, rocas de la parte posterior a la base (sitio en el que se estableció un punto de monitoreo de líquenes), rocas cercanas a la playa, además de muestreo en las Isla Barrientos, Dee. Se colectó dos ejemplares de cada especie para realizar su identificación y análisis morfológicos posteriores.

Ya al acercarse la fecha de salida de la base y cumplidas las actividades de campo, se realizó una presentación con los resultados y avances realizados durante la fase de campo a todo el personal logístico e investigadores de las Base Maldonado, además es necesario preparar el material a ser trasladado al continente, así como la preparación de la documentación para los permisos por parte del estado chileno para la movilización de las muestras durante el viaje hasta Ecuador.

La salida de la base se realizó en el buque remolcador Lautaro de la Armada de Chile hasta la isla Rey Jorge, para posteriormente tomar un vuelo en este caso comercial hasta la ciudad de Punta Arenas, en esta ciudad, una vez obtenidos los permisos respectivos para la movilización de las muestras nos preparamos para el regreso a Ecuador.



Fotografía oficial de los investigadores UTN año 2023



Ejemplares hembras de lobos marinos
descansado en la plaza Isla Greenwich



Vista Isla Barrientos





Liquen de la familia Stereocaulaceae,
Isla Greenwich



Vista de la base Pedro Maldonado

XXI EXPEDICIÓN ECUATORIANA A LA ANTÁRTIDA AÑO 2017

— Ing. TANIA OÑA-ROCHA MSc. —

La expedición del año 2017 constituye una de las estancias más cortas para los investigadores de la UTN. Fueron de 11 días en la base Maldonado por cuestiones de logística, tiempo que fue aprovechado al máximo para el levantamiento de información en campo. El viaje se inició desde la ciudad de Punta Arenas en el buque Aquiles de la Armada Chilena, durante 5 días de navegación, con un cruce al Drake un poco movido, con oleajes de 1 a 2 metros, que permitía a los navegantes desarrollar actividades de manera normal, además el Buque, realizaba paradas en otras estaciones con fines de dejar al personal logístico e investigadores, como los materiales, insumos para funcionamiento de las bases, en nuestro recorrido pudimos observar a la distancia bases científicas como la base Machu Picchu navegamos en dirección a nuestro destino la Base Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado en la Isla Greenwich.

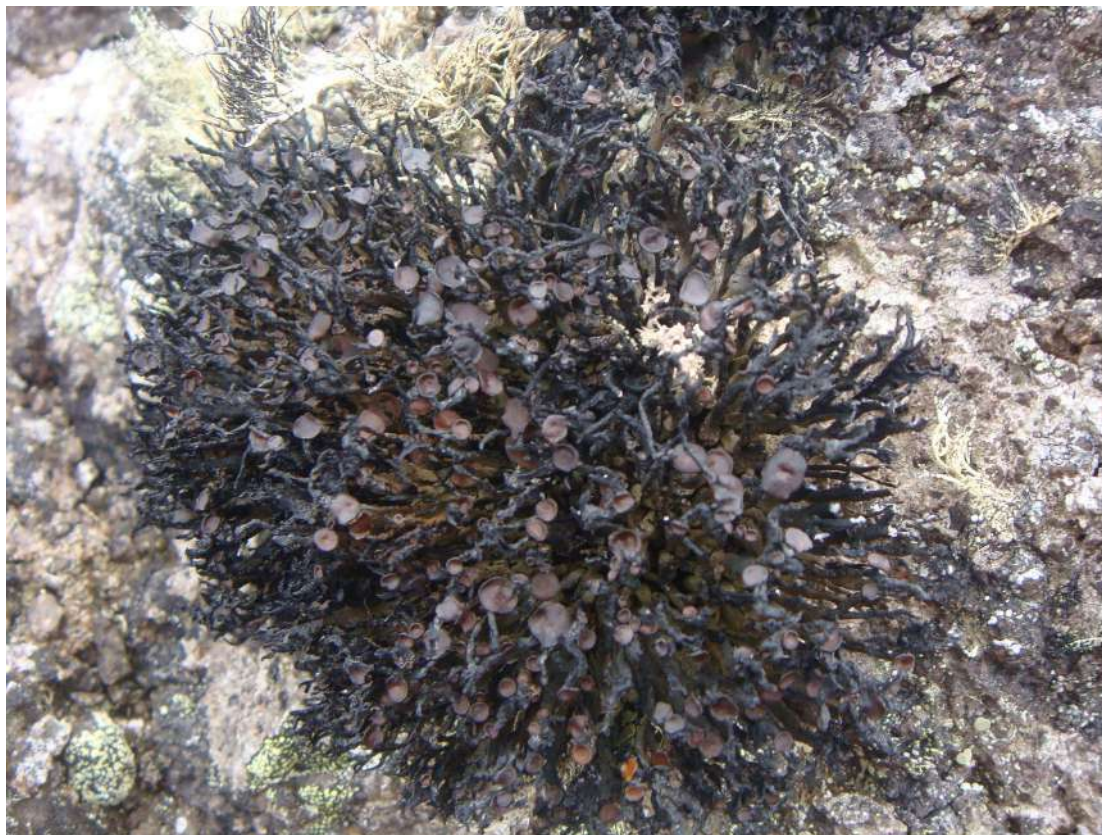


Figura 23. Liquen *Himantormia lugubris* (Hue) I.M.Lamb

Durante la estancia en la base y con la colaboración del personal logístico de la Armada del Ecuador, se realizaron actividades dentro del proyecto de investigación: “Estudio comparativo de la biodiversidad líquénica antártica versus andina con fines de bioprospección y biomonitoreo (fase 2)”. En esta ocasión se realizó un muestreo de líquenes en sitios en Isla Greenwich como cementerio de ballenas, monte Puyango, León Dormido, y punta Ambato, además se visitó la Isla Dee para toma de muestras líquénicas y muestras de agua de los lagos. Los líquenes se colectaron de cada uno de los sitios, se fotografió cada espécimen en su hábitat, se georreferenció el lugar y se registraron características relevantes del ecosistema. Una vez en el laboratorio los especímenes se utilizaron para identificación mediante observación de características morfológicas al microscopio y realizar cultivos en búsqueda de microorganismos asociados, posteriormente las muestras fueron empacadas para su traslado a Ecuador. Además, se realizó el registro también en los sitios visitados de la presencia de un liquen que se caracteriza por una coloración negra como producto de una quemadura (que inicialmente se consideró como un liquen ya muerto) pero posteriormente se identificó como endémico de la Antártida (*Himantormia lugubris* (Hue) I.M.Lamb) que lleva ese nombre por la apariencia negruzca como muerto (Figura 23).

De igual manera se colaboró con el trabajo de campo de proyectos de investigaciones que son parte del Comité científico de Asesor Científico: FUNDEMAR-DIGEIM- INAE con el proyecto: Inventario y caracterización preliminar de la biodiversidad de moluscos en transectos litorales de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado. Durante la permanencia en la base se contó con la colaboración y apoyo del personal de la Armada, así como de los compañeros investigadores de otras instituciones, formándose un grupo ameno de trabajo y de camaradería en las actividades de convivencia en la Base Maldonado.

Como se mencionó, la estancia en la Base Maldonado fue corta, apenas 11 días debido a las operaciones logísticas del Buque Aquiles que ya iniciaba su regreso a Punta Arenas, pero durante su navegación tuve la oportunidad de conocer otras latitudes, ya que igual a lo realizado en Maldonado, su trabajo era embarcar a investigadores de regreso a Punta Arenas, es así que visitamos la Isla Decepción, una isla caracterizada por ser un volcán activo y que años atrás sufrió una erupción destruyendo varias bases asentadas allí, hasta la fecha se puede observar el recorrido de la lava y su poder de destrucción en su camino. A pesar de estos incidentes este constituye uno de los sitios que llama mucho la atención de los investigadores.

Y así fuimos rumbo a la Isla rey Jorge para una nueva parada. Luego de estas maniobras del buque ya nos dirigimos hacia Punta Arenas. El cruce del Drake fue una tranquilidad no habitual para este lugar, durante nuestra travesía en el buque se realizaban actividades para mantener ocupados a los pasajeros. Se hicieron charlas de los proyectos de investigación del personal del INACH, fue de gran interés conocer lo que otros países realizan y sentirnos parte de este selecto grupo en ciencia antártica, además se hicieron otras actividades como clases de baile gracias a las habilidades de algunos pasajeros que compartieron sus talentos y nos hicieron los días más entretenidos.

El ingreso al continente no pudo ser más que majestuoso al cruzar el canal Beagle (Figura 24) observando durante su recorrido los glaciares, morrenas y ventisqueros. Todos

esperábamos el amanecer para apreciar desde temprano el recorrido y fotografiar el espectáculo que nos mostraba este canal, ya los colores grises y blancos no predominaba sino una mezcla de blanco del glaciar con lo verde de los bosques.



Figura 24. Vista del canal Beagle

Ya una vez en la ciudad de Punta Arenas iniciamos el regreso a Ecuador cumpliendo con la documentación requerida para la movilización de las muestras a Ecuador y a los laboratorios de la Universidad Técnica del Norte, para continuar con los análisis de las muestras colectadas.



Fotografía oficial de la expedicionaria UTN
2017



Vista hacia la base Maldonado desde Punta Ambato, Isla Greenwich



Iceberg frente a la base Maldonado



Isla Dee con su característica forma de cuernos



Toma de muestras de agua en los lagos de Isla Dee



Vista de la Base ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado

XXII EXPEDICIÓN ECUATORIANA A LA ANTÁRTIDA AÑO 2018

—— MSc. SANIA ORTEGA – ANDRADE ——

La campaña antártica del año 2018 fue sin duda altamente colaborativa para los investigadores de la UTN. Fueron 48 días de expedición con un arduo proceso preparatorio para los soñadores investigadores que ansiamos llegar al continente blanco. Esto, particularmente se debe a que es necesario el cumplimiento de exámenes médicos, físicos y psicológicos; realizar un curso seminario pre antártico y la selección del proyecto de investigación que se ejecutará. Animados por el viaje nos perdemos en el tiempo de preparación y la logística que cientos de personas año, a año preparan para que llegue el gran día. El del viaje.... Inicia desde nuestra ciudad natal Ibarra, hacia Quito y posteriormente a Punta Arenas. Punta Arenas es una ciudad cercana a la punta más austral de la Patagonia chilena, de allí su nombre. Ubicada en el estrecho de Magallanes, conecta los océanos Atlántico y Pacífico, y es usual punto de encuentro de viajeros interesados en conocer la Antártida. También, es el lugar de los miembros Consultivos del Tratado Antártico que aúnan esfuerzos logísticos e investigativos para garantizar la protección y la gestión pacífica de la Antártida. Previo al día de zarpar es necesario desempolvar los trajes y accesorios que nos resguardarán del frío durante el viaje y en cada salida de campo.

Entre reuniones y despedidas, llega el momento de tomar el equipaje lleno de ilusiones y subir al buque Aquiles de la Armada Chilena. Durante la navegación se realizan varias actividades sociales y educativas organizadas por la tripulación proveniente de distintas partes del mundo. Un refugio importante para aprovechar el tiempo durante el viaje es la lectura; pero no a todos les resulta, sobre todo a quienes no articulan una sola palabra debido al mareo profundo. Una de esas personas fui yo que trataba de palear el malestar con baños de agua helada y pastillas para el mareo. Pero esas mismas pastillas que evitaban que vomitara, también mantenían mi cerebro adormitado. Sin darme cuenta llegó el tercer día de navegación, se aproximaba el famoso Paso de Drake, que es el cuerpo de agua que separa el extremo sur de Sudamérica (Cabo de Hornos, en Chile) de la Península Antártica. Es conocido por ser uno de los mares más peligrosos del mundo debido a sus fuertes corrientes y tempestades. Pero.... es la ruta marítima más directa para quienes queremos llegar a la Antártida.

Las alarmas resuenan para poner en práctica las lecciones aprendidas y poner a buen recaudo las cosas. Cada grupo conoce sus obligaciones, por ejemplo, los marinos se encargan de la seguridad de la carga, instalaciones del barco y áreas comunes; mientras que la tripulación resguarda sus objetos personales y se ubica en sus camerinos. Algo que llama mucho la atención es que, de comer almuerzos, cambia abruptamente la alimentación a galletas y frutas; y es que los movimientos que soporta el barco hacen imposible habilitar la cocina. Durante mi viaje en particular experimentamos el paso

del Drake por la noche, por lo a pesar de estar dopada por las pastillas para el mareo, escuchaba claramente los estruendos de las latas del barco, el golpeteo entre sí de las ollas, y soportaba los sacudones como si estuviera en un juego mecánico. Es imposible ver lo que está sucediendo afuera, pero se siente el mar agitado con olas altas y vientos fuertes. Para mi esta experiencia por el paso fue emocionante ya que genera una mezcla de adrenalina y expectación de aventura ante la naturaleza salvaje. Luego de intensas horas, poco a poco regresaba la calma y ya se escuchaban los parlantes anunciando que es seguro caminar. Todos conversábamos de nuestra situación emocional y física luego de vivir tremenda aventura. Para algunos fue satisfactorio superar al Drake, para otros difícil o incómoda, mientras que otros la ven como una emocionante aventura que los conecta con la grandiosidad del océano y la naturaleza salvaje. En todo caso según el personal de la marina altamente experimentado, el Drake nos trató bien, y me pregunté y ¿cómo será cuando nos trate mal?

El viaje continúa y en el trayecto hay quienes tuvieron la oportunidad de vivir momentos de asombro y ver fauna marina como ballenas, delfines y aves marinas (albatros, petreles), lo que les permitió hacer una conexión directa con la naturaleza. En mi caso no podría decir lo mismo, ya que volvieron los mareos y consigo el sueño. Al llegar el día 5 de navegación y a 120 km de la costa antártica paramos en La Base Antártica Profesor Julio Escudero, perteneciente a Chile, está ubicada en la Isla Rey Jorge, que forma parte del archipiélago de las Islas Shetland del Sur. Luego de desembarcar el personal y sus equipos personales zarpó nuevamente el barco para dirigirse hacia la Base Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado al noroeste de la Península Antártica.

En el horizonte ya se visibiliza el entorno extremo y la inmensidad del continente blanco y aquella pequeña estación ecuatoriana que ofrecen desafíos y oportunidades únicos, lo que genera sentimientos tanto de asombro como de tranquilidad. Pronto suenan los parlantes anunciando que nadie se puede bajar debido a que existen fuertes vientos y que cuando las condiciones sean favorables se dará inicio al desembarque. Pasamos horas contemplando el paisaje y experimentando ansiedad por estar tan cerca y a la vez tan lejos. De pronto empezó a flamear la bandera de Ecuador y el personal de la primera fase que habilitó la base en meses anteriores se apresura a recibirnos con alegría. Pronto abajo del buque ya se podrían ver los botes zodiac que nos transportarían hacia la Estación Pedro Vicente Maldonado. En ella todo funcionaba con un proceso planificado a detalle por el personal del INAE y de la Armada del Ecuador e INOCAR. Es así como todo el personal tenía actividades bajo un régimen militar de organización.

Luego de instalarnos nos apresuramos a organizar el trabajo de investigación en conjunto con el personal logístico de la Armada e INOCAR. Este proceso se repetía día a día con el fin de evaluar las condiciones climáticas y el trabajo seguro. El clima antártico es extremadamente impredecible y puede cambiar en cuestión de minutos. Esto generaba estrés entre los investigadores, ya que las condiciones meteorológicas extremas pueden retrasar las misiones, interrumpir los experimentos o incluso poner en peligro la seguridad del equipo. En todo caso, prevalece una profunda motivación al poder contribuir a descubrimientos científicos que pueden tener implicaciones globales. Es así como cada verano antártico se aprovecha al máximo para trabajar no solo en proyectos propios, sino también en el de otros investigadores colombianos, chilenos y ecuatorianos.

La investigación empieza y con ello se desarrollaron fuertes lazos de camaradería con mis compañeros. La vida en las estaciones científicas requiere trabajo en equipo, cooperación y apoyo mutuo. En situaciones donde dependemos unos de otros para el bienestar y la supervivencia, la colaboración fue clave a lo hora de coleccionar líquenes, suelo, agua, excretas de animales, aislar microorganismos o el simple hecho de tomar una fotografía fue un desafío. Las circunstancias favorecieron la participación conjunta y el encuentro entre biólogos, químicos, oceanógrafos, ingenieros y arqueólogos, para investigar y hacer frente a las condiciones climáticas desfavorables. Esto nos lleva a reflexionar profundamente, “de que solos no somos nada y que valioso es la camaradería”. Y hablando de camaradería, no podría dejar de mencionar al personal de cocina, obra y de la armada; sin ellos y su valioso conocimiento no habría sido posible investigar en el fin del mundo.

Mi tema de investigación en la ECUANTAR XXII fue “Caracterización de la diversidad biológica y genética de hongos de los cuerpos de agua en la Isla Dee, del archipiélago de las islas Shetland del Sur”. Los hongos son un grupo de organismos que se encuentran muy diversificados en la Tierra. No solo han sido capaces de invadir ambientes aéreos y terrestres, sino que, incluso se pueden encontrar en los ambientes acuáticos. Algunos pueden ser considerados como bioindicadores y otros opcionalmente como parásitos. Su importancia se ha subestimado en repetidas ocasiones durante la historia de la biología. En la expedición se muestrearon los cuerpos lacustres formados por el deshielo durante el verano en el archipiélago de las Islas Shetland del sur, la Isla Dee, el Río Culebra y en la Isla Barrientos. El objetivo principal de la investigación fue identificar las especies de hongos y determinar la diversidad biológica y genética. Para ello se realizaron aislamiento de muestras, para la posterior caracterización taxonómica y genética, ya, en Ecuador. Se obtuvieron 32 cepas de hongos caracterizadas. *Trichoderma harzianum* Rifai, es la especie más dominante según el análisis de diversidad, está bien distribuida en dos de las tres áreas de estudio. Actualmente se está evaluando el potencial biotecnológico de 5 cepas de hongos. *Penicillium* sp. con potencial degradador de plástico y otras 4 para la evaluación de la actividad antimicrobiana frente a cepas resistentes, así como la producción de pigmentos con aplicación en la industria textil (Figura 25).



Figura 25. Los microorganismos antárticos atraen por sus vistosos colores, resultado de las adaptaciones en ambientes extremos.

Todo esto, lo conseguimos en 6 años de trabajo y esperamos que pueda continuar en los próximos años. Los logros más valiosos es la formación de personas como profesionales, Rodrigo Chiriboga, Steven Padilla, Vanessa Portilla, Oscar Luna y Nanki Guamán tuvieron la oportunidad de estudiar a los hongos y evaluar sus aplicaciones potenciales. El equipo de profesores investigadores como Cristina Echeverría, Santiago Zárate, Pedro Barba y Carla Sandoval aportaron significativamente en su formación y dentro del proyecto.

De vuelta al cierre de la estación; al finalizar los trabajos de obra y de investigación la base se abandonaba en perfecto estado y aguardando la llegada de la siguiente expedición. A lo lejos ya se avistaba el buque que nos llevaría a la Isla Rey Jorge para tomar el vuelo a Punta Arenas.



Fotografía oficial de los expedicionarios
UTN 2018



Vista hacia la estación Chilena
(fondo) Arturo Pratt, Isla Greenwich



Punta Fort William



Vista posterior de la base Maldonado



Estructura producto de la erosión,
Isla Barrientos



Foca de Weddell



Vista lateral de la base Maldonado,
Isla Greenwich

XXIII EXPEDICIÓN ECUATORIANA A LA ANTÁRTIDA AÑO 2019

— Ing. TANIA OÑA-ROCHA MSc. —

La campaña antártica del año 2019 para UTN inició a finales del mes de enero con el habitual viaje al centro base previo a la Expedición en la ciudad de Punta Arenas en la que la mayoría de los investigadores estábamos alojados en el mismo hotel, situación que permitía conocerse y formar amistad con los compañeros expedicionarios, y cumplir con los preparativos previos al ingreso a la Antártida, para este propósito es importante mencionar que el personal logístico de INOCAR hizo la entrega de los implementos como la vestimenta polar y accesorios.

En esta ocasión toda la delegación de Ecuador viajó por vía aérea hasta la isla Rey Jorge en línea comercial DAP, se contaba con la presencia en la delegación ecuatoriana con las principales autoridades de la Armada del Ecuador, quienes harían una visita corta a la Base Ecuatoriana. En un vuelo sin novedades aterrizamos aeropuerto Teniente Marsh, de la Fuerza Aérea chilena perteneciente a la base Chilena Eduardo Frey en la Isla rey Jorge, siempre es grato sentir el frío que choca con el rostro al momento de bajar del avión, que nos recuerda en donde estamos, el caminar por la pista nos va mostrando el paisaje antártico combinado con las infraestructuras de las diferentes bases asentadas, es importante mencionar que en esta isla concentra una gran cantidad de bases de diferentes países como Chile, Rusia, Polonia, Brasil, China, Perú, entre otras.

En la base chilena Julio Escudero esperamos por unas horas por el transporte marítimo que nos llevaría hasta Maldonado, luego de 4 horas de navegación, un corto recorrido que nos permite habituarnos al nuevo lugar disfrutando de los paisajes de las islas que dejamos atrás hasta llegar a la isla Greenwich donde se encuentra la Base ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado. Una vez allí, el personal logístico y autoridades de la armada nos dieron la bienvenida y la inducción respectiva de las normas para nuestra estancia en la base. De igual manera por las noches, en una reunión de los investigadores con las autoridades de la base, se planificaban las actividades a realizar con la finalidad de garantizar el acompañamiento del personal logístico de INOCAR en las salidas de campo de los investigadores, en mi caso se debía realizar la visita a las Islas Dee, Barrientos, Robert, y a varios sectores de Isla Greenwich.

En esta expedición se realizó la ejecución del proyecto de investigación: “Estudio comparativo de la biodiversidad líquénica antártica versus andina con fines de bioprospección y biomonitorio fase 3”. Para este muestreo dentro de esta fase se realizó la búsqueda y registro de líquenes faltantes, así como la búsqueda de especies raras observadas en anteriores expediciones, como es el caso del liquen *Ramalina terebrata* Hook.f. & Taylor, 1844, que se ha mencionado su presencia en isla Rey Jorge (Figura 26), pero por Isla Greenwich y las islas aledañas no se ha registrado observaciones de

esta especie (fue grato encontrarlo en Isla Cecilia). Además, en el laboratorio de la base Maldonado se realizaron cultivos de las muestras líquénicas (hongos que forman la asociación líquénica), cultivo de microorganismos asociados a los líquenes y por último se trabajó en la colecta e identificación de ácaros asociados a los líquenes.



Figura 26. Individuo de *Ramalina terebrata* Hook.f. & Taylor, 1844
Observado en isla Cecilia

Y una vez finalizadas las actividades de investigación y las del personal logístico se procedió al cierre de la base, que implica la limpieza y aseguramiento de equipos e instalaciones previas a la salida de todo el personal. Por ejemplo, en el laboratorio corresponden al empaquetado de cada uno de los equipos para evitar daños durante el invierno antártico, los cuales permanecerán de esta manera hasta la siguiente expedición, en la que el nuevo grupo de apertura de la base se encargará de desempacar y revisar su funcionamiento. Cumplidas la jornada estábamos listos para partir.

Nuestro regreso fue en el buque AQUILES, pero antes de tomar rumbo hacia la ciudad de Punta Arenas realizó paradas técnicas por otras bases para embarcar a personal de diferentes países, así también se debe mencionar que dentro de la tripulación del Aquiles se encontraban autoridades del SCAR (El Comité Científico para la Investigación Antártica) que estaban visita por algunas bases antárticas, esto fue dentro del viaje una oportunidad para viajar más al sur hasta la península y observar la Base Palmer de los Estados Unidos de Norteamérica, la base ucraniana Vernadsky, Yelcho (Chile), entre otras, uno de los sitios privilegiados en visitar fue la base Station A - Port Lockroy, que es un museo abierto en temporada estival (Figura 27).



Figura 27. Vista de la base Port Lockroy Península Antártica

Luego de tres semanas de navegación que nos permitió conocer lugares espectaculares de la península Antártica, llegamos a la ciudad de Punta Arenas, por un lado, con la emoción de llegar al continente y tener comunicación con la familia y amigos, pero también la nostalgia de dejar atrás ese inhóspito lugar lleno de belleza, recordando cada uno de los momentos vividos.



Fotografía oficial de la expedicionaria UTN 2019 en el sitio de banderas dentro del laboratorio (base Maldonado)



Vista del glaciar, Isla Greenwich



Líquenes creciendo sobre rocas en
Isla Greenwich



Caminata en busca de líquenes



La Isla Decepción ubicada al sur de las Islas Shetlands del sur, posee un volcán activo, se observa en la playa el vapor de agua generado por la altas temperaturas



Base A o Puerto Lockroy, Archipiélago
Palmer en la Península Antártica



Cementerio de ballenas, Isla Greenwich

XXVI EXPEDICIÓN ECUATORIANA A LA ANTÁRTIDA AÑO 2023

— **Ing. SANTIAGO CABRERA-GARCÍA MSc.** —

Viajar a la Antártida para realizar investigación científica es una experiencia que desafía tanto a la mente como al cuerpo, pero también es una de las más gratificantes que un investigador puede tener. Como investigador ecuatoriano y en representación de la Universidad Técnica del Norte, tuve la oportunidad de viajar hasta el continente blanco en base al estudio de Cuantificación de la contaminación por macro y microplásticos en el área de Influencia de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado-Isla Greenwich. Este viaje, por un lado, ratificó la presencia de nuestra casa de estudios y sus investigadores en una nueva expedición la XXVI, y por otro, representó no solo un hito en mi carrera, sino también una oportunidad única para contribuir al entendimiento global de un problema ambiental crítico.

La primera impresión al arribar a la Antártida es de sobrecogimiento y perplejidad. La vastedad del paisaje blanco, la pureza del aire y el silencio imponente contrastan fuertemente con cualquier otro lugar en la Tierra. Es un entorno inhóspito y extremo, donde la naturaleza domina sin reservas. Sentir el frío intenso en la piel y ver los glaciares y montañas de hielo hasta donde alcanza la vista es una experiencia que redefine el sentido de la pequeñez humana frente a la grandeza del planeta (Figura 28).



Figura 28. vista de la zona montañosa de la Isla rey Jorge

Las motivaciones que llevan a los investigadores a aventurarse en esta travesía son diversas y profundas, sin importar la nacionalidad o circunstancia, estar en el continente blanco hace que todos confluyamos en sensaciones similares, sensaciones del ser humano. Para muchos, la principal motivación es el deseo de contribuir al conocimiento científico y a la conservación del medio ambiente. En mi caso, y seguramente de todos los que conformamos el Grupo de Investigaciones Antárticas de la UTN, la preocupación por el creciente problema de la contaminación en general, y especialmente por plásticos y su impacto en los ecosistemas nos impulsa a buscar respuestas en los lugares más remotos del planeta. La emoción de descubrir lo desconocido y de estar en un lugar donde pocos han estado antes, se combina con la gran responsabilidad de lo que ello significa haciendo de ambas una fuente constante de inspiración y energía.

La vida diaria en la Antártida, y específicamente en mi caso en la Base Chilena “Profesor Julio Escudero” en la isla rey Jorge (Figura 29), está llena de desafíos. Los días comienzan temprano con la planificación de las actividades de muestreo y el análisis de datos. Las condiciones climáticas son siempre un factor determinante; las temperaturas extremas, los fuertes vientos y las tormentas de nieve pueden alterar cualquier plan en un instante. A pesar de ello, cada día se aprovecha al máximo para recolectar muestras de agua, hielo y/o sedimentos que nos permitan estudiar la presencia de macro y microplásticos en este ecosistema único.

El trabajo de campo implica largas horas de exposición al frío, la necesidad de moverse en equipo para garantizar la seguridad y la utilización de equipamiento especializado para asegurar que las muestras se obtengan y preserven adecuadamente. La estación de investigación chilena proporcionó un refugio y un espacio, en su laboratorio, para el análisis preliminar de los datos. A la vez esta base, dada su ubicación estratégica en la Bahía Fildes cercana a la pista de aterrizaje de aviones, resulta ser una estación de paso que recibe constantemente a científicos, técnicos y turistas que están por entrar a regiones más internas de la Antártida o regresar al continente americano, por lo que me



Figura 29. Investigador UTN en la Estación Chilena Profesor Julio Escudero, Isla Rey Jorge.

permitió interactuar con una amplia gama de nacionalidades y compartir experiencias de esta zona única del mundo.

Los desafíos en la Antártida son numerosos. Las condiciones meteorológicas extremas, la dificultad de acceso a ciertas áreas y la necesidad de operar bajo estrictas regulaciones ambientales para no perturbar el frágil ecosistema son solo algunos de ellos. Sin embargo, estos desafíos también traen consigo recompensas invaluable. Cada muestra recogida, cada dato analizado, contribuye a una mejor comprensión de cómo la contaminación plástica está afectando incluso los rincones más remotos del planeta, y por tanto permite que la UTN, el Grupo de Investigaciones Antárticas (GIAN) y ecuatorianos aportemos nuestro grano de arena en la sostenibilidad de este territorio.

La colaboración con otros científicos de diversas disciplinas y nacionalidades en un entorno tan aislado también fomenta un sentido de comunidad y propósito compartido. El conocimiento de que nuestro trabajo puede influir en políticas ambientales y en la concienciación global sobre la necesidad de proteger el planeta, lo que también resulta en una motivación constante.

La investigación científica en la Antártida es una travesía de descubrimiento personal y profesional. Es un recordatorio del impacto que los humanos tenemos en el medio ambiente y de nuestra responsabilidad de mitigarlo. A pesar de los riesgos y las dificultades, la oportunidad de contribuir a la ciencia y a la preservación de nuestro planeta es una de las más grandes recompensas que un investigador puede experimentar. Estar en la Antártida no solo amplía nuestro conocimiento científico, sino también nuestra apreciación por la fragilidad y la belleza de la Tierra.

Ing. KAREN PORTILLA

Mi sueño de viajar a la Antártida “El fin del mundo”, como yo lo llamo, se plasmó en un proyecto de investigación que desarrollé con ayuda de mis colegas y el respaldo de mi querida institución, la UTN. Proyecto que me permitió acceder al Programa antártico nacional de investigaciones en las Islas Shetland del Sur. El tema fue “Cuantificación de la contaminación por macro y microplásticos en el área de Influencia de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado-Isla Greenwich”.

Para diciembre del 2022, el INOCAR nos informó que el proyecto había sido escogido para participar en la XXVI Expedición Antártica Ecuatoriana. Se inició entonces el vertiginoso preparativo para el viaje, lleno de nervios, emociones y las ganas de conocer y aprender de nuevas experiencias, en uno de los lugares más misteriosos y extremos del planeta. Todas las historias y anécdotas que me contaron los experimentados expedicionarios antárticos de mi universidad que me precedieron, me habían parecido fantásticas y extraordinarias, ahora iba a vivirlo personalmente, investigar en la Antártida sin dudas sería mil veces más emocionante.

El 16 de febrero del 2024, llegamos a Punta Arenas, mientras INOCAR, coordinaba toda la logística del viaje desde Punta Arenas (Chile) hasta la Estación Científica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado (PEVIMA), ubicada en la Isla Greenwich, aprovechamos para conocer a otros expedicionarios y visitar algunos lugares de esta bonita ciudad llena de historia y cultura. Después de cuatro días de espera nos informaron que salíamos a la mañana del quinto día vía aérea, yo estaba muy agradecida de esta noticia ya que así tendríamos más días para nuestro trabajo.

Llegamos a Isla rey Jorge el 20 de febrero del 2024, y de allí nos trasladamos a nuestro destino final en el barco peruano Carrasco. El arribo a PEVIMA fue el 21 de febrero del 2024 por la noche. Al entrar en nuestra estación, me embargó un sentimiento de nostalgia al pensar en todas las personas que habían vivido y trabajado en este lugar. Lugar que me acogía para disfrutar de una experiencia inolvidable. Después de un día lleno de emociones me dormí dando gracias al creador por haber llegado sanos y a salvo.

Al día siguiente nos familiarizaron con las tareas y actividades bajo un régimen militar que consistía en levantarse temprano, estar puntual a la hora de las comidas, apoyarse mutuamente y mantener limpios los espacios personales y comunes. Presentamos a todo el equipo de la estación las actividades de los proyectos a ejecutar.

Debido a que la nieve había cubierto de un blanco absoluto toda la isla Greenwich, nos dedicamos a realizar tomas fotográficas y disfrutamos de esta primera bienvenida Antártica. En general, el tiempo era corto para todo el trabajo, así que siempre estábamos pendientes de las condiciones meteorológicas (ventana de tiempo) y cada noche se planificaba las actividades a realizarse al día siguiente, aprovechando que podíamos salir al menos fuera de la estación inicie mis recorridos para tomar las muestras de las investigaciones en la isla Greenwich. Durante los recorridos, los pingüinos aportaban el toque peculiar de estar en el continente helado, toda la fauna que pude observar poseía una belleza y peculiaridad única, el solo hecho de imaginarme que estas especies

toleraban condiciones extremas de temperatura me hacía reflexionar sobre la capacidad de adaptación de las especies y la teoría de Darwin. Desde mi perspectiva cada isla tiene un encanto y características únicas que permiten al investigador apreciar las diferentes facetas de la naturaleza, con paisajes, aves como petreles, escúas, los lobos marinos y los imponentes elefantes marinos (Figura 30) dormitando a orillas de mar sobre un lecho de algas, hacían que cada viaje sea único.



Figura 30. Hembra de elefantes marinos

Conforme pasaban los días pudimos visitar y estudiar las islas aledañas. Gracias al apoyo logístico oportuno e incondicional del personal del INOCAR, ellos siempre al pendiente que no solo se cumpla las medidas de seguridad, sino también que se podamos realizar nuestro trabajo, sin ellos todas las operaciones de la Base se detendrían, razón por la que merecen nuestro reconocimiento y respeto por tan noble labor.

Durante los altos de los trabajos de investigación fuimos invitados a visitar la estación vecina Arturo Prat del Instituto Antártico Chileno. También recibimos las visitas de expedicionarios de diferentes partes del mundo, a los cuales expuse con orgullo el trabajo que estábamos realizando, momentáneamente me convertí en un representante de mi país y de mi querida UTN. Durante nuestra estadía visitamos al glaciar milenario de la Isla Greenwich que cuenta con varios cientos de metros de espesor, veteado de coloraciones turquesa que según los expertos pertenecen al hielo más antiguo (Figura 31).



Figura 31. vista del glaciar, Isla Greenwich

Al final de la expedición y el cierre de la estación, ya todos nos sentíamos parte de una gran familia. El buque de la armada chilena Aquiles llegó a Maldonado el 16 de marzo del 2023, embarcamos y nos despedimos de nuestra estación, más tarde nuestra sorpresa sería que debíamos esperar casi dos semanas para poder cruzar el peligroso mar del Drake. Durante la espera pudimos compartir con investigadores y marinos de muchas nacionales, para alivianar la espera solíamos jugar juegos de mesa, karaoke, charlar sobre nuestras investigaciones, subíamos al puente de mando a observar la naturaleza del lugar. También nos permitieron bajar a tierra en la Isla Rey George y visitamos algunas estaciones. Al estar ya una semana en el buque, algunas actividades cotidianas como preparar café pasado se vuelven todo un ritual, me siento agradecida con aquellos que lo compartieron conmigo a pesar de que era escaso y que era incierto el tiempo de espera para el retorno a Punta Arenas.

Finalmente, nuestra espera terminó el 26 de marzo y el cruzamos el Drake, para mi fueron tres días de mareo, nuestro viaje estaba llegando a su fin cuando pasábamos por el estrecho de Magallanes, un lugar maravilloso con montañas que parecen estar dormidas cobijadas por la nieve y moteadas de vegetación invernal. Finalmente llegamos a Punta arenas el 29 de marzo del 2024, ya aquí pudimos comunicarnos con nuestros seres queridos quienes por días no tenían noticias nuestras. La aventura de investigar en uno de los lugares más especiales del planeta ha sido una de las experiencias más bonitas de mi vida, también me ha permitido conocer personas maravillosas y poder apreciar lo que muchos investigadores solo han podido soñar. Gracias UTN por esta maravillosa oportunidad.



Fotografía oficial de los expedicionarios
UTN 2023



Toma de muestras de macroplásticos,
isla Greenwich

Trabajo de Campo del proyecto de
Macro y Microplásticos en Playa las
Agatas de la Isla Rey Jorge por parte del
Investigador UTN Santiago Cabrera



Foca en la playa de los Elefantes
Marinos de la Isla Rey Jorge



Musgo Antártico y proceso de deshielo después de una nevada en la Isla Rey Jorge



Pinguinos jugando a primeras horas de la mañana en el embarcadero de botes de la Bahía Fildes - Isla Rey Jorge

XXVII EXPEDICIÓN ECUATORIANA A LA ANTÁRTIDA AÑO 2024

Blgo. RENATO OQUENDO ANDINO PhD.

Conformar grupos de investigación ofrece una oportunidad única de explorar nuevas ramas del conocimiento y lugares insólitos para realizar investigaciones científicas de alto impacto. Mi incorporación al Grupo de Investigaciones Antárticas (GIAN) de la Universidad Técnica del Norte me brindó la indescriptible experiencia de ser delegado en el proyecto de investigación de macroplásticos y microplásticos en la isla Greenwich, donde se encuentra la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado del Ecuador. La confirmación de mi participación en la expedición ecuatoriana XXVII a la Antártida, fue un compromiso y un reto profesional significativo, ya que implicaba realizar investigaciones en uno de los entornos más agrestes del planeta. Familiares y amigos expresaron su alegría y asombro por la noticia, pero también había una cierta preocupación por el largo viaje y los resultados del proyecto.

El primer paso fue someterme a un minucioso chequeo de salud y completar un curso sobre ambientes preantárticos, que requería aprobar varios talleres, ensayos y un examen final. Con estos requisitos cumplidos y el cupo asegurado, procedí a preparar todos los materiales de trabajo, tanto de campo como de laboratorio, y adquirir ropa adecuada para climas extremadamente fríos. La aventura comenzó con el viaje desde Ecuador hasta Punta Arenas, Chile. Al llegar, el frío era intenso y constante. Necesitábamos ropa especial con capas térmicas para soportar las bajas temperaturas. En Punta Arenas conocimos a otros miembros de la expedición, incluyendo científicos y personal logístico.

El día de la partida, volamos desde Punta Arenas hasta la isla Rey Jorge perteneciente a las islas Shetland del Sur. La llegada fue impresionante por los glaciares y formaciones rocosas típicas de la Antártida. Nos trasladamos al buque Bahía Encantada de la Armada Argentina, que nos llevó a la estación científica Pedro Vicente Maldonado en la isla Greenwich. Después de cinco horas de viaje y paisajes impresionantes, llegamos a la estación, donde fuimos recibidos por el personal de la Armada Del Ecuador y el INOCAR. Recibimos inducciones logísticas y comenzamos nuestro trabajo de investigación.

Los primeros días exploramos con trajes incómodos pero necesarios para mantener la temperatura corporal. Siguiendo una planificación, realizamos muestreos de macroplásticos en los alrededores de la isla Greenwich, encontrando diversos indicios de la presencia humana, como botellas y restos de naufragios, cerca de animales como lobos marinos, focas, pingüinos y aves. Visitamos islas cercanas, como Dee y Robert, para realizar muestreos similares cuando el clima lo permitía. Cada isla tenía su encanto, pero la contaminación por plásticos era constante, encontrando redes de pesca y restos

Totem de la base Ecuatoriana con la distancia UTN- Base Maldonado



de expediciones antiguas. Los traslados requerían medidas de seguridad estrictas. Cada salida al campo era única debido a las condiciones climáticas y la fauna local, como colonias de lobos marinos (Figura 32) que a veces nos obligaban a cambiar de ruta.



Figura. 32. Lobo marino Isla Roberth

Tras un arduo trabajo de campo y análisis en la estación, llegó el día del regreso. Un buque de la Armada de Chile nos llevó de vuelta, cargando contenedores con residuos y materiales de regreso a Ecuador. La convivencia en el buque con otros científicos y militares fue interesante y cordial. El trayecto hasta la isla Rey Jorge fue tranquilo, con la oportunidad de ver el continente antártico frente a la base chilena O'Higgins. El paso por el mar de Drake, uno de los más peligrosos del planeta, fue sorprendentemente sereno. Al divisar tierra firme y vegetación tras un mes en la Antártida, fue una experiencia memorable. El paso por el estrecho de Beagle, que divide Chile y Argentina, y la escala en la ciudad de Puerto Williams, fue alucinante.

Finalmente, desembarcamos en Punta Arenas, entregando la ropa especializada y despidiéndonos del equipo logístico y otros científicos. El regreso estuvo lleno de emociones e imágenes imborrables, con la satisfacción de haber trabajado en uno de los lugares más prístinos y remotos del planeta.

— **Ing. SANTIAGO ZÁRATE MSc.** —

Viajar a la Antártida para hacer ciencia, no es movilizarse a cualquier espacio geográfico de este planeta. Se trata de una aventura sin precedentes que inicia mucho antes con la realización de un riguroso examen médico, la aprobación de un curso pre-antártico, la consolidación de un proyecto científico pertinente, y sin restarle importancia, estar preparado mental y espiritualmente para el viaje.

Habiendo pasado esta fase preparatoria, los expedicionarios antárticos necesitamos aclimatarnos antes de entrar a la Antártida, y el lugar para hacerlo es Punta Arenas, en la Patagonia chilena. El sur chileno permite ser el punto de partida, sea por mar o por aire, al gran continente blanco. La estancia en Punta Arenas es corta y nos permite a los expedicionarios aprovisionarnos de un equipo térmico adecuado para las exigencias climáticas de la Antártida, así también, nos permite afinar detalles para sus actividades de campo, y de ser el caso, agilizar trámites relacionados con traslados de muestras biológicas, permisos ambientales y demás.

Una vez cumplidos los pasos previos, la fecha de ingreso para los investigadores de la XXVII expedición antártica fue declarada en la segunda semana de febrero. La travesía empezó a las diez de la mañana de un domingo 11 de febrero, un transfer nos trasladó al aeropuerto presidente Carlos Ibáñez del Campo, Punta Arenas, con nuestras nuevas vestimentas e insignias. El vuelo previsto a las catorce horas, rumbo a la Antártida en aerolíneas DAP no tuvo inconvenientes. Dos horas fueron suficientes para que nuestra vista aprecie nuevos tonos en el paisaje, siendo el blanco el mayoritariamente predominante. Tras un aterrizaje sacudido, las puertas del avión se abrieron para mostrarnos un ambiente de otro planeta. El frío, el viento, la niebla, un suelo pedregoso de la Isla Rey Jorge nos daban la bienvenida. Prontamente, fuimos conducidos por un camino estrecho y lodoso hacia la playa, bajo la escolta de algunos pingüinos papúas. En la orilla, nos esperaban botes zodiac para ser transportados hacia el buque polar argentino Bahía Agradable. Apenas zarpó el buque, el continente blanco empezó a eclipsarnos más por sus parajes y avistamiento de fauna marina única de este continente. Luego de seis horas de navegación, llegamos a la Estación Científica, Pedro Vicente Maldonado (PEVIMA) en la Isla de Greenwich, del Archipiélago de las Islas Shetland del Sur.

Nuestro recibimiento en la PEVIMA fue acogedor y cómodo en todo sentido, la Armada del Ecuador junto al INOCAR han permitido que la infraestructura instalada perdure en las condiciones hostiles propias de la Antártida gracias a una logística incalculable. Desde el primer día, el continente blanco marcó el pulso de nuestra dinámica en la estación. El tiempo y las condiciones climáticas tenían que ser las adecuadas para que el personal logístico y de investigadores puedan ejecutar el trabajo planificado en campo. Investigar en la Antártida, no es fácil y merece una rutina disciplinada de cada expedicionario dentro de la estación científica, pero, sobre todo, afuera de ella. El paisaje que nos ofrece este continente es sobrecogedor, pero también conlleva riesgos ya sea en la navegación entre islas, el encuentro con la fauna salvaje, la exposición a condiciones climáticas entre otras.

Bajo este contexto los científicos de la Expedición Científica Antártica XXVII – Fase II desempeñamos nuestras investigaciones de campo y laboratorio durante 27 días. En

mi caso, tuve la misión de realizar muestreos de suelo y agua en las Islas Dee, Robert y Greenwich a fin de descubrir el microbioma antártico. Todo lo planificado pudo llegar a buen término, y al final de la estancia en PEVIMA había recogido más de 20 muestras de suelo y agua que serían analizadas posteriormente en Ecuador continental. Además, de haber cumplido el cronograma de investigación, también se consolidó un cúmulo de experiencias matizadas por las travesías en zodiac a cada isla, las largas conversaciones con el grupo de investigadores del mundo, jefes de Expedición, logísticos de la Armada, las anécdotas de nuestros encuentros con skúas, focas leopardo, pingüinos, petreles, lobos, elefantes marinos entre otros (Figura 33). Así también, las actividades sociales y de camaradería propias de la convivencia de la estación.

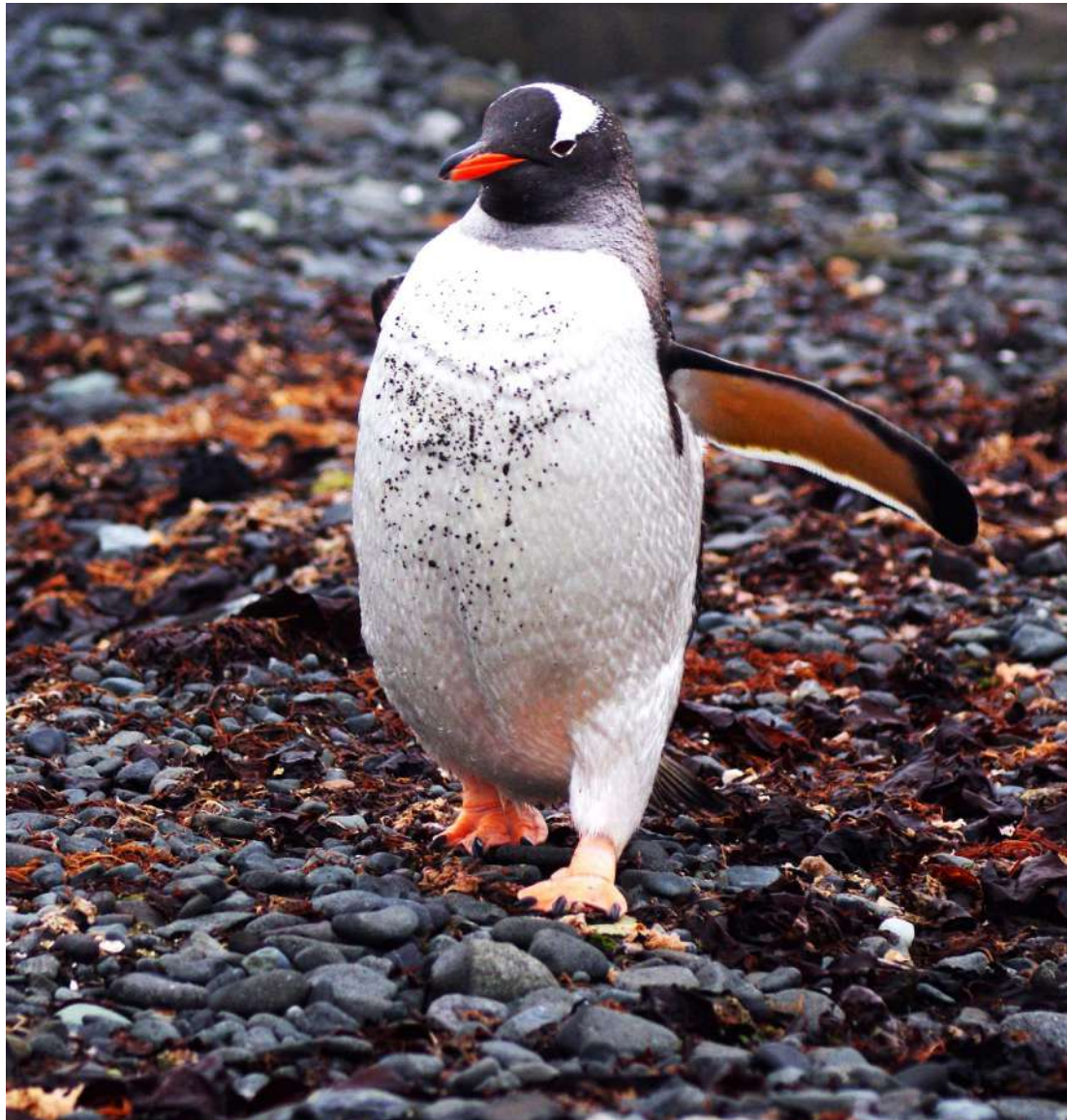


Figura 33. Pingüino Papúa

La vida de nuestra expedición Antártica culminó el 8 de marzo con el cierre total de la PEVIMA, un trabajo logístico impresionante desplegado por la Armada no es para menos, había que dejar todo listo y a buen recaudo para los expedicionarios del

próximo año. Luego de un cierre simbólico, logísticos y científicos fuimos recogidos por el buque chileno Janequeo para ser transportados hasta la isla Rey Jorge. Ahora nuestro regreso sería en barco, a través del temido y mítico mar del Drake a bordo del buque chileno Sargento Aldea. Después de una maniobra apretada y en la noche, pasamos del Janequeo al Aldea y con ello, nos dirigiríamos a una aventura más que consolidaría nuestra experiencia Antártica.

Contrario a lo esperado, nuestro paso por el Drake fue tranquilo, y la travesía por el canal de Beagle una de las travesías más imponentes por los parajes que ofrece la Patagonia. Después de 35 días de haber contemplado el paisaje antártico, los matices blancos fueron reemplazados parcialmente por el verde de las montañas. Aun cuando el frío y el viento no se despegaron de nosotros, ya no era tan determinante como en el continente blanco. Al final de la travesía, unas ballenas jorobadas y un arcoíris nos despedían de este viaje hasta llegar a puerto en Punta Arenas.

Finalmente, fueron necesarios dos días más en Punta Arenas para retornar al Ecuador. En este tiempo debíamos cumplir dos tareas adicionales, tanto en la entrega de la vestimenta que nos protegió durante la expedición, como en la gestión de los permisos necesarios para el traslado de las muestras de suelo y agua. Ahora continuamos con el trabajo de laboratorio en Ecuador continental.



Fotografía oficial de los expedicionarios
UTN 2024



Recolección y registro de macroplásticos
en la Isla Greenwich



Puesta de sol isla Greenwich



Toma de muestra de suelo

Playa zona del glaciar, Isla Greenwich





Pingüinos barbijo

EXPEDICIONARIOS UTN



Grupo de Investigación Antártica GIAN-UTN

TANIA OÑA- ROCHA MSc.

Docente Recursos Naturales Renovables



Tania es Ingeniera en Recursos Naturales Renovables con una maestría en Ecoturismo en Áreas Protegidas. Ha trabajado en docencia en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ibarra y en la Universidad Técnica del Norte. Dentro de las actividades ha participado en trabajos de consultoría como Técnica del proyecto en campos relacionados con la educación ambiental y manejo de recursos naturales.

Ha realizado investigaciones en campos de briofitos, pterydophytas, de igual manera en el estudio de los líquenes

como Colaboradora de la Red Ecuatoriana de liquenología (GEL) y Latinoamericana de Liquenología (GLAL).

Dentro de la investigación antártica ha dirigido 3 proyectos de investigación lo que le ha permitido participar en 4 expediciones a la Antártida XVI (2012), XVII (2013), XXIII (2017) y XXIV (2019). Coordina el programa Antártico de la Universidad Técnica desde el año 2016 hasta la actualidad.

Tania forma parte del equipo de investigación dentro del programa de cooperación VLIR- UTN en proyectos de investigación en el área de la limnología y eDNA.

Además, es punto focal dentro de la maestría en el área de Biodescubrimiento de la red de cooperación: VLIR NETWORK ECUADOR.

MIGUEL ÁNGEL GUALOTO MSc.

Docente-Investigador



Miguel Ángel Gualoto, es Biólogo, MSc., en Ciencias Biológicas y Dr. en Bioquímica de la Universidad Estatal de Moldova, ex URSS. Desde 1992, se ha dedicado a la docencia universitaria en varias universidades públicas y privadas del Ecuador a nivel de pre y postgrado: Universidad de las Américas (UDLA), Universidad Técnica del Norte (UTN), Universidad Central (UCE), Universidad Politécnica Salesiana (UPS), Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Universidad Cristiana Latinoamericana (UCL), Universidad

Escuela Politécnica Javeriana del Ecuador (ESPOJ).

Ha ejecutado proyectos de descontaminación de cortes, ripios y lodos de perforación, suelos afectados por derrames de hidrocarburos, suelos agrícolas afectados por metales pesados y pesticidas, lodos industriales del sector automotriz, petrolero, alimenticio. Ha brindado sus servicios a empresas como Petroamazonas, Oil Energy, Petrokem loggin services, Eco ambiental Andina, ServiGarling, Qmax-Ecuador, ENCANA, Waterford Ecuador, DANEC, AYMESA, Prodegel.

Ha sido perito en los juicios ambientales contra ECUAVITAL, TEXACO, OXY, OCP, miembro del tribunal de Honor del Colegio de Peritos Profesionales de Pichincha.

Por nueve años (2010-2019) se ha desempeñado como director del Comité Asesor Científico FUNDEMAR-DIGEIM, entidad encargada de aprobar y seleccionar los proyectos de investigación que participan en las Expediciones ecuatoriana a la Antártida, juntamente con el INAE. Participó en cuatro expediciones antárticas: XIV, XVI, XVII y XXII. Fue director del Programa antártico de la UTN desde 2012 al 2015. Fue también Coordinador del Programa ADN Ríos Amazónicos VLIR. Lovaina, Hasselt y UTN.

Es autor de 18 trabajos de campo en Biotecnología ambiental, 4 libros, 8 artículos científicos y 12 ponencias en seminarios y congresos. Autor de 21 proyectos de campo de saneamiento ambiental.

Actualmente, se desempeña como secretario de Ciencia y Tecnología de AEPEREACU (Asociación Ecuatoriana de Profesionales Egresados de Rusia Europa del Este Asia y Cuba). Director de producción y desarrollo de ALMAZ UNIVERSE.

GALO JACINTO PABÓN GARCÉS PhD.

Docente Recursos Naturales Renovables



Biólogo por la Universidad de La Habana, Cuba (1994) y Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Ecuador); Posgraduado en Botánica y Conservación de Plantas en el Ecuador por el programa de formación de posgrados del Missouri Botanical Garden y Herbario Nacional del Ecuador (2001); Magíster en Manejo de Recursos Naturales Renovables por la Universidad Técnica del Norte (2005); Estudios Doctorales en el Programa de Desarrollo Sustentable de la Universidad Bolivariana (Chile) en colaboración con York University (Canadá). Doctor en Ciencias Biológicas (PhD) en Biología

Vegetal, mención Fisiología Vegetal, por la Universidad de La Habana, Cuba (2021).

Área de interés e investigaciones en: Botánica, Manejo y Conservación Florística, Ecología y Conservación de Recursos Naturales Renovables, Desarrollo Sustentable con énfasis en relaciones Naturaleza - Cultura, y Fisiología Vegetal aplicada a la Conservación.

SANIA ORTEGA ANDRADE MSc.

Docente Biotecnología



Sania Ortega Andrade es bióloga de la Universidad Central del Ecuador y Magister en manejo de Bosques Tropicales y su Conservación de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo en España. Desde pequeña su gran inspiración fue el arte, la ciencia y la divulgación.

La autora destaca en su experiencia académica como asistente de Bases de Datos Biológicas del Herbario Nacional del Ecuador, dentro del programa de investigación internacional liderado por el Profesor David Neill. Oportunidad que le permitió adentrarse en el mundo

de la tecnología y graduarse. También, fue becaria del Missouri Botanical Garden durante su posgrado, allí tuvo la oportunidad de compartir y conocer la diversidad cultural de 10 países a través de sus compañeros del máster.

Miembro activo y fundador del grupo de Cambio Climático de Latinoamérica abalado por Red Clara. Fundadora del Grupo de Investigación de Ciencia en Red (eCIER) de la UTN, integrado por 3 redes e investigadores de Bélgica, Italia, México y España. También, su pasión por la divulgación científica le llevó a fundar el periódico FicayaEmprende con nueve ediciones publicadas, el cual estuvo a su cargo por 5 años.

Un puntal importante en su carrera investigativa han sido las relaciones internacionales y la necesidad incansable de adquirir fondos para aportar al entendimiento de la diversidad en un país megadiverso, pero con críticos problemas económicos, políticos, sociales y ambientales. La articulación y el trabajo en equipo motivó para ser acreedora a fondos en 8 proyectos, 1 beca de especialización en Italia, 2 reconocimientos académicos para sus estudiantes; a lo largo de sus 13 años de carrera.

Finalmente, y no menos importante destaca su participación de la XXII Expedición Antártica en el 2018. Esa experiencia inigualable y crítica para la conciencia humana le otorgó el Reconocimiento del Instituto Antártico Ecuatoriano por la protección del medio ambiente, a la paz de la humanidad y la promoción de la ciencia y la investigación Antártica.

SANTIAGO CABRERA-GARCÍA MSc

Docente Recursos Naturales Renovables



Jairo Santiago Cabrera-García es Ingeniero en Recursos Naturales Renovables por la Universidad Técnica del Norte. También obtuvo el título de Máster en Ciencia y Tecnología del Agua en la Universidad de Girona (España), un Diplomado en Ciencia de Datos por la Universidad Politécnica Nacional, y el Certificado de Competencias en Formación de Formadores. Además, posee una Maestría en Energía Renovable por la Universidad Internacional del Ecuador y el EIG de España. Complementa su perfil profesional con varias certificaciones en el ámbito

profesional, educativo e investigativo. Actualmente es candidato a Doctor en Ingeniería en Biociencias por la Universidad de Ghent (Bélgica).

Santiago ha trabajado en varios proyectos nacionales e internacionales con financiamiento de la Cooperación Belga “VLIR-UOS” y “VLIR-Network”, la Unión Europea “LIFE NATURE”, el Gobierno de España, el Instituto Oceanográfico y Antártico Ecuatoriano (INOCAR) y proyectos de convocatoria interna de la Universidad Técnica del Norte. Como parte de esta cooperación y su etapa de investigación, es autor o coautor de dos libros, un capítulo de libro y seis artículos científicos. Ha participado como ponente en varios congresos y seminarios a nivel mundial y ha organizado varios eventos académicos, alcanzando en uno de ellos su sexta edición.

Tiene experiencia laboral en topografía, docencia en educación secundaria, técnico de campo y laboratorio, y actualmente es docente universitario de grado desde hace seis años y de posgrado desde hace tres años, donde ha dirigido más de diez tesis de grado.

Las áreas de interés y trabajo científico en las que desarrolla sus actividades son la ecología acuática, contaminación y monitoreo ambiental, toxicología ambiental, limnología, ciencia de datos ambientales, tecnologías de tratamiento del agua, salud ambiental, funcionalidad ecológica, invertebrados acuáticos, servicios ecosistémicos y soluciones basadas en la naturaleza.

KAREN PORTILLA CAICEDO Ing.

Docente Recursos Naturales Renovables



Karen es ingeniera en Recursos Naturales Renovables, estudiante de doctorado de la Universidad KU Leuven de Bélgica, actualmente se desempeña como Técnico de laboratorio de la Carrera de Recursos Naturales de la Universidad Técnica del Norte.

Ha participado como investigadora en proyectos de cooperación Internacional con VLIR-UOS-UTN, enfocados en la calidad y cantidad de agua en los lagos del Norte del Ecuador. Es miembro activo de la Sociedad Internacional de Limnología (SIL) y colabora en

proyectos dedicados al monitoreo y restauración de ecosistemas acuáticos tanto a nivel nacional como internacional.

También integra el programa Científico Antártico de la Universidad Técnica del Norte, donde lidera el Proyecto CIDi22002 “Cuantificación de la contaminación por macro y microplásticos en el área de Influencia de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado-Isla Greenwich”. Además, formó parte de la XXVI Expedición Antártica Ecuatoriana.

Karen cuenta con varios trabajos publicados en revistas de alto impacto tanto como autora y coautora.

RENATO OQUENDO ANDINO PhD.

Docente Recursos Naturales Renovables



Jorge Renato Oquendo Andino, biólogo de profesión, graduado en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Quito). Ha realizado su trabajo investigativo en zonas protegidas del Ecuador en especial en el Parque Nacional Galápagos y en El Parque Nacional Yasuní. Becado de la Darwin Initiative, GEF y la Universidad de Wales (Inglaterra) para realizar tesis de grado en las Islas Galápagos en la Estación Científica Charles Darwin, relacionada a las plagas agrícolas en la isla de Santa Cruz.

Tiene experiencia laboral en el Herbario

QCAZ, donde formó parte de algunos proyectos como: consecución del Libro Rojo de las Especies Endémicas del Ecuador, Digitación y posicionamiento de la flora del proyecto de la dinámica de Bosque del Yasuní, también el ordenamiento manejo de muestras del Herbario de la Universidad Católica de Quito.

Ha participado en equipos multidisciplinarios en proyectos de evaluación de impacto ambiental en Consultoras Ambientales como Walsh Ecuador, y Ecuambiente Consulting Group, como coordinador de proyectos ambientales y relaciones comunitarias en el oriente ecuatoriano. Coordinación de proyectos de manejo de recursos naturales y biorremediación en las comunidades del Bloque 16. Coordinador de campo en la Estación Científica Yasuní de la PUCE, encargado de la parte administrativa y logística.

Especialista en Licenciamiento Ambiental en el Ministerio del Ambiente, técnico de apoyo a la Consulta Previa del bloque 43 Yasuní ITT. Máster en Gestión Ambiental aplicada a la industria en la Universidad Internacional SEK. Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de la Habana-Cuba.

Coordinador de la carrera de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte desde el año 2021. Mi campo de acción en Ciencias biológicas, gestión ambiental y procesos de remediación ambiental.

SANTIAGO ZARATE MSc.

Docente Biotecnología



Santiago Zarate es Ingeniero Biotecnólogo de profesión, y tiene una maestría en Bioprocesos en la Universidad de Wageningen, Países Bajos.

Durante su postgrado realizó dos investigaciones afines con la biorrefinería de biomasa dentro del programa “TKI BioBased Economy” del Gobierno Holandés. Su primer trabajo se basó en la obtención de biomoléculas con valor agregado a partir de microalgas producidas en fotobiorreactores, mientras que el segundo, en la

adquisición de péptidos bioactivos procedentes de proteína residual de papa y cereales. Además, desarrolló con su equipo de estudio desarrollo propuestas para la optimización de medio de cultivo libre de suero en la producción de anticuerpos monoclonales. De ahí que sus áreas de interés son la Biorrefinería, Bioeconomía, Diseño de Bioprocesos y Biorreactores.

Santiago participó en un proyecto multidisciplinario de investigación financiado por la GIZ en apoyo con el DAAD dentro del programa de CoCiBio con el fin de aprovechar el potencial de los microorganismos en temas de bioeconomía y cambio climático. Así mismo está desarrollando una propuesta de trabajo con la Universidad Técnica de Berlín en el área de fermentaciones alimenticias. Por otro lado, Santiago participó como Investigador de Campo en la XXVII Expedición Antártica Ecuatoriana en el marco del Proyecto Microbioma Antártico CIDi22005.

Actualmente, es Coordinador de la Carrera de Biotecnología en la Universidad Técnica del Norte en Ibarra-Ecuador y contribuye en proyectos de biotecnología aplicada para la Zona Norte de Ecuador.

RESULTADOS PUBLICADOS PRODUCTO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA UTN EN LA ANTÁRTIDA

1

BIORREMEDIACIÓN DE HIDROCARBUROS UTILIZANDO CEPAS ANTÁRTICAS.

Nombre del autor. Miguel Gualoto.



Director del Proyecto Landfarming, para tratamiento de cortes de perforación- ENCANA. Asesor de EMASEO, proyecto de Relleno Sanitario Jalonguilla. Miembro de la Comisión del Cierre técnico del Relleno de Zámiza, Participante del II Congreso de Biotecnología y I de Bioseguridad, en representación de la Escuela Politécnica Nacional, Investigador de Ingeniería Ambiental de la UDLA. Director de la Maestría en Medio Ambiente de la ESPOJ, Director Científico del Primer Seminario Internacional sobre Derecho Genético enfocado en la Salud, Ambiente y Biodiversidad. Director de Investigaciones de Humifarm del Ecuador. Perito ambiental; Caso Oxy- Red Amazónica y caso OCP- Red Amazónica. Perito de la Auditoría Ambiental, caso Ecuavital- EMAP, Remediación del Derrame de crudo en Papallacta. Investigador de la XIV Misión Científica a la Antártida, Estación Antártica Pedro Vicente Maldonado de Ecuador, 2010. Asesor del programa de remediación ambiental, campo libertador, línea de flujo del pozo Shushuqui 13, CTT-FICAYA.

Dirección del autor principal (*): calle Guayaquil 230 y Mejía, Zámiza. Quito – Ecuador, Provincia de Pichincha Tel: 593-2 2886354 Email: mijail62veeo@gmail.com

Abstract:

The arduous task of decontaminating affected areas Andean oil spill has been affected by the low efficiency of microbial strains used in bioremediation, they have shown the work of bioremediation conducted in the lagoon of Papallacta, the same as today is an environmental liability. Our work is directed in the pursuit of psychrotolerant microorganisms with capacity to metabolize hydrocarbons. Thanks to research conducted in the Pampa Argentina and Chile. (Mac Cormack 2007). We know the existence of such microorganisms.

The search was conducted in the areas of fuel loading and unloading stations Pedro Vicente Maldonado scientific, Arturo Prat station and Greenwich Island, and in the fuel storage area of the Russian scientific station Belinshaussen of King George Island, where the 50's of last century there was a significant spill of Bunker.

Soil samples were taken at a depth of 25-30cm, and from them, direct seeding were prepared in culture media by dilution. Isolated colonies were transported to Ecuador for identification and characterization. After morphological identification work and biochemistry of microorganisms found, we performed experiments of degradation of hydrocarbons each of the strains found. Of the 33 strains, a total of 9 strains showed this ability and with them were tested for biodegradation of hydrocarbons in terrariums.

Cells were maintained treatment in a cold room at 4 ° C, to recreate the average summer temperature of the study area. Temperature is a limiting factor in these processes, so it is appropriate to use psychrotolerant bacteria (Whyte et al. 2001).

Isla Barrientos, pingüino observado bote
tipo zodiac con investigadores al fondo

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA AL PETRÓLEO DE MICROORGANISMOS ANTÁRTICOS AISLADOS DE SUELOS ANTÁRTICOS (62°S)
Evaluation of the petroleum tolerance of Antarctic isolated microorganisms from Antarctic soils (62°S)

Gualoto A¹. Oña Rocha T E². Gómez García A I².

¹FUNDEMAR, Dirección de Intereses Marítimos DIGEIM. ²Laboratorio de investigaciones ambientales LABINAM, Facultad de Ciencias Ambientales y Agropecuarias FICAYA, Universidad Técnica del Norte, UTN.

Uno de los problemas ligados a la contaminación del suelo con hidrocarburos, es la sobrevivencia de los microorganismos edáficos a las elevadas concentraciones por toxicidad asociada de los derrames. Los hidrocarburos aromáticos inhiben; el crecimiento microbiano del suelo más que los hidrocarburos alifáticos (Kevin A. et al, 2006), se sabe que, la toxicidad de los hidrocarburos está relacionada con el coeficiente log Pow, así los alcanos, HAPs y Bifenilos poseen un log P de 4, consecuentemente baja solubilidad y baja disponibilidad (Heipieper H y Martínez P. 2016). Para superar los problemas de toxicidad, los microorganismos recurren a modificaciones en sus superficies o la liberación de biosurfactantes, que reducen la toxicidad de los hidrocarburos (Temitope et al, 2016); también activan sus sistemas de transporte de electrones para la fosforilación, reduciendo drásticamente su crecimiento. A altas concentraciones de crudo, solo pequeñas cantidades de crudo son degradadas, siendo alta la volatilización (Sharma, P. & Schiewer, S. 2016). En el presente estudio se evaluó la tolerancia de los microorganismos aislados de suelos antárticos, distintas concentraciones de hidrocarburos (tratamiento: factor 1), a través de siembras de sepas seleccionadas, en terrarios (mesocosmos). El tratamiento de hidrocarburos (crudo de un grado API 31, con una gravedad específica de 0.86), contempló 3 niveles: 12 000, 40 000 y 50 000 ppm., la variable de respuesta estudiada fue número de UFCs presentes en las celdas experimentales. Para la evaluación se consideró, el tipo de microorganismo, la concentración del hidrocarburo y el tiempo transcurrido.

Materiales y Métodos

Las muestras fueron colectadas por la metodología de cuarteo en la XVII expedición Científica Ecuatoriana, en el área de carga y descarga de combustibles de la Estación Arturo Prat, Punta Ambato; de la Isla Greenwich, y en la isla Barrientos. Las muestras se empacaron en sobres de papel aluminio y dispuestas en bolsas plásticas con cierre hermético, se transportaron en refrigeración a 4°C, hasta el Laboratorio de Investigaciones Ambientales (LABINAM) de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte y se las mantuvo refrigeradas a -8°C. El aislamiento de microorganismos tolerantes a petróleo se realizó según la metodología sugerida en I.L. Pepper y C.P. Gerba (2004), se sembraron las diluciones 10⁻¹, 10⁻² y 10⁻³, por triplicado. Las cajas Petri con medio de agar nutritivo con 200 ppm de hidrocarburos, se incubaron a 15°C por 48 horas. Las colonias se identificaron morfológicamente y se efectuó la tinción de Gram de las colonias con morfología diferente, solo éstas fueron empleadas en las pruebas de tolerancia. Los trabajos se desarrollaron en terrarios (mesocosmos) adaptando la metodología planteada por Bocángel (2016). Las muestras de suelo experimentales fueron tamizadas, homogenizadas, se retiró el material orgánico y pétreo presentes. Se auto-clavaron a 121° (1,5 atm.), durante 90 minutos, por tres ciclos consecutivos. Los suelos esterilizados, se depositaron en bandejas de poliestireno según Vasudevan y Rajaram (2011), rotuladas con un código específico. Se montaron un total de 40 celdas con 1 kg de suelo. Las cepas empleadas fueron 4: 3 cepas de la Base Arturo Prat A1, B2, C3 (62°28'45.00''S 59°39'50.55''O) y 1 de Isla Barrientos D4 (62°24'25.16''S 59°44'28.88''O); de las cuales se inyectaron 10 ml en medio mineral, con una concentración de 1,35 x10⁸ UFCs según McFarland. En cada prueba se ejecutó con tres repeticiones, con cuatro controles, para un total de 40 celdas. Para el análisis estadístico se ejecutó un Análisis de Varianza (ANOVA) de dos vías, que

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA DIVERSIDAD DE MICROORGANISMOS ACUÁTICOS DE LOS LAGOS DE ISLA DEE
(Preliminary study of the diversity of aquatic microorganisms of the Dee island lakes)

Oña T.¹, Rosales O.², Astudillo E.³, Velarde E.⁴.

¹Laboratorio de investigaciones ambientales LABINAM-Universidad Técnica del Norte, Ibarra Ecuador. taniao1976@gmail.com. ²Laboratorio de investigaciones ambientales LABINAM-Universidad Técnica del Norte, Ibarra. oarosales@utn.edu.ec. ³Laboratorio de investigaciones ambientales LABINAM-Universidad Técnica del Norte, Ibarra Ecuador. elijeas@gmail.com. ⁴Laboratorio de investigaciones ambientales LABINAM-Universidad Técnica del Norte, Ibarra Ecuador. lizvelarde_15@hotmail.com

La Isla Dee, se encuentra en el archipiélago de las Shetland del Sur donde se encuentra ubicada la estación Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado. Esta área que forma parte de la denominada Antártida marítima, presenta unas condiciones climáticas menos extremas en comparación con la denominada Antártida continental (Vincent y Howard-Williams, 1989). Pero en general, el área presenta temperaturas que en verano varían de 0 a -3 °C, mientras que en invierno la temperatura presenta un valor promedio de -10 °C, con mínimas ocasionales algo inferiores a -20 °C. Este régimen térmico, permite que durante el verano austral se produzca un importante deshielo, que ha dado origen a dos formaciones lacustres en la Isla Dee, las cuales atraen el interés de investigadores por conocer la diversidad de microorganismos acuáticos (fitoplancton, zooplancton, bacteria, entre otros), que sobreviven allí a pesar de las condiciones extremas del lugar (Del Valle et al., 2007), aspecto que contrasta con lo observado en otros lagos de la zona continental cercana a la antártica (Camacho y Fernández, 2006).

La información obtenida en este trabajo, pretende aportar al conocimiento ecológico del área de influencia de la Estación Pedro Vicente Maldonado, generar una base de datos para futuros estudios y monitoreos que se pueden realizar en cuanto a las condiciones ecológicas, así como efectos de cambio climático, sobre estos cuerpos de agua dulce.

Materiales y Métodos

Debido a que la cartografía de esta isla no está detallada, se confeccionó una cartografía, en base a información digital de la Isla Greenwich y sus islas cercanas, para el efecto se aplicó el mapeo digital, en base a coordenadas geográficas tomadas en el sitio, durante la XXI Campaña Antártica Ecuatoriana en el verano austral 2017; y se aplicó el software ARCGIS 10.3, para determinar características del área de estudio a través del mapa geológico y suelos (figura 1)

Cambios en la cobertura líquénica antártica por efectos de cambio climático mediante modelos multitemporales, en Isla Dee

■ Tania Oña Rocha
teonia@utn.edu.ec

■ Elizabeth Velarde
develarde@utn.edu.ec

■ Miguel Gualoto
miguel.g62@yandex.com

■ Oscar Rosales
oscar_id2003@yahoo.es

Universidad Técnica del Norte (UTN), Ibarra / Ecuador

Comité Asesor Científico DICEIM-FUNDEMAR
Quito / Ecuador

RESUMEN

Los líquenes se encuentran en diferentes ambientes del mundo y se ha determinado su potencial en diferentes áreas. Este uso potencial tiene relevancia en la Antártida ya que diversas investigaciones hacen énfasis en que los efectos del cambio climático se observan primeros y con mayor severidad en latitudes geográficas altas. La presente investigación tiene como objetivo proyectar escenarios del cambio climático en la distribución de especies de líquenes en la Isla Dee, mediante la aplicación de herramientas SIG como ArcGIS 10.1 y DivaGIS para analizar la distribución multitemporal de los líquenes para el periodo 2015 - 2025. En Isla Dee con una superficie de 196,92 hectáreas, se encontró para el año 2015 que la comunidad de líquenes cubría una superficie de 108,86 hectáreas y el permafrost, ocupaba 88,06 hectáreas, mientras que para el año 2025 como resultado del escenario generado, presentaría un aumento en la superficie de los líquenes a 145,43 hectáreas; y la reducción de la superficie del permafrost a 51,49 hectáreas, sumado a cambios de temperatura se generarían condiciones más benignas para el crecimiento de los líquenes, especialmente de los cosmopolitas en relación a los endémicos antárticos.

Palabras clave: BIOINDICADORES, DIVERSIDAD, ESCENARIOS, TEMPERATURA, HONGOS LIQUENIZADOS.

ABSTRACT

Changes in Antarctic liquid coverage due to climate change effects through multi-temporal models, in Isla Dee

Lichens are found in different environments around the world and their potential has been determined in different areas. This potential use has relevance in Antarctica since several researches emphasize that the effects of climate change are observed first and with greater severity in high geographical latitudes. The objective of this research is to project scenarios of climate change in the distribution of lichen species in Dee Island, by applying GIS tools such as ArcGIS 10.1 and DivaGIS to analyze the lichen's multi-temporal distribution for the period 2015-2025. Dee Island with an area of 196,92 hectares, it was found for the year 2015 that the community of lichens covered an area of 108,86 hectares and the permafrost, occupied 88,06 hectares, while for the year 2025 as a result of the scenario generated, would present an increase in the surface of lichens to 145.43 hectares; and the reduction of the surface of the permafrost to 51.49 hectares, added to changes in temperature, would generate more benign conditions for the growth of lichens, especially of the cosmopolitans in relation to the Antarctic endemics.

Keywords: BIOINDICATORS, DIVERSITY, SCENARIOS, TEMPERATURE, LIQUINIZED FUNGI.

Líquenes en el área de influencia de la estación Pedro Vicente Maldonado en la Isla Greenwich. Estudio preliminar

Tania Oña Rocha
Miguel Gualoto Oñate / Oscar Rosales

Universidad Técnica del Norte
teonia@utn.edu.ec

RESUMEN

Los líquenes constituyen asociaciones cosmopolitas que se encuentra en una gran variedad de hábitats, desde los bosques tropicales hasta las zonas polares, teniendo como sustrato las rocas, el suelo o vegetación, incluso sustratos tan diferentes y poco usuales como neumáticos, cristales; Los líquenes son importantes porque intervienen en las primeras etapas para la formación del suelo. En los últimos años las investigaciones sobre éstos organismos han aumentado por comprender sus interacciones con los ecosistemas. Esta investigación da a conocer la experiencia de trabajo en áreas cercanas a la Estación Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado durante las expediciones del año 2013 y 2017, con la colecta y posterior identificación de especies líquénicas. Los resultados preliminares se identificaron 20 especies, por su forma de crecimiento cuatro especies corresponden a líquenes de tipo crustosos, seis de tipo folioso, ocho de tipo fruticuloso y de tipo de dimórfico con una especie. Los sitios en los que se realizó la colecta son áreas expuestas a condiciones ambientales extremas, como el viento, la presencia de hielo, las bajas temperaturas, lo que incide en la presencia o ausencia de estos organismos, información que permite conocer la diversidad líquénica tanto endémica y exótica que ha colonizado estos espacios inhóspitos y poder compararla con otros sitios del continente antártico en los que se ha reportado su presencia.

Palabras Clave: LÍQUENES, ANTÁRTICA, CAMBIO CLIMÁTICO, BIODIVERSIDAD, ECUADOR.

ABSTRACT

Lichens in the area of influence of the Pedro Vicente Maldonado Station on Greenwich Island. Preliminary study

Lichens are cosmopolitan associations found in a wide variety of habitats, from tropical forests to polar areas, having as substrate the rocks, soil or vegetation, even substrates as different and unusual as tires, crystals; Lichens are important because they intervene in the early stages of soil formation. In recent years, research on these organisms has increased by understanding their interactions with ecosystems. This research reveals the work experience in areas near the Pedro Vicente Maldonado Ecuadorian Station during the expeditions of 2013 and 2017, with the collection and subsequent identification of lichen species. The preliminary results were identified 20 species, by their growth form four species correspond to lichens of the crustose type, six of the foliose type, eight of the fruticulosus type and of the dimorphic type with one species. The sites where the collection was made are areas exposed to extreme environmental conditions, such as wind, the presence of ice, low temperatures, which affects the presence or absence of these organisms, information that allows us to know the lichenic diversity endemic and exotic that has colonized these inhospitable spaces and be able to compare it with other sites of the Antarctic continent in which its presence has been reported.

Keywords: LICHENS, ANTARTIC, CLIMATE CHANGE, BIODIVERSITY, ECUADOR.

La UTN en el continente Antártico

Tania Oña Rocha
DOCENTE
FICAYA
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
teonia@utn.edu.ec



El continente Antártico.
Foto: Ruslan Eliseev

La Antártida constituye uno de los ecosistemas más apreciados pero poco conocidos del planeta. El continente blanco como también se lo denomina, debe su nombre a los vocablos griegos, para comprender mejor su origen, en primer lugar el término Ártico proviene del vocablo griego arktikōs, que significa 'de la osa', en referencia a la constelación boreal llamada Osa Menor, en la que se encuentra la Estrella Polar, que señala al Polo Norte, mientras que el vocablo antarktikos significa 'opuesto a la osa', o en oposición al Ártico; es decir, se alude al Polo Sur. El cartógrafo escocés John George Bartolomé en 1890 se considera que fue el primero en usar este término para este continente (www.agendaantartica.org).



La Antártida tienen luz casi las 24 h del día a la media noche el Sol "baja" hasta la línea del horizonte para luego volver a "subir", mientras que durante el invierno los días permanecen en una prolongada penumbra (wikivoyage.org/Antartida, 2015)

Constituye una de las pocas áreas poco explotada comercialmente gracias al Tratado Atlántico firmado el 1 de diciembre de 1959, por los doce países que habían llevado a cabo actividades científicas hasta esa época en la Antártida

el diario
FICAYA Emprende



ISSN 1390-9290

Un viaje a la Antártida: Hongos acuáticos de los cuerpos de agua dulce en la Isla Dee

Ortega- Andrade SO
Universidad Técnica del Norte
Comité Científico Asesor DIGEIM – FUNDEMAR
smortega@utn.edu.ec

Antártida

El continente Antártico constituye una de las ocho zonas ecológicas más grandes e importantes del mundo, es considerado patrimonio natural de la humanidad. El sitio de investigación corresponde al archipiélago de las islas Shetland del sur donde se encuentra ubicada la estación Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado, cerca de su área de influencia se encuentra



Estación Científica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado. Foto: Tania Oña.

la Isla Dee.

Esta región presenta condiciones climáticas menos extremas si se comparan con la denominada Antártida continental.

Página 1 ficayaemprende@utn.edu.ec





► Hongos acuáticos

Isla Dee en la Antártida un paraíso para los microorganismos.
Reporte por: Sania Ortega-Andrade

Sania Ortega-Andrade ► Ingeniería en Biotecnología - Comité Científico Asesor DIGEIM – FUNDEMAR. ► smortega@utn.edu.ec

El continente Antártico constituye una de las ocho zonas ecológicas más grandes e importantes del mundo, es considerado patrimonio natural de la humanidad. El sitio de investigación corresponde al archipiélago de las islas Shetland del sur donde se encuentra ubicada la estación Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado, cerca de su área de influencia se encuentra la Isla Dee. Esta isla por efecto del deshielo en verano forma tres cuerpos de agua dulce. Cada año parece ser que los organismos recobran la vida. Los oomycetes o denominados hongos acuáticos se encuentran muy diversificados, algunos pueden ser considerados como bioindicadores y otros opcionalmente como parásitos. Se los conoce como plagas en plantas y patógenos en animales de uso humano; es decir que son importantes, sin embargo, se han subestimado en repetidas ocasiones. En ecosistemas de interés para la conservación, se ha detectado hongos responsables del declive de peces, anfibios, crustáceos, tortugas e incluso el musgo, tanto en el Ártico como en otros lugares en la Antártida.



Tania Oña, Miguel Gualoto, Karen Portilla,
Santiago Cabrera, Elizabeth Velarde



LÍQUENES

Base Maldonado Península Antártica
2024



**“La Biodiversidad al
Servicio del Ambiente”
2022**

TANIA OÑA
MIGUEL GUALOTO

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Resumer



En el presente trabajo se ha buscado interpretar los diferentes usos y

Objetivos

- Materiales y Metodología**

- Extracto liquénico
- Un individuo de bacteria
- Medio de cultivo (A.N.)
- Filtros
- Frascos
- Aluminio
- Pinzas
- Mechero
- Alcohol
- Papel Parafilm
- Asa microbiológica drigalski



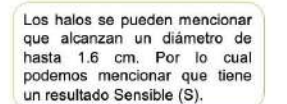
Extracción de un macerado de liquen

Pruebas de susceptibilidad o antibiogramas



Sensible: si existe una buena probabilidad de éxito con una dosis habitual

Intermedio: cuando el éxito es imprevisible. Se puede conseguir efecto en ciertas condiciones.



A circular, textured object, possibly a fossil or a piece of ancient pottery, showing a central figure or design. The object is dark and has a rough, uneven surface. It is set against a dark background.

Presenta una capacidad de inhibición de bacterias representativa, por lo cual se podría considerar su capacidad antimicrobiana de nivel intermedio (I)

- Los 3 líquenes poseen capacidades inhibitorias, aunque como se ve reflejado en las fotografías las primeras dos especies correspondientes a *Phyllobaeis imbricata*, *Stereocaulon tonic* poseen una mayor capacidad antimicrobiana que la tercera especie *Himantornia luvubris* por lo que es necesario el seguir haciendo pruebas de susceptibilidad con diferentes cultivos bacterianos y seguir poniendo a prueba nuevas especies.
- El método de difusión en disco es una técnica de mucha utilidad al obtener resultados en cortos periodos de tiempo y a su vez corroborar la capacidad antimicrobiana e inhibitoria de diferentes especies, en este caso de líquenes estudiados.

Maria Kasnowski, C., Maia Franco, R., Antonio Trindade Oliveira, L.,
Valente, A. M., & Carlos Carvalho Carlos A Conte-Junior, J. A. (n.d.).
DETECCIÓN
Viteri, R., Salazar, F., & Elias Villamizar, J. (n.d.). *Metabolitos
secundarios aislados del hígado **Usnea antarctica***.
<https://www.researchgate.net/publication/324171336>

VI Seminario Científico Internacional Con-Ciencia
Ibarra, Ecuador - Junio 2024



RESÚMENES DE TRABAJOS DE TITULACIÓN

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS ANTÁRTICOS ANTE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE PETRÓLEO CRUDO EN MEDIOS DE CULTIVOS DE LABORATORIO

Ing. Andrés Israel Gómez García, Ing. Mónica León MSc

La contaminación por hidrocarburos en ecosistemas terrestres representa un problema ambiental en el Ecuador, por este motivo se desarrolló el presente trabajo, mismo que se encuentra enmarcada dentro del Programa de investigación del Instituto Antártico Ecuatoriano (INAE).

En esta investigación se realiza una evaluación de la capacidad de los microorganismos antárticos para tolerar distintas concentraciones de petróleo crudo en pruebas de microcosmos. Para el efecto se tomaron muestras de suelo provenientes de la Estación Científica Pedro Vicente Maldonado ubicada en territorio ecuatoriano en la Antártica, se emplearon tres muestras de suelo de las cuales se aislaron los microorganismos objeto de estudio. De estos microorganismos, cuatro cepas fueron utilizadas como inóculo para la formación de los tratamientos que se aplicaron a suelos contaminados a 12 000, 40 000 y 50 000 ppm artificialmente con petróleo proveniente del Bloque 49 del campo Bermejo en la Amazonia Ecuatoriana. Las bacterias encontradas fueron descritas tanto de manera morfológica como química, y los géneros hallados fueron: Pseudomonas, Riomerella, y Bacillus. Posteriormente se realizó conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFCs) mediante conteo en placa, el experimento se desarrolló en un período de 42 días y se utilizó como testigo solamente el suelo estéril sin la adición de ninguna bacteria.

Los resultados evidencian que las dos variables propuestas, tanto concentración de petróleo como el tipo de cepa empleada resultaron ser significativas para los conteos de UFCs, así mismo Pseudomona putida y Bacillus spahericus resultaron ser las bacterias más tolerantes a las diferentes concentraciones de hidrocarburos.

Palabras clave: hidrocarburo, degradación, bacterias

“CARACTERIZACIÓN DE CEPAS MICROBIANAS DE SUELO ANTÁRTICO TOLERANTES A CROMO, HIERRO Y COBRE CON POTENCIAL APLICACIÓN BIOTECNOLÓGICA EN LA ZONA 1 DEL ECUADOR”

Ing. Jonathan Santiago Villalva Pozo, MSc. Delia Elizabeth Velarde Cruz

La movilidad de los metales pesados en el ambiente es un problema creciente en el Ecuador citando por ejemplo en el caso la contaminación de ríos como el Río Tahuando y Río Ambi y la explotación minera del Proyecto Llurimagua ubicados en la provincia de Imbabura. Para esta clase de contaminaciones se puede aplicar un tipo de remediación biológica la cual se aferra a la utilización de microorganismos como bacterias que son tolerantes a concentraciones de metales pesados. Siendo así, el presente estudio llevó a cabo el aislamiento de 26 de cepas bacterianas de suelos obtenidos del continente antártico y se los sometió a análisis de tolerancia ante los metales pesados cobre (Cu), hierro (Fe) y cromo (Cr) en los siguientes medios de cultivo: a) agar nutriente, y medios específicos b) agar Pseudomonas P y c) Pseudomonas F con las concentraciones metálicas de 2500, 6500 y 1000 ppm. Ante la concentración 1 el 8% de las cepas bacterianas aisladas de los suelos antárticos fue resistente a Hierro y Cobre, mientras que el 90% de las cepas fue resistente a Cromo; mientras que ante la concentración 2 únicamente se observó resistencia al metal Cromo con el 45% de las cepas y por último a la concentración 3 no hubo muestra de tolerancia. Posterior al análisis de tolerancia las cepas tolerantes fueron caracterizadas mediante morfología de colonias, tinción Gram y método de MALDI-TOF y se las reconoció como B. pumilus y S. maltophilia respectivamente.

Palabras Clave: explotación minera, metales pesados, microorganismos, remediación biológica, tolerancia.

EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD POR ACCIÓN DE UNA BACTERIA ANTÁRTICA

Ing. Clara Alexandra Pazos Morillo, Ing. Carla Sandoval, MSc.

El incremento de la población y el desarrollo industrial han generado una gran cantidad de desechos plásticos, volviéndose un problema debido a que, hasta el momento, no existe un proceso de gestión de los desechos plásticos que no sea tóxico para el ambiente y la salud humana. En esta investigación, se evaluó la degradación de polietileno de baja densidad oxobiodegradable (LDPE ox), utilizando una bacteria extremófila aislada en la Antártida (*Acinetobacter johnsonii*). Inicialmente, previó a ingresar al biorreactor, se aplicó pretratamientos al polietileno. La degradación del plástico fue evaluada mediante un biorreactor, donde se midió la cinética de crecimiento bacteriana por espectrofotometría y conteo en placa; y la cantidad de CO₂ liberado mediante el método respirométrico. Los cambios del plástico fueron analizados mediante diversas técnicas que incluye peso seco, análisis microscópico y espectroscopía infrarroja (FTIR). De los pretratamientos evaluados en el plástico, el que tuvo mejor efecto fue de luz UV ya que se obtuvo una disminución de peso promedio de $8,41 \pm 0,02$ c %. La cinética de crecimiento reveló, que la bacteria alcanzó un rápido crecimiento en el medio que contenía plástico pretratado con Tween 80, mostrando una reducción de peso del plástico de $20,31 \pm 0,12$ f % y la liberación de CO₂ más alta de todos los tratamientos, con una media de $190,23 \pm 4,53$ b mg/L. Se concluyó que la cepa *A. johnsonii* presentó capacidad en la degradación de plástico, a pesar de tener índices bajos, es significativa la reducción del peso.

Palabras claves: Degradación biológica, polietileno, oxobiodegradable, pretratamientos, respirométrico, bacteria antártica.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PRODUCTORA DE POLIHIDROXIALCANOATOS (PHAs) EN BACTERIAS ANTÁRTICAS A ESCALA DE LABORATORIO

Ing. Jonathan Holger Cordovillo Armijo, Ing. Santiago Zarate. MSc

La acumulación excesiva de polímeros sintéticos ha ocasionado problemas ambientales. La importancia de implementar nuevas alternativas para sustituir los plásticos ha incrementado en los últimos años. Para esto, se han considerado distintos microorganismos, entre estos las bacterias antárticas con capacidad de producir biopolímeros naturales como son los polihidroxialcanoatos (PHAs), que no producen toxicidad al medio ambiente, ni biomasa residual. En el presente estudio se encontraron 7 cepas de bacterias antárticas con potencial productor de PHAs, mediante los métodos de sensibilidad de tinciones específicas. Las especies que mostraron mayor producción de PHA fueron identificadas como *Brevibacillus borstelensis* ANT1-T31, *Bacillus safensis* ANT1-T10 y *Brevibacterium frigoritolerans* ANT1-T48, con un rendimiento correspondiente a 41.60%, 20.62% y 23.28%, respectivamente. Además, los extractos de PHA fueron confirmados a través de métodos analíticos como detección por ácido crotónico, técnica SB directa y FT-IR, demostrando el potencial biotecnológico que existe en bacterias Gram positivas de origen antártico.

Palabras clave: Bacterias antárticas, Biomasa, Biopolímeros, Polihidroxialcanoatos (PHAs), FT-IR.

POTENCIAL DEGRADADOR DE UN ASCOMICETO ANTÁRTICO EN RESIDUOS SÓLIDOS MEDIANTE FERMENTACIÓN

Ing. Steven Alexander Padilla Durán, Ing. Santiago Zárate MSc.

El incremento de residuos sólidos contaminantes como el plástico afecta muchos ecosistemas y también afecta a la salud humana porque se acumula en botaderos, rellenos sanitarios y en el ambiente (Muthukumar y Veerappapillai, 2015). Anualmente en el Ecuador se registran alrededor de 200.000 toneladas de residuos plásticos. Por esta razón se efectúan métodos (reciclaje, incineración, etc.) para reducir el agente contaminante sin embargo son costosos. El problema fomenta el estudio de mecanismos menos contaminantes y económicos para degradar este tipo de materiales. Por ello en esta investigación se analizó el potencial de un microorganismo antártico para degradar este residuo. En primer lugar, se produjo un cultivo fúngico donde se evaluó sus características morfológicas, bioquímicas y moleculares con el fin de identificar las propiedades que este posee. Se elaboraron 3 reactores por triplicado controlando los parámetros físicos. Al mismo tiempo, las muestras de polímero sintético fueron extraídas de bolsas plásticas y se les aplicó un protocolo de asepsia. Para facilitar la biodegradación se realizó el pretratamiento de envejecimiento térmico estandarizado. Así como también, la adaptación del *Penicillium* sp., al medio de cultivo dentro del reactor. Se calcularon en el reactor diferentes medidas como temperatura, caudal, y masa de CO₂. Finalmente, se estipuló que la biodegradación obtuvo un P valor mayor a 0,05, por lo tanto, los resultados no fueron estadísticamente significativos. No obstante, el análisis bioquímico comprobó que el *Penicillium* sp., tiene una tendencia a producir lipasas motivo por el cual se construyó un apartado teórico para el aprovechamiento de este microorganismo integrando bioprocesos, características financieras, mercado e implicaciones legales.

Palabras clave: Residuos, CO₂, bioquímicas, biodegradación, *Penicillium* sp., lipasas.

OBTENCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES DE HONGOS ANTÁRTICOS CULTIVADOS EN FERMENTACIÓN SUMERGIDA A ESCALA DE LABORATORIO

Ing. Oscar Daniel Luna Ramos, Ing. Santiago Zarate MSc.

Los pigmentos naturales tienen propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias, antioxidantes que los vuelve candidatos para su aplicación en las industrias de los alimentos y fármacos. Sin embargo, no hay muchos avances con aquellos enfocados en fibras textiles. Además, la aplicación de pigmentos microbianos ayudaría a reducir la contaminación del agua que causan las aguas residuales de este tipo de industrias. Para dicho fin pueden ser usados microorganismos como hongos para la producción de pigmentos. Por lo tanto, en el presente estudio se utilizarán hongos antárticos proporcionados por el Laboratorio de Investigaciones Ambientales (LABINAM), los mismos que serán cultivados mediante fermentación líquida con pH 5.3, temperatura de 28 ° C. La extracción de los pigmentos intracelulares y extracelulares se realizará con etanol al 90%, la cuantificación de la biomasa será obtenida mediante peso seco y la estimación del pigmento será mediante espectrofotometría, el proceso será complementado con la caracterización del pigmento con cromatografía. Después se realizará la tinción en fibras textiles como el algodón. Se espera que el rendimiento del pigmento producido por los hongos antárticos sea significativo y la adhesión de este en la fibra textil sea muy buena. Así mismo que mediante la cromatografía se pueda determinar la composición de los pigmentos fúngicos. Los pigmentos extraídos pueden ser sometidos a más pruebas en futuros estudios, porque, pueden darse usos que vayan más allá del campo textil.

Palabras clave: Hongo antártico, pigmento microbiano, fibra textil, contaminación del agua, fermentación sumergida

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE PÉPTIDOS SECRETADOS POR HONGOS ANTÁRTICOS EN BACTERIAS DE IMPORTANCIA CLÍNICA RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS

Ing. Vanessa Katherine Portilla Arteaga, Ing. Santiago Zarate MSc.

En el presente trabajo de titulación se evaluó la actividad antimicrobiana de los péptidos secretados por hongos antárticos en bacterias de importancia clínica resistentes a antibióticos. Con el fin de generar una información base sobre la obtención de este tipo de moléculas que permita en un futuro combatir las bacterias fármaco resistentes. Al ser la Antártida un entorno poco explorado en este campo y estar sometido permanentemente a condiciones extremas, ha proporcionado a los microbios, el desarrollo de diferentes estrategias para sobrevivir incluyendo mecanismos genéticos y metabólicos específicos para producir nuevos metabolitos secundarios como péptidos bioactivos. En esta investigación, se comprobó la actividad de antibiosis de hongos antárticos marinos, y caracterizó los péptidos mediante análisis SDS-PAGE y MALDI TOF. Finalmente, se determinó la actividad antimicrobiana frente a 3 bacterias resistentes: Gram- positiva *Staphylococcus aureus*, y las Gram- negativas *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*. Se obtuvieron seis especies de hongos marinos entre los géneros *Penicillium* y *Trichoderma*, y *Fusarium* de la isla Dee, Río Culebra y Estación Pedro Vicente Maldonado de las colecciones de cultivos de la Universidad Técnica del Norte. Se utilizó la técnica de ensayo de tapones para detectar el antagonismo frente a *E. coli*. Todas las cepas fúngicas mostraron actividad antagónica en al menos un medio de cultivo probado. *Fusarium* y *Trichoderma* mostraron un mayor grado de inhibición y fueron incubados en medio líquido para la obtención de péptidos. Se obtuvieron bandas marcadas de 75-100 kDa y espectros de 674, 690, 719, 1493 y 2245 Da. Finalmente, se observó mayor actividad inhibitoria contra *S. aureus* y una menor actividad en *E. coli* y *K. pneumoniae*. Lo que demuestra que existe actividad antimicrobiana en los péptidos y la influencia de la membrana celular para inhibir a estas dos bacterias.

Palabras: Péptidos antimicrobianos, hongos antárticos, bacterias resistentes a antibióticos.

PRODUCCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES MEDIANTE FERMENTACIÓN SÓLIDA USANDO HONGOS ANTÁRTICOS A ESCALA DE LABORATORIO

Ing. Nanki Huiñari Guamán Isama; Ing. Santiago Zarate MSc.

A nivel mundial, se producen aproximadamente 9.7 millones de toneladas de colorantes para satisfacer la demanda del consumidor, sin embargo, los colorantes sintéticos han causado riesgos para la salud humana y el medio ambiente. En Ecuador, el desconocimiento y la falta de investigación en alternativas ecológicas para el uso de recursos orgánicos son limitados. Por lo tanto, la aplicación de la biotecnología implica una solución tangible al aprovechamiento más sustentable de residuos. El presente trabajo pretendió obtener pigmentos producidos por hongos antárticos mediante la transformación de residuos agrícolas de la provincia de Imbabura. Para lograrlo, se estandarizó el sustrato a partir de la tusa de maíz, vaina de haba, cáscara de papa y vaina de arveja. Luego, se generó la fermentación sólida utilizando las cepas UTNAE10, UTNAE17 y UTNAD29, manteniendo la temperatura ambiente, pH de 7 – 8, humedad de 70 – 80% y la radiación UV durante 3 semanas. Finalmente, se evaluaron las propiedades bioquímicas, fotooxidantes, oxidativas, reductoras, antioxidantes, colorimétricas y cromatografía TLC. La cáscara de papa y vaina de arveja resultaron ser las más sencillas de manipular en el pretratamiento físico. La combinación de la cáscara de papa y vaina de arveja con UTNAE17 en presencia y ausencia de radiación UV resultó ser el tratamiento promisorio para la producción de pigmentos. Los resultados indicaron que el tratamiento más efectivo fue T1S, el cual reveló 2 compuestos químicos y demostró resistencia a la fotodegradación, al agente oxidante y reductor, con tasas de conservación del 95% y 98%, respectivamente.

Palabras clave: Pigmentos, residuos orgánicos, hongos antárticos, fermentación sólida, protocolo, caracterización.

RESUMEN DE LAS PUBLICACIONES

- Gualoto, M. (2011). Biorremediación de hidrocarburos utilizando cepas antárticas. SEMINARIO “ECUADOR EN LA ANTÁRTIDA: HISTORIA, PERSPECTIVAS Y PROYECCIONES” Ponencia. Instituto de Altos Estudios Nacionales. https://www.researchgate.net/publication/291334590_BIORREMEDIACION_DE_HIDROCARBUROS_UTILIZANDO_CEPAS_ANTARTICAS
- Pabón-Garcés, G., Gualoto, M., Oña, T. y Velarde, E. (2014). Paleobotánica del “Bosque Petrificado Imbabura”, Isla Dee, Península Antártica: Un aporte a la conservación de este patrimonio histórico natural. ECUADOR Antártico: Revista Oficial del Instituto Antártico Ecuatoriano, 6(7), 20-22.
- Gualoto, M., Gómez, A. y Oña, T. (2017). Evaluación de la tolerancia al petróleo de Microorganismos Antárticos aislados de suelos antárticos(62°S). Libro de Resúmenes IX Congreso Latinoamericano de Ciencias Antártica. Punta Arenas Chile, del 4 al 6 de octubre. Pp 426-430. <https://www.inach.cl/ix-congreso-latinoamericano-de-ciencia-antartica/>
- Oña, T., Rosales, O., Astudillo, E. y Velarde, E. (2017). Estudio preliminar de la diversidad de microorganismos de los lagos de la isla Dee. . Libro de Resúmenes IX Congreso Latinoamericano de Ciencias Antártica. Punta Arenas Chile, del 4 al 6 de octubre. Pp.632-634 <https://www.inach.cl/ix-congreso-latinoamericano-de-ciencia-antartica/>
- Oña, T., Gualoto, M., Velarde, E. y Rosales, O., (2018). Cambios en la cobertura líquénica antártica por efectos del cambio climático mediante modelos multitemporales en Isla Dee. Libro de Resúmenes REDU VI 2018. https://issuu.com/utnuniversity/docs/ebook_memorias_del_vi_congreso_redu/295
- Ortega-Andrade, S. M. (2018). La UTN en la Antártida: diversidad biológica y genética de hongos acuáticos. IV jornadas científicas e investigativas de la carrera de Biotecnología. Ibarra.
- Padilla, E. (2020). Ponencia “Ascomiceto Antártico: potencial degradador de residuos sólidos mediante fermentación. III Jornadas Internacionales de Investigación Científica UTN.
- Oña, T. y Gualoto, M. (2022). Biorremediación “La biodiversidad al servicio del ambiente”. Universidad Técnica del Norte (UTN). Ibarra - Ecuador https://issuu.com/utnuniversity/docs/ebook-biorremediacion_n
- Zarate-Baca, S., Portilla-Arteaga, V., Luna-Ramos, O., Ortega-Andrade, S. M., Oña, T., Barba-Estrella, P., Sandoval-Guano, C. y Chimbo-Yepez, G. (2022). Novel pigments and biopeptides in marine fungi from antarctic. 10th Scar Open Science Conference.

- Oña, T., Gualoto, M., Portilla, K., Cabrera, S. y Velarde, E. (2023). Líquenes Base Maldonado – Isla Greenwich, Antártica. Universidad Técnica del Norte (UTN). Ibarra - Ecuador. <https://issuu.com/utnuniversity/docs/liquenes>
- Guamán, N., Zarate-Baca, S. y Ortega-Andrade, S. M. (2024). Producción de pigmentos naturales mediante fermentación sólida usando hongos antárticos a escala de laboratorio. Simposio sobre Inocuidad Alimentaria organizado por Vlrnetwork Ecuador y el Grupo de Biodescubrimiento.
- Guamán, N., Zarate-Baca, S. y Ortega-Andrade, S. M. (2024). Producción de pigmentos naturales mediante fermentación sólida usando hongos antárticos a escala de laboratorio. VI Seminario Científico Internacional Con-Ciencia. Ibarra.
- Guevara, V., Velarde, E., Portilla, K., Oña, T. (2024). Los líquenes y su potencial como aliados en la inhibición de microrganismos para la salud de la salud. VI Seminario Científico Internacional Con-Ciencia. Ibarra.

BIBLIOGRAFÍA

- Anguita, F. y Castilla, G. (2010). Crónicas del sistema solar. Equipo Sirius.
- Barrientos Molina, R. (2017). Inversiones en la antártica.
- Bordese, F. G. (2008). Develando el Continente Antártico–Introducción a su conocimiento (Vol. 140). Estvdijs Politécnico de América Ediciones.
- Colleran, E. (1997). Uses of bacteria in bioremediation. *Methods in biotechnology*, 2, 3-22.
- Martínez, P. (2020). Pesca comercial en la Antártica: El comienzo del desequilibrio ambiental de la zona. *Analéctica*, 6(38), 18-22.
- Fernández-Valiente E., Camacho, A., Rochera, C., Rico, E., Vincent, W.F. y Quesada, A. (2007). Community structure and physiological characterization of microbial mats in Byers Peninsula, Livingston Island (South Shetland Islands, Antarctica). *FEMS Microbiology Ecology* 59, 377-385.
- García, L. (2020). La vegetación antártica, centinela del cambio climático. *An Real Acad Farm*, 86(4), 269-280.
- Heggie, T. & Küpper, T. (2022). Health challenges on research and cruise ship expeditions to Antarctica. *Health Promotion & Physical Activity*, 19(2), 1-7.
- <http://ecuadorenlaantartida.mil.ec>
- <http://ecuadorenlaantartida.mil.ec/estacion-cientifica/>
- <https://abcienciade.files.wordpress.com/2010/10/antartida-september2009.png>
- <https://scar.org/>; <https://es.council.science/>
- <https://www.ats.aq/s/antarcticreaty.html>
- <https://www.ccamlr.org/es/organisation/acerca-de-la-ccrvma>
- Izaguirre, I. & Mataloni, G. (2000). Antártida, descubriendo el continente blanco. Editorial Del Nuevo Extremo.
- Ministerio de Defensa Nacional (2017). Libro de la Defensa Nacional de Chile 2017. Santiago, Chile: Ministerio de Defensa Nacional.
- Lane, M. A. & Edwards, J. L. (2007). The global biodiversity information facility (GBIF). *Systematics Association special* , 73, 1.

- Lertora, F. J. (2013). El sistema antártico y el derecho del mar. Tesis de grado Universidad de Chile.
- Mailler, R., Gasperi, J., Coquet, Y., Derome, C., Buleté, A., Vulliet, E., Bressy A., Varrault, G., Chebbo, G., & Rocher, V. (2016). Removal of emerging micropollutants from wastewater by activated carbon adsorption: Experimental study of different activated carbons and factors influencing the adsorption of micropollutants in wastewater. *Journal of environmental chemical engineering*, 4(1), 1102-1109.
- Pallmall, A. O. (2021). El cambio climático, una amenaza global. Ediciones Alfar S.A - Alfar Universidad ; 234 - ISBN: 9788478989027 - Permalink: <http://digital.casalini.it/9788478989027> - Casalini id: 4943905
- Pérez-Malvárez, C., Bueno, A., Feria, M. & Ruiz, R. (2006). Noventa y cuatro años de la teoría de la deriva continental de Alfred Lothar Wegener. *Interciencia*, 31(7), 536-543.
- Puig, R. (2016). El Régimen Jurídico Internacional de la Investigación Científica en la Antártida (Tesis para optar al grado de PhD,. Universidad de Barcelona).
- García, I. J. (2018). La Antártida 2050: horizontes oscuros. Cuadernos de estrategia, (198), 229-260.
- Sievers, H. (2022). Paso Drake y zonas aledañas. Características oceanográficas históricas (Datos obtenidos entre 1927 y 1980). Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. SHOA
- Villegas P. (2023). La presencia del Ecuador en la Antártida. *CIEG*, 63, 86-92.
- Herein, M., Vinzce, M., Bozoki, T., Dan Borgia, I., Harlander, U., Horicsanyi, A., Nyerges, A., Rodda, C., Pal, A., and Palfy, J.: The climate impact of the Drake Passage opening from a fluid dynamics point of view: the role of Antarctic glaciation, *EMS Annual Meeting 2021*, online, 6–10 Sep 2021, EMS2021-163, <https://doi.org/10.5194/ems2021-163>, 2021. Wegener, A. (1912). El origen de los continentes y océanos. Es un libro completar datos
- Zumárraga, J. (1999). Visión geopolítica de los intereses nacionales del Ecuador en la Antártida (Master's thesis, IAEN).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica del Norte y sus autoridades, por su constante apoyo la investigación, con sus laboratorios, docentes y estudiantes.

Gratitud también a quienes han permitido el desarrollo de la investigación antártica en el país: A la Armada del Ecuador, a través de la Dirección General de Intereses Marítimos (DIGEIM), y el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador (INOCAR), por el apoyo logístico y técnico brindado.





EOE
OMO
EDITORIAL
UTN
IBARRA - ECUADOR

ISBN: 978-9942-845-97-9

