

Diplomado en Asuntos Antárticos

Universidad de Magallanes

# Relación entre la presencia Humana y la introducción de plantas vasculares en Antártica

Daniela Vargas Hermosilla

Lic. En Ciencias Biológicas

## INDICE

Índice.....	2
Resumen.....	3
Palabras claves.....	3
Introducción.....	4
Antártica y su medio ambiente, para el desarrollo de organismo .....	6
Especies vasculares endémicas presentes en Antártica.....	7
Introducción de especies en la Antártica .....	8
Influencia del ser humano en introducción de especies en Antártica .....	9
Introducción de plantas vasculares.....	9
Vulnerabilidad del continente Antártico.....	11
Reflexiones.....	15
Proyección.....	16
Referencias Bibliográficas .....	17

## **RESUMEN**

El presente trabajo muestra una investigación de las características que posee la Antártica, para la introducción de especies y si existe una relación entre organismo exótico y la presencia humana. Además se explica la vulnerabilidad que presenta hoy en día este continente, por los cambios que se están generando a nivel global. Para tales fines se realizó una investigación sobre la relación existente entre la llegada y permanencia del ser humano a en Antártica y la introducción de especies de plantas Vasculares a este continente. Se concluye que si existe una relación entre la introducción de especies de plantas vasculares y la presencia humana, ya que coinciden la entrada de especies exóticas con la llegada del ser humano al continente Antártico, siendo este un vector relevante. Se debe resguardar las especies endémicas, ya que posee una riqueza génica, con información de las adaptaciones extremas. El escenario del cambio climático, puede generar una modificación atmosférica favoreciendo los retrocesos glaciares y dar ventaja a las especies introducidas, por sobre las nativas.

**PALABRAS CLAVES:** Especie exótica o introducida, plantas vasculares, efecto antropogénico, cambio climático global.

## INTRODUCCIÓN

El continente Antártico es el lugar más inhóspito de la tierra, con características que lo hacen único. Se ubica al Sur del paralelo 60°S, teniendo un tamaño de 12.400.000km<sup>2</sup> de superficie, y en invierno con el aumento del hielo llega a 14.000.000km<sup>2</sup>, siendo el continente más alto alcanzado una media de 2.000km. El continente más cercano es América del Sur, con la zona de Tierra de Fuego a 1000km, le sigue Nueva Zelanda a 2.200kms y África a 3.600km de distancia. (Antarkos, 2011).

Este continente no cuenta con registro de poblamiento humano, siendo el último continente en ser explorado y según Lüdecke (2015) “...Hasta el siglo XVIII, esta región era una mancha blanca inexplorada en el mapa...” por este motivo, la Antártica se reconoce como un lugar de interés de diversos estados.

*En 1773 el británico James Cook fue quien cruzó por primera vez el círculo polar sur, al no avistar tierra se le reconoció como "terra incognita".* (Headland, 1993). Luego Fabián Von Bellinghausen descubrió algunas islas y en una expedición científica francesa Jules Dumont d'Urville, descubrió la Tierra Adelia; mientras que el británico James Ross entre 1839 y 1842 descubrió el Mar de Ross, la barrera de hielo de Ross y la extensa Tierra Victoria. Llegando a aproximadamente 300 Km. del polo magnético y determinó su posición en 75°05'S y 154°08'E. (Lüdecke, 2015). Posteriormente se data la presencia de balleneros y cazadores de focas en aguas Antárticas.

Otro hito de relevancia fue la conclusión que se extrajo de un Congreso internacional de Geografía, en 1895 en Londres, donde se determinó que las exploraciones Antárticas era un problema geográficos de relevancias que quedaban por resolver antes del siglo XIX, para descubrir si este era un continente cubierto de Hielo. (Lüdecke, 2003). Lo denota la necesidad del ser humano, por generar exploraciones y realizar asentamientos.

Años mas tarde, ya en el siglo XIX siete países reclamaron soberanía sobre el territorio Antártico, entre los cuales encontramos a Reino Unido (1908); Nueva Zelanda (1923); Francia (1924); Australia (1933); Noruega (1938); Chile (1940) y Argentina (1943) (Magon, 2010). De esta manera la colonización humana se hizo

inminente. Afortunadamente estos países firmaron un acuerdo en 1959, llamado Tratado Antártico con el propósito de asegurar el “...*interés de toda la humanidad que la Antártida continúe utilizándose siempre exclusivamente para fines pacíficos y que no llegue a ser escenario u objeto de discordia internacional...*” (ATS, 2013). Si bien este acuerdo es un avance para la protección del continente, posteriormente se generó otro compromiso para la protección del medio Ambiente en 1991, el cual entró en vigencia en 1998 y designa a la Antártida como una reserva natural dedicada a la paz y a la ciencia y establece principios básicos aplicables a las actividades humanas en la Antártida. Prohibiendo todas las actividades relacionadas con los recursos minerales excepto las que tengan fines científicos. Este protocolo tiene vigencia hasta 2048, año en el cual puede ser modificado solamente mediante el acuerdo unánime de las Partes Consultivas del Tratado Antártico. (ATS, 2013).

Asimismo se debe considerar que, desde la llegada de los programas de investigación científica nacional y la infraestructura que acompañó el Año Geofísico Internacional (1957-1958), los hábitats de la Antártida han sido invadidos cada vez más por las actividades humanas (Hughes, 2010)

El tratado y protocolo Antártico no consideran como impacto la intervención antropogénicas en la introducción de especies per se, y no se ha cuantificado el efectos que podría generar la presencia humana en este territorio prístino, y según Vitousek *et al.*, (1997) “... *los seres humanos, movilizan las especies más allá de sus rangos nativos, deliberadamente y sin darse cuenta, y muchas de estas especies se establecen y propagan en su nuevo hábitat...*”, por este motivo se hace necesario conocer los impactos que pudo conllevar la presencia humana. Se realizará una investigación, sobre la relación existente entre la presencia del humana en la Antártica y la introducción de especies de plantas vasculares a este continente.

## **ANTÁRTICA Y SU MEDIO AMBIENTE PARA EL DESARROLLO DE ORGANISMOS**

Antártida formó parte del supercontinente Gondwana y se fue separando hace 30-35 millones de años, de Australia y Sudamérica, para llegar a mostrar la configuración actual (Livermore *et al.* 2005) . Este aislamiento físico de la Antártida permitió patrones de circulación oceánica y atmosférica, incomunicando aún más al continente de la transferencia de calor desde latitudes más bajas y la aceleración de los procesos de refrigeración continental (Convey, 2006).

De esta manera se puede mostrar que el medio ambiente Antártico terrestre se puede caracterizar por *“...experimentan bajas temperaturas extremas, baja humedad y bajos niveles de suministro de recursos. Estas condiciones extremas tienden a ser más severa al aumentar la latitud...”* (Peck *et al.*, 2006).

Esta característica, hace que el ecosistemas se encuentre empobrecidos con diversidad funcional baja y materia orgánica del suelo acumulada. Con suelos poco desarrollados, haciendo a estos ecosistemas más vulnerables a las perturbaciones. (Bokhorst *et al.*, 2007). En este se demostró que las tasas de descomposición de materia orgánica en los suelos antárticos marítimos aumenta a medida que, aumenta la temperatura.

Pero la mayor parte de la Antártica, se encuentra cubierta por hielo permanente y nieve, lo que deja menos del 1% de disposición de suelo, para la colonización de plantas. La mayor parte de este hielo y el suelo descubierto de nieve se encuentra a lo largo de la Península Antártica, las islas asociadas y en las regiones costeras de todo el borde del resto del continente antártico. (Nerc Bas, 2015).

Lo que podremos encontrar en Antártica son *“...Las comunidades biológicas de estos hábitats terrestres sin hielo están dominados por un pequeño número de grupos biológicos, principalmente musgos, líquenes, microinvertebrados y microorganismos. Ellos incluyen muchas especies endémicas, mientras que las aves y los mamíferos marinos utilizan las zonas costeras como lugares de cría...”* (Chown & Convey, 2007).

## ESPECIES VASCULARES ENDÉMICAS PRESENTES EN ANTÁRTICA

Antártica al poseer características climáticas especiales, sólo posee dos especies de plantas vasculares: el pasto antártico *Deschampsia antarctica* y el clavel antártico *Colobanthus quitensis*. Estas especies se encuentran en las islas Orcadas del Sur, las Islas Shetland del Sur y la Península Antártica occidental. (Nerc Bas, 2015).

Se sabe que las especies *Deschampsia antarctica* Desv. y *Colobanthus quitensis* Bartl. han habitado la Antártida marítima desde hace 5000 años. Ya que los granos de granos de polen son las dos especies se han identificado a mediados del Holoceno. (Olech & Chwedorzewska, 2011).

Si bien la diversidad poblacional terrestre es baja, es notable mostrar que las dos plantas vasculares endémicas que han colonizado algunas zonas costeras, se encuentran con baja temperatura permanente, esto indica que viven en un medio hostil, haciéndolas especiales por las adaptaciones a ambientes fríos, revelando resistencia a la alta congelación, alta resistencia a la tensión ligera y alta capacidad fotosintética a baja temperatura. (Alberti *et al.*, 2002)

También se encuentra otro tipo de vegetación, considerando las especies no vasculares, tales como los musgos, hepáticas, líquenes y hongos, las cuales se encuentran que están adaptadas a sobrevivir en ambientes extremos, en particular tolerar las bajas temperaturas y la deshidratación. Existen al menos 100 especies de musgos, 25 especies de hepáticas, entre 300 a 400 especies de líquenes y 20 especies de macro-hongos. La mayor diversidad de especies se encuentra a lo largo del lado occidental de la Península Antártica, donde el clima es generalmente cálido y húmedo que en el continente antártico en otros lugares. (Nerc Bas, 2015).

Ciertas especies de musgos y líquenes, poseen una amplia distribución y otros se especializan en sobrevivir en condiciones muy extremas. En los valles secos de la Tierra Victoria, por ejemplo, donde es muy seco y muy frío, algas, hongos y líquenes se encuentran viviendo en las grietas y espacios porosos dentro de las areniscas y rocas de granito. (Nerc Bas, 2015).

## INTRODUCCIÓN DE ESPECIES EN LA ANTÁRTICA

Los patrones de circulación oceánica y atmosféricos ciertamente restringen la transferencia de la biota dentro y fuera de la Antártida, reafirmando que los bajos niveles de transferencia han surgido desde su creación. (Convey, 2006). Esto muestra, que la Antártica naturalmente, posee una barrera Biogeográfica. Por lo que la introducción de especies al continente Antártico, de manera natural es poco probable, por ende poseen otras vías de ingreso, mediante transporte por medios biológicos o físicos. Una de las vías probables es la “...*dispersión involuntaria de la biota introducida por la actividad humana, y la dispersión de los agentes naturales como el viento o pájaros en y dentro de la Antártida...*” (Smith, 1996).

Se sabe que la introducción de especies, con la posibilidad de que estos ejemplares se conviertan en invasores, pueden generar daños a la salud humana y la riqueza, como también la alteración de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas no alterados de otro modo, siendo así una amenaza a la diversidad biológica nativa. De esta manera las Invasiones biológicas, también interactúan sinérgicamente con otros componentes del cambio global (Vitousek *et al.*, 1997).

Las especies introducidas son una de las causas trascendentales del cambio de la biodiversidad en todo el mundo, con los mismos riesgos en términos generales para la mayoría de las regiones del mundo. (Chown *et al.*, 2012). En el caso de del continente Antártico, también se visualiza un panorama no muy favorable, ya que la introducción de especies, es una de las “...*amenazas de conservación más importantes a la Antártica, sobre todo porque el cambio climático avanza en la región...*”(Chown *et al.*, 2012).

Para saber del impacto de la introducción de una especie, se necesita tener “...*un conocimiento profundo del proceso de invasión, que consta de tres etapas principales: la dispersión inicial, el establecimiento de poblaciones autosostenibles y difusión...*” (Puth, 2005).

## **INFLUENCIAS DEL SER HUMANO EN LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES EN ANTÁRTICA**

Coincide la introducción de especies en los últimos dos siglos, con la actividad humana en la Antártica. Se asocia en gran medida con el movimiento de personas y de carga en relación con el programa industrial, nacional científica y operaciones turísticas, mayoritariamente Europeos. Estos generan tanto los impactos directos e indirectos sobre el funcionamiento de los ecosistemas antárticos, incluyendo la pérdida sustancial de la biodiversidad local y los cambios de los ecosistemas procesos (Frenot *et al.*, 2005)

Se estima que las personas introducen “... promedio 9,5 semillas por persona, aunque como vectores, los científicos llevan la mayores cargas de propágulos que por turistas...” (Chown *et al.*, 2012). Sin embargo el número de turistas anual, es más alto con aproximadamente 33.054, mientras que el número de científicos anual es aproximadamente 7.085, considerando así una diferencias en la carga de propágulos. (Chown *et al.*, 2012).

## **INTRODUCCIÓN DE PLANTAS VASCULARES**

En el caso de la Antártica terrestre, las especies de plantas se considera que “...la probabilidad de que tales invasiones depende de la cantidad de propágulos de especies exóticas que entran en la región, su probabilidad de establecimiento, y la medida en que estas especies establecidas son capaces de difundir y alterar los ecosistemas locales...” (Hulme, 2009).

En la investigación realizada por Olech M. & K. Chwedorzewska (2011) indican la presencia de tres especies exóticas en Isla Rey Jorge, la primera se encuentra presente en zona antropogénica y en hábitat naturales, la especie introducida *Poa annua* L., una especie anual que se encuentra comúnmente colonizando las morrenas dejadas al paso de un retroceso glaciar y asociada a las dos plantas vasculares nativas, mas la presencia de otras dos especies introducidas de musgos *Bryum pseudotriquetrum* y *Ceratodon purpureus*.

Al comparar la Antártica con islas subantárticas, existen dos islas sin presencia de especies exóticas de plantas vasculares, estas son las Islas Pingouins y las Islas McDonald. Mientras que en los otros lugares se encuentran las familias de plantas vasculares: Poaceae (39 especies), Asteraceae (20), Brassicaceae (8) y Juncaceae (7 ). Entre las 108 especies vasculares exóticas que se encuentran en la región sub-antártica, es *Poa annua* la especie presente en todas las islas mayores (Frenot *et al.* ,2005)

Si bien la mayor introducción de especies se producen en territorio subantártico, ya que el continente Antártico posee una barrera natural, con la circulación oceánica. No es menor considerar a estas especies, ya que la propagación por humanos, puede facilitar este proceso.

El único ejemplos de especie introducida persistentes, que se están estableciendo en cualquiera región son *Poa pratensis* y *Poa annua*, presentes, en Península Antártica, el norte y en la isla Rey Jorge (Frenot *et al.*, 2005).

Las especies para que dejen la categoría de introducida y pasen a un nivel más complejo como el de especie invasora, debe traspasar la barrera reproductiva y otras condiciones indicadas en la publicación de (Richardson & Pisek , 2006)

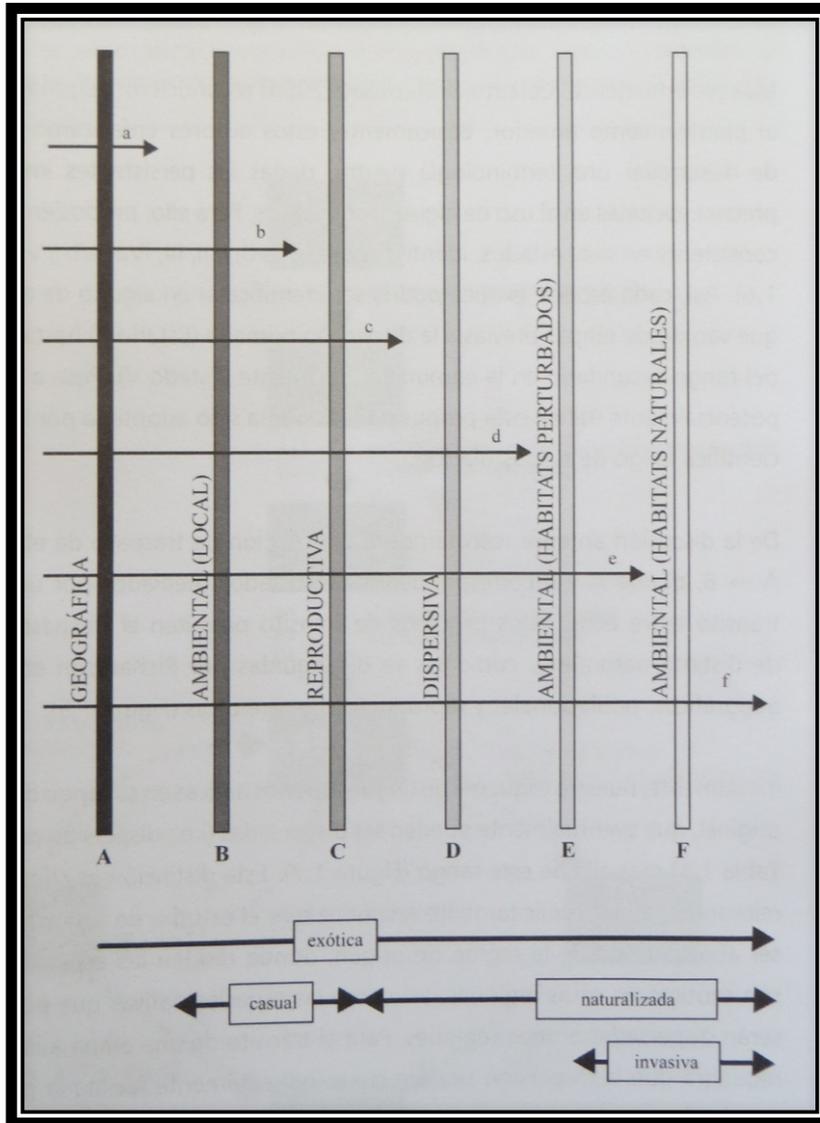


Imagen 1, extraída de Richardson & Pisek , (2010):

Muestra conceptualiza las diversas barreras que una planta vascular tiene que superar para llegar a ser de exótica a naturalizada o invasiva en un nuevo ambiente.

## VULNERABILIDAD DEL CONTINENTE ANTÁRTICO

Establecimiento de especies exóticas es actualmente más probable de la Península Antártica Occidental, debido a la corroboración en terreno de la presencia de poblaciones colonizadoras de varias especies. Con el cambio climático, los riesgos crecen en la península antártica, mar de Ross, y el este de la Antártida regiones costeras. Demostrando así que partes de la Antártida están en

riesgo cada vez mayor de especies exóticas que pueden convertirse en invasoras. (Chown *et al.*, 2012).

La Antártica es un lugar que todavía se puede considerar que no ha sufrido los embates de la presencia humana, pero hoy en día, las cosas han cambiado, según Tin *et al.* (2009) existe una gran preocupación por la combinación de la aceleración del cambio climático y el alcance de rápido crecimiento y la extensión de las actividades científicas y turísticas dará lugar a una degradación del ambiente de proporciones. Como se aprecia en la imagen 1, en un futuro no muy lejano, se podrían manifestar las características para que una especie pase de ser introducida a invasora.

Igualmente Frenot *et al.* (2005) indica que con el rápido cambio climático que ocurre en algunas partes de la Antártida, los números elevados de introducciones y es probable el éxito de la colonización por las especies foráneas, con el consiguiente aumento en los impactos sobre los ecosistemas.

La imagen 2 de Hughes (2010) muestra una coincidencia con la estimación que hace Chown *et al.*, (2012), en imagen 3, con respecto a que existe una relación entre la presencia humana y la mayor probabilidad de la introducción de especies.

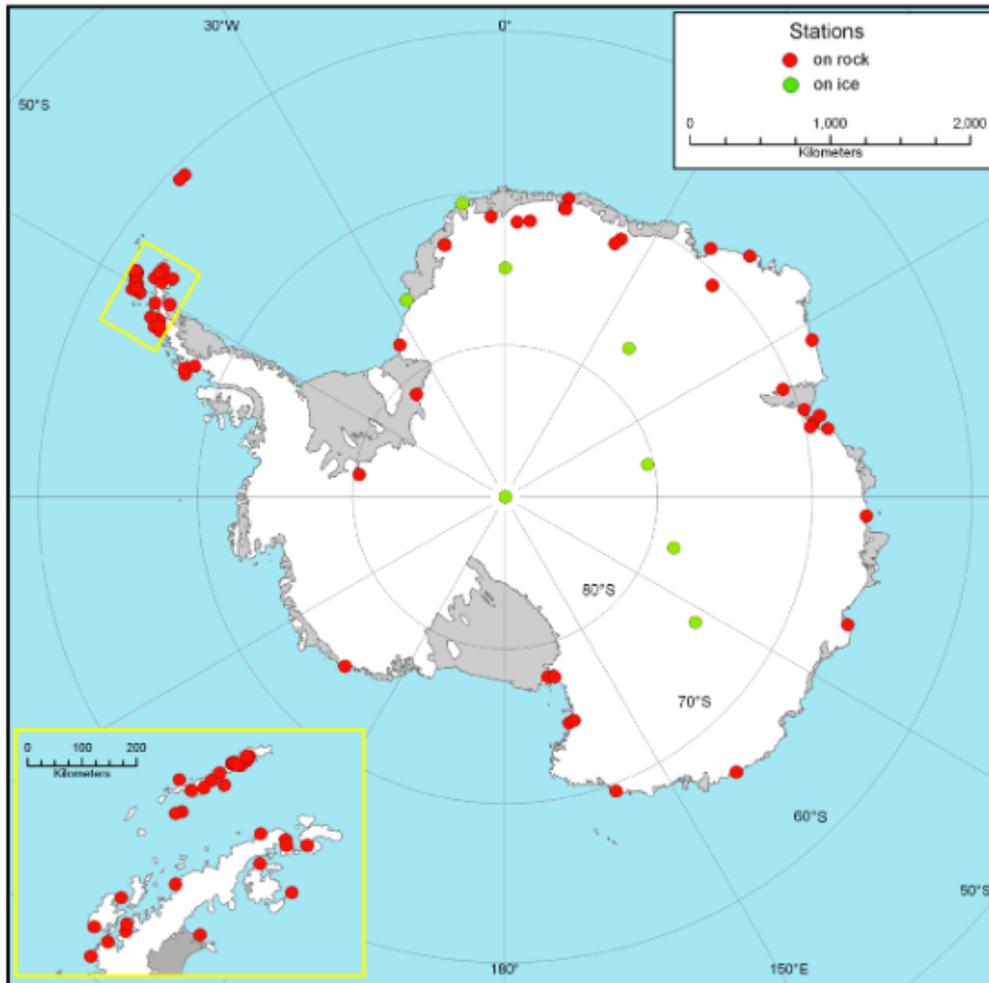


Imagen 2, extraída de Hughes, (2010):  
 Muestra un mapa que delimita la zona del Tratado Antártico (al sur del paralelo 60°S). Se muestra la ubicación de estaciones de temporada construidas sobre roca o hielo permanente. Los datos de ubicación de las estaciones fueron tomados por el Consejo de Administradores de Programas Antárticos Nacionales en el 2010.

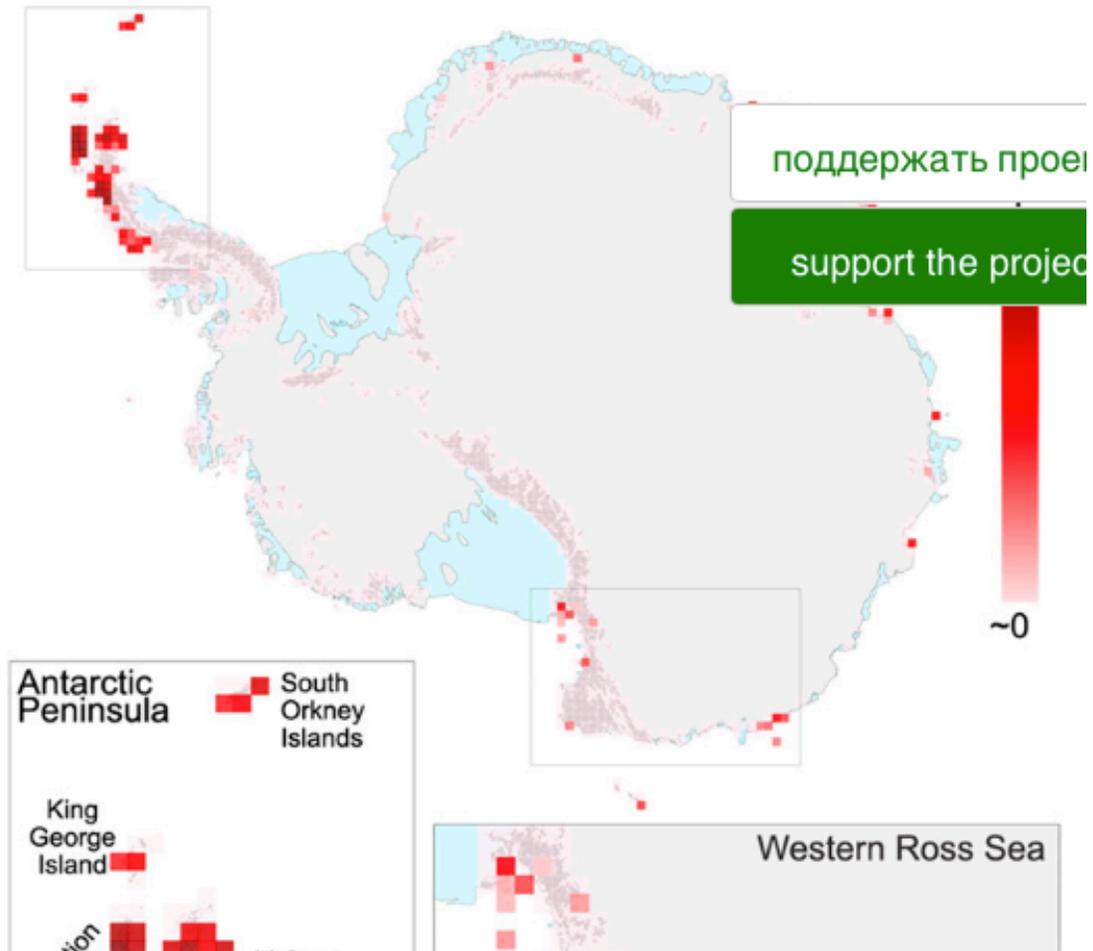


Imagen 3, extraída de (Chown *et al.*, 2012):  
 Se muestra el riesgo relativo de las plantas vasculares exóticas para establecerse en la Antártida. Las áreas libres de hielo se les asigna un valor pequeño para representar la probabilidad menor de establecimiento en la ausencia de los desembarques de visitantes.

## REFLEXIONES

Si existe una relación entre la introducción de especies de plantas vasculares y la presencia humana, ya que coinciden la entrada de especies exóticas con la llegada del ser humano, y este se considera uno de los principales vectores para el ingreso de plantas exóticas, sin dejar de mencionar que también pueden ser transportado los propágulos con otros vectores naturales, como el viento o los pájaros.

Si bien se considera que la introducción de especies es catastrófica, se debe pensar que la presencia de estas especies, es algo que ocurre en todo el mundo, pero no se debe olvidar que la Antártica está resguardada por un protocolo ambiental, y que la búsqueda de no homogeneizar las especies, es para cuidar uno de los espacios prístinos que todavía quedan en el mundo y el otro punto a considerar es que posee una riqueza desde el punto de vista biotecnológico, ya que las especies nativas de Antártica surgen con adaptaciones, que son muy llamativas para la recombinación de genes. Y a partir de esta diversidad génica se pueden generar beneficios, en un ambiente global homogeneizado.

Lo natural, es que el proceso de sucesión post retroceso glaciar, ocurra con especies endémicas del lugar, y con la presencia humana, le estamos dando ventaja a las especies introducidas, ya que estas de por sí, tienen adaptaciones fisiológicas que le permitieron adaptarse a distintos escenarios, como en el caso de la especie *Poa annua*.

El escenario del cambio climático, ha generado una preocupación en la comunidad científica, ya que puede modificar los fenómenos atmosféricos de Antártica, pudiendo favorecer los retrocesos glaciares (dejando suelo descubierto) y la introducción de especies con posibilidades de adaptarse a esos escenario de cambios, y surge la pregunta ¿Las especies endémicas de Antárticas se encuentran adaptadas a un cambio en la temperatura?

## PROYECCIONES

Se sugiere llevar a cabo una investigación que considere la incidencia de la introducción de especies de plantas vasculares y la relación que posee esta con la presencia de bases. Si bien, esta idea está presente en algunos paper, falta información de lo que ha ocurrido en cada una de las bases desde su asentamiento y ver como se ha modificado los nichos de las especies.

Otra manera de estimar el impacto humano, sería la comparación entre la abundancia y diversidad en la germinación de especies de plantas vasculares exóticas en Antártica, haciendo una distinción de Zona de bases anuales, estivales y Zona Antártica Protegida, ya que en esta última para poder realizar el trabajo en terreno, existe una fiscalización rigurosa, por ende, para que las personas puedan acceder, se debe tener una mayor precaución, por el mismo motivo, estos lugares son menos visitados, porque se necesita una autorización especial del ATS. Esto entrega la posibilidad de comparar la zona ya mencionada con una base común, donde el lugar es más visitado y la asistencia es menos rigurosa.

Para atenuar el riesgo de introducciones a la Antártida se debe centrar en la reducción de las cargas de propágulos en los seres humanos, y en sus buques de alimentos, de carga y de transporte (Frenot *et al.*, 2005)

También se debiesen considerar la propuesta de Tin (2009) la búsqueda de medidas que incluyan evaluaciones efectivas de impacto ambiental, el monitoreo a largo plazo, las medidas de mitigación para las especies no autóctonas, la gestión basada en los ecosistemas de los recursos vivos y una mayor regulación de los Programas Antárticos Nacionales y actividades turísticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberdi, M., Bravo, L., Gutiérrez, A., Gidekel, M., & Corcuera, L. (2002). Ecophysiology of Antarctic vascular plants. *Physiologia Plantarum*, 115(4), 479-486. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1399-3054.2002.1150401.x/abstract?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=> (fecha de consulta 10/10/15).
- ATS (2013) El Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, en Secretaria del Tratado Antártico. Recuperado de: <http://www.ats.aq/s/ep.htm> (fecha de consulta 05/10/15).
- ATS (2013) El tratado Antártico, en Secretaria del Tratado Antártico. Recuperado de: [http://www.ats.aq/index\\_s.htm](http://www.ats.aq/index_s.htm) (fecha de consulta 05/10/15).
- Antarkos (2011) Características de la Antártida. Recuperado de: <http://www.antarkos.org.uy/info-gral/info-gral.htm> (fecha de consulta 05/10/15).
- Bokhorst, S., Huiskes, A., Convey, P., & Aerts, R. (2007). Climate change effects on organic matter decomposition rates in ecosystems from the Maritime Antarctic and Falkland Islands. *Global Change Biology*, 13(12), 2642-2653. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/sci-hub.org/doi/10.1111/j.1365-2486.2007.01468.x/abstract> (fecha de consulta 12/10/15).
- Convey P. (2006). Antarctic Terrestrial Ecosystems: Responses to Environmental Change. *Polarforschung* 75 (2–3), 101 – 111. Recuperado de: [http://epic.awi.de/28569/1/Polarforsch2005\\_2-3\\_5.pdf](http://epic.awi.de/28569/1/Polarforsch2005_2-3_5.pdf) (fecha de consulta 15/10/15).
- Chown, S. L., & Convey, P. (2007). Spatial and temporal variability across life's hierarchies in the terrestrial Antarctic. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 362(1488), 2307-2331. Recuperado de: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/362/1488/2307.short> (fecha de consulta 10/10/15).
- Chown, S., Huiskes, A., Gremmen, N., Lee, J., Terauds, A., Crosbie, K. & Bergstrom, D. (2012). Continent-wide risk assessment for the establishment of nonindigenous species in Antarctica. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(13), 4938-4943. Recuperado de: <http://www.pnas.org/sci-hub.org/content/109/13/4938.short> (fecha de consulta 10/10/15).
- Frenot Y. Chown S. Whinam J. Selkirk P. Convey P. Skotnicki M and Bergstrom D (2005).” Biological invasions in the Antarctic: extent, impacts and implications”. *Biological Reviews*. Volume 80: Issue 01, 45-72. Revisado en: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=275546&fileId=S1464793104006542>
- Headland, R.K.(1993). Chronological list of Antarctic expeditions and related historical events. Cambridge: Cambridge University Press, 730p. (Reimpresión de la primera edición de 1989.) *In*: Lüdecke C. (2015). Primeros exploradores Antárticos, desde el siglo XVIII. Fundación Marambio. Recuperado de: <http://marambio.aq/primerosexploradores.html> (fecha de consulta 05/10/15).
- Hughes, K. (2010). How committed are we to monitoring human impacts in Antarctica?. *Environmental Research Letters*, 5(4), 041001. Recuperado de:

- <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/5/4/041001/pdf> (fecha de consulta 10/10/15).
- Hulme, P. E. (2009). Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46(1), 10-18. Recuperado de : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x/abstract> (fecha de consulta 15/10/15).
  - Livermore, R., Nankivell, A., Eagles, G., & Morris, P. (2005). Paleogene opening of Drake passage. *Earth and Planetary Science Letters*, 236(1), 459-470. Recuperado de: <http://core.ac.uk/download/pdf/11756064.pdf> (fecha de consulta 10/10/15).
  - Lüdecke, C. (2003). Scientific collaboration in Antarctica (1901-1903): a Challenger in times of political rivalry. *Polar Record*, vol. 39, núm. 208, pp. 25-48. Recuperado de: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=139505&fileId=S0032247402002735> (fecha de consulta 10/10/15).
  - Lüdecke C. (2015). Primeros exploradores Antárticos, desde el siglo XVIII. Fundación Marambio. Recuperado de: <http://marambio.aq/primerosexploradores.html> (fecha de consulta 05/10/15).
  - Magon J. (2010) El tratado Antártico . Recuperado de: <http://juanmago.com/2010/10/08/tratado-antartico/> (fecha de consulta 10/10/15).
  - Nerc Bas (2015) Plants. British Antarctic Survey and Natural environment research council. Recuperado de: <https://www.bas.ac.uk/about/antarctica/wildlife/plants/> (fecha de consulta 15/10/15).
  - Olech, M., & Chwedorzewska, K. (2011). Short Note: The first appearance and establishment of an alien vascular plant in natural habitats on the forefield of a retreating glacier in Antarctica. *Antarctic Science*, 23(02), 153-154. Recuperado de: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=8130292&fileId=S0954102010000982> (fecha de consulta 15/10/15).
  - Peck L, Convey P, Barnes DKA (2006) Environmental constraints on life histories in Antarctic ecosystems: tempos, timings and predictability. *Biological Reviews*, 81, 75–109. *In*: Bokhorst, S., Huiskes, A., Convey, P., & Aerts, R. (2007). Climate change effects on organic matter decomposition rates in ecosystems from the Maritime Antarctic and Falkland Islands. *Global Change Biology*, 13(12), 2642-2653. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/sci-hub.org/doi/10.1111/j.1365-2486.2007.01468.x/abstract> (fecha de consulta 12/10/15).
  - Puth, L. & Post, D.(2005). Studying invasion: have we missed the boat?. *Ecology letters*, 8(7), 715-721. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2005.00774.x/abstract?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage> (fecha de consulta 10/10/15).
  - Richardson D and Pisek P. (2006). Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography* 30, 3. 409–

431. Recuperado de: <http://ppg.sagepub.com.sci-hub.org/content/30/3/409.short> (fecha de consulta 12/10/15).
- Smith, R. L. (1996). Introduced plants in Antarctica: potential impacts and conservation issues. *Biological conservation*, 76(2), 135-146. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0006320795000992> (fecha de consulta 10/10/15).
  - Tin, T., Fleming, Z., Hughes, K., Ainley, D., Convey, P., Moreno, C. & Snape, I. (2009). Impacts of local human activities on the Antarctic environment. *Antarctic Science*, 21(01), 3-33. Recuperado de: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=3525072&fileId=S0954102009001722> (fecha de consulta 15/10/15).
  - Vitousek, P., D'antonio, C., Loope, L., Rejmanek, M., & Westbrooks, R. (1997). Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 1-16. Recuperado de: [http://www.jstor.org/stable/24054520?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/24054520?seq=1#page_scan_tab_contents) (fecha de consulta 15/10/15).