
Distribución espacial de orquídeas y cambio climático en el Bosque Seco en Colombia y su aplicación como estrategia regional de conservación para el Valle del Cauca



Informe Final Proyecto CI 4326 – Docente Jorge E. Rubiano M.



**FORMATO PARA LA ELABORACIÓN
DE INFORMES FINALES -
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año

Datos generales del Proyecto

Código del proyecto: CI 4326			
Título del proyecto: Distribución espacial de orquídeas y cambio climático en el bosque Seco en Colombia y su aplicación como estrategia regional de conservación para el Valle del Cauca			
Facultad o Instituto Académico: Facultad de Humanidades			
Departamento o Escuela: Departamento de Geografía			
Grupo (s) de investigación: Territorios			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Jorge Eliecer Rubiano Mejía	5 h/s x 18 meses	5 h/s x 18 meses

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

	Guillermo Alberto Reina-Rodríguez	12 h/s x 18 meses	12 h/s x 18 meses
Coinvestigadores			
Otros participantes	Fabio Alexander Castro Llanos	13H/s x 4 meses	13H/s x 10 meses

1. Resumen ejecutivo:

Se espera que describa el proyecto, planteamiento del problema, objetivos, metodología, principales resultados obtenidos y las conclusiones. La extensión debe ser de máximo de 500 palabras (en español y en inglés).

Español

Las orquídeas son elementos fundamentales en la dinámica y composición de los ecosistemas tropicales; hay un estimado de 19,000 especies en el mundo, de las cuales 85 ocurren en los bosques secos del valle del río Cauca y Dagua, en el suroeste de Colombia. Estas plantas constituyen la zona de interface entre el bosque y la atmosfera y dependen de fuentes aéreas de nutrientes, la lluvia y el vapor de agua para la supervivencia. Esta dependencia fisiológica ligada al clima las hace sensibles a los cambios en la atmósfera y de la temperatura, por tanto, son ideales para el estudio del cambio climático (CC). El objetivo de este estudio fue detectar cambios en la distribución espacial de siete especies de orquídeas del bosque seco tropical de Colombia ubicado en varias localidades del departamento así como su importancia en términos de

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

planificación de la conservación frente al CC. El algoritmo de máxima entropía fue utilizado para dicha prospección en el que se utilizaron nueve variables para el análisis. Los datos de presencia provienen de 31 viajes de campo, datos de herbario y literatura en 30 municipios. La distribución potencial actual se compara con el escenario SRES-A2 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), modelado para el horizonte de tiempo (desde 2080 hasta 2100). Para el conjunto de las especies, los resultados muestran un incremento altitudinal en el escenario de futuro CC con respecto al presente; Sin embargo, las respuestas varían entre los taxones, elevaciones y ubicaciones de acuerdo con el grado de especialización térmica. En el futuro escenario de CC, las zonas de media montaña aumentarán su adecuación a expensas de áreas basales donde se encuentran originalmente orquídeas del bosque seco, y la Cordillera Occidental se concentraría mayores áreas que en la Cordillera Central. Variables tales como la accesibilidad, la cobertura de la tierra, la temperatura y la disponibilidad de agua contribuyen a explicar el 88,6% de la modelo. Una alternativa para la inminente pérdida de biodiversidad debido a CC es el establecimiento de Corredores Altitudinales de Migración (AMC) que conectan relictos de bosque forestales de la llanura aluvial con zonas de media montaña. Las áreas con una probabilidad de ocurrencia mayor que $P = 75$ se han detectado con MaxEnt. Estas áreas constituyen "refugios térmico"s y, junto con las áreas protegidas existentes, son la columna vertebral de este estudio. La cobertura de matorrales xerófilos y manejo adecuado de forófitos facilitaría los procesos de dispersión no sólo para estas plantas, sino también para la supervivencia de la flora y la fauna en el bosque seco del Valle del río Cauca contra CC.

Inglés



VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Epiphytic orchids are fundamental elements in the dynamics and composition of tropical ecosystems; there are an estimated 19,000 species worldwide, of which 85 occur in the dry forests of the basin of the Cauca and Dagua rivers in the department of Valle del Cauca, southwestern Colombia. These plants make up the interface zone between the forest and atmosphere and depend on aerial nutrient sources, rain, and water vapour for survival. This physiological dependence linked to climate makes them sensitive to changes in atmosphere and temperature and, hence, ideal for the study of climate change (CC). The objective of this study was to detect changes in the special distribution of seven orchid species of the tropical dry forest in the department of Valle del Cauca and their significance in terms of conservation planning against CC. The maximum entropy algorithm was used for modelling, and nine variables were used for analysis. Presence data come from 31 field trips, herbarium data, and literature in 30 municipalities. The current potential distribution was compared against the SRES-A2 scenario of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), modelled for the time horizon (2080-2100). For the set of species, the results show an altitudinal increase in the scenario of future CC with respect to the present; however, the responses vary among taxa, elevations, and locations according to the degree of thermal specialization. In the future CC scenario, mid-mountain areas will increase their suitability at the expense of basal areas where orchids of the dry forest are originally found, and the Cordillera Occidental would concentrate greater areas than the Cordillera Central. Variables such as accessibility, land coverage, temperature, and water availability contribute to explaining 88.6% of the model. An alternative for the impending loss of biodiversity due to CC is the establishment of Altitudinal Migration Corridors (AMCs) that connect forest relics of the alluvial plain with mid-mountain areas. Areas with a probability of occurrence greater than $P=75$ have been detected with MaxEnt. These areas constitute “thermal refugia” and, together with existing protected areas, are the backbone of this study. Coverage of xeric shrublands and appropriate management of phorophytes would facilitate dispersion processes not only for these

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

plants but also for the survival of flora and fauna in the dry forest of Valle del Cauca River against CC.

2. **Síntesis del proyecto:**

Tema: Distribución espacial de orquídeas y cambio climático en el bosque seco en Colombia y su aplicación como estrategia regional de conservación para el Valle del Cauca.

Nota aclaratoria: La propuesta presentada inicialmente consideró la estimación de áreas idóneas para 8 orquídeas originarias del Valle Geográfico del Río Cauca. En este reporte se presentan los resultados de dicho ejercicio pero enfocados en sólo el Valle del Cauca y con una orquídea menos de la planteada. La razón de ello estriba en que se generaron dos publicaciones en el desarrollo de la investigación la primera de las cuales se enfocó en el Valle geográfico y que fue sometida y aceptada para correcciones en el *Journal for Nature Conservation* (Anexo 1). La segunda publicación, la cual considera todo el territorio de Bosque Seco de Colombia, está en preparación. La reducción en un número de las orquídeas objeto de estudio se debió a consideraciones estadísticas que impidieron su uso en la prospección para los territorios en estudio. En síntesis, los objetivos generales y específicos, así como la metodología inicialmente planteada se llevaron a cabo en su totalidad. Se reporta una de dos publicaciones generadas la cual se centra en lo relevante para el Valle del Cauca.

Objetivos

- **General**

Detectar los cambios en la distribución espacial de 7 especies de orquídeas del Bosque Seco Tropical en el departamento del Valle del Cauca bajo condiciones de cambio climático y la importancia de dicho cambio en la planificación para la conservación.

- **Específicos**

- Determinar dónde y en qué medida se afecta la distribución espacial de orquídeas.

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

- Identificar nichos térmicos para la posible introducción de orquídeas en aquellos lugares donde estas son idóneas.
- Observar que Reservas Forestales (RF) actuales son idóneas para el desarrollo de las orquídeas.

Metodología

Los Modelos de Distribución de Especies son la representación parcial del nicho fundamental de una especie el cual suele ser expresado en términos de la probabilidad de idoneidad del paisaje para albergar la especie objeto de estudio. La implementación del algoritmo de máxima entropía desarrollado por Shannon para el manejo de la información (Shanon, 1948) se realiza haciendo uso de la probabilidad condicional formulada en el teorema de Bayes. El modelo de distribución potencial se calculó haciendo uso de dicho algoritmo implementado en el aplicativo MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006) y siguiendo un procedimiento similar al empleado por Ramirez-Villegas *et al.* (2014) y Bunn *et al.* (2015). En éste, se toma una lista de puntos de presencia de la especie como datos de entrada, a menudo nombrados datos de solo presencia, y un conjunto de predictores ambientales (por ejemplo, precipitación, temperatura, altitud, entre otros) a través de un paisaje definido (Merow *et al.*, 2013). Este modelo de distribución espacial tiene un muy buen desempeño para encontrar la distribución óptima de las especies, cuando se tiene poca información de la presencia de la especie, además optimiza el área predicha en comparación con otros modelos que también hacen uso de datos de solo presencia (Hernández *et al.*, 2006), como lo son GARP (Stockwell y Peters, 1999), Bioclim (Busby, 1991), y Domain (Carpenter *et al.*, 1993).

Zona de Estudio

El conjunto de los valles interandinos del río Cauca y Dagua al sur-occidente colombiano, correspondiente con zonas de Bosque Seco del departamento y localizadas entre los 3°46'4.10"N

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

y 4°53'31" de latitud norte y los 76°19'35"y 76° 9'49" de longitud oeste. Comprenden una extensión de 775.320 Has entre los 800 y 1700 msnm. Las coberturas dominantes son los sistemas agrícolas y silvopastoriles y solo corresponden a Bosques 10.715 Has (1,76%) para el valle geográfico del Río Cauca (Arcila-Cardona et al., 2012), y 2870 Has (0.36%) para los bosques secos de la cuenca del Río Dagua (IAvH, 2015).

Fuentes de información de localidades

Los datos de este manuscrito se concentran en los 30 municipios que componen la llanura aluvial del río Cauca y Dagua en el departamento del Valle del Cauca, al suroccidente colombiano en la cual se asienta una población de 4'061.554 habitantes que representan el 8.4% (DANE, 2005) de la población colombiana. Los datos utilizados para el modelamiento suman 210 registros pertenecientes a 14 especies de orquídeas en este territorio. Un grupo de 7 orquídeas epífitas fue seleccionado para modelar la distribución potencial actual y futura de este grupo de plantas frente a los efectos del CC. Para el estudio en todo Colombia, se emplearon 600 horas efectivas en levantamiento de información primaria distribuidas en 31 salidas de campo, búsqueda en los herbarios virtuales de los siguientes herbarios virtuales: W3Tropicos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/Home.aspx>), el herbario virtual del Instituto de ciencias naturales de Bogotá (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN>), Jany Renz Swiss Orchid Foundation (<http://orchid.unibas.ch>), Museo de Historia Natural de Paris (<http://coldb.mnhn.fr>), y el Jardín Botánico de Nueva York. (<http://sciweb.nybg.org/science2/hcol/allvasc/index.asp>). Igualmente se obtuvo información geográfica de los ejemplares botánicos depositados en los 3 herbarios departamentales (CUVC, VALLE y TULV) y el del Instituto Botánico de Barcelona (BC), comunicaciones personales y literatura científica (Guarín, 1981; Ortiz, 1995; Viveros-Bedoya et al, 2001; Ortiz & Uribe, 2007; Misas, 2005; Calderón-Sáenz, 2007, Kolanowska, et al, 2011, Reina-Rodríguez, et al 2010, Reina-Rodríguez & Otero, 2011).

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Proyecciones del clima e información medioambiental de contexto

El conjunto de la información fue obtenida de los archivos del IPCC, Worldclim (Graham & Hijmans, 2006); (<http://www.worldclim.org/bioclim.htm>), del Geodata Portal de King's College London (<http://www.policysupport.org/waterworld>) y del Joint Research Centre (<http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/gam/index.htm>). Otras variables de interés fueron estimadas utilizando el programa SAGA (<http://www.saga-gis.org>), como lo es, el Índice Topográfico de Humedad (TWI, por sus siglas en inglés), las coberturas vegetales a partir de la cartografía digital de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).

Resultados obtenidos

Selección de especies

Para el modelamiento con MaxEnt, de un total de 70 especies presentes en el Valle del río Cauca (Reina-Rodríguez et al, 2010), fueron seleccionadas aquellas con más de 7 datos de presencia con el fin de garantizar una estimación confiable con el algoritmo que usa MaxEnt. Se obtuvieron así 14 especies que cumplían con este criterio (Tabla 2). Un segundo criterio de selección, fue el valor del estadístico AUC (área bajo la curva) el cual es usado como una medida general de evaluación del modelo y usualmente genera valores que oscilan entre 0,5 (al azar) a 1.0 (discriminación perfecta) sin embargo puede generar valores por debajo de este rango que indican un modelo que es peor que al azar (Engler et al., 2004). Mayores detalles de este procedimiento se presentan en el artículo sometido a publicación.

Tabla 1. Especies seleccionadas para el análisis del modelamiento en las cuencas del Río Cauca y Dagua. Área bajo la curva (AUC).

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Especies	AUC	
	Presente	CC
<i>Cattleya quadricolor</i>	0.934	0.921
<i>Dimerandra emarginata</i>	0.922	0.912
<i>Encyclia chloroleuca</i>	0.906	0.963
<i>Epidendrum rigidum</i> *	0.957	0.945
<i>Epidendrum melinanthum</i> *	0.953	0.904
<i>Heterotaxis equitans</i>	0.931	0.933
<i>Jacqiniella globosa</i>	0.889	0.881
<i>Maxillaria friedrichsthalii</i>	0.671	0.656
<i>Polystachya foliosa</i>	0.935	0.91
<i>Rodriguezia lanceolata</i>	0.693	0.687
<i>Scaphyglottis prolifera</i>	0.702	0.721
<i>Trichocentrum carthagenense</i>	0.943	0.92
<i>Trizeuxis falcata</i>	0.91	0.887
<i>Vanilla calyculata</i> *	0.965	0.945

Patrones de cambio en la distribución altitudinal

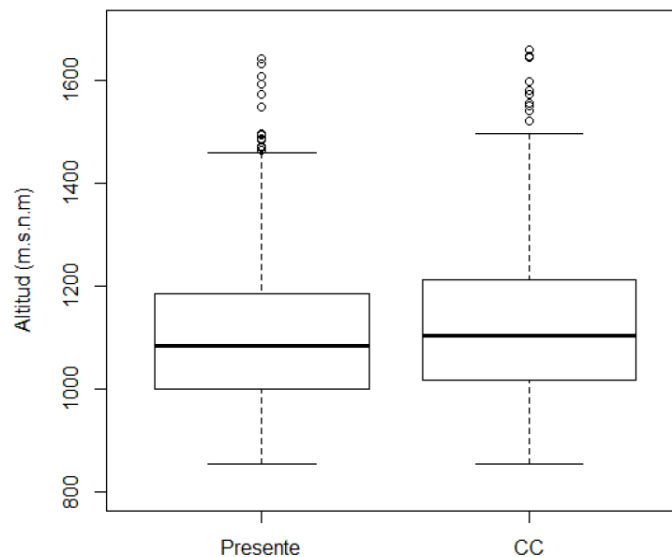
Los resultados de la distribución actual fueron localizados geográficamente y estos muestran una ampliación del espectro altitudinal para las orquídeas de Bs-T en el Valle del Cauca frente al CC. Con el ánimo de comparar los datos presentes versus los proyectados, los grupos de datos fueron objeto de varias pruebas. Se realizó la prueba Shapiro Wilk (1965), que permitió identificar que estas poblaciones no provienen de una distribución normal, con un $p\text{-value}=2.2 \text{ e-}16$. Adicionalmente se realizó la prueba Mann-Withney (Hart, 2001) que permitió concluir que las dos muestras presentan diferencias estadísticamente significativas ($p\text{-value} = 0,00307903$), con un

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

nivel de confianza del 95%. En la Figura 1, se observa que el 50% de los datos para el presente se concentran en el rango altitudinal (990-1.190 msnm), mientras que para el CC el 50% de los datos se concentran en el rango altitudinal (1.050-1.210 msnm), otro 25% de idoneidad se concentraría entre 1.210 y 1.470 msnm.

Figura 1: Distribución altitudinal del Presente (n=1023) frente al CC (n=1150) para el conjunto de siete especies de orquídeas del Bs-T, Departamento del Valle del Cauca, Colombia. Los puntos indican posibles datos atípicos.



Elaboración propia

En términos de los cambios altitudinales por especie, los resultados muestran que *Cattleya quadricolor*, *Dimerandra emarginata*, *Heterotaxis equitans* y *Polystachya foliosa* estrechan su rango de altitud frente al escenario de CC, mientras que, *Encyclia chloroleuca*, *Jacquinilla globosa*, y *Trichocentrum carthagenense* tienden a ampliarlo.

Patrones de cambio en la distribución espacial

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Los resultados del modelamiento con MaxEnt muestran para el conjunto de orquídeas un patrón de incremento en el área en el escenario de CC (2081-2100) frente a la distribución actual, con una probabilidad de ocurrencia ($P > 0.75$) (Figura. 1). Los cambios ocurridos fueron cuantificados en rangos de 100 metros entre los 800-1800 msnm en el área de estudio. Se anticipa un incremento en el área de idoneidad del territorio pasando de 88.000 Has en la actualidad frente a 98.900 Has en el escenario modelado de CC, es decir una ganancia neta de 10.900 Has.

Las áreas basales ubicadas en la llanura aluvial del río Cauca y Dagua perderán un 3.7% en el rango altitudinal 900-1000 msnm y se verán incrementadas paulatinamente en un 5,7%; (1.001-1.100 msnm) 18,1%, (1.101-1200 msnm), 24,8% (1201-1300 msnm), 50% (1.301-1400) hasta un 333,3% (1.501-1600).

Orquídeas vs. Áreas Protegidas en el territorio

Los resultados muestran que al realizar la intersección de los puntos de idoneidad de las orquídeas para el escenario futuro no hubo coincidencia con áreas de Parques Nacionales, lo cual no sorprende ya que solo un 1.1% del bosque seco en el país se encuentra incluido dentro de áreas que pertenecen al sistema de parques Nacionales Naturales de Colombia, reafirmando el gran vacío en la representatividad de ecosistemas secos y muy secos en el país (Arango, et al, 2003). El mismo ejercicio frente a las Reservas Naturales de la Sociedad Civil no arrojó ninguna coincidencia. Sin embargo la intersección de los puntos de idoneidad con las 717.575 Has distribuidas en 50 áreas del Valle del Cauca, protegidas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP, mostro una coincidencia de 17.458 Has (Malcolm et al., 2006) en 5 de estas áreas, es decir el 2.4% de las actuales AP en el Valle del Cauca cuenta con idoneidad para servir de refugio “nicho térmico” frente al cambio climático como lo muestra la tabla 2.

Tabla 2. Coincidencia de áreas protegidas versus idoneidad para orquídeas de Bosque seco tropical. RFPN: Reserva Forestal Protectora Nacional, DRMI: Distrito Regional de Manejo Integrado, DCS: Distrito de Conservación de Suelos

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Nombre del Área Protegida	Categoría	Area total (Has)	Idoneidad (Has)	Municipios	Año de creación
Cuenca Alta del Río Cali	RFPN	10.855	172	Cali	1938
Enclave subxerofítico de Atuncela	DRMI	1.011	688	Dagua	2007
Reserva forestal protectora del Río Dagua	RFPN	8.974	430	Dagua	1943
Quebrada Guadualito y El Negrito	RFPN	559	172	Yotoco	1941
Distrito regional de manejo Integrado RUT Nativos	DRMI	15910	10840	Roldanillo, La Unión y Toro	En proceso
Distrito de Conservación de Suelos Cañón de Río Grande	DCS	6.418	86	Restrepo	2014

Principales conclusiones y/o recomendaciones

- La detección temprana de áreas clave para ocurrencia de las orquídeas de bosque seco, se presenta como una oportunidad para la puesta en marcha de una estrategia regional de conservación consecuente con la priorización de algunas de las actuales áreas protegidas que permitan incrementar las posibilidades de sobrevivencia de estas plantas y otros organismos asociados debido al cambio climático.
- Estos nodos que responden a áreas de alta idoneidad y que son climáticamente estables “nichos térmicos” podrían no solamente proporcionar conectividad sino también funcionalidad entre áreas de las tierras bajas de la llanura aluvial del río Cauca y Dagua con áreas de montaña media en los Andes, que se constituyen en refugios para las orquídeas y en general para la flora y fauna del bosque seco, pero además su integración dinámica con el paisaje circundante y los servicios ecosistémicos que estas áreas prestan (Brooks, et al 2006).

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

- Se concluye que el modelo para las 7 especies de orquídeas de bosque seco sugieren un incremento en el nicho del área en la zona andina (montaña media) y su idoneidad se verá incrementada frente al cambio climático en detrimento de las áreas basales de la llanura aluvial del río Cauca. De otro lado, un incremento en el rango altitudinal máximo de estas especies buscarían áreas a mayor altitud y con menor temperatura para su supervivencia.

Nosotros sugerimos las siguientes recomendaciones teniendo en cuenta los resultados aquí obtenidos:

- Las autoridades ambientales regionales y nacionales deben concentrar esfuerzos y recursos y tomar las decisiones de conservación a partir de las áreas protegidas existentes y las áreas de ocurrencia de nichos térmicos aquí priorizadas ya que juegan un papel fundamental en la adaptación y el desplazamiento altitudinal de estas plantas en respuesta al calentamiento global ocasionado por el cambio climático (Freeley & Sliman, 2010; Freeley et al, 2011).
- Mejorar las condiciones del hábitat (Coberturas) especialmente el manejo de estas plantas y sus forófitos potencializando la composición de las coberturas claves frente al cambio climático tales como los arbustales xerófilos.

Bibliografía (reducida en tamaño de letra)

Arango, N., Armenteras, D., Castro, M., Gottsmann, T., & Hernandez, O. (2003). Vacíos de conservación del sistema de parques nacionales naturales de Colombia desde una perspectiva ecoregional. WWF Colombia-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Editorial Sepia.

Arcila-Cardona, M., Valderrama, C., & Chacón de Ulloa, P. (2012). Estado de fragmentación del Bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 13(2), 86-101.

Brooks, T., Mittermeier, R., da Fonseca, G., Gerlach, J., Hoffman, M., Lamoreux, J., & et al. (2006). Global biodiversity conservation priorities. 313, 58-61.

Bunn, C., Läderach, p., Ovalle, O., & Kirschke, D. (2014). A bitter cup: climate change profile of global production. *Climatic Change*, 129, 89-101.



FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES División de Proyectos

Busby, J. R. (1991). BIOCLIM - a bioclimate analysis and prediction system. *Nature conservation: cost effective biological surveys and data analysis*, 64-68.

Calderón-Sáenz, E. (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia. Orquídeas, primera parte (Vol. 6)*. Bogotá. D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt-Ministerio de Medio Ambiente vivienda y desarrollo territorial.

Carpenter, G., Gillison, A. N., & Winter, J. (1993). Domain: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity and Conservation*, 2, 667-680.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE. (2005). *Censo 2005*. Bogotá D.C., Cundinamarca.

Engler, R., Guisan, A., & Rechteiner, L. (2004). An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *Journal of Applied Ecology*, 41, 263-274.

Feeley, K., Silman, M., Bush, M., Farfan, W., Garcia-Cabrera, K., Malhi, Y., et al. (2011). Upslope migration of andean trees. *Journal of Biogeography*, 38, 783-791.

Freeley, K., & Sliman, M. (2010). Land-use andes climate change effects on population size and extinction risk of Andean plants. *Global change biology*, 38, 3215-3222.

Guarín, M. (1981). *Orquídeas promisorias del Valle del Cauca*. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira, Valle del Cauca, Palmira.

Hart, A. (2001). Mann-Withney test is not just of a test of medians: differences in spread can be important. *British Medical Journal*, 373(7309), 391-393.

Hernandez, P., Graham, C., Master, L., & Deborah, A. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, 773-785.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (25 de Febrero de 2015). *Bosques secos tropicales en Colombia*. Obtenido de <http://www.humboldt.org.co/http://www.humboldt.org.co/investigacion/proyectos/en-desarrollo/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>

Kolanowska, M., Perez-Escobar, O., Parra-Sanchez, E., & Szlachetko, D. (2011). *Guía ilustrada de las orquídeas de la reserva forestal de Yotoco*. Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdanskiego.

Malcolm, J., Liu, C., Neilson, R., Hansen, L., & Hannah, L. (2006). Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, 20(2) 538-548.

Merow, C., Smith, M., & Silander, J. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36, 1058-1070.

Misas, G. U. (2005). *Orquídeas de la Serranía del Baudó, Chocó-Colombia*. Bogotá D.C.: Corporación capitalina de orquideología.

Ortiz Valdivieso, P., & Uribe Vélez, C. (2007). *Galería de orquídeas de Colombia*. Bogotá, D.C.: (CD edition). Asociación Bogotana de Orquideología. Davinci editores.

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

F-04-MP-06-02-02
V-02-2013



FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES División de Proyectos

Ortiz, V. (1995). Orquídeas de Colombia (Vol. Segunda edición). Bogota D.C.: Corporación Capitalina de Orquideología.

Phillips, S., Anderson, R., & Schapire, R. (2006). Maximum entropy modelling of species geographic distribution. *Ecological Modelling*, (190), 231-259.

Ramirez-Villegas, J., Cuesta, F., Devenish, C., Peralvo, M., Jarvis, A., & Arnillas, C. (2014). Using species distributions models for designing conservation strategies of Tropical Andean biodiversity under climate change. *Nature Conservation*, 1-14.

Reina-Rodríguez, G. (2011). Plan de manejo de *Cattleya quadricolor*. En C. A. Funagua, Plan de manejo para la conservación de 22 especies de flora amenazada en el departamento del Valle del Cauca (pp. 38-50). Santiago de Cali.

Reina-Rodríguez, G., & Otero, J. (2011). Guía ilustrada de las orquídeas del Valle geográfico del río Cauca y piedemonte andino bajo. Cali, Colombia: Sociedad vallecaucana de orquideología. Universidad Nacional de Colombia.

Reina-Rodríguez, G., Ospina-Calderón, N., Castaño, A., Soriano, I., & Otero, J. T. (2010). Listado de las orquídeas del Valle del río Cauca y su piedemonte andino (930-1200 m.s.n.m) Sur-occidente colombiano. *Cespedesia*, 32(90-91), 7-22.

Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.* 27, 379–423, 623–656.

Shapiro, S., & Wilk, M. (1965). An analysis of variance test for normality. *Biometrika*, 52(3), 591-611.

Stockwell, D.R.B. and D.P. Peters, 1999: The GARP modelling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *Internat. J. Geogr. Infor. Syst.*, 13, 143–158

Viveros-Bedoya, P., Velez-Nauer, M., & Rodríguez-Molina, J. (2001). Inventario de la familia Orchidaceae en la Reserva La Montaña del Ocaso Colombia. En *Monografías de La Flora Andina* (Vol. 3, págs. 59-118).

3. Productos:

Tabla No. 1. Cantidad y tipo de productos pactados en el *Acta de Trabajo y Compromiso* y productos finalmente presentados

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS	No. de PRODUCTOS PRESENTADOS
Productos de nuevos conocimientos		

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES División de Proyectos

Artículo completo publicado en revistas A1 o A2		
Artículo completo publicados en revistas B	1	Artículo resometido al Journal for Nature Conservation (ver anexo 1) A2
Artículo completo publicados en revistas C		
Libros de autor que publiquen resultados de investigación		
Capítulos en libros que publican resultados de investigación		
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados		
· Prototipos y patentes		
· Software		
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial		
Normas basadas en resultados de investigación		

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES División de Proyectos

Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis
Estudiantes de pregrado	2		(2) Nathalie Home y Fabio Castro	
Semillero de Investigación	1		(1) Nathalie Home	
Estudiantes de maestría				
Estudiantes de doctorado				
Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas				
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
	1		1 (Ver tablas abajo)	
Presentación de resultados en eventos de orden institucional	1		1	
Propuesta de investigación				
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.	1		2 Al Banco de la República reportada en el informe semestral y al IAVH (Anexo 2a, 2b, 2c)	

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Tabla No. 2. Detalle de productos.

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a esta guía encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Poster.
Nombre General:	Impacto del cambio climático en orquídeas del Bosque Seco Tropical en Colombia.
Nombre Particular:	No aplica.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, Octubre 6 de 2015
Participantes:	Jorge Rubiano. Guillermo Reina-Rodríguez. Fabio A. Castro.
Sitio de información:	Biblioteca Mario Carvajal.
Formas organizativas:	Facultad de Humanidades – Departamento de Geografía.

Tipo de producto:	Artículo en A2
-------------------	----------------

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



**FORMATO PARA LA ELABORACIÓN
DE INFORMES FINALES -
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Nombre General:	<i>“Spatial distribution of orchids and climate change in the Cauca River valley and Dagua Canyon dry forest. A look towards a regional conservation strategy”.</i> Sometido a la Revista: <i>Journal for Nature Conservation</i> . Año 2015. Págs: 33
Nombre Particular:	No Aplica
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali. Ciudad y fecha de publicación o presentación del resultado.
Participantes:	Guillermo Reina-Rodríguez, Jorge Eliecer Rubiano Mejía, Fabio Alexander Castro y Joel Tupac Otero.
Sitio de información:	Centro de documentación Francisco Jose de Caldas. En caso de ser aceptado estará disponible en la base de datos de Elsevier. Y
Formas organizativas:	Facultad de Humanidades – Departamento de Geografía – Grupo de Investigación Territorios.

Tipo de producto:	Ponencia XXI Congreso Colombiano de Geografía.
Nombre General:	Distribución espacial de orquídeas y cambio climático en el bosque seco del Valle del río Cauca. Una mirada hacia una estrategia regional de conservación.
Nombre Particular:	No Aplica

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES División de Proyectos

Ciudad y fechas:	Universidad del Valle - Santiago de Cali. 7 a 10 de octubre de 2015.
Participantes:	Guillermo Reina-Rodríguez, Jorge Eliecer Rubiano Mejía, Fabio Alexander Castro y Joel Tupac Otero. Anexo 3.
Sitio de información:	Memorias del Congreso de Geografía.
Formas organizativas:	Facultad de Humanidades – Departamento de Geografía – Grupo de Investigación Territorios.

Tipo de producto:	Conferencias. Charlas de investigación.
Nombre General:	Jornadas de Investigación de la Facultad de Humanidades
Nombre Particular:	No Aplica
Ciudad y fechas:	Universidad del Valle - Santiago de Cali. 10 a 13 de octubre de 2015.
Participantes:	Guillermo Reina-Rodríguez, Jorge Eliecer Rubiano Mejía, Fabio Alexander Castro y Joel Tupac Otero.
Sitio de información:	

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

Formas organizativas:	Facultad de Humanidades – Departamento de Geografía – Grupo de Investigación Territorios.
-----------------------	---

Tipo de producto:	Base de datos
Nombre General:	Tres Bases de datos de información sobre orquídeas
Nombre Particular:	Orquídeas asociadas a Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia derivada de información secundaria Orquídeas y flora asociada a Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia Observaciones de Orquídeas y flora asociada a Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia
Ciudad y fechas:	Online, 2012-07-01 / 2015-02-05
Participantes:	Guillermo Reina, Jorge Rubiano, Fabio Castro y Francisco López M.
Sitio de información:	http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rbb_bst_orquideas_identificaciones_2015 http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rrbb_bst_orquideas_2015 http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rrbb_bst_orquideas_observaciones_2015
Formas organizativas:	Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

4. Impactos actual o potencial:

Esta investigación genera una información importante sobre el impacto del cambio climático en las orquídeas de Bosque Seco Tropical para el Valle del Cauca y Colombia. Permite ubicar los lugares idóneos para la conservación de estas, lo que abre paso a futuras investigaciones en las que se involucren otros elementos importantes de la flora y fauna contribuyendo así con elementos orientadores en la planificación de territorios rurales que involucren la conservación del medio ambiente. De otro lado, la investigación sugiere que los cambios en el ambiente y en las condiciones futuras inciden en que las áreas de conservación actuales deben considerar con mayor seriedad sus áreas de amortiguación, la conectividad con otras áreas de conservación o con corredores naturales que no pueden ser usados en actividades productivas como los bosques riparios y las cañadas o vegas de laderas en ambas cordillera. El uso de tecnologías de información geográfica, aplicadas en el análisis espacial, permite contar con información más completa y precisa de las implicaciones de los cambios naturales o inducidos por el hombre en cualquier contexto del territorio. De allí su importancia para ser incorporados en procesos de planificación, planes de ordenamiento y manejo del espacio en general.

Por último, este trabajo fue divulgado en diversos medios electrónicos y de prensa, tal es el caso, del Periódico El País en su edición del día Agosto 6 del presente año, donde la nota periodística se titula: "*Orquídeas, víctimas del cambio climático en el Valle*"²; a su vez fue divulgada la noticia en el Periódico El Tiempo el día 16 de marzo del 2015, titulándose "*Orquídeas, indicadoras de cambio climático*"³; además en la página web de Agenda de Noticias de Univalle fue divulgado el

² <http://www.elpais.com.co/elpais/cal/noticias/orquideas-victimas-cambio-climatico-valle>

³ <http://www.eltiempo.com/colombia/cal/orquideas-nueva-variedad-en-el-valle/15410119>

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

proyecto de investigación bajo el título “*Orquídeas ayudarán a planificar el cambio climático del Valle*”⁴, por último, en la revista ambiental Catorce6 también fue divulgada la noticia (Fig. 1) con el título “Orquídeas del Valle del Cauca, nuevo termómetro para el cambio climático” para el mes de Agosto del presente año.

» INVESTIGACIÓN

Orquídeas del Valle del Cauca

NUEVO TERMÓMETRO PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Consideradas el último eslabón entre la vida terrestre y la atmósfera, las orquídeas tienen un extraordinario potencial para predecir el comportamiento del cambio climático.

Por David Mateus

Fig. 1. Noticia en Revista Ambiental Catorce6

⁴ <http://www.univalle.edu.co/medio-ambiente/orquideas-ayudaran-a-planificar-cambio-climatico-en-el-valle>



FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES
División de Proyectos

De otro lado la vinculación de estudiantes deja un gran impacto pues en ellos quedo una gran enseñanza de cómo abordar un proyecto de investigación, además que se apropiaron de conocimientos que tienen que ver con la carrera que estudian, como lo es la Geografía.

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:

Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

F-04-MP-06-02-02
V-02-2013