

**UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
VICERRECTORIA ACADÉMICA
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
Programa de Maestría en Manejo de Recursos Naturales**

**PATRONES ESPACIALES DE LA FLORA DEL PACÍFICO CENTRAL COSTARRICENSE E
IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS IMPORTANTES PARA SU CONSERVACIÓN**

**Tesis sometida a la consideración
del Tribunal Examinador del Programa de Maestría en Manejo de Recursos Naturales de
la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales para optar al grado académico de:**

**Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales con Mención en Gestión de la
Biodiversidad**

**Por
Armando Estrada Chavarría**

**San José, Costa Rica
2010**

Esta Tesis ha sido aceptada y aprobada en su forma presente, por el Tribunal Examinador del Programa de Estudios de la Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales de la UNED, como requisito parcial para optar al grado de :

MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Adrián Ruiz Rodríguez, M.Sc.
Representante Directora del Sistema
de Estudios de Postgrado

Alfredo Cascante Marín, Ph.D.
Director de Tesis

Harold Arias Le Claire, M.Sc.
Representante Director de la escuela
de Ciencias Exactas y Naturales

Joaquín Sánchez González, M.Sc.
Lector

Zaidett Barrientos Llosa, M.Sc.
Coordinadora del Programa de Maestría
en Manejo de Recursos Naturales

Alexánder Rodríguez González, M.Sc.
Lector

Armando Estrada Chavarría
Estudiante

Dedicatoria

A Dios primeramente, por todas las bendiciones que me ha dado en la vida. A Glenda mi esposa y a mis hijos Sebastián y Emmanuel por su paciencia, tiempo, sacrificio y apoyo incondicional durante todos estos años de estudio

Agradecimientos

A Alfredo Cascante (tutor), Joaquín Sánchez y Alexánder Rodríguez (lectores) por su amistad, apoyo, tiempo y valiosos aportes. A Cecilia Pineda, jefe del Dpto. de Historia Natural del Museo Nacional, por su amplio respaldo, confianza y apoyo permanente durante la realización de este estudio. A la profesora Zaidett Barrientos, coordinadora Maestría en Manejo de Recursos Naturales, por estar siempre pendiente y atenta en apoyar y orientar a los estudiantes de la maestría. A todos los investigadores y recolectores de plantas en general que han contribuido a crear esta gran fuente de datos sobre la flora del país que representa el Herbario Nacional de Costa Rica, en el cual se sustenta ampliamente este estudio.

Índice de Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice de Contenido	v
Índice de Cuadros	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen	2
Abstract	3
Introducción	4
Objetivos	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Marco Teórico	6
Datos existentes sobre biodiversidad para fines de conservación.....	6
Modelado de nichos ecológicos y distribución de especies.....	7
Aplicaciones del modelo de nichos ecológicos en conservación.....	9
Criterios utilizados para la identificación de áreas prioritarias de conservación.....	11
Metodología	13
Área de estudio.....	13
Recopilación y manejo de datos.....	13
Control de calidad de los datos.....	14
Evaluación del inventario de plantas.....	15
Análisis de los patrones espaciales de la diversidad florística.....	16
Patrones de distribución de la riqueza de especies (objetivo 1):.....	16
Áreas de endemismo o exclusividad y sus áreas de confluencia o intersección (objetivo 2):.....	16
Áreas o nodos de confluencia de los principales patrones florísticos (objetivo 3):....	17
Áreas de importancia y vacíos de conservación de la flora del Pacífico Central costarricense (objetivo 4):.....	17
Modelado de la distribución de especies.....	19
Análisis de parsimonia de endemismos o distribuciones (PAE).....	20
Resultados	22
Base de datos e inventario florístico del Pacífico Central.....	22
Riqueza de especies.....	23
Áreas de Endemismo.....	23
Áreas o nodos de confluencia de los principales patrones florísticos.....	25
Áreas de importancia para la conservación.....	27
Estado actual y vacíos de conservación de las áreas de mayor importancia para la conservación.....	28
Discusión	31
Conclusiones	36
Recomendaciones	38
Referencias citadas	60
Anexos	67
Anexo 1. Especies modeladas para los análisis de áreas de endemismos y nodos de confluencia.....	67
Anexo 2. Parámetros definidos para el modelado de la distribución geográfica de las especies en el programa GARP.....	79
Anexo 3. Mapa de Regiones Florísticas del Pacífico Central, Costa Rica.....	80

Anexo 4. Localidades del Pacífico Central, basado en el mapa de Regiones Naturales, Regiones Ecológicas y Áreas de Colecta de Costa Rica (Herrera 1995). ...	81
Anexo 5. Lista de especies de plantas vasculares del Pacífico Central, Costa Rica....	83
Anexo 6. Cladogramas de consenso estricto del Análisis de Parsimonia de Endemismos con eliminación progresiva de caracteres (PAE-PCE), realizado para identificar las áreas de endemismo en la región del Pacífico Central, Costa Rica.....	132
Anexo 7. Cladogramas de consenso estricto del Análisis de Parsimonia de Endemismos con eliminación progresiva de caracteres (PAE-PCE), realizado para identificar los principales patrones florísticos identificados la región del Pacífico Central, Costa Rica.....	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Valores de reclasificación de los mapas de riqueza estimada de especies, áreas de confluencia de las áreas de endemismo y áreas o nodos de confluencia de los patrones florísticos, Pacífico Central, Costa Rica.....	18
Cuadro 2. Valores y niveles de reclasificación del mapa final de áreas de importancia para la conservación, Pacífico Central, Costa Rica.....	18
Cuadro 3. Resultados del análisis de PAE-PCE aplicado a la matriz de localidades y especies endémicas, incluyendo sinapomorfías por cada análisis, número de cladogramas resultantes y estadísticos básicos, Pacífico Central, Costa Rica.....	40
Cuadro 4. Resultados del análisis de PAE-PCE aplicado a la matriz de localidades y especies representativas, incluyendo sinapomorfías por cada análisis, número de cladogramas resultantes y estadísticos básicos, Pacífico Central, Costa Rica.....	40

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la región del Pacífico Central, Costa Rica.....	41
Figura 2. Cobertura de la tierra en la región del Pacífico Central, Costa Rica	42
Figura 3. Distribución de la precipitación pluvial en la región del Pacífico Central, Costa Rica	43
Figura 4. Fuentes de información y número de registros de plantas vasculares recopiladas en este estudio para la región del Pacífico Central, Costa Rica	44
Figura 5. Mapa de localidades del Pacífico Central, basado en el mapa de Regiones Naturales, Regiones Ecológicas y Áreas de Colecta de Costa Rica (Herrera 1995)	44
Figura 6. Distribución del esfuerzo de recolecta de plantas a través del tiempo, en la región del Pacífico Central, Costa Rica.....	45
Figura 7. Puntos de recolecta u observación de plantas en la región del Pacífico Central, Costa Rica.....	45
Figura 8. Distribución geográfica del esfuerzo de muestreo (cantidad de registros) por A) cuadrículas (7.7 x 7.7 km) y B) localidades en la región del Pacífico Central, Costa Rica	46
Figura 9. Representación de especies de plantas por número de registros en la región del Pacífico Central, Costa Rica	47
Figura 10. Curva de acumulación de especies para el inventario de plantas (colecciones de herbario y observaciones de campo) en la región del Pacífico Central, Costa Rica	47
Figura 11. Distribución de las especies de plantas por número de localidades donde están presentes en la región del Pacífico Central, Costa Rica	48
Figura 12. Distribución de la riqueza de especies de plantas (A) observada y (B) estimada por cuadrículas (7.7 x 7.7 km) en la región del Pacífico Central, Costa Rica	49
Figura 13. Áreas y sectores de endemismo identificados mediante el método de PAE en la región del Pacífico Central, Costa Rica	50
Figura 14. Áreas de confluencia o intersección de las áreas de endemismo identificadas mediante el método de PAE en la región del Pacífico Central, Costa Rica..	51
Figura 15. Patrones florísticos identificados mediante el método de PAE en la región del Pacífico Central, Costa Rica	52
Figura 16. Áreas o nodos de confluencia de los patrones florísticos identificados en la región del Pacífico Central, Costa Rica.....	53
Figura 17. Áreas seleccionadas de mayor importancia para la conservación de los principales atributos de la flora del Pacífico Central, Costa Rica.....	54
Figura 18. Áreas seleccionadas de importancia para la conservación en relación con las áreas protegidas de la región del Pacífico Central, Costa Rica	55
Figura 19. Áreas seleccionadas de mayor importancia para la conservación en relación con la cobertura de la tierra en la región del Pacífico Central, Costa Rica	56
Figura 20. Núcleos de conservación identificados dentro de las áreas de mayor importancia para la conservación en la región del Pacífico Central, Costa Rica	57
Figura 21. Áreas prioritarias de restauración identificadas dentro de las áreas de mayor importancia para la conservación en la región del Pacífico Central, Costa Rica....	58
Figura 22. Áreas seleccionadas de mayor importancia para la conservación en relación con las áreas delimitadas por los proyectos Gruas I y II en la región del Pacífico Central, Costa Rica.....	59

Patrones espaciales de la flora del Pacífico Central costarricense e identificación de áreas importantes para su conservación

Armando Estrada Chavarría
Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales con Mención en Gestión de la
Biodiversidad
Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica
astrada@museocostarica.go.cr

Resumen

La pérdida acelerada de biodiversidad actual sobrepasa en mucho los esfuerzos y recursos dirigidos a la conservación biológica, por lo cual es urgente aumentar su eficiencia mediante una planificación sistemática de las acciones de conservación. Este estudio busca contribuir con este proceso de planificación mediante la identificación de áreas importantes para la conservación de la flora del Pacífico Central costarricense, analizando los patrones espaciales de los atributos de riqueza, endemismo y heterogeneidad de esta flora. Para ello, se utilizaron los datos de las principales colecciones botánicas del país y se aplicaron métodos de modelado de nichos ecológicos en conjunto con análisis de parsimonia de endemismos (PAE). Los resultados obtenidos indican que estas áreas de mayor importancia se ubican principalmente en un sector continuo que va desde la parte central de la región, en la localidad de Carara (100 msnm), hasta el extremo sureste en la cuenca del río Savegre (3400 msnm), integrando los mayores gradientes altitudinales de la zona. Esta área representa un 27% de la región y en ella se integran los sectores de mayor intersección o confluencia florística con los principales sectores de endemismo identificados. Estas áreas debido a su naturaleza compuesta o mixta florísticamente hablando, constituyen zonas muy eficientes por satisfacer diferentes criterios de conservación (riqueza, endemismo, heterogeneidad). El estado actual de estas áreas es favorable por incluir la mayoría de las áreas boscosas existentes y debido a que todos los parques nacionales de la región se encuentran allí. No obstante, existen serios problemas de fragmentación e interconectividad del bosque; las áreas protegidas resultan insuficientes y existen importantes vacíos de conservación. En función de lo anterior, se propone la implementación de un sistema de conservación basado en conexiones longitudinales y altitudinales conformando una red de áreas protegidas. Para ello, es necesaria la conservación pública y privada, priorizando los esfuerzos y recursos en localidades como El Rodeo, Carraigres, Fila Chonta, cuencas de los ríos Savegre y Naranjo, que corresponden a importantes vacíos de conservación y a áreas estratégicas para la interconexión del bosque existente.

Palabras clave: conservación, biodiversidad, riqueza de especies, endemismo, patrones florísticos, modelado de nichos, PAE, Pacífico Central de Costa Rica.

Abstract

The intensive loss of current biodiversity exceeds in much the efforts and resources directed to biological conservation, for which it is urgent to increase the efficiency by means of a systematic planning of the actions of conservation. This study seeks to contribute with this planning process by means of the identification of important areas for the conservation of the flora of the Costa Rican Central Pacific region, analyzing the spatial patterns of species richness, endemism and heterogeneity of the flora. The botanical information was gathered from the main botanical collections of the country; Ecological Niche Modelling and Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) were applied to identify important areas for conservation. The results indicate that these areas of major importance are mainly located along a transect that runs from the central area of the region, in Carara's locality (100 m), up to the south-east end in the basin of the Savegre River (3400 m), integrating the major elevational gradients of the zone. This area represents 27 % of the region and it integrates the points of major intersection or floristics confluence with the principal points of endemism. Due to their compound or mixed nature, these areas are very efficient zones for satisfying different criteria of conservation (richness, endemism and heterogeneity). The current condition of conservation of these areas is favorable for including the majority of the wooded existing areas and due to the fact that all the national parks of the region are there. Nevertheless, there exists serious problems of fragmentation and interconnectivity of the forest; the protected areas turn out to be insufficient and exists important conservation gaps. It's proposed the implementation of a conservation system based on longitudinal and elevational connections to create networks of protected areas. For it, it is necessary the public and private conservation, prioritizing the efforts and resources in specific localities such as El Rodeo, Carraigres, Fila Chonta, the basins of the Savegre and Naranjo Rivers, which correspond to important conservation gaps and to strategic areas for the interconnection of the existing forest.

Keywords: conservation, biodiversity, species richness, endemism, floristics patterns, models of niches, PAE, Central Pacific of Costa Rica.

Introducción

El notable incremento de los diversos problemas ambientales a nivel mundial, ha provocado una pérdida acelerada de biodiversidad o empobrecimiento biótico, lo cual implica una disminución en la variedad y variabilidad de los seres vivos y de los ecosistemas que estos habitan. Este fenómeno por su repentino avance y magnitud, se ha convertido en una verdadera crisis mundial, que atenta contra la conservación de la diversidad biológica y por ende constituye uno de los problemas ambientales de mayor urgencia por enfrentar (Crisci *et al.* 1996). El problema más grave de esta situación es que la pérdida de diversidad biológica es irre recuperable, es decir la pérdida de una especie o de un ecosistema es un fenómeno que no puede ser revertido (Sánchez-Cordero *et al.* 2000).

Las causas de esta crisis son diversas y complejas, pero en la actualidad están relacionadas principalmente con la actividad humana. La reducción y destrucción de los hábitats naturales, la contaminación, la sobre-explotación de los recursos y la introducción de especies foráneas, están entre las principales causas (Crisci *et al.* 2000). Esta situación plantea el reto de establecer estrategias de conservación que evalúen la biodiversidad desde diferentes perspectivas. Uno de estos enfoques debe basarse en la dimensión espacial, con el fin de comprender e interpretar los patrones de distribución geográfica de la biodiversidad; conocimiento indispensable en la identificación de aquellas áreas estratégicas, en las cuales deben concentrarse los esfuerzos y recursos para minimizar el empobrecimiento biótico (Crisci *et al.* 2000, Ulfstrand 1992). Platnick (1992) plantea que una de las preguntas básicas relacionadas con la conservación de la biodiversidad es precisamente una interrogante biogeográfica: dónde invertir los escasos recursos económicos y humanos para minimizar el empobrecimiento biótico. Ante esta situación, es indispensable conocer la diversidad biológica, saber cómo se distribuye y cómo conservarla; con el fin de propiciar un proceso sistemático de planificación de la conservación como lo proponen Margules & Pressey (2000).

A pesar de los esfuerzos realizados en conservación, Costa Rica no ha escapado a la problemática de pérdida de biodiversidad. Esta problemática ha afectado con mayor intensidad a algunas zonas del país, tal es el caso de la región del Pacífico Central, la cual presenta una gran riqueza biológica, pero a la vez ha sufrido un alto grado de deforestación y fragmentación de su cobertura boscosa, que actualmente alcanza un 30 % de su área original (INBio y MNCR 2003). En función de esto, se planteó desarrollar una investigación enfocada en la dimensión espacial de la biodiversidad y dirigida a la conservación biológica, lo cual hace de este estudio un esfuerzo pionero en el país, en un campo de investigación poco explorado pero con mucho

potencial para propiciar una planificación más científica y sistemática de la conservación a nivel nacional. De esta forma la investigación busca contribuir con este proceso de planificación mediante el análisis de los principales patrones espaciales de la diversidad florística del Pacífico Central costarricense. Se identifican áreas importantes para la conservación biológica de esta flora, utilizando para ello la información disponible en las colecciones científicas del país y combinando los métodos de modelado de nichos ecológicos para estimar las distribuciones históricas de las especies con los análisis de parsimonia de endemismos para la identificación de patrones florísticos (PAE).

Objetivos

Objetivo general

Identificar áreas importantes para la conservación biológica de la flora del Pacífico Central costarricense, mediante el análisis espacial de los atributos de riqueza, endemismo y heterogeneidad; utilizando para ello la información disponible en las colecciones científicas del país y aplicando los métodos de modelado de nichos ecológicos para estimar las distribuciones históricas de las especies.

Objetivos específicos

- 1- Analizar los patrones de distribución espacial de la riqueza de especies de plantas vasculares de la región, mediante análisis cuantitativo de la distribución del número de especies por área.
- 2- Analizar las principales áreas de endemismo o exclusividad de la flora vascular de la región y sus zonas de confluencia; mediante el modelado de la distribución histórica de las especies endémicas o exclusivas de la zona.
- 3- Identificar las áreas o nodos de confluencia o intersección de los principales patrones florísticos de la región, como áreas de gran heterogeneidad y representatividad florística; mediante el modelado de la distribución histórica de especies características de cada uno de estos patrones.
- 4- Evaluar el estado y vacíos de conservación de las áreas identificadas de mayor importancia, mediante un análisis de sobreposición espacial con diferentes capas temáticas (eg. uso del suelo, áreas protegidas).

Marco Teórico

Datos existentes sobre biodiversidad para fines de conservación

Las colecciones científicas poseen un gran potencial, como fuentes primarias para generar conocimiento de la diversidad biológica y su distribución geográfica. Los especímenes recolectados y depositados en estas colecciones contienen datos (e.g. especie, localidad de recolecta, hábitat, fecha) básicos e indispensables para conocer la diversidad biológica de una región determinada, por lo cual constituyen herramientas fundamentales en los estudios relacionados con la diversidad biológica (Sánchez-Cordero *et al.* 2000).

Alrededor del mundo las colecciones científicas albergan actualmente más de 300 años de historia e investigación, más de 3000 millones de ejemplares y entre 2 y 30 millones de especies (Martínez 2005, Navarro *et al.* 2003). Es posible que debido a su contribución histórica y perspectiva a futuro, las colecciones científicas sean el acervo más importante para el conocimiento de la biodiversidad. Estas colecciones llamadas “bibliotecas de la vida”, son una forma de documentar la biodiversidad de la Tierra, que permite tener evidencia física de formas de vida extintas y actuales (Martínez 2005, Navarro *et al.* 2003). No obstante, a pesar del valor que poseen los datos de las colecciones científicas, es importante considerar las limitaciones, ventajas y potencialidades de éstos para ser usados en análisis de conservación. En primera instancia, hay que considerar que estos datos se obtuvieron sin métodos estandarizados de muestreo; que existen sesgos asociados a cada recolector; que la intensidad del muestro es muy variable, lo cual limita su utilidad para fines de comparación; que la información es usualmente incompleta y que pueden existir errores de georreferenciación, identificación taxonómica y duplicidad de nombres científicos (sinónimos). En general, se ha encontrado que los esfuerzos de recolecta tienden a concentrarse en determinadas especies y lugares, produciendo vacíos o información incompleta para diversos grupos taxonómicos y regiones geográficas. Por ello a la hora de utilizar estos datos se debe evaluar y cuantificar el esfuerzo de muestreo; considerar los sesgos taxonómicos, geográficos y temporales; así como verificar los datos taxonómicos y de georreferenciación asociados a los especímenes (León-Cortés *et al.* 1998, Soberón *et al.* 2000, Sánchez-Cordero *et al.* 2000, Ponder *et al.* 2001, Williams *et al.* 2002).

El conocimiento acumulado en las colecciones científicas es incompleto, fragmentario y sesgado; por ello se requiere de una serie de métodos disponibles para aprovechar al máximo su potencial y hacerlos útiles para los estudios de conservación (Peterson *et al.* 1998, Sánchez-Cordero *et al.* 2000, Peterson 2001, Peterson *et al.* 2002, Navarro *et al.* 2003). Un enfoque que

permite maximizar la utilidad de los datos de recolecta de las colecciones científicas consiste en generar modelos para estimar las distribuciones de las especies, mejor conocidos como modelos de nichos ecológicos (Peterson *et al.* 1998). La posibilidad de elaborar mapas precisos sobre la distribución de especies, considerando los vacíos y sesgos de la información contenida en las colecciones científicas, aumenta significativamente las potencialidades de uso de estos datos (Peterson *et al.* 1998, Navarro *et al.* 2003).

Modelado de nichos ecológicos y distribución de especies

El modelado de nichos ecológicos consiste en la aplicación de métodos que relacionan puntos de presencia de una especie (ej. puntos de recolectas u observaciones) con conjuntos de datos ambientales y ecológicos (mapas digitales). Estos métodos buscan sobre un mapa, áreas ecológicamente similares a aquellas en donde se han registrado las especies en estudio, de acuerdo con el algoritmo e información utilizada (Soberón y Peterson 2005, Peterson 2006). Durante los últimos años el modelado de nichos ecológicos ha sido ampliamente utilizado en diferentes áreas de la biología (ej. sistemática, ecología, biogeografía, conservación), dada su demostrada efectividad para estimar áreas de distribución de especies (Navarro *et al.* 2003, Peterson 2001, Peterson *et al.* 2002, Soberón y Peterson 2005, Peterson 2006). No obstante, su utilización implica conocer una serie de aspectos conceptuales y metodológicos para interpretar adecuadamente sus resultados y tener claro que es lo que se modela cuando se utilizan estos métodos (Soberón y Peterson 2005).

El modelado de nichos ecológicos, como enfoque de investigación, tiene su origen y base teórica en los trabajos pioneros de Joseph Grinnell (1917, 1924, citado por Peterson 2006), sobre los factores que limitan la distribución de las especies y el papel central de las interacciones bióticas; así como en el concepto de un espacio ecológico en el que las especies mantienen distribuciones individuales, concebido a mediados del siglo XX por G. Evelyn Hutchinson (Hutchinson 1944, 1957 citado por Schoener 1989). Para Hutchinson, nicho ecológico es la suma de todos los factores ambientales que actúan sobre un organismo, es decir una superficie con un hiper-espacio n -dimensional o multidimensional. Otros aportes importantes de este autor es el reconocimiento de la exclusión competitiva, la afirmación de que el nicho es una propiedad de la especie que los ocupa, no del ambiente y la idea de que los nichos pueden evolucionar (Hutchinson 1944, 1957 citado por Schoener 1989).

Actualmente los modelos de nichos ecológicos se basan en muchas de estas ideas y concepciones clásicas, manteniéndose el concepto de nicho definido por Grinnell (1917), como el conjunto de condiciones ecológicas que le permite a una especie mantener sus poblaciones,

sin inmigración (Peterson 2001, 2006). Chase y Leibold (2003), replantean este concepto como el conjunto de condiciones ambientales que le permiten a una especie satisfacer sus requerimientos mínimos, de manera tal que su tasa de nacimientos sea mayor o igual que su tasa de muertes. Por otra parte, la biogeografía histórica propone que las especies no habitarían todas las áreas que reúnen satisfactoriamente sus requerimientos de nicho ecológico, debido a barreras que impiden su dispersión, restringiéndolas a subconjuntos de estas áreas (Peterson 2006).

Para comprender las relaciones entre los conceptos de nicho ecológico y distribución geográfica, es importante mencionar los factores implícitos en dichos conceptos; los cuales operan con diferentes intensidades y a diferentes escalas (Pulliam 2000, Soberón y Peterson 2005, Peterson 2006). El primer grupo incluye a los factores abióticos (ej. factores climáticos, topográficos, edáficos), que imponen limitantes fisiológicas a la capacidad de persistencia de la especie en un área. El segundo grupo incluye a los factores bióticos, referidos al conjunto de interacciones con otras especies que influyen sobre la capacidad de la especie de mantener sus poblaciones en un área determinada, las cuales pueden ser positivas (ej. mutualismo) o negativas (competencia, depredación, enfermedades). El tercer grupo incluye factores históricos relacionados con la existencia de barreras físicas que limitan la capacidad de la especie a acceder a nuevas áreas aptas para mantener sus poblaciones. Un cuarto grupo de factores, usualmente no considerados, se refieren a la capacidad evolutiva de las especies de adaptarse a nuevas condiciones, aunque sus efectos en pequeños periodos de tiempo evolutivo parecen ser menores. En relación con esto, se ha podido determinar que el nicho ecológico es conservado en cortos y medianos periodos de tiempo evolutivo; aunque este “conservadurismo” no es absoluto, sino que puede evolucionar en escalas de tiempo más amplias (Pulliam 2000, Soberón y Peterson 2005, Peterson 2006).

En función de los tres primeros factores mencionados anteriormente, se han identificado tres regiones que determinan las diferentes manifestaciones del nicho ecológico: nicho fundamental, nicho realizado y área de distribución. La región en donde los factores abióticos son apropiados para la especie, representa la expresión geográfica de lo que se denomina “nicho fundamental” (Soberón y Peterson 2005, Peterson 2006). Existe una segunda región en donde la combinación de interacciones bióticas es adecuada para la especie. La intersección de estas dos regiones (en donde los factores bióticos y abióticos son apropiados), representa la expresión geográfica de lo que se conoce como “nicho realizado” (Hutchinson 1957, citado por Soberón y Peterson 2005, Peterson 2006). El “nicho realizado” representa la distribución potencial, ya que son áreas donde la especie podría sobrevivir en caso de ser introducida

(Peterson 2006). Una tercera región incluye aquellas áreas que son accesibles, sin barreras que limiten su movimiento o colonización (esto implica barreras geográficas y antrópicas). Finalmente, la intersección de esta última región con el área de distribución potencial (nicho realizado), es equivalente o cercana al área de distribución actual de la especie (área accesible con una adecuada combinación de factores abióticos y bióticos), donde ésta mantiene poblaciones estables (Pulliam 2000, Soberón y Peterson 2005, Peterson 2006).

Este esquema implica una relación de anidación entre las diferentes manifestaciones de nicho ecológico de la especie y dependiendo del grado de intersección entre ellas, el área de distribución podría ser equivalente o sólo un subconjunto, de las expresiones geográficas del nicho fundamental y del nicho realizado (Pulliam 2000, Soberón y Peterson 2005). Biológicamente, en áreas pequeñas (en relación con las capacidades de dispersión de la especie) y/o áreas relativamente homogéneas geológica o biogeográficamente, habría una alta coincidencia entre las regiones definidas por los componentes abióticos y de accesibilidad. En tanto que la región definida por los factores bióticos, sería casi igual a las otras dos regiones, en aquellas situaciones o en escalas de resolución en las cuales la interacción entre especies sean difusas o débiles (Pulliam 2000, Soberón y Peterson 2005).

En función de lo anterior, es importante determinar cuándo los resultados de un modelado de nichos ecológicos pueden interpretarse como una predicción del nicho fundamental, del nicho realizado y/o del área de distribución de una especie. Se debe indicar que en la mayoría de los casos los modelos de predicción sólo incluyen factores abióticos, dado que las variables bióticas y los factores históricos (ej. barreras a la dispersión), no se conocen o son difíciles de interpretar. Lo anterior implica que estos modelos identifican sobre un mapa áreas similares (en términos abióticos), a las áreas en donde se encuentran los puntos de presencia de la especie, por tanto estos resultados deberían interpretarse, principalmente, como una estimación del nicho fundamental de ésta, o al menos algo más general que su área de distribución (Soberón y Peterson 2005). No obstante, bajo ciertas circunstancias (ej. áreas comparativamente pequeñas) y uso de datos auxiliares, el nicho fundamental podría ser usado o ajustado para representar el área de distribución de una especie (Soberón y Peterson 2005, Peterson *et al.* 2001, Navarro *et al.* 2003, Rojas-Soto *et al.* 2003, Escalante *et al.* 2007).

Aplicaciones del modelo de nichos ecológicos en conservación

El desarrollo de métodos cuantitativos basados en el concepto de nicho ecológico, ha permitido la utilización de gran cantidad de datos provenientes de colecciones científicas en estudios de conservación biológica. Estos métodos maximizan la utilidad de estos datos, reduciendo sus

vacíos y sesgos y haciendo que éstos cumplan, o se aproximen, a los supuestos requeridos (eg. uniformidad del muestreo) en estos estudios (Sánchez-Cordero *et al.* 2000, Williams *et al.* 2002). De esta forma se ha avanzado en el análisis de diferentes patrones espaciales de la biodiversidad, lo cual ha generado múltiples aportes para propiciar una planeación sistemática de la conservación. En México varios estudios han permitido identificar áreas prioritarias para la conservación, optimizar sistemas de reservas o determinar combinaciones de áreas más efectivas en términos de conservación, combinando los métodos de nichos ecológicos con algoritmos de complementariedad que maximizan la representación de especies (Peterson *et al.* 2000, Ortega-Huerta y Peterson 2004, Sánchez-Cordero *et al.* 2005). También se ha evaluado el estado de conservación del hábitat de especies endémicas, combinando la predicción de sus áreas de distribución con mapas de uso del suelo y tipos de vegetación (Sánchez-Cordero *et al.* 2005). En otros estudios la combinación de los métodos de modelado de nichos ecológicos con métodos biogeográficos (eg. Análisis de Parsimonia de Endemismos -PAE-), ha resultado muy útil y ventajosa en la identificación de patrones biogeográficos y áreas de endemismo, permitiendo realizar regionalizaciones naturales (Rojas-Soto *et al.* 2003, Espadas *et al.* 2003, Escalante *et al.* 2007) y evaluar prioridades de conservación (Rovito *et al.* 2004, Escalante *et al.* 2006).

En Costa Rica los estudios dirigidos a contribuir con una planeación sistemática de la conservación son muy pocos, ninguno aplicando modelado de nichos ecológicos. En uno de estos estudios se analizó a nivel nacional la distribución de la riqueza de especies y el endemismo de los escarabajos del estiércol (Scarabaeinae), mediante un análisis de vacíos (análisis GAP), con el fin de identificar áreas prioritarias de conservación (Kohlmann *et al.* 2007). En este estudio se encontraron altos valores de riqueza de especies en altitudes medias (1000-2000 m) y en bosques muy húmedos premontanos, especialmente en las cordilleras de Guanacaste, Tilarán y Central; en tanto que el endemismo en general se encontró principalmente asociado a regiones montañosas igualmente en elevaciones medias de estas cordilleras (Kohlmann *et al.* 2007).

Otro estudio, probablemente el de mayor impacto a nivel nacional, corresponde al proyecto "Propuesta de Ordenamiento Territorial para la Conservación de la Biodiversidad en Costa Rica", conocido como proyecto Gruas I y II (García 1996, SINAC 2007). Esta iniciativa en su primera parte (Gruas I), evaluó la representación de los diferentes macrotipos de vegetación definidos por Gómez (1986), en las áreas silvestres protegidas del país, con el objetivo de diseñar una propuesta para asegurar la conservación de al menos un 90% de la biodiversidad de Costa Rica. Como propuesta final, el proyecto estableció una serie de estrategias para

aumentar la representación de los macrotipos de vegetación dentro de las áreas protegidas y estableció el diseño de una serie de corredores biológicos que unirían las diferentes áreas protegidas, mediante la identificación de posibilidades reales de ampliación de los parques nacionales y las reservas biológicas, en conjunto con la promoción de iniciativas de conservación en propiedades privadas (García 1996). En el Pacífico Central, se propuso el establecimiento de un corredor biológico, a través principalmente de las tierras de altitud media, entre el Parque Nacional Carara y la Reserva Forestal Los Santos. En esta última área se propuso un corredor altitudinal entre el Parque Nacional Manuel Antonio y las áreas de páramo en el Cerro de la Muerte. Además se incluyeron áreas de manglares en el sector central y noroeste de la región, en conjunto con algunos corredores riparios (García 1996).

En su segunda etapa el proyecto Gruas (Gruas II, SINAC 2007), evaluó principalmente vacíos de conservación en función de las unidades fitogeográficas del país (combinación de los mapas de macrotipos de vegetación y unidades florísticas), estableciendo parámetros mínimos representación de estas unidades (un mínimo de 10% de la unidad fitogeográfica, con fragmentos boscosos mayores a 1000 ha, SINAC 2007). En relación con el Pacífico Central se identifican como vacíos de conservación la Fila Chonta, con una conservación parcial (Unidades con insuficiente disponibilidad de fragmentos > 1000 ha para alcanzar la meta mínima del 10% del área) y las unidades fitogeográficas del Valle Central Occidental y Cerros de Turrubares, Llanuras de Parrita, sin ningún cumplimiento de conservación (Unidades sin parches > 1000 ha del todo, SINAC 2007).

Criterios utilizados para la identificación de áreas prioritarias de conservación

Diversos estudios dirigidos a la priorización de áreas de conservación se han basado en la identificación de zonas de alta riqueza de especies y alta endemidad de la biota de una determinada región (Peterson et al. 2000; Ortega-Huerta y Peterson 2004; Sánchez-Cordero et al. 2000, 2005; Escalante et al. 2006; Kohlmann et al. 2007). Desde un punto de vista biogeográfico se ha propuesto que la identificación de áreas de endemismo y de nodos biogeográficos constituyen elementos importantes para establecer prioridades de conservación de la biodiversidad (Morrone y Crisci 1992, Grehan 1993, Morrone y Espinosa 1998, Luna et al. 2000, Contreras-Medina et al. 2003). Las áreas de endemismo se definen como lugares donde la distribución geográfica de dos o más táxones endémicos se traslapan sustancialmente; es decir, aquellas zonas donde se puede identificar un alto grado de congruencia y simpatria entre este tipo de taxones, y su importancia en términos de conservación radica precisamente en el hecho de presentar composiciones bióticas únicas (Morrone 1994, Morrone y Crisci 1995, Posadas y Miranda-Esquivel 1999). El Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE), es un

método biogeográfico que permite identificar estas áreas y establecer relaciones entre las mismas, agrupando localidades con base en los taxones compartidos, de acuerdo con la solución más parsimoniosa, optimizando la congruencia entre patrones distribucionales de muchos taxones diferentes y sugiriendo causas históricas comunes para explicar esta agrupación (Morrone 1994, Morrone y Crisci 1995, Posadas y Miranda-Esquivel 1999).

Los nodos biogeográficos, por su parte, representan áreas compuestas y complejas donde diferentes mundos bióticos y geológicos se relacionan en el espacio-tiempo, como respuesta a algún cambio tectónico. Los nodos son una conjunción de historias biogeográficas y ecológicas distintas; presentan una diversidad de relaciones filogenéticas y geográficas con otras zonas, conteniendo componentes bióticos de distintas afinidades; así como límites geográficos y filogenéticos de taxones. En función de lo anterior, los nodos biogeográficos constituyen regiones de alta biodiversidad, que por su complejidad y diversidad biótica resultan prioritarios para la conservación, constituyendo “hotspots de biodiversidad” en un contexto biogeográfico (Grehan 1993, Morrone y Crisci 1990, 1992, 1995, Crisci *et al.* 2000, Contreras-Medina *et al.* 2003). De igual manera Spector (2002), señala que las regiones donde se intersectan ensamblajes biogeográficos llamadas “intersecciones biogeográficas”, son áreas donde se conservan simultáneamente una alta riqueza de especies, alta diversidad beta (heterogeneidad), complementariedad y posiblemente diversos procesos evolutivos (eg. especiación, coevolución); representando zonas muy eficientes por satisfacer diversos criterios de conservación, por lo cual la protección de estas regiones constituye una estrategia importante en los procesos de priorización de la conservación y diseño de reservas.

Metodología

Área de estudio

La región del Pacífico Central se delimitó con base en el Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC), una de las once unidades territoriales del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) de Costa Rica. Además, se agregaron algunas pequeñas secciones en el sector Sur-Este, correspondientes a algunas áreas de la cuenca hidrográfica del río Savegre y del ecosistema de páramo que quedaron divididas por los límites administrativos de ACOPAC, esto con el fin de incluir de manera completa a estas regiones naturales. Esta delimitación pretende incluir los diferentes hábitats y ecosistemas presentes en esta región central del pacífico costarricense. Así delimitada, la región abarca un área de 5603 km² (aproximadamente un 11 % del territorio nacional) y se ubica entre las coordenadas geográficas 9 ° 15´ - 10 ° 16´ de latitud norte y 83 ° 42´ - 85 ° 05´ de longitud oeste (Fig. 1).

El Pacífico Central es una región muy heterogénea, caracterizada por una gran variedad de ecosistemas y por ende una alta diversidad biológica, pero que a la vez ha sufrido un alto grado de deforestación y fragmentación de su cobertura boscosa (INBio y MNCR 2003, Fig. 2). El relieve de la región incluye un amplio ámbito altitudinal de 0 a 3491 msnm (Cerro de la Muerte); está conformado por un extenso litoral y llanuras estrechas delimitadas por una abrupta región montañosa muy cercana a la costa, que corresponde principalmente a las estribaciones norte-oeste de la cordillera de Talamanca en la vertiente pacífica (Fig. 1). En el área existe una alta diversidad climática, con temperaturas medias que varían entre 10 °C a 27° C y precipitaciones que van de 1500 a 5000 mm anuales (Fig. 3), lo cual permite la presencia de bosques secos, húmedos, muy húmedos y pluviales, desde pisos altitudinales basales hasta montanos, distribuidos en 10 zonas de vida (más 7 transiciones), de acuerdo con la clasificación de Holdridge (Bolaños y Watson 1993).

Recopilación y manejo de datos

Los datos sobre la riqueza y distribución de las especies de plantas vasculares se obtuvieron de ejemplares de herbario y observaciones de campo (Fig. 4). Para ello se consultaron las bases de datos del Herbario Nacional (CR) del Museo Nacional de Costa Rica (CR) y del Herbario del Instituto Nacional de Biodiversidad (INB). En menor grado se obtuvieron datos del Herbario del Missouri Botanical Garden (MO) y del Herbario de la Universidad de Costa Rica (USJ). Las observaciones de campo se tomaron de las bases de datos generadas por los proyectos de Caracterización de la Flora de la Cuenca del Río Savegre y del Área de Conservación Pacífico Central (INBio y MNCR 2001, 2003) y en menor cantidad de publicaciones realizadas en localidades específicas de la región del Pacífico Central (Harmon 2004, Camacho 2004,

Jiménez y Grayum 2002, Cascante y Estrada 1999, Pupulin 1998). La información recopilada se transfirió electrónicamente de las fuentes originales a una base de datos relacional (FileMakerPro® ver. 7), considerando solo registros únicos de especies nativas, para un total de 48740 registros recopilados (Fig. 4). En esta base de datos se incluyeron las siguientes variables para cada registro:

- Clasificación taxonómica: familia, género, epíteto, nombre del autor.
- Localidad de recolecta: provincia, cantón, distrito, localidad específica, coordenadas geográficas (latitud y longitud) y altitud.
- Información adicional: nombre de la persona que recolectó u observó el registro, persona que identificó el registro, la fecha de la recolecta u observación, fecha de identificación y el número del recolector.
- Fuente de la información (e.g. Museo Nacional, INBio).

Control de calidad de los datos

Previo a la realización de los análisis sobre los patrones de distribución de la flora en el área de estudio, se realizó un proceso de revisión y depuración de la información recopilada, enfocándose en dos aspectos fundamentales de los datos:

- **Estandarización taxonómica:** Se realizó una estandarización taxonómica de los registros, siguiendo la taxonomía aceptada por el proyecto Manual de Plantas de Costa Rica (Hammel *et al.* 2003-2007). Para ello en la base de datos se diseñó un módulo que contiene un catálogo o diccionario taxonómico (Archivo de autoridad taxonómica), en donde se registraron los nombres científicos aceptados actualmente para la flora del país y sus sinónimos respectivos; además de información relacionada con el origen y distribución de las especies (ej. especies nativas, endémicas, introducidas, distribución nacional y altitudinal). Este módulo taxonómico se relacionó con el módulo de registros de plantas permitiendo identificar fácilmente y sustituir nombres sinónimos o mal aplicados por nombres científicos válidos actualmente, homogeneizando de esta forma la taxonomía de los registros. Por otra parte, la confiabilidad de las identificaciones de los registros se fundamenta en que la mayor parte de los datos han sido utilizados y revisados en estudios recientes de caracterización florística en la región (INBio y MNCR 2001, 2003). No obstante, para las especies seleccionadas para el modelado de su distribución, en caso de duda de un registro en particular, se procedió a localizar el ejemplar y confirmar su identificación.

- **Georreferenciación de los datos:** con el fin de validar la georreferenciación de los registros se verificó la consistencia entre la localidad descrita textualmente y las coordenadas geográficas asignadas a cada ejemplar. Para ello los registros se agruparon en localidades afines de acuerdo con su descripción textual y luego dichas agrupaciones se mapearon mediante un sistema de información geográfica (ArcGIS® 9.2), utilizando las coordenadas asignadas a cada ejemplar. Las contradicciones halladas se resolvieron georreferenciando nuevamente los registros en función de la descripción textual de la localidad. Por otra parte, un total de 9899 ejemplares procedentes del Herbario Nacional (CR), que carecían de coordenadas, fueron georreferenciados con el fin de aprovechar al máximo la información disponible en los herbarios, utilizando para ello mapas topográficos de Costa Rica (Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, escala 1: 50 000) y gaceteros de localidades históricas (MOBOT 2005).

Evaluación del inventario de plantas

Con el fin de evaluar y analizar la calidad del inventario florístico disponible y estimar el número total de especies presentes en el área de estudio, se utilizó el modelo de estimación de Clench. Este modelo es el más utilizado para estos fines y es el que ha demostrado mejor ajuste en la mayoría de las situaciones y taxones (Soberón y Llorente 1993, Colwell y Coddington 1994, León-Cortes *et al.* 1998, Jiménez-Valverde y Hortal 2003). La ecuación de Clench se ajustó mediante estimación no lineal, utilizando el método "Simplex and quasi-Newton" implementado en el programa STATISTICA y aleatorizando los datos con el programa EstimateS (Colwell 1997). La ecuación de Clench se calcula con la siguiente fórmula: $S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$, donde, a = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario, b = parámetro relacionado con la forma de la curva, n = unidades de muestreo.

Por otra parte, los porcentajes de contribución de las diversidades Alfa (α) y Beta (β) a la diversidad total de especies o diversidad Gamma (γ), se determinaron en función de la fórmula derivada por Lande (1996), basada en la riqueza de especies:

$$\text{Gamma} = \text{Alfa promedio} + \text{Beta}$$

donde, $\text{Beta} = \sum_j q_j (S_T - S_j)$

donde, q_j = peso proporcional de la comunidad j, basado en su área o cualquier otra medida de importancia relativa, S_T = Número total de especies registradas en el conjunto de comunidades, S_j = Número de especies registradas en la comunidad j.

Análisis de los patrones espaciales de la diversidad florística

Con el fin de identificar áreas de importancia para la conservación de la flora del Pacífico Central, se analizaron los patrones espaciales de la riqueza de especies y del endemismo o exclusividad de esta flora, así como las áreas de confluencia o intersección de los principales patrones florísticos de la región, consideradas como áreas de alta riqueza de especies, heterogeneidad y representatividad florística (Spector 2002).

Patrones de distribución de la riqueza de especies (objetivo 1): para este análisis se consideraron todas las especies de plantas vasculares nativas registradas en la zona de estudio, integrando los registros de recolecta u observación de cada especie en un sistema de información geográfica (Diva-GIS 5.2). Luego, como unidades de estudio, se delimitaron cuadrículas de 4,2 minutos de lado (equivalente a 7,7 km) en el mapa digital del área de estudio. Lo anterior, como tamaño mínimo de cuadrícula en función de la resolución de los datos disponibles, evitando la presencia de muchas cuadrículas con ninguno o muy pocos registros. En cada cuadrícula se obtuvo el número total de registros (número de ejemplares y observaciones), lo cual representa el esfuerzo de muestreo realizado en cada caso y el número correspondiente de especies por cuadrícula. Con el fin de hacer comparables los resultados entre las cuadrículas y disminuir los sesgos derivados de la disparidad de los esfuerzos de muestreo, se utilizó el índice no paramétrico de estimación de riqueza Chao (Chao, 1984), el cual permite determinar con base en un conjunto de especies observadas, el número total de especies esperadas en un sitio, asumiendo que entre mayor sea el número de especies poco frecuentes en un sitio (con uno o dos registros solamente) más incompleto es el inventario en este lugar. Con base en el total de especies estimadas por cuadrícula se determinaron y analizaron los patrones de variación geográfica de la riqueza de especies. El índice Chao se calcula con la siguiente fórmula: $S_{\text{chao}} = S_{\text{obs}} + F_1^2 / (2(F_2 + 1)) - F_1 F_2 / (2(F_2 + 1)^2)$, donde, S_{obs} = número total de especies observadas; F_1 : número de especies con un registro; F_2 : número de especies con dos registros.

Áreas de endemismo o exclusividad y sus áreas de confluencia o intersección (objetivo 2): En este análisis se consideraron solamente las especies de plantas vasculares endémicas de Costa Rica presentes en la región del Pacífico Central costarricense; además de aquellas especies que aunque no sean endémicas de Costa Rica, en el país solo se conocen en esta región. Luego de este grupo de especies se modeló la distribución geográfica de aquellas especies con al menos 10 registros únicos de localidades del Pacífico Central y regiones aledañas; esto como cantidad mínima de registros recomendada para el modelado (Stockwell y Peterson 2002), aunque un grupo de 15 especies con 7 a 9 registros fueron modeladas con

resultados aceptables. Los modelos de nichos ecológicos se realizaron con el programa GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction, ver sección de modelado de distribución de especies). En total se modelaron 152 especies de un total de 491 especies endémicas, más 3 especies nativas del país pero exclusivas del Pacífico Central (Anexo 1). Una vez obtenidos los modelos de distribución y para identificar las áreas de endemismo, se llevó a cabo un Análisis de Parsimonia de Endemismos, PAE, (Morrone 1994, Posadas y Miranda-Esquivel 1999, Escalante y Morrone 2003, ver sección de Análisis de Parsimonia de Endemismos). Finalmente se determinaron las áreas de mayor confluencia o intersección de las áreas de endemismo identificadas, mediante un análisis de sobreposición espacial de estas áreas, utilizando un sistema de información geográfica (Diva-GIS 5.2).

Áreas o nodos de confluencia de los principales patrones florísticos (objetivo 3): para determinar las áreas de confluencia se modeló la distribución geográfica de 460 especies (se incluyen las especies endémicas modeladas en el análisis anterior, Anexo 1), características de diferentes patrones o unidades florísticas del área de estudio (bosques húmedos estacionales del piso basal, bosques muy húmedos del piso basal, bosques premontanos, bosques montanos y páramos), utilizando para ello el programa GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction, ver sección de modelado de distribución de especies). Se utilizaron especies con al menos 10 registros únicos (cantidad mínima de registros recomendada) de localidades del Pacífico Central y regiones aledañas. Una vez obtenidos los modelos de distribución y para identificar primeramente los diferentes patrones florísticos, se llevó a cabo un Análisis de Parsimonia de Endemismos o de Distribuciones en este caso (PAE o PAD, ver sección de Análisis de Parsimonia de Endemismos). Finalmente, se determinaron las áreas de mayor confluencia o intersección de los patrones florísticos identificados, mediante un análisis de sobreposición espacial de estos patrones, utilizando un sistema de información geográfica (Diva-GIS 5.2).

Áreas de importancia y vacíos de conservación de la flora del Pacífico Central costarricense (objetivo 4): una vez identificadas las áreas de mayor riqueza de especies, endemismo y confluencia (heterogeneidad) de la flora de esta región, se determinaron las áreas de mayor importancia para fines de conservación y se evaluó su estado y vacíos de conservación. Para ello primeramente se realizó una reclasificación de los mapas de riqueza estimada, áreas de confluencia de las áreas de endemismo y áreas o nodos de confluencia de los patrones florísticos, definiendo un puntaje máximo de 5 para las categorías de mayor importancia para la conservación en cada caso (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de reclasificación de los mapas de riqueza estimada de especies, áreas de confluencia de las áreas de endemismo y áreas o nodos de confluencia de los patrones florísticos, Pacífico Central, Costa Rica.

Riqueza estimada de especies		Áreas de confluencia de las áreas de endemismo		Áreas o nodos de confluencia de los patrones florísticos	
No. de Especies	Valor o Puntaje	No. de A. endemismo	Valor o Puntaje	No. de P. florísticos	Valor o Puntaje
1-250	1	1	2	1-3	1
250-500	2	2	3	4-5	2
500-750	3	3	4	6-7	3
750-1000	4	4-5	5	8-9	4
1000-2000	5			10-12	5

Luego mediante un análisis espacial utilizando un sistema de información geográfica (Diva-GIS 5.2), estos tres mapas reclasificados se sumaron con el fin de obtener un mapa final de áreas importancia para la conservación. Finalmente, la sumatoria de valores de este mapa se reclasificó estableciéndose 7 niveles de importancia, definiendo como nivel de máxima importancia (mayor puntaje) el nivel 1 (Cuadro 2):

Cuadro 2. Valores y niveles de reclasificación del mapa final de áreas de importancia para la conservación, Pacífico Central, Costa Rica.

Sumatoria de valores	Nivel de importancia
1	7
2-3	6
4-5	5
6-7	4
8-9	3
10-12	2
13-15	1

Finalmente, se analizó el estado de conservación de las áreas de mayor importancia (niveles 1 y 2), sobreponiendo los mapas digitales de áreas protegidas, cobertura del suelo e iniciativas de conservación para la región (Proyectos Grúas I y II). Con base en esto, se identificaron vacíos de conservación y se determinaron áreas prioritarias para restauración, conexión y protección de la flora del Pacífico Central.

Modelado de la distribución de especies

El modelado de la distribución de especies se realizó con el programa informático “Genetic Algorithm for Rule-set Prediction”, Desktop GARP, (Stockwell y Peters 1999), disponible para uso público en internet (<http://www.lifemapper.org/desktopgarp/>). Este algoritmo integra datos puntuales de ocurrencias de especies, variables ambientales y sistemas de información geográfica para modelar el nicho ecológico de una especie. El programa busca interactivamente una correlación entre la presencia y ausencia de la especie y los valores de los parámetros climáticos. Para ello se utilizaron las cuatro reglas o métodos de construcción de modelos que contiene el programa: **a)** atómica, **b)** regresión logística, **c)** rango de reglas y **d)** rango de reglas negativas; y se especificó que un 70% de los datos se usaran para la construcción del modelo (“for training”) y un 30 % para de ellos para su validación (Anexo 2).

Debido a que GARP genera diferentes soluciones de predicción de una distribución, para cada especie se obtuvieron 100 modelos de nicho ecológico y se seleccionaron los 10 mejores (best subsets), de acuerdo con los criterios mínimos de errores de omisión (se permitió un 10% de error por omisión) y aquellos que muestren valores cercanos a la media de los errores de comisión (50 % de distribución), basado en lo propuesto por Anderson *et al.* (2003, Anexo 2). Luego, los 10 mejores modelos se transformaron de un formato “ASCII” (formato de salida de GARP) a un formato “raster o grid” para poder visualizar los resultados, usando un programa de sistemas de información geográfica (Diva-GIS ver. 5.2). Por último, mediante la suma de los 10 mejores modelos (mapas binarios con valores de 0-ausencia- y 1-presencia-), se obtuvo el mapa final con valores entre 0 y 10, lo cual representa una medida de probabilidad de presencia de la especie (por ejemplo un valor de 10 significa que el 100% de los mejores modelos predicen la presencia de la especie en un lugar determinado), de acuerdo con la información de puntos de ocurrencias y las variables ambientales incluidas en el modelo.

Finalmente, para proyectar el modelo de nicho ecológico como un mapa de distribución potencial, cada uno de los modelos obtenidos se evaluaron y se redelimitaron (en caso necesario) con base en el conocimiento disponible sobre la distribución natural de las especies, de acuerdo al Manual de Plantas de Costa Rica (Hammel *et al.* 2003-2007). Complementariamente, los modelos se evaluaron con el procedimiento de usar un mapa de regiones naturales, en este caso el mapa de regiones florísticas (Hammel *et al.* 2003, Anexo 3), de manera que solo son consideradas las predicciones realizadas dentro de las unidades ecológicas en donde la especie haya sido recolectada, observada o informada, tal y como se ha sido propuesto por varios autores (Peterson *et al.* 2001, Navarro *et al.* 2003, Rojas-Soto *et al.* 2003, Escalante *et al.* 2007).

Las variables ambientales utilizadas en los modelos realizados son de naturaleza climática y topográfica. En el caso de las variables climáticas éstas se obtuvieron de las capas o mapas climáticos digitales del proyecto WorldClim (<http://www.worldclim.org/>), el cual provee 19 variables bioclimáticas de temperatura y precipitación, con una resolución de 30 segundos, que equivale a una cuadrícula de 0.86 km²; éstas variables son (ver detalles computacionales y metodológicos sobre estas capas climáticas en Hijmans *et al.* 2005):

- BIO1 = Temperatura Media Anual
- BIO2 = Rango medio diario (Media mensual (max temp - min temp))
- BIO3 = Isotermalidad (P2/P7) (* 100)
- BIO4 = Temperatura estacional(desviación estándar *100)
- BIO5 = Máxima Temperatura en el mes más cálido
- BIO6 = Mínima Temperatura en el mes más frío
- BIO7 = Rango de Temperatura Anual (P5- P6)
- BIO8 = Temperatura Media en los tres meses más húmedos
- BIO9 = Temperatura Media en los tres meses más secos
- BIO10 = Temperatura Media en los tres meses más calientes
- BIO11 = Temperatura Media en los tres meses más fríos
- BIO12 = Precipitación Anual
- BIO13 = Precipitación en el mes más húmedo
- BIO14 = Precipitación en el mes más seco
- BIO15 = Precipitación estacional (Coeficiente de variación)
- BIO16 = Precipitación en los tres meses más húmedos
- BIO17 = Precipitación en los tres meses más secos
- BIO18 = Precipitación en los tres meses más calientes
- BIO19 = Precipitación en los tres meses más fríos

Las variables topográficas por su parte se obtuvieron del proyecto “U.S. Geological Survey’s Hydro-1K data set” (<http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/>), el cual es una base de datos geográficos desarrollada para ofrecer coberturas globales de datos topográficos, a una resolución de un kilómetro. Estas coberturas corresponden a tres variables topográficas: **a**) modelo digital de elevación, **b**) índice topográfico (se calcula usando la capa de acumulación de flujo -FA-, a lo largo de la pendiente: $CTI = \ln (FA/\tan (\text{slope}))$) y **c**) pendiente (describe el cambio máximo en las elevaciones entre cada celda y sus ocho vecinos y se expresa en grados de pendiente entero entre 0 y 90).

Análisis de parsimonia de endemismos o distribuciones (PAE)

Para los análisis de áreas de endemismos y áreas o nodos de confluencia de los patrones florísticos se aplicó un PAE siguiendo lo propuesto por Morrone (1994), con la única modificación de usar como unidades de análisis regiones naturales en vez de cuadrículas artificiales, lo cual ha dado mejores resultados (ver Morrone y Escalante 2002). En este estudio se usó como regiones naturales un mapa de localidades (Fig. 5, Anexo 4), basado en el mapa de Regiones Naturales, Regiones Ecológicas y Áreas de Colecta de Costa Rica (Herrera 1995),

el cual establece subdivisiones con características biofísicas similares. Sobre este mapa de localidades se sobrepusieron las distribuciones modeladas de las especies y se elaboró una matriz de datos donde las filas representan las localidades y las columnas las especies. Luego la matriz fue codificada con "1" si la especie está presente en una localidad respectiva o con "0" si está ausente. A la matriz se le agregó una localidad hipotética considerando que todas las especies están ausentes en ella (es decir todas las especies se codificaron con "0"), esto con el fin de enraizar el cladograma resultante. La matriz de localidades y especies se analizó con el programa de análisis filogenético Nona (Goloboff 1993), mediante la interface del programa Winclada (Nixon 1999). Se utilizó el método heurístico con el procedimiento reiterativo de bisección y reconexión múltiple (Múltiple TBR + TBR) para encontrar los árboles más parsimoniosos, permitiéndole al programa almacenar un máximo de 10000 árboles, con búsquedas heurísticas de 1000 réplicas y reteniendo un máximo de 10 árboles por réplica. Luego, se obtuvo el árbol de consenso estricto de la serie de cladogramas de menor longitud obtenidos (árboles más parsimoniosos); y se identificaron las áreas de endemismo y patrones florísticos (clados) definidos por al menos dos sinapomorfías (especies compartidas exclusivamente por cada clado, con una distribución coincidente).

Una modificación del PAE denominada PAE-PCE (análisis de parsimonia de endemismos con eliminación progresiva de caracteres) se aplicó con el fin de hallar otros agrupamientos de áreas que en el primer análisis no se detectaron (García-Barros 2003, García-Barros *et al.* 2002). De esta forma una vez realizado el primer análisis de PAE con la matriz original, se repitió el procedimiento pero ahora eliminando o excluyendo de esta matriz las sinapomorfías (especies) que sustentan los agrupamientos o clados encontrados en el primer análisis. Este procedimiento se repitió hasta no obtener sinapomorfías en los cladogramas resultantes. Finalmente, las áreas de endemismo y patrones florísticos identificados en los diferentes análisis se proyectaron en un mapa digital usando un sistema de información geográfica (Diva-GIS 5.2), de acuerdo con las áreas de distribución de todas las especies (sinapomorfías) que definieron cada área (clado).

Resultados

Base de datos e inventario florístico del Pacífico Central

La base de datos elaborada de la flora vascular del Pacífico Central incluye un total de 48740 registros (Fig. 4), lo cual representa 237 familias, 1562 géneros y 5640 especies nativas de esta región (adicionalmente se identificaron 253 especies introducidas, ver Anexo 5). Los registros más antiguos datan de 1888 realizados por Henry Pittier, en las localidades de El Rodeo, Cerros de Escazú, Tivives, Esparza y San Mateo. No obstante, a pesar de la antigüedad de estos registros, los mayores esfuerzos de recolecta se han concentrado en los últimos 20 años, que es cuando se ha realizado cerca del 80 % de las colecciones de herbario consultadas (Fig. 6). Además, todas las observaciones de campo se han realizado entre los años 1999 y 2009. Entre los principales recolectores de plantas en esta región se encuentran en las primeras décadas Adolfo Tonduz (607 colecciones), Henry Pittier (333 col.), Alberto Manuel Brenes (207 col.), Paul Biolley (154 col.), Otón Jiménez (125 col.) y más recientemente Francisco Morales (5038 col.), Armando Estrada (2348 col.), Barry Hammel (1554 col.), Alexánder Rodríguez (1538 col.), Alexánder Rojas (1189 col.) y Michael Grayum (1046 col.). En total al menos 447 personas han colaborado con la recolección de plantas en esta región.

En relación con el muestreo, se tiene una amplia representación geográfica de puntos de recolecta en toda la región (Fig. 7), aunque los esfuerzos de muestreo se han concentrado más en algunas áreas particulares (Fig. 8). Entre las áreas más muestreadas se encuentran las localidades de Providencia (3826 registros) y Buena Vista (2768 reg.) en la zona del Cerro de la Muerte; los Cerros de Cedral (3048 reg.); El Rodeo (2765 reg.); Carara (2534 reg.); Guarumal (específicamente en La Cangreja, con 1690 reg.), Quepos (990 reg.) y la localidad de Naranjo (específicamente en el Cerro Nara, con 1182 reg.), las cuales son localidades con facilidades de acceso e infraestructura, una importante cobertura boscosa y presencia de áreas protegidas. Las áreas menos muestreadas corresponden a Manzanillo (25 registros), Zapotal (46 reg.), Chomes (57 reg.), Arancibia (78 reg.), Fila de Pájaros (89 reg.), Guacimal (124 reg.) y Pitahaya (173 reg.) todas ubicadas en el extremo noroeste del área de estudio, además de las localidades de Esterillos (142 reg.) y Llanuras de Parrita (143 reg.). En estas localidades la escasa cobertura boscosa y la ausencia de áreas protegidas parecen haber desestimulado la exploración botánica. Otro aspecto relacionado con el muestreo en la región es la existencia de una cantidad importante de especies escasas o raras, ya que un 32 % de las especies se conocen solamente de uno y dos registros, lo cual sugiere que el inventario aún está incompleto (Fig. 9). De acuerdo con la curva ajustada de acumulación de especies (función de Clench), el

inventario que se tiene hasta el momento (5640 especies) representa cerca de un 80 % de la riqueza total de la región, la cual se estima en 7085 especies (Fig. 10).

Riqueza de especies

Al considerar la riqueza estimada en cada una de las localidades de la región (Fig. 5), se obtuvo que la riqueza total estimada (diversidad gamma) es explicada en un 85 % por la diversidad beta y en un 15 % por la diversidad alfa; lo cual pone de manifiesto el alto grado de recambio de especies y heterogeneidad que se presenta entre las diferentes áreas del Pacífico Central. Lo anterior, está a su vez estrechamente relacionado con la restringida distribución geográfica que presenta una alta proporción de las especies, ya que un 44 % de éstas se han registrado tan sólo en una o dos localidades (Fig. 11).

En relación con la distribución geográfica de la riqueza de especies en la figura 12 se presentan los patrones de distribución de la riqueza observada (S) y la riqueza estimada (Chao). Como era de esperar con respecto a la riqueza observada (Fig. 12a.), los resultados están muy influenciados por los diferentes esfuerzos de muestreo realizados en cada lugar, ya que las áreas con mayor riqueza de especies coinciden en mucho con las áreas con mayor cantidad de registros (e.g Cerros de Cedral, El Rodeo, Carara, La Cangreja, Quepos, Cerro Nara, Providencia y Buena Vista). El índice de estimación de la riqueza de especies (Chao), reduce estos sesgos de muestreo, permite identificar otras áreas de alta riqueza de especies (aunque no estén muy bien muestreadas) y permite determinar patrones más claros sobre la distribución de la riqueza de especies. De esta forma se puede observar que la mayor riqueza de especies en el Pacífico Central se concentra principalmente en dos sectores importantes (Fig. 12b.): **1**) un sector central de elevaciones bajas y medias (50-1700 m) representado con un máximo de riqueza en la localidad de La Cangreja (entre localidades de Guarumal, Surubres y Túfares), además de las localidades de Carara, Fila Negra y Cerro de Turrubares y **2**) un segundo sector del centro hacia el sureste del Pacífico Central (500 a 2500 m), representado con un máximo de riqueza en la localidad de Nara (cuenca media de los ríos Naranjo y Savegre), además de las localidades de Cerros de Cedral, Carraigres, y Fila Chonta. Otras áreas más aisladas con una importante riqueza de especies son las localidades de Quepos, Monteverde, El Rodeo y algunos sectores del Valle de los Santos y Buena Vista.

Áreas de Endemismo

El análisis de parsimonia de endemismos con eliminación progresiva de caracteres (PAE-PCE) se aplicó en 5 ocasiones, hasta cuando no se encontraron más sinapomorfías en los cladogramas resultantes de la matriz de localidades y especies endémicas (Cuadro 3, Anexo 6).

De estos análisis se pudieron identificar 8 áreas de endemismo para la región del Pacífico Central, agrupadas en tres sectores que presentan patrones jerárquicos de anidación (áreas pequeñas contenidas dentro de otras más grandes) y algún grado de traslape entre ellos (Fig. 13).

El primer sector se ubica en las tierras más altas de la región, en la zona del Cerro de la Muerte e integra 4 áreas de endemismo (Fig. 13 a-d). Este sector fue definido por las siguientes especies: *Chionolaena costaricensis*, *Hierochloe davidsei*, *Westoniella triunguifolia* (Fig. 13 a); *Calamagrostis pittieri*, *Castilleja irasuensis*, *Castilleja tayloriorum*, *Centropogon valeri*, *Centropogon talamancensis*, *Chusquea talamancensis*, *Lupinus valerioi*, *Pilea cornuto-cucullata*, *Pilea tripartita*, *Puya dasylirioides*, *Rumex costaricensis*, *Siphocampylus nematosepalus* y *Telipogon costaricensis* (Fig. 13 b); *Ageratina reticulifera*, *Barbosella geminata*, *Justicia angustibracteata*, *Miconia longibracteata*, *Verbesina tapantiana* y *Werauhia bicolor* (Fig. 13 c); *Agrostis pittieri*, *Cavendishia talamancensis*, *Chaetolepis cufodontisii*, *Chusquea paludicola*, *Chusquea subtilis*, *Chusquea tomentosa*, *Laestadia costaricensis*, *Lepanthes mystax*, *Maianthemum paludicola*, *Miconia schnellii*, *Monochaetum amabile*, *Prumnopitys standleyi*, *Quercus costaricensis* y *Viburnum venustum* (Fig. 13 d).

El segundo sector se ubica en tierras de elevación media e integra dos áreas de endemismo (Fig. 13 e,f). Este sector fue definido por las siguientes especies: *Chamaedora piscifolia*, *Chiangiodendron mexicanum*, *Psychotria turrubarensis*, *Rhynchospora torresiana*, *Schwartzia tarrazuensis*, *Tachia parviflora* (Fig. 13 e); *Acacia allenii*, *Justicia peninsularis* y *Psychotria chitariana* (Fig. 13 f).

El tercer sector se ubica en las tierras bajas y medias del sector central y sureste de la región e integra dos áreas de endemismo (Fig. 13 g,h). Este sector fue definido por las siguientes especies: *Bunchosia ursana*, *Calathea vinosa*, *Chamaedorea zamorae*, *Desmopsis heteropetala*, *Dichapetalum hammelii*, *Dieffenbachia horichii*, *Eugenia teresae*, *Meliosma clandestina*, *Philodendron microstictum*, *Pterygota excelsa*, *Ternstroemia multiovulata* (Fig. 13 g); *Alseis costaricensis*, *Inga jimenezii*, *Inga litoralis*, *Licania operculipetala*, *Lophanthera hammelii*, *Philodendron auriculatum* y *Spathiphyllum silvicola* (Fig. 13 h).

Al sobreponer las 8 áreas de endemismo encontradas se obtuvo que en el sector sureste de la región (200 a 3400 m), principalmente en las estribaciones de la cordillera de Talamanca (localidades de Fila Chonta, Río Cañas, Naranjo, Savegre, Fila Barranco, Buena Vista y

Providencia), se presentan los valores más altos de traslape de estas áreas, donde se sobreponen de 3 a 5 de las áreas de endemismo identificadas (Fig. 14).

Áreas o nodos de confluencia de los principales patrones florísticos

En este caso el análisis de parsimonia de endemismos con eliminación progresiva de caracteres (PAE-PCE) se aplicó igualmente en 5 ocasiones, hasta no hallar más sinapomorfías en los cladogramas resultantes (Cuadro 4, Anexo 7). De estos análisis se pudieron identificar 13 patrones florísticos para la región del Pacífico Central (Fig. 15), además de dos patrones identificados manualmente con base en el análisis de áreas de endemismo (Fig. 15 j,k); los cuales se pueden agrupar en 6 grandes componentes que presentan patrones jerárquicos de anidación (áreas más pequeñas contenidas dentro de otras más grandes) y algún grado de traslape entre ellos.

El primer componente florístico está conformado por especies con una amplia distribución en el Pacífico costarricense, en bosques húmedos y muy húmedos (Fig. 15 a). Este componente fue definido por las siguientes especies: *Anacardium excelsum*, *Apeiba tibourbou*, *Aphelandra scabra*, *Astronium graveolens*, *Acrocomia aculeata*, *Baltimora recta*, *Brosimum costaricanum*, *Calophyllum brasiliense*, *Cochlospermum vitifolium*, *Fimbristylis dichotoma*, *Genipa americana*, *Guazuma ulmifolia*, *Guettarda macrosperma*, *Heisteria concinna*, *Hirtella racemosa*, *Inga vera*, *Miconia argentea*, *Machaerium biovulatum*, *Maclura tinctoria*, *Muntingia calabura*, *Ocotea veraguensis*, *Sloanea terniflora* y *Trophis racemosa*.

El segundo componente florístico está conformado por especies de áreas más secas y estacionales en el Pacífico, restringidas en las tierras bajas del sector noroeste y central de la región e integra 3 patrones florísticos (Fig. 15 b-d). Este componente fue definido por las siguientes especies: *Bauhinia unguolata*, *Dalbergia retusa*, *Desmopsis bibracteata*, *Eugenia hiraefolia*, *Ficus cotinifolia*, *Gyrocarpus jatrophifolius*, *Lonchocarpus costaricensis* y *Psittacanthus rhynchanthus* (Fig. 15 b); *Acosmium panamense*, *Albizia adinocephala*, *Ardisia revoluta*, *Casearia corymbosa*, *Euphorbia lasiocarpa*, *Godmania aesculifolia*, *Helicteres guazumifolia*, *Lonchocarpus salvadorensis*, *Luehea speciosa*, *Melloa quadrivalvis*, *Prockia crucis*, *Rhipidocladum racemiflorum*, *Sapindus saponaria* y *Syngonium wendlandii* (Fig. 15 c); *Acacia collinsii*, *Allophylus racemosus*, *Calycophyllum candidissimum*, *Chomelia spinosa*, *Curatella americana*, *Cydista aequinoctialis*, *Eugenia galalonensis*, *Hyperbaena tonduzii*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Passiflora holosericea*, *Paullinia cururu*, *Semialarium mexicanum*, *Tabebuia ochracea*, *Tecoma stans*, *Thouinidium decandrum* y *Waltheria indica* (Fig. 15 d).

El tercer componente florístico está conformado por especies de las áreas más húmedas del Pacífico, distribuidas en las tierras bajas y medias del sector central y sureste de la región e integra 5 patrones florísticos (Fig. 15 e-i). Este componente fue definido por las siguientes especies: *Calophyllum longifolium*, *Carapa guianensis*, *Couratari guianensis*, *Goethalsia meiantha*, *Gonzalagunia osaensis*, *Guatteria chiriquiensis*, *Lophanthera hammelii*, *Maquira guianensis*, *Peltogyne purpurea*, *Protium ravenii* y *Spathiphyllum silvicola* (Fig. 15 e); *Anthurium eximium*, *Batocarpus costaricensis*, *Brosimum utile*, *Hyeronima alchorneoides*, *Inga jimenezii*, *Isertia haenkeana*, *Licania operculipetala*, *Oxandra venezuelana*, *Pentagonia tinajita*, *Philodendron auriculatum*, *Pleiostachya pruinosa*, *Protium panamense*, *Psychotria poeppigiana*, *Simarouba amara*, *Virola koschnyi*, *Vitex cooperi* y *Vochysia ferruginea* (Fig. 15 f); *Aspidosperma spruceanum*, *Ayenia mastatalensis*, *Bellucia pentamera*, *Brosimum guianense*, *Bunchosia ursana*, *Bursera standleyana*, *Calathea vinosa*, *Caryocar costarricense*, *Caryodaphnopsis burgeri*, *Coccoloba standleyana*, *Columnea ornata*, *Desmopsis heteropetala*, *Dichapetalum hammelii*, *Dieffenbachia horichii*, *Gloeospermum diversipetalum*, *Grias cauliflora*, *Gustavia brachycarpa*, *Heliconia danielsiana*, *Iriartea deltoidea*, *Lacmellea panamensis*, *Lacmellea zamorae*, *Lecythis mesophylla*, *Mayna odorata*, *Miconia paleacea*, *Passiflora talamancensis*, *Peperomia saintpauliella*, *Pterygota excelsa*, *Socratea exorrhiza*, *Stemmadenia simulans*, *Tachigali versicolor*, *Ternstroemia multiovulata*, *Trichilia septentrionalis*, *Unonopsis theobromifolia*, *Vochysia megalophylla*, *Warszewiczia coccinea* y *Werauhia osaensis* (Fig. 15 g); *Araecoccus pectinatus*, *Casearia arborea*, *Cespedesia spathulata*, *Chamaedorea zamorae*, *Compsonera excelsa*, *Dracontium pittieri*, *Eugenia teresae*, *Gordonia fruticosa*, *Hernandia stenura*, *Meliosma clandestina*, *Mortoniiodendron moralesii*, *Otoba novogranatensis*, *Parathesis acostensis*, *Philodendron microstictum*, *Pseudorhipsalis himantoclada*, *Sterculia recordiana* y *Symphonia globulifera* (Fig. 15 h); *Apeiba membranacea*, *Calathea lutea*, *Cecropia obtusifolia*, *Clarisia racemosa*, *Cyclanthus bipartitus*, *Inga acrocephala* y *Zamia fairchildiana* (Fig. 15 i).

El cuarto componente florístico está conformado por especies de áreas premontanas, muy húmedas y nubosas, ubicados en las elevaciones medias de la región e integra dos patrones florísticos (Fig. 15 j-k). Este componente fue definido por las siguientes especies: *Chamaedorea piscifolia*, *Clidemia rodriguezii*, *Conostegia bigibbosa*, *Fevillea narae*, *Psychotria elata*, *Razisea citrina*, *Rhynchospora torresiana*, *Schwartzia tarrazuensis* y *Tachia parviflora* (Fig. 15 j); *Schefflera brenesii*, *Aechmea pittieri*, *Guzmania spectabilis*, *Chiangiodendron mexicanum*, *Phyllonoma ruscifolia*, *Heliconia beckneri*, *Passiflora tica* y *Psychotria turrubarensis* (Fig. 15 k).

El quinto componente florístico esta conformado por especies de áreas montanas, muy húmedas y nubosas, ubicados en las elevaciones altas de la región e integra dos patrones

florísticos (Fig. 15 l,m). Este componente fue definido por las siguientes especies: *Brunellia costaricensis*, *Chamaedorea costaricana*, *Molinadendron guatemalense*, *Palicourea padifolia*, *Psychotria aubletiana* y *Salvia polystachia* (Fig. 15 l); *Acnistus arborescens*, *Aiouea costaricensis*, *Arachnothryx aspera*, *Besleria solanoides*, *Casimiroa edulis*, *Chamaedorea pinnatifrons*, *Citronella costaricensis*, *Conostegia oerstediana*, *Costus montanus*, *Ehretia latifolia*, *Epiphyllum cartagense*, *Galinsoga quadriradiata*, *Hauya elegans*, *Justicia valerioi*, *Neomirandea angularis*, *Ocotea valerioana*, *Panopsis costaricensis*, *Persea caerulea*, *Piper dotanum*, *Spathacanthus hoffmannii*, *Tapirira mexicana*, *Trichilia havanensis* y *Zinowiewia integerrima* (Fig. 15 m).

El sexto componente florístico está conformado por especies de páramos y subpáramos ubicadas en las tierras más altas del sector sureste de la región e integra dos patrones florísticos (Fig. 15 n,ñ). Este componente fue definido por las siguientes especies: *Chionolaena costaricensis*, *Hierochloe davidsei* y *Westoniella triunguifolia* (Fig. 15 n); *Acaena cylindristachya*, *Agrostis perennans*, *Blechnum buchtienii*, *Calamagrostis pittieri*, *Castilleja irasuensis*, *Castilleja tayloriorum*, *Centropogon talamancensis*, *Centropogon valeri*, *Chusquea subtessellata*, *Chusquea talamancensis*, *Cortaderia bífida*, *Desfontainia splendens*, *Diplostephium costaricense*, *Huperzia talamancana*, *Jamesonia scammanae*, *Lupinus valerioi*, *Luzula denticulata*, *Pentacalia firmipes*, *Pilea cornuto-cucullata*, *Pilea tripartita*, *Puya dasylirioides*, *Ribes costaricense*, *Rumex costaricensis*, *Siphocampylus nematosepalus*, *Telipogon costaricensis* y *Valeriana prionophylla* (Fig. 15 ñ).

Al sobreponer los 15 patrones florísticos encontrados se obtuvo que las principales áreas o nodos de confluencia de estos patrones florísticos se ubican en un sector continuo que va desde la localidad de Carara en la zona central y hasta la localidad de Savegre en el extremo sureste, a través de tierras de elevación baja y media (50 a 1500 m), donde se sobreponen de 8 a 12 de los patrones florísticos identificados (Fig. 16).

Áreas de importancia para la conservación

El mapa de áreas de importancia para la conservación de los principales atributos de la flora del Pacífico Central (Fig. 17), es producto de la unión de los mapas de distribución de la riqueza estimada de especies (Fig. 12 b); áreas de confluencia de las áreas de endemismo (Fig. 14); y áreas o nodos de confluencia de los patrones florísticos (Fig. 16), de acuerdo con las reclasificaciones realizadas (ver metodología). En función de lo anterior, se definieron 7 niveles de importancia para la conservación, siendo el nivel 1 la categoría máxima (Fig. 17). De acuerdo con esta clasificación se seleccionaron como áreas de mayor importancia para la

conservación de la flora del Pacífico Central los niveles 1 y 2 y algunas localidades del nivel 3, con el fin de incluir una amplia representación de la riqueza de especies, áreas de endemismo, nodos de confluencia y patrones florísticos identificados en la región (Fig. 17). Estas áreas de mayor importancia representan un 27 % (1507 km²) de la superficie total del Pacífico Central costarricense, albergan como mínimo un 80 % de la riqueza de especies de la región y en ellas están representadas proporciones importantes de las 8 áreas de endemismo y de los 15 patrones florísticos identificados; por lo cual constituyen áreas estratégicas para la conservación de los principales atributos (riqueza, endemismo y heterogeneidad) de la flora del Pacífico Central.

Estas áreas se ubican principalmente en un eje continuo que va desde la localidad de Carara (en el sector central) hasta la cuenca del río Savegre y alrededores (en el sector sureste), incluyendo los mayores gradientes altitudinales de la región; además de dos localidades periféricas como El Rodeo y Quepos (Fig. 17). Este sector continuo se puede subdividir en tres unidades principales: **a**) una primera unidad que integra las localidades de Carara, Fila Negra, Cerro de Turrubares y La Cangreja (entre localidades de Guarumal, Surubres y Túfares), con un ámbito altitudinal que va de 100 a 1700 m; **b**) una segunda unidad conformada principalmente por las localidades de Carraigres, Valle de la Candelaria, Fila Chonta, río Cañas y Nara (entre localidades de Naranjillo y Santo Domingo), con un ámbito altitudinal de 100 a 1500 m y **c**) una tercera unidad conformada por la mayor parte de la cuenca del río Savegre (localidades de CoopeSilencio, Fila Barranco, Barú, Savegre, Providencia y Buena Vista), con un ámbito altitudinal de 200 a 3400 m (Fig. 17).

Estado actual y vacíos de conservación de las áreas de mayor importancia para la conservación

Al sobreponer el mapa de áreas protegidas del Pacífico Central sobre estas áreas de mayor importancia (Fig. 18), se encontró que cerca de un 30 % (430.8 km²) de esta zona se encuentra protegida bajo alguna categoría de conservación (Reservas Biológicas, Parques Nacionales, Zonas Protectoras, Refugios de Vida Silvestre, Reservas Forestales). Es importante resaltar además que todos los parques nacionales (P.N. Carara, P.N. La Cangreja, P.N. Manuel Antonio y P.N. Los Quetzales) y una reserva biológica (R.B. Cerro Vueltas) de la región se encuentran ubicados dentro de estas áreas, lo cual es muy significativo considerando que corresponden a las categorías más rigurosas en cuanto a protección y control del sistema de áreas protegidas del país (Fig. 18). No obstante, su superficie resulta muy limitada para proteger adecuadamente

todo este sector de mayor importancia, ya que en total estas áreas protegidas cubren solo un 8% (126.5 km²) de la superficie de esta zona.

Al analizar las áreas de mayor importancia para la conservación en relación con el mapa de cobertura de la tierra en la región, se obtuvo que la mayor proporción de las áreas boscosas del Pacífico Central se concentran en dicha zona de mayor importancia, lo cual resulta muy valioso en términos de conservar los principales atributos de la flora de esta región (Fig. 19). Estas áreas de mayor importancia tienen una cobertura boscosa (bosque denso) de 47 % (706.5 km²) de su superficie total, lo cual es una proporción de bosque muy significativa (Fig. 19). Dentro de estas áreas se identificaron importantes núcleos boscosos cuya conservación es fundamental para mantener la funcionalidad ecológica de este sector (Fig. 20); ya sea por su extensión (núcleo 1 con 7989 ha de bosque; núcleo 4 con 10209 ha; núcleo 6 con 16994 ha; núcleo 8 con 6111 ha) o por su ubicación estratégica como enlaces potenciales para la conexión de toda esta cobertura boscosa (núcleo 2 con 2141 ha, núcleo 3 con 2976 ha, núcleo 5 con 728 ha; núcleo 7 con 3076 ha; núcleo 9 con 2487 y el núcleo 10 con 907 ha).

Algunos de estos núcleos están bastante protegidos como son el núcleo 1 (P.N. Carara, Z.P. Cerros de Turrubares, R.V.S. Castro Cervantes); el núcleo 2 (P.N. La Cangreja); el núcleo 5 (P.N. Manuel Antonio) y el núcleo 8 (P.N. Los Quetzales, R.B. Cerro Vueltas). No obstante, otros núcleos poseen solo algún tipo de protección menor o carecen por completo de protección, como es el caso del núcleo 3 (ninguna área protegida: localidad de Carraigres); el núcleo 4 (R.V.S Cerro Redondo: localidad de Fila Chonta y alrededores), núcleo 6 (Z.P. Cerro Nara, R.F. Los Santos: cuenca media de los ríos Naranjo y Savegre); el núcleo 7 (ninguna área protegida: localidad de Coopesilencio y alrededores), el núcleo 9 (ninguna área protegida: cuenca alta del río Savegre) y el núcleo 10 (Z.P. El Rodeo). Estas áreas constituyen los principales vacíos de conservación de la región, algunas con grandes extensiones boscosas, como los núcleos 4 (Fila Chonta) y 6 (cuenca media de los ríos Savegre y Naranjo) con más de 10000 ha con poca o ninguna protección (Fig. 20). En estas áreas de mayor importancia también es posible observar una considerable fragmentación del bosque y zonas estratégicas donde es muy importante impulsar acciones de restauración biológica con el fin de propiciar una continuidad y conectividad del bosque en todo este sector (Fig. 21). En total fue posible identificar 9 áreas de restauración en donde los numerosos y pequeños fragmentos de bosques densos, ralos y matorrales (bosques secundarios) existentes, hacen factible mejorar la condición actual de estas áreas y con ello mejorar la conectividad de los núcleos boscosos identificados, ya que estas áreas se encuentran ubicadas entre estos núcleos (Fig. 20 y 21).

Finalmente, al considerar la Propuesta de Ordenamiento Territorial para la Conservación de la Biodiversidad (Proyecto Gruas I, García 1996), se encontró que hay una alta coincidencia entre las áreas propuestas por este estudio y las áreas identificadas de mayor importancia para la flora, ya que un 70 % de estas últimas áreas están incluidas en las áreas propuestas por el proyecto Gruas I (Fig. 22). Dadas las diferencias metodológicas de estos estudios, la alta coincidencia de sus resultados muestra que las áreas de mayor importancia para la conservación de la flora del Pacífico Central (el presente estudio) corresponden a ecosistemas (macrotipos de vegetación) poco representados en el sistema de áreas protegidas del país (proyecto Gruas I, García 1996). Adicionalmente algunas de las áreas identificadas por el proyecto Gruas II (SINAC 2007), como vacíos de conservación por carecer de importantes bloques de bosque, también forman parte de estas zonas de mayor importancia para la conservación de plantas como son: el Valle Central Occidental (El Rodeo), Cerros de Turrubares y Fila Chonta, que igualmente en este estudio son identificados como vacíos de conservación por la poca protección que presentan (Fig. 22). Las principales inconsistencias entre estos estudios están relacionadas con ecosistemas muy específicos que presentan otros valores de conservación diferentes a los analizados en este estudio (ej. manglares, bosques riparios) y a un sector central que conecta los principales bloques identificados en cada estudio (Fig. 22).

Discusión

La región del Pacífico Central costarricense es posiblemente una de las zonas del país con mayor cantidad de información disponible sobre su flora (48740 registros de plantas). No obstante, el inventario aunque aceptable (80 % de la riqueza total de la región) es aún incompleto y con muchos vacíos de información, tanto a nivel de especies como de localidades. Existen aún varias localidades muy diversas florísticamente pero poco conocidas (e.g. Fila Chonta, cuenca media del río Savegre, Fila Negra, Barú, Carraigres), así como una alta proporción de especies pobremente conocidas (68 % de las especies con menos de 10 registros), varias de ellas endémicas del país. Los hallazgos recientes de nuevas especies para la ciencia provenientes de varias de estas regiones como *Epidendrum montis-narae* Pupulin & L. Sánchez S. (2001); *Macroclinium montis-narae* Pupulin (2001); *Guarea constricta* Al. Rodr. (2006); *Ruyschia moralesii* Hammel (2006); *Ruellia norvegigratiosa* McDade & E. Tripp. (2007), *Fevillea* sp. nov. (Estrada & Santamaría, en prensa) evidencian también estos vacíos de información. Lo anterior confirma la necesidad de continuar con los proyectos de inventario y recolecta de plantas aún en las regiones mejor documentadas del país. Sin embargo, dada la urgencia de establecer criterios y lineamientos de conservación es imprescindible usar los datos disponibles, reduciendo sus sesgos y vacíos con nuevas tecnologías como son los modelos de nichos ecológicos, que en este y otros estudios han logrado minimizar muchas de las limitaciones de la información original (Peterson *et al.* 1998, Navarro *et al.* 2003). Otro aspecto metodológico importante en este estudio fue la combinación de estos métodos de modelado con métodos biogeográficos como el análisis de parsimonia de endemismos (PAE). Esta combinación de metodologías permitió por una parte mejorar la calidad de los datos disponibles y, por otra, permitió la identificación de áreas y patrones florísticos con un significado biogeográfico, los cuales resultaron de gran importancia para la identificación de áreas de importancia para la conservación, ya sea por su composición florística única (grado de endemismo) o por su riqueza, heterogeneidad y representatividad de la flora de esta región (nodos o áreas de transición florística).

A nivel nacional, la región del Pacífico Central corresponde a una zona de alta importancia para la conservación de plantas, como ya lo han indicado algunos estudios previos (INBio y MNCR 2003, Rodríguez *et al.* 2008), debido a su alta diversidad de especies. De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, esta región contiene alrededor de un 60 % (5640 especies) de la riqueza total de plantas del país, cuantificada en 9361 especies (Hammel *et al.* 2004) y alberga un 49 % (491 especies) de las 1000 especies endémicas de Costa Rica (Hammel *et al.* 2004), agrupadas en al menos 3 grandes áreas de endemismo; en tan solo un 11

% del territorio nacional. Por otra parte, debido a la gran heterogeneidad ambiental del Pacífico Central, en la región se presentan al menos 6 grandes componentes florísticos, que hacen que la diversidad beta (recambio de especies entre las diferentes localidades) explique en un alto porcentaje (85 %) la riqueza total de especies registradas, lo cual indica que la región es florísticamente muy heterogénea.

Históricamente hablando, estas características de heterogeneidad, alta diversidad y endemismo de la flora de esta región, están muy asociadas con el levantamiento de la Cordillera de Talamanca y el subsiguiente cierre del istmo centroamericano hace unos 3 millones de años (Denyer *et al.* 2000), poniendo en evidencia una vez más lo expresado por Croizat (1964), en el sentido de que “tierra y vida evolucionan juntas”. Este evento histórico permitió la creación de ambientes montañosos, que junto con la disminución de temperaturas desde el Mioceno, favoreció la llegada de elementos de ambientes templados de diverso origen (holártico, austral-antártico, templado amplio) y en especial de elementos neotropicales de origen nor-andino, que son los que predominan en la composición florística del componente montano de la región (Burger 1995, Cleef y Chaverri 2005, Hammel *et al.* 2004, Gómez 1986, Kappelle *et al.* 1992). A su vez, la gran elevación alcanzada por la Cordillera de Talamanca, permitió el establecimiento de condiciones de mayor humedad en este sector del Pacífico Central y Sur del país (Kohlmann y Wilkinson 2003), lo cual ha favorecido la llegada de elementos de origen suramericano, principalmente de la región pacífica o cisandina del norte de Suramérica y en menor grado de la región amazónica, los cuales se integran en la composición florística de los bosques lluviosos del pacífico costarricense (Gómez 1986, Gentry 1982). Este sector de mayor humedad originado por el surgimiento de la Cordillera de Talamanca, por su parte, interrumpe y entra en contacto con el corredor seco establecido a lo largo de la costa pacífica centroamericana, en el cual se integran elementos provenientes de ambientes áridos del norte y sur de América, conformando los bosques secos y estacionales del Pacífico Central y Norte del país (Gómez 1986). Esta condición de contacto y confluencia de diferentes historias bióticas, aunado a una abrupta topografía, le confieren a esta región una gran heterogeneidad biológica, una alta riqueza de especies y un alto grado de endemismo en relación con su flora.

En relación con la distribución geográfica de la riqueza de especies, las zonas de más alta riqueza (Fig. 12b) coincidieron en mucho con las áreas de mayor confluencia de los diferentes patrones florísticos identificados en la región (Fig. 16), principalmente en las tierras de elevación media (500 a 1500 m) del sector central y sureste. Este patrón de mayor riqueza de especies en altitudes medias se ha informado en varios estudios generales y específicos sobre la flora de Costa Rica, debido principalmente a este factor de traslape o confluencia de diferentes patrones

florísticos (Gómez 1986, Burger 1995, Boyle 1996, Estrada & Zamora 2004, Hammel *et al.* 2004, Cardelús *et al.* 2006). Otras áreas de intersección o confluencia de patrones florísticos y alta riqueza de especies, se ubican en las tierras bajas del sector central de la región, en las localidades de Carara y Cerro Turrubares. Este sector del Pacífico Central ha sido identificado como un límite natural en diferentes estudios que definen y caracterizan regiones ecológicas o biogeográficas (Bolaños y Watson 1993, Dinerstein *et al.* 1995, Gómez 1986, Hammel *et al.* 2004, Morrone 2001). Esta frontera ha sido relacionada con el levantamiento de la cordillera de Talamanca, la cual ha originado una barrera topográfica y climática, propiciada por la presencia de importantes formaciones montañosas cercanas a la costa y condiciones de mayor humedad hacia el sur del Pacífico costarricense (Kohlmann y Wilkinson 2003). En el Pacífico Central estas áreas de mayor intersección o confluencia biótica integran entre 8 a 12 de los patrones florísticos identificados; por lo cual debido a su alta riqueza, heterogeneidad y complejidad florística constituyen áreas altamente representativas de la flora de la región. Estas áreas se consideran muy eficientes por satisfacer muchos criterios de conservación y por tanto deberían ser tomadas muy en cuenta en la definición de prioridades de conservación (Spector 2002).

Por otra parte, las áreas de endemismo identificadas están muy asociadas con hábitats propios o generados por la Cordillera de Talamanca, como centro regional de endemismo biológico (Elizondo *et al.* 1989). En general estas áreas se ubican en hábitats muy particulares, delimitados y con un alto grado de aislamiento en ésta cordillera, como lo son las áreas de Páramos y Robledales, que constituyen un primer sector de endemismo y los bosques nubosos de elevaciones medias, como segundo sector. Un tercer sector o área de endemismo se ubica en los bosques muy húmedos del Pacífico Central en elevaciones bajas y medias, el cual se extiende desde Carara y localidades aledañas hasta la Península de Osa (Pacífico Sur) y es originado, como se indicó anteriormente, por las condiciones de mayor humedad generadas por la presencia de la Cordillera de Talamanca. Este tercer sector de endemismo presenta un tipo de aislamiento por factores climáticos (Kohlmann y Wilkinson 2003), en un Pacífico mesoamericano que es predominantemente más seco y estacional. En este sector coinciden en su distribución una serie de elementos endémicos de los bosques lluviosos del Pacífico costarricense (ej. *Acacia allenii*, *Calathea vinosa*, *Coccoloba bejuco*, *Dichapetalum hammelii*, *Duroia costaricensis*, *Gasteranthus osaensis*, *Inga golfodulcensis*, *Justicia deaurata*, *Justicia peninsularis*, *Licania operculipetala*, *Miconia dissitiflora*, *Psychotria aurantibractea*, *Pleurothyrium golfodulcense*, *Pleurothyrium pauciflorum*, *Rudgea raveniana*, *Witheringia mertonii*), muchos de los cuales hasta hace poco se consideraban exclusivos de la Península de

Osa, otro de los centros de mayor endemismo del país (Elizondo *et al.* 1989, Hammel *et al.* 2004).

Todas estas características hacen muy difícil conservar en áreas relativamente pequeñas y aisladas entre sí, un alto porcentaje de la riqueza natural propia de la región del Pacífico Central costarricense, por lo cual es necesaria la búsqueda de soluciones más integrales y complejas, en función de la naturaleza y condiciones de la zona. Es por ello que las áreas consideradas de mayor importancia para la conservación de la flora en el Pacífico Central incluyen amplios sectores continuos que abarcan los principales gradientes altitudinales de la región (27% de la región), en donde se integran los sectores de mayor intersección o confluencia florística con los principales sectores de endemismo identificados. Estas áreas por su naturaleza compuesta y compleja poseen los mayores niveles de heterogeneidad, riqueza y endemismo de la flora de esta región y por tanto se consideran claves o estratégicas para fines de conservación. Esta zona que ya ha sido identificada en su mayor parte por otros estudios nacionales como los proyectos Gruas I y II (lo cual reafirma su valor para fines de conservación), incluye favorablemente la mayor cobertura boscosa de la región y en ella se encuentran ubicados todos los parques nacionales existentes en el área. No obstante, esta cobertura boscosa en general muestra un alto grado de fragmentación, existen áreas muy alteradas (principalmente hacia el sector noroeste), las áreas protegidas de mayor categoría, aunque bien ubicadas, resultan insuficientes y se encuentran muy aisladas entre ellas, por lo cual se presentan importantes vacíos de conservación (Fig. 18 y 19).

Un esquema más idóneo de conservación debería considerar la naturaleza heterogénea y diversa de esta zona de alta importancia para la conservación, procurando el establecimiento de una red amplia y continua de áreas protegidas, que incluyan los principales gradientes ambientales de la zona, a través de conexiones longitudinales y altitudinales. Es fundamental también asegurar la protección efectiva de los principales núcleos boscosos identificados (Fig. 20), como áreas centrales que preservan más íntegramente la diversidad y procesos ecológicos de la región. Estas áreas no obstante no deben quedar aisladas, sino que se debe asegurar una adecuada conectividad entre ellas, promoviendo la restauración de las áreas identificadas como claves para lograr dichas conexiones (áreas de restauración, Fig. 21). La mayoría de estas áreas están asociadas a comunidades humanas y actividades agrícolas y ganaderas, razón por la cual se deben buscar alternativas que sin impedir las actividades económicas de las comunidades, procuren hacer que éstas sean más sostenibles con el ambiente. Dada la complejidad de este enfoque resulta indispensable la participación conjunta de actores públicos y privados en la conservación y la priorización de esfuerzos, recursos y reconocimientos

ambientales en las zonas de mayor importancia identificadas para la región. Un escenario como éste es definitivamente la forma más eficaz y realista para conservar la diversa y heterogénea flora del Pacífico Central costarricense.

Conclusiones

El Pacífico Central costarricense es definitivamente una de las regiones del país con mayor cantidad de datos sobre su flora (48740 registros), no obstante, el inventario actual aunque aceptable (80 % de la riqueza total de la región) es aún incompleto ya que existen vacíos de información a nivel de localidades y especies. Existe una considerable proporción de especies poco conocidas (32 % de las especies con uno o dos registros) y localidades florísticamente muy diversas pero poco estudiadas (ej. Carraigres, Fila Chonta, cuenca media del Río Savegre).

Esta región es gran importancia para la conservación de plantas a nivel nacional, debido a la alta riqueza, endemismo y heterogeneidad de su flora. La región alberga alrededor de un 60 % (5640 especies) de la riqueza total de plantas del país, contienen cerca de un 50 % (491 especies) de las especies endémicas de Costa Rica, agrupa 3 grandes áreas de endemismo y posee al menos 6 grandes componentes florísticos; lo cual es aún más significativo si se considera que su extensión incluye tan solo un 11 % del territorio nacional.

Las áreas de mayor importancia para la conservación en la región del Pacífico Central incluyen los mayores gradientes altitudinales de la zona, ubicados principalmente en un sector continuo que va de la zona central (Carara) hasta el sureste de la región (mayor parte de la cuenca del Río Savegre). Estas áreas por su naturaleza compuesta o compleja florísticamente hablando, poseen los mayores niveles de heterogeneidad, riqueza y endemismo de la flora de esta región, resultando ser muy representativas, eficientes y por tanto estratégicas para fines de conservación.

Los principales atributos de esta flora (alta riqueza, endemismo y heterogeneidad) están estrechamente relacionados con el surgimiento de la cordillera de Talamanca. Este evento geológico, además de permitir el cierre del istmo centroamericano, generó una gran diversidad de ambientes montañosos muy cercanos a la costa y de condiciones de mayor humedad en un pacífico mesoamericano predominantemente más seco y estacional, lo cual favoreció la llegada y el encuentro de elementos florísticos de diversos orígenes biogeográficos, aumentando la riqueza y heterogeneidad florística de esta zona, aunado a procesos importantes de especiación o endemismo.

Existe una alta coincidencia entre las áreas de mayor riqueza de especies y las áreas de mayor confluencia o traslape de las unidades florísticas (nodos de confluencia), lo cual se ha

documentado en diversos estudios. Estas áreas se ubicaron principalmente en las tierras bajas y medias del sector Central (inicio de la cordillera de Talamanca) y en las tierras de elevación media hacia el sureste de la región (donde se presentan las mayores elevaciones de la cordillera).

Las áreas de endemismo coinciden con hábitats muy particulares, delimitados y con un alto grado de aislamiento asociados también a la cordillera de Talamanca. Estas áreas se ubicaron en las partes más altas de la cordillera, en el sector sureste (Páramos y Robledales); en los bosques nubosos de elevaciones medias (Turrubares hasta las cuencas medias de los ríos Naranjo y Savegre), en el sector sureste; y en los bosques muy húmedos del Pacífico Central en elevaciones bajas y medias (Carara hasta Dominical), en una unidad florística que se extiende o tiene muchas afinidades con la flora de la Península de Osa.

Las áreas consideradas de mayor importancia para la conservación aún poseen importantes núcleos boscosos con una cobertura del 47 % de la zona; no obstante también se presenta un considerable grado de fragmentación de esta cobertura, que atenta contra la continuidad y funcionabilidad ecológica del bosque existente.

Las áreas protegidas de mayor categoría (Parques Nacionales y Reservas Biológicas), aunque bien ubicadas, resultan insuficientes y se encuentran muy aisladas entre ellas, por lo cual se presentan importantes vacíos de conservación en la región (ej. El Rodeo, Caraigres, Fila Chonta, cuencas medias de los ríos Savegre y Naranjo).

La combinación de los métodos de Modelado de Nichos Ecológicos para mejorar la calidad de los datos disponibles y de métodos biogeográficos (ej. Análisis de Parsimonia de Endemismos, PAE), para identificar de patrones naturales (ej. áreas de endemismo, unidades florísticas, nodos de confluencia), basado en las distribuciones estimadas; ha resultado en este y otros estudios de gran utilidad para la identificación de áreas importantes para la conservación biológica.

Recomendaciones

Es necesario continuar con los esfuerzos de inventario y recolecta de especies con el fin de mejorar los datos disponibles sobre la flora de esta región, enfocándose principalmente en los vacíos de información existentes a nivel de especies (ej. especies endémicas, especies epífitas) y de localidades (ej. Caraigres, Fila Chonta, cuenca media del Río Savegre).

Dada la grave situación de pérdida de biodiversidad existente actualmente, es urgente la utilización de los datos disponibles considerando sus limitaciones, sesgos y potencialidades, con el fin de brindar información científica a la menor brevedad para fines de conservación. Para ello, sin embargo es necesario aplicar controles de calidad a los datos (evaluando especialmente los aspectos de taxonomía y georreferenciación) y utilizar métodos cuantitativos (ej. Modelado de Nichos Ecológicos) que maximicen su utilidad y reduzcan sus limitaciones, de manera que estos datos cumplan, o se aproximen, a los supuestos requeridos en estos estudios.

Dada la problemática ambiental actual, es urgente priorizar y maximizar los limitados esfuerzos y recursos dirigidos a la conservación biológica, mediante procesos sistemáticos de planificación de las acciones de conservación. Los resultados de este estudio buscan contribuir con este proceso recomendando la priorización de estos recursos en las áreas identificadas de mayor importancia consideradas como estratégicas para la conservación de los atributos de riqueza, heterogeneidad y endemismo de esta flora.

Para lograr la conservación efectiva de la diversa y compleja flora del Pacífico Central costarricense, se requiere de la participación activa y conjunta de actores públicos y privados; valorando y reconociendo por parte de la sociedad en general, los servicios ambientales que la conservación de estas áreas aporta.

Un esquema de conservación más idóneo que el actual consiste en el establecimiento de una red amplia y continua de áreas protegidas (públicas y privadas), considerando los mayores núcleos boscosos y los principales gradientes ambientales de la región del Pacífico Central, a través de conexiones longitudinales y altitudinales.

Dentro de las áreas de mayor importancia para la conservación existen una serie de sectores donde es urgente el establecimiento de programas de restauración ecológica, de manera que

se asegure la adecuada conectividad del bosque en general. La mayoría de estas áreas están asociadas a comunidades humanas, razón por la cual se deben buscar alternativas que sin impedir las actividades económicas de las comunidades, procuren hacer que éstas sean más sostenibles con el ambiente.

Con el fin de establecer estrategias de conservación más robustas y científicamente válidas se recomienda la realización de estudios con resultados comparables a esta investigación para otros grupos de organismos (ej. aves, mamíferos, insectos, hongos), de manera que se considere la dimensión espacial de la diversidad biológica para fines de conservación.

Cuadro 3. Resultados del análisis de PAE-PCE aplicado a la matriz de localidades y especies endémicas, incluyendo sinapomorfías por cada análisis, número de cladogramas resultantes y estadísticos básicos, Pacífico Central, Costa Rica.

Análisis secuencial (PAE-PCE)	Sinapomorfías	Número de Cladogramas	Índice de Consistencia (IC)	Índice de Retención (IR)	Longitud de árboles
1	27	3	29	79	531
2	20	4	27	79	475
3	15	4	25	79	418
4	5	6	25	78	380
5	0	9	24	77	363

Cuadro 4. Resultados del análisis de PAE-PCE aplicado a la matriz de localidades y especies representativas, incluyendo sinapomorfías por cada análisis, número de cladogramas resultantes y estadísticos básicos, Pacífico Central, Costa Rica.

Análisis secuencial (PAE-PCE)	Sinapomorfías	Número de Cladogramas	Índice de Consistencia (IC)	Índice de Retención (IR)	Longitud de árboles
1	79	4	27	80	1662
2	63	4	25	79	1477
3	27	3	26	79	1191
4	42	7	25	78	1106
5	0	11	25	76	926

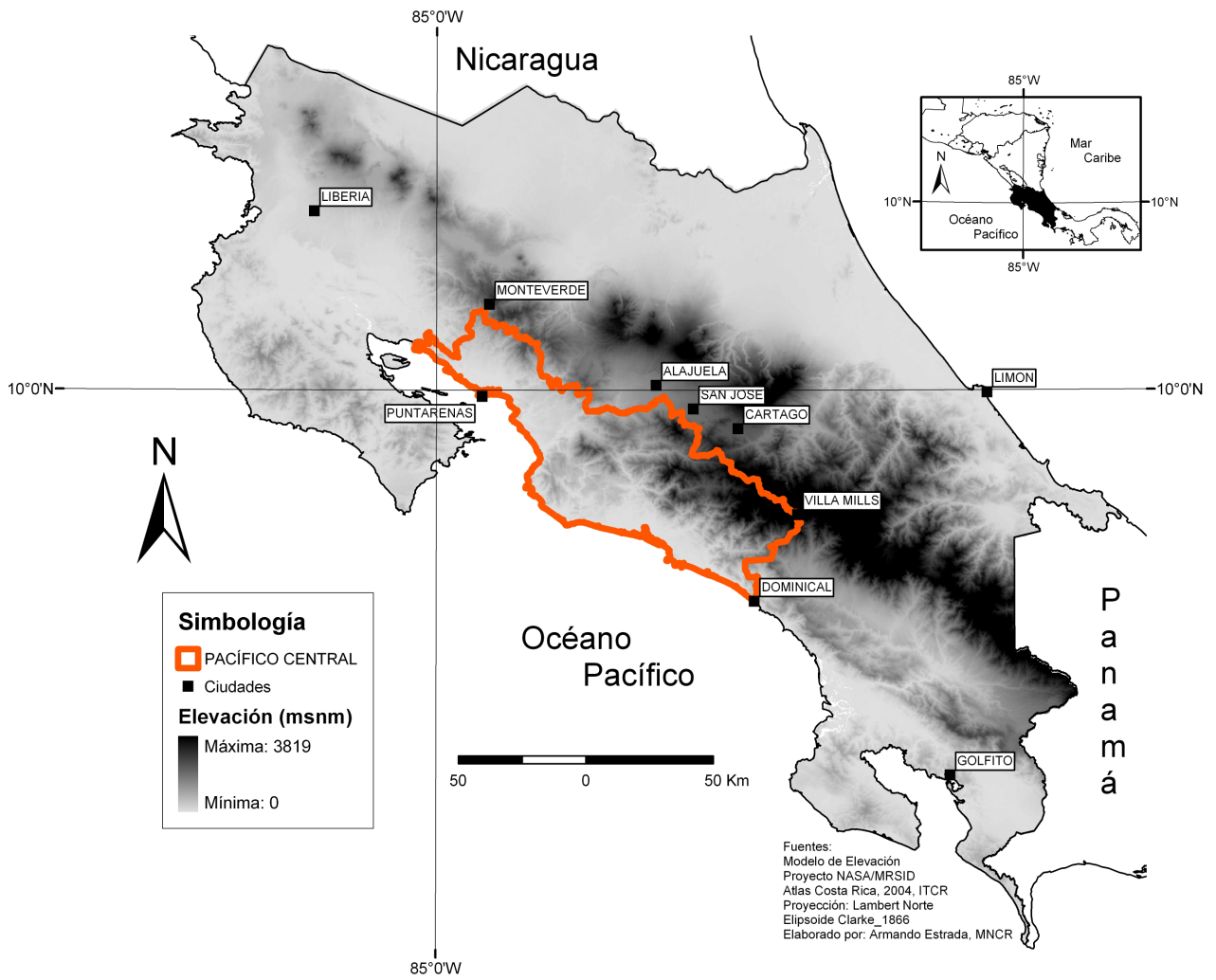


Figura 1. Ubicación geográfica de la región del Pacífico Central, Costa Rica.

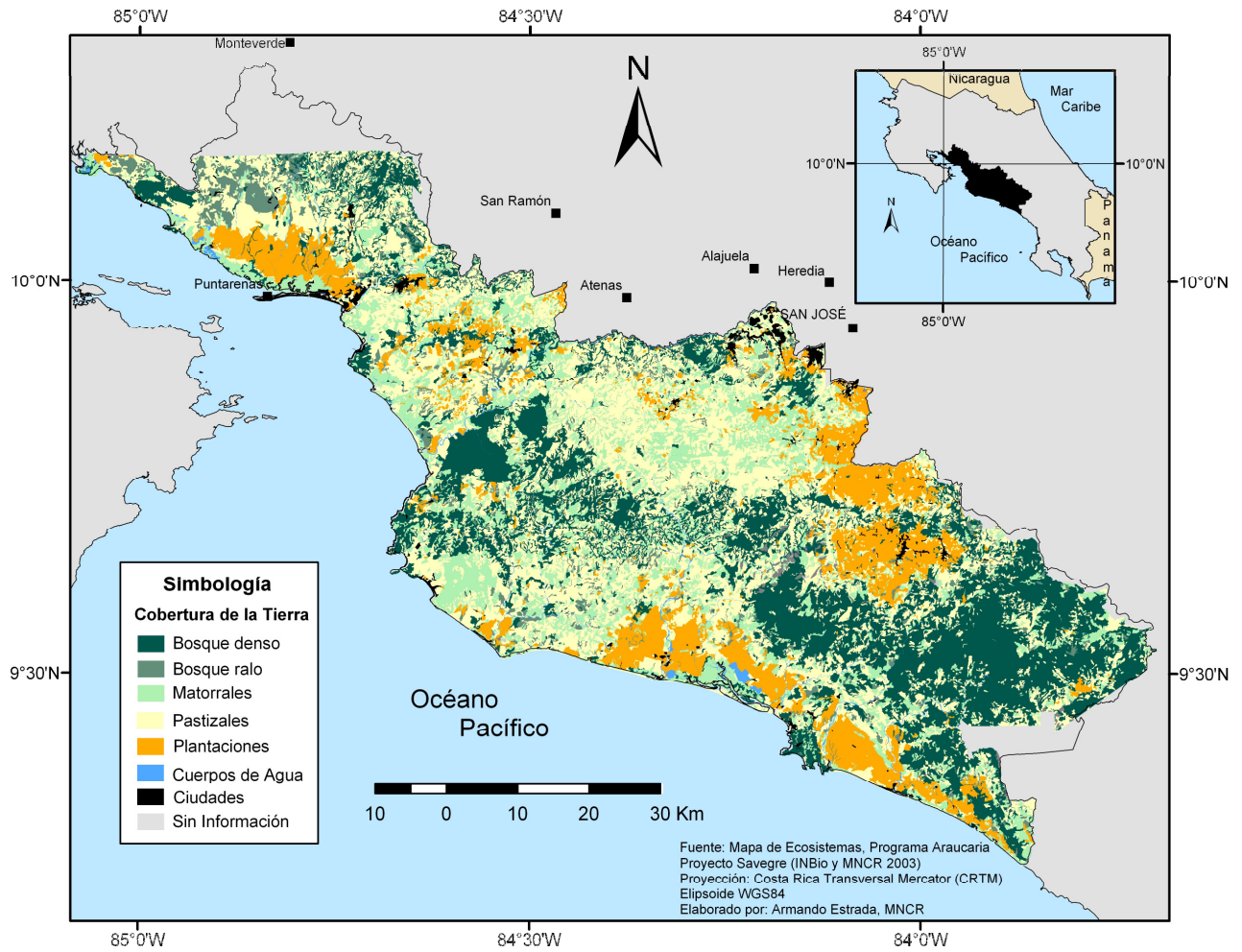


Figura 2. Cobertura de la tierra en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

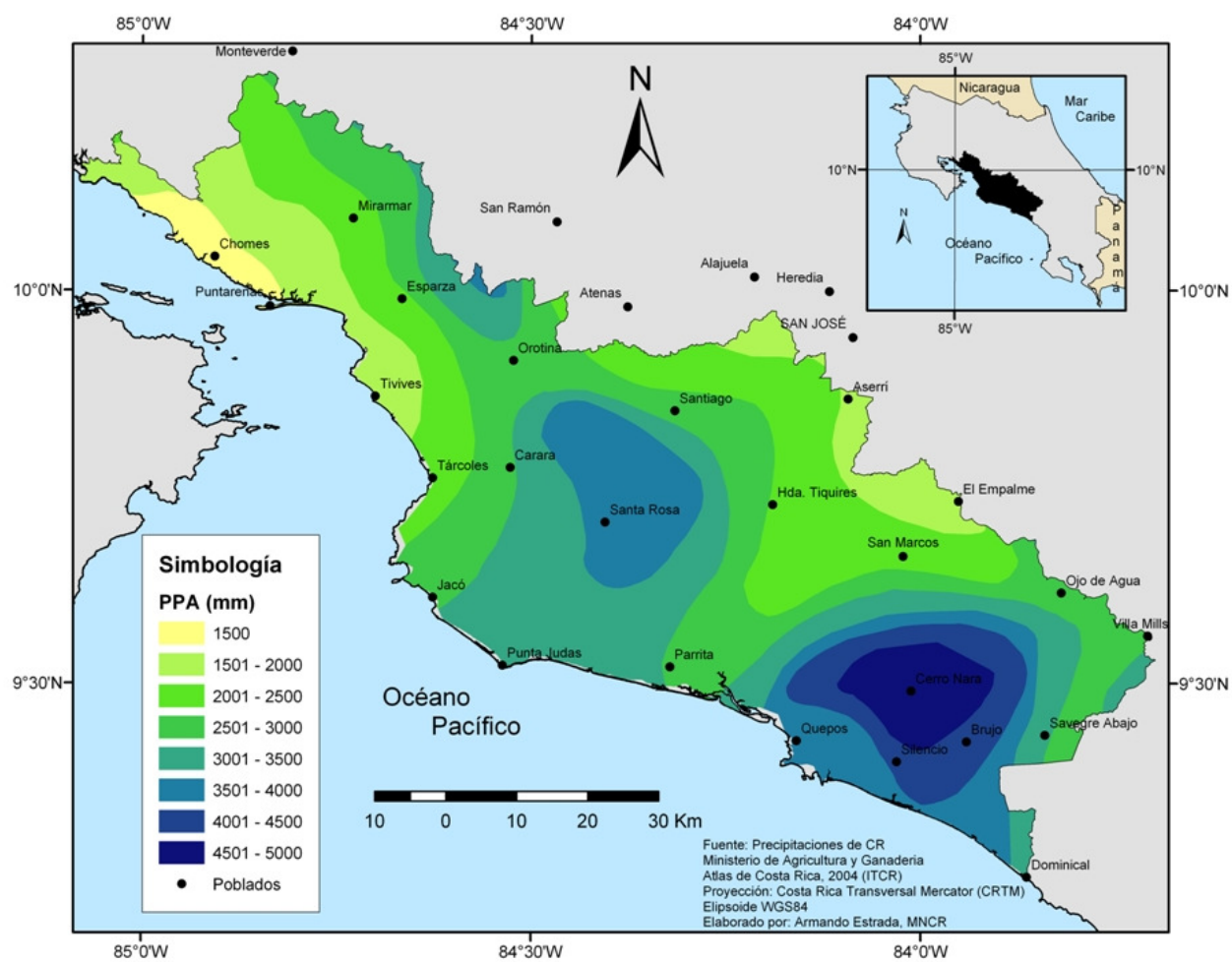


Figura 3. Distribución de la precipitación pluvial en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

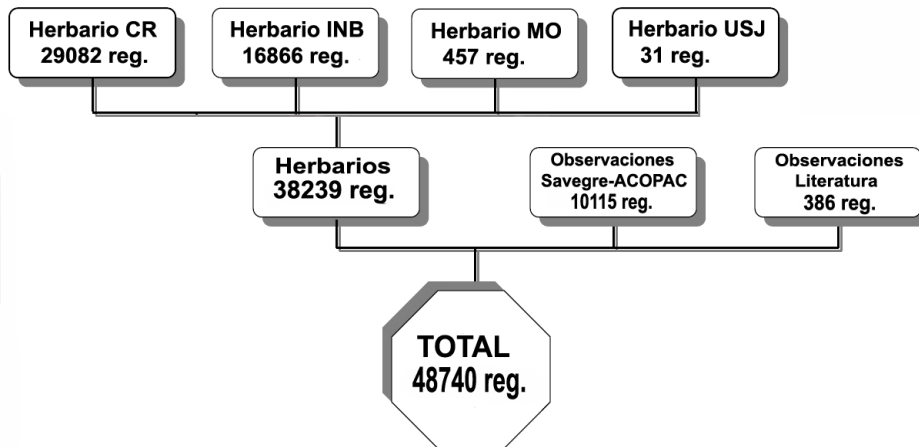


Figura 4. Fuentes de información y número de registros de plantas vasculares recopiladas en este estudio para la región del Pacífico Central, Costa Rica.

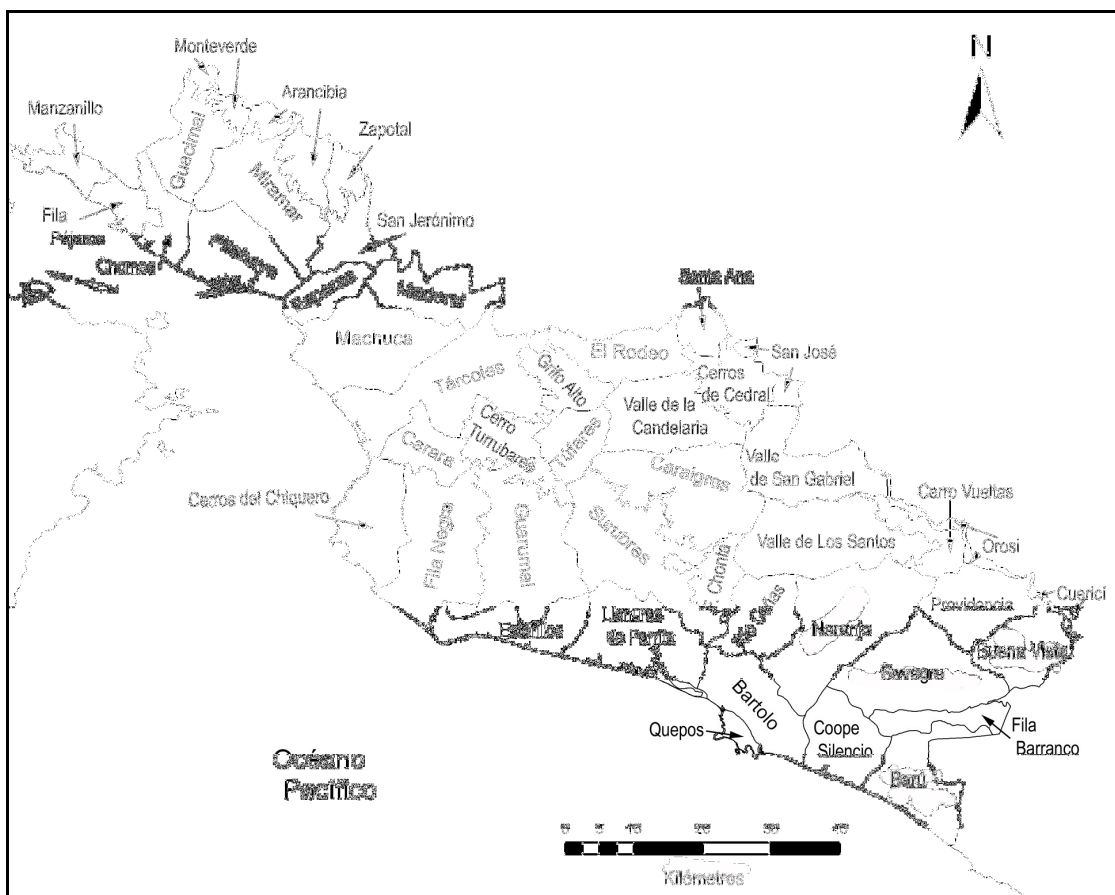


Figura 5. Mapa de localidades del Pacífico Central, basado en el mapa de Regiones Naturales, Regiones Ecológicas y Áreas de Colecta de Costa Rica (Herrera 1995).

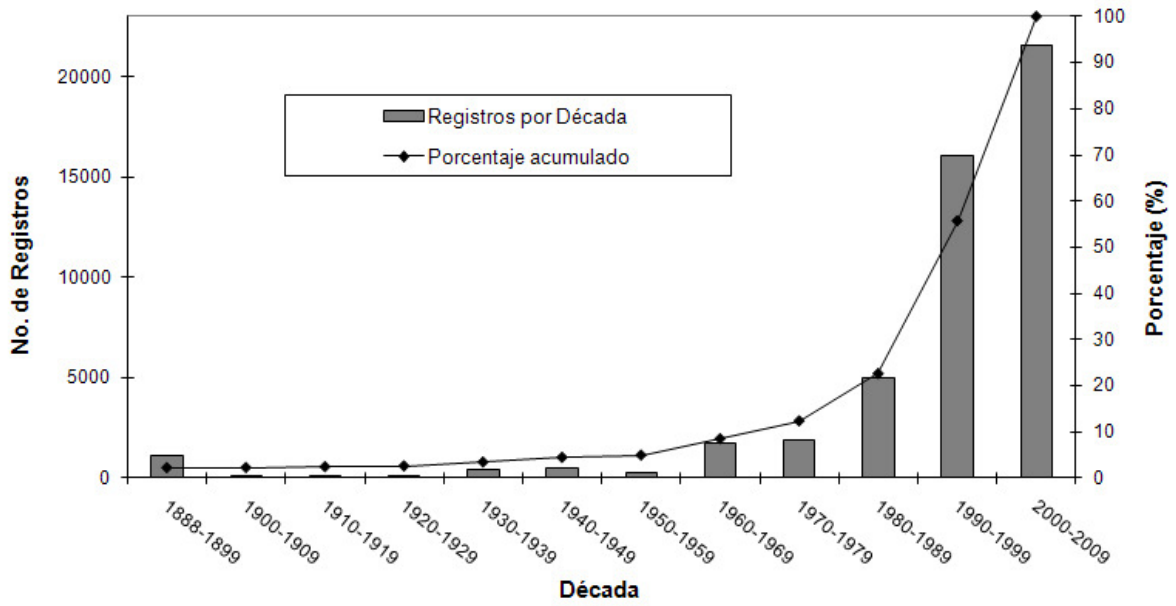


Figura 6. Distribución del esfuerzo de recolecta de plantas a través del tiempo, en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

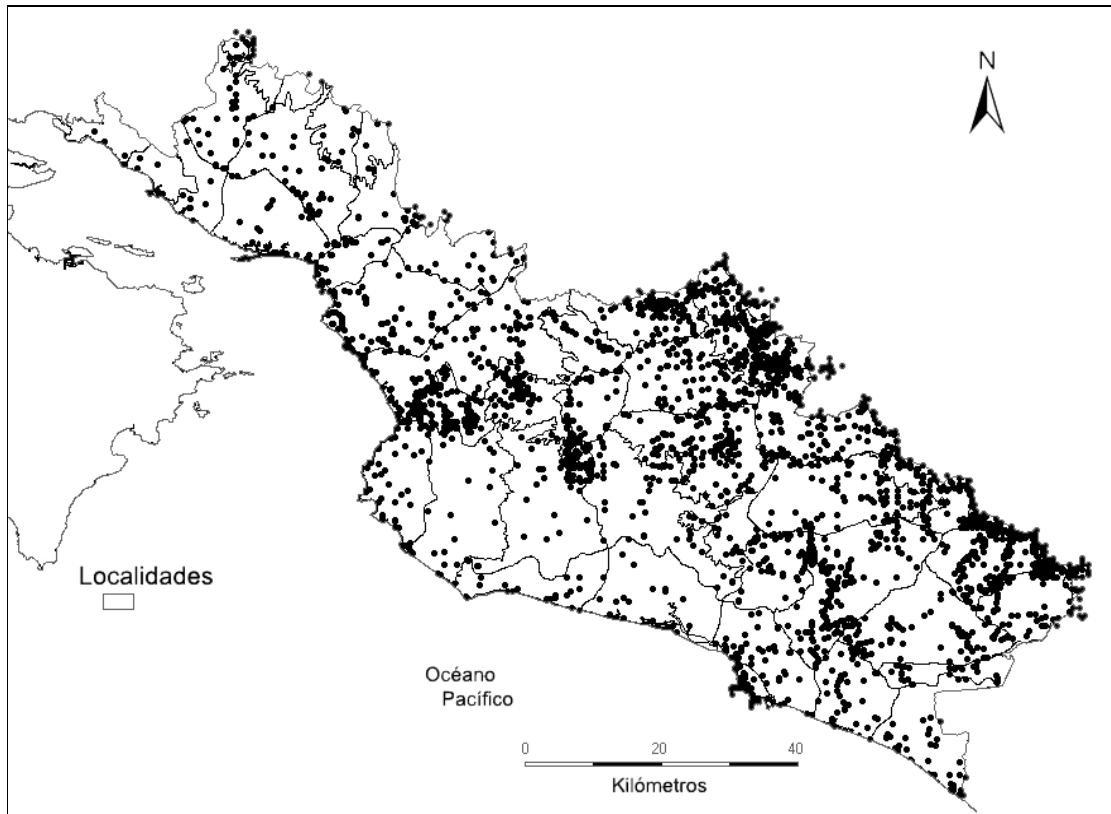


Figura 7. Puntos de recolecta u observación de plantas en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

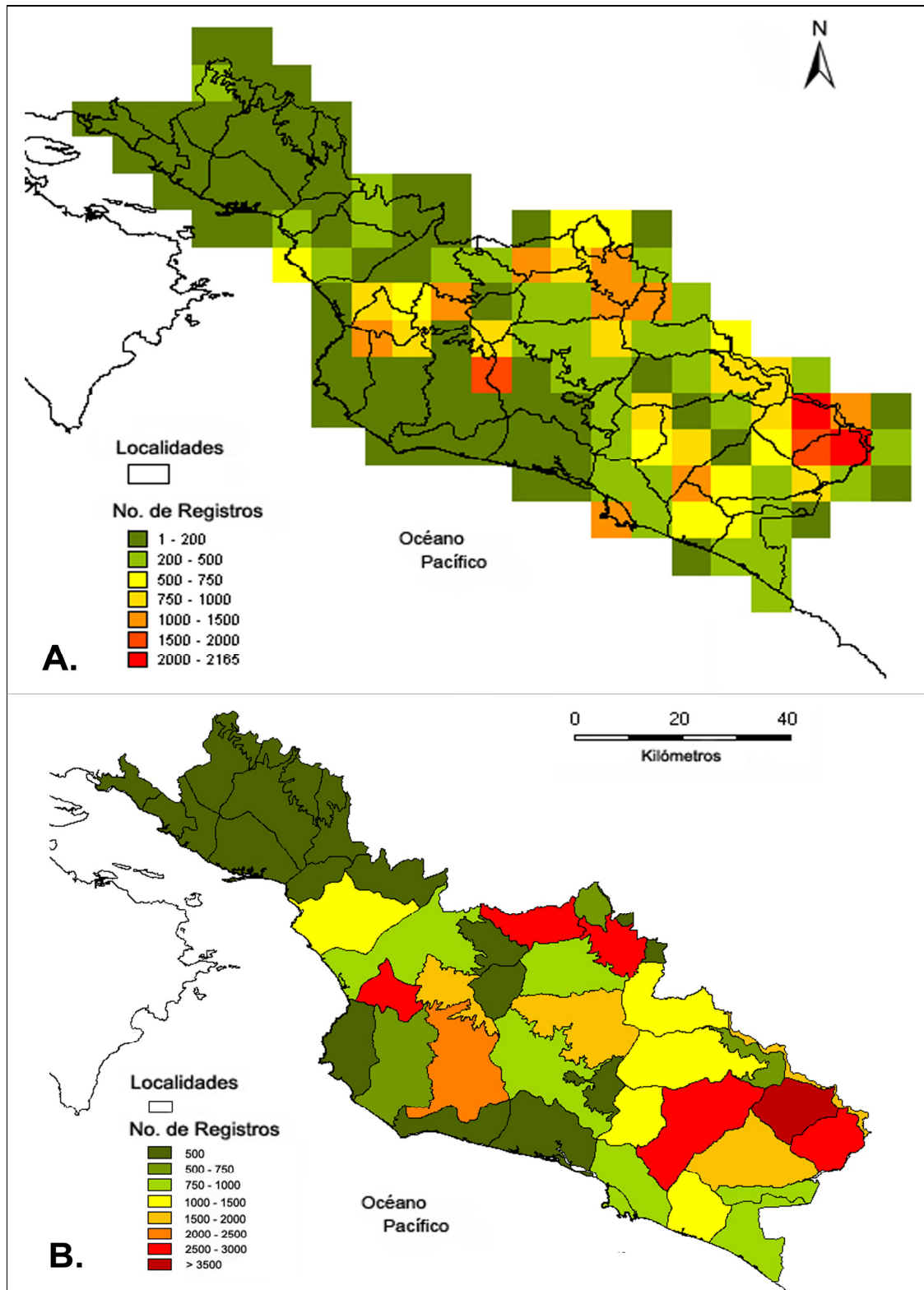


Figura 8. Distribución geográfica del esfuerzo de muestreo (cantidad de registros) por A) cuadrículas (7.7 x 7.7 km) y B) localidades en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

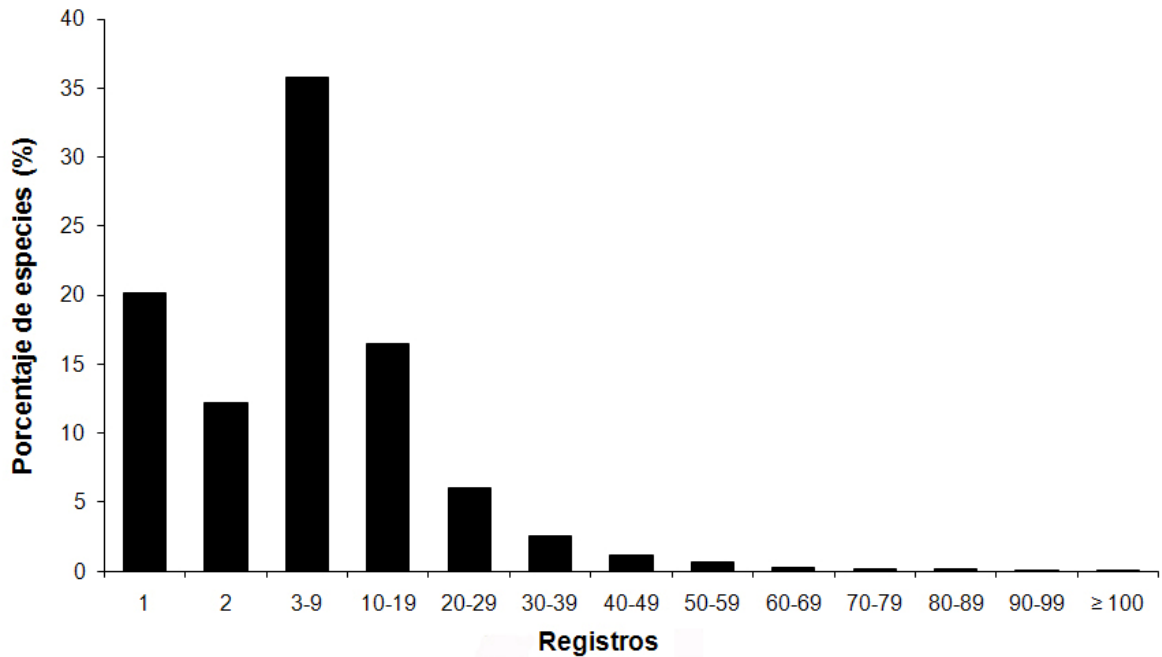


Figura 9. Representación de especies de plantas por número de registros en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

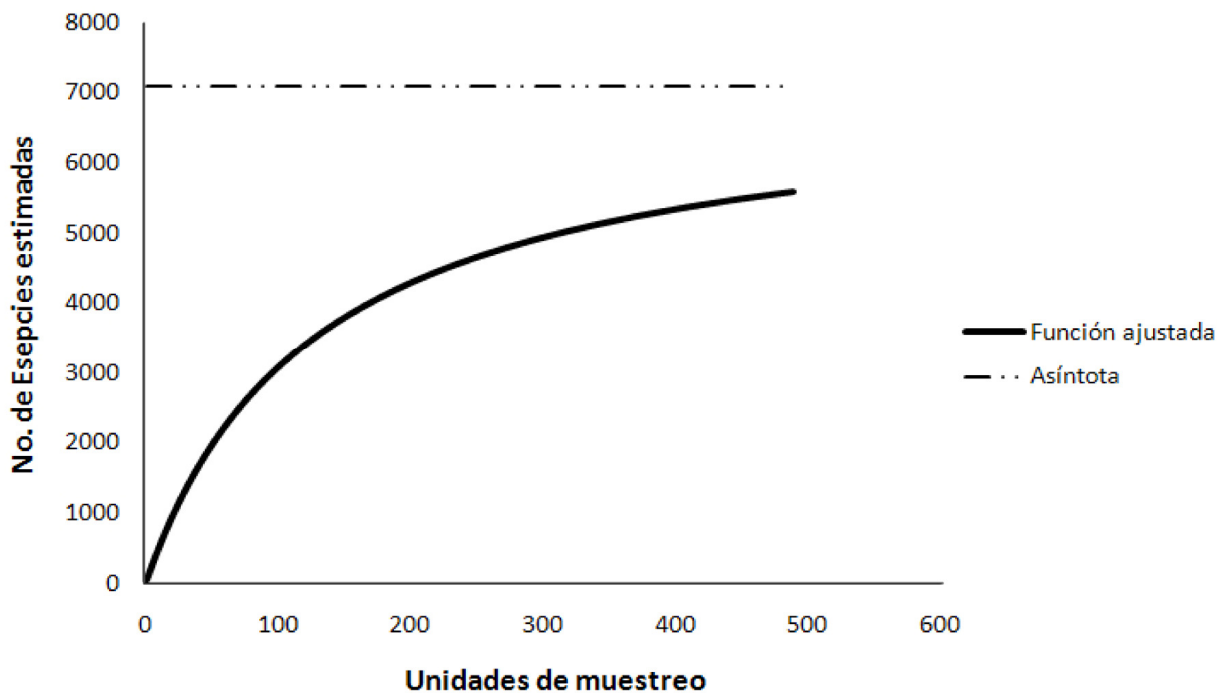


Figura 10. Curva de acumulación de especies para el inventario de plantas (colecciones de herbario y observaciones de campo) en la región del Pacífico Central, Costa Rica. ($S_n = 54.75875 \cdot n / [1 + (0.007728 \cdot n)]$; Sobs. = 5640; Sest. $[a/b] = 7085$; $R^2 = 0.999$; 100 aleatorizaciones). 1 uda. = 100 ejemplares.

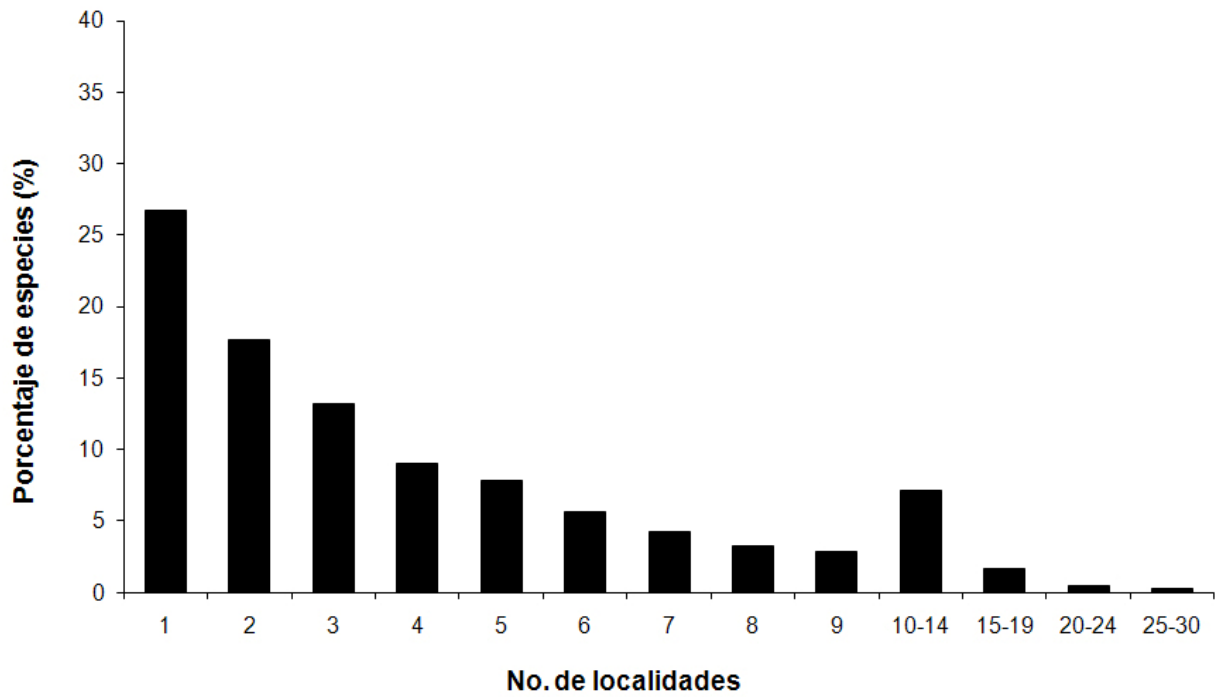


Figura 11. Distribución de las especies de plantas por número de localidades donde están presentes en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

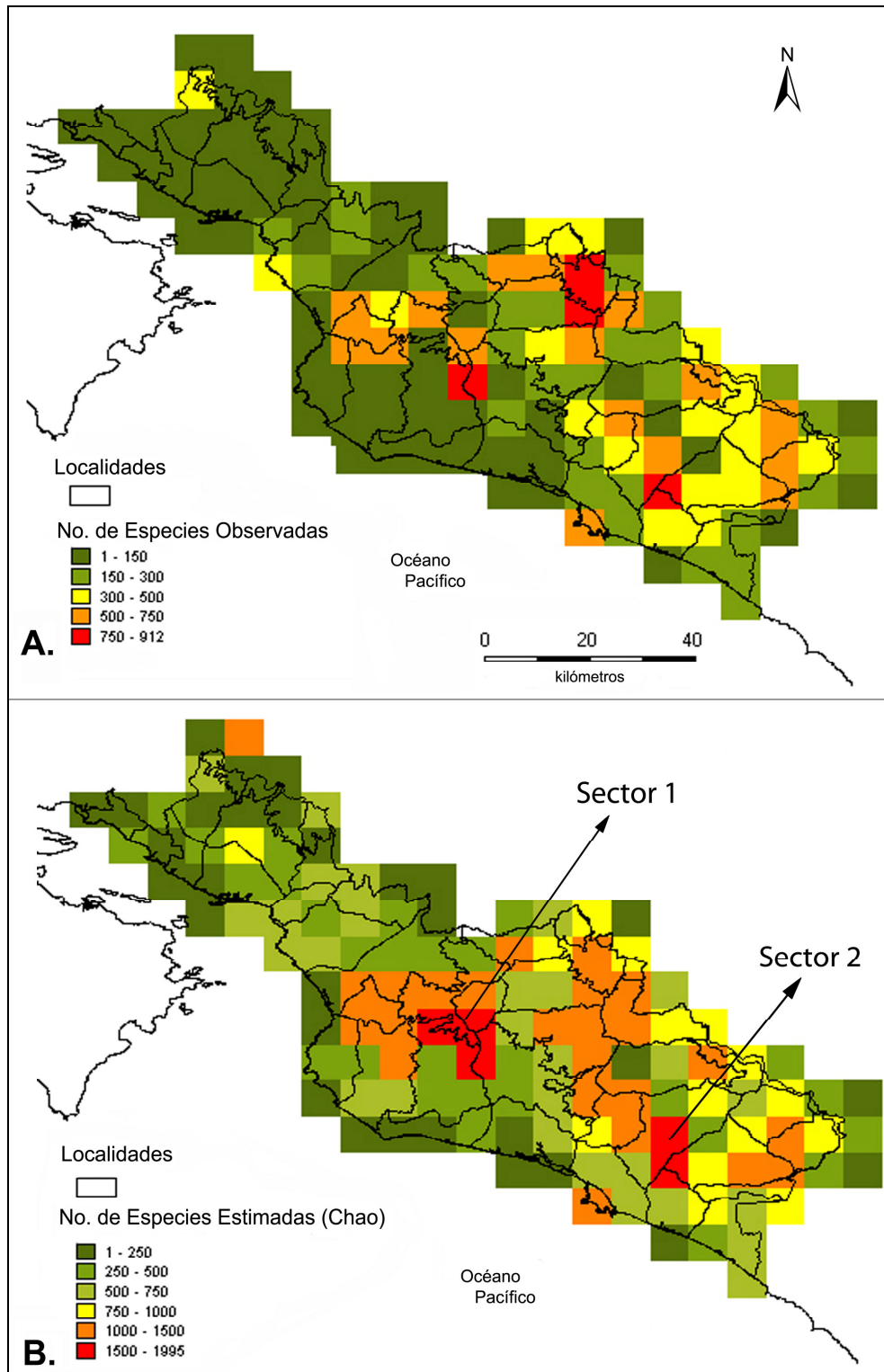


Figura 12. Distribución de la riqueza de especies de plantas (A) observada y (B) estimada por cuadrículas (7.7 x 7.7 km) en la región del Pacífico Central, Costa Rica. Sector 1: La Cangreja (entre localidades de Guarumal, Surubres y Túfares); Sector 2: Nara (cuenca media de los ríos Naranja y Savegre).

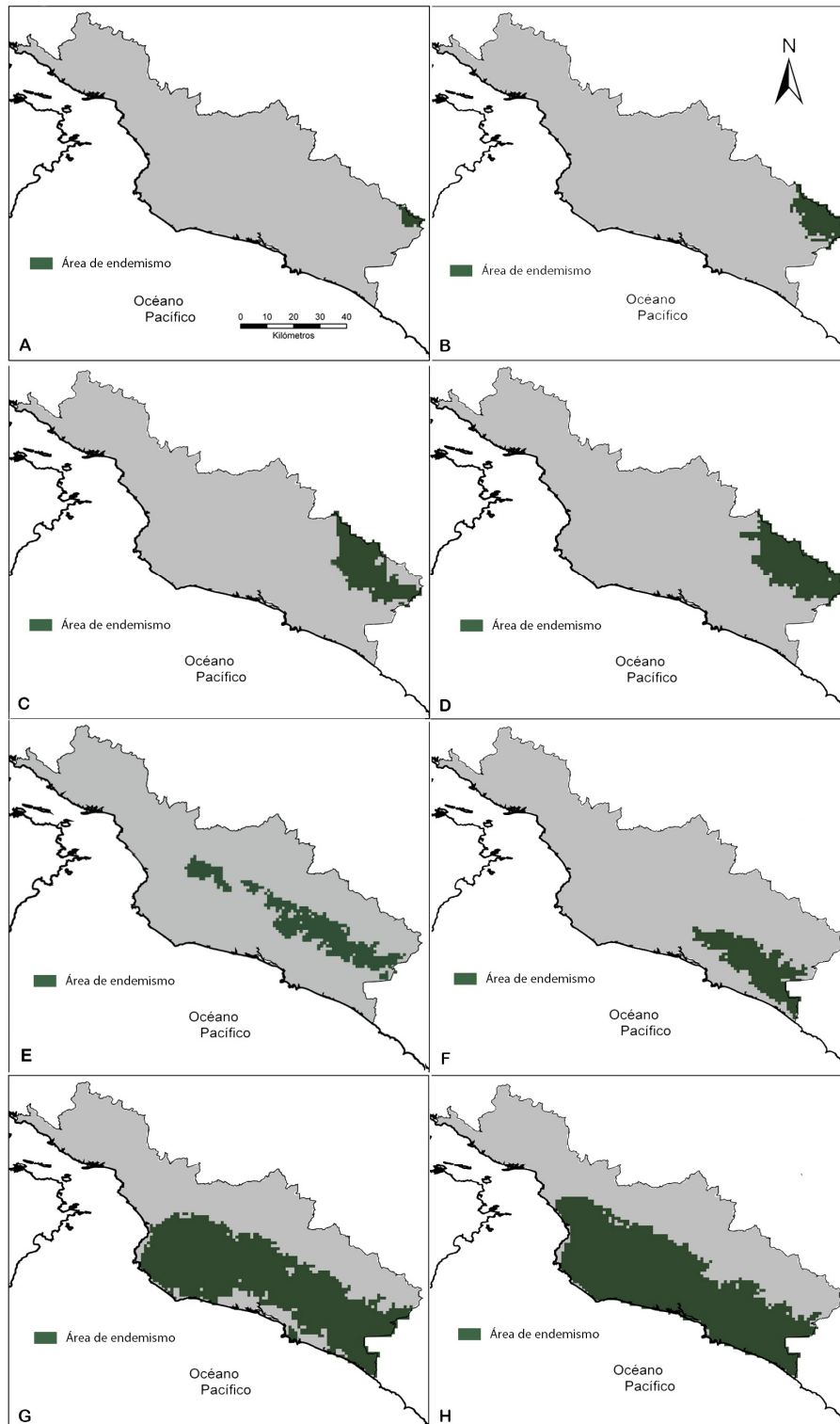


Figura 13. Áreas y sectores de endemismo identificados mediante el método de PAE en la región del Pacífico Central, Costa Rica. Figuras A-D: sector 1; figuras E y F: sector 2; figuras G y H: sector 3.

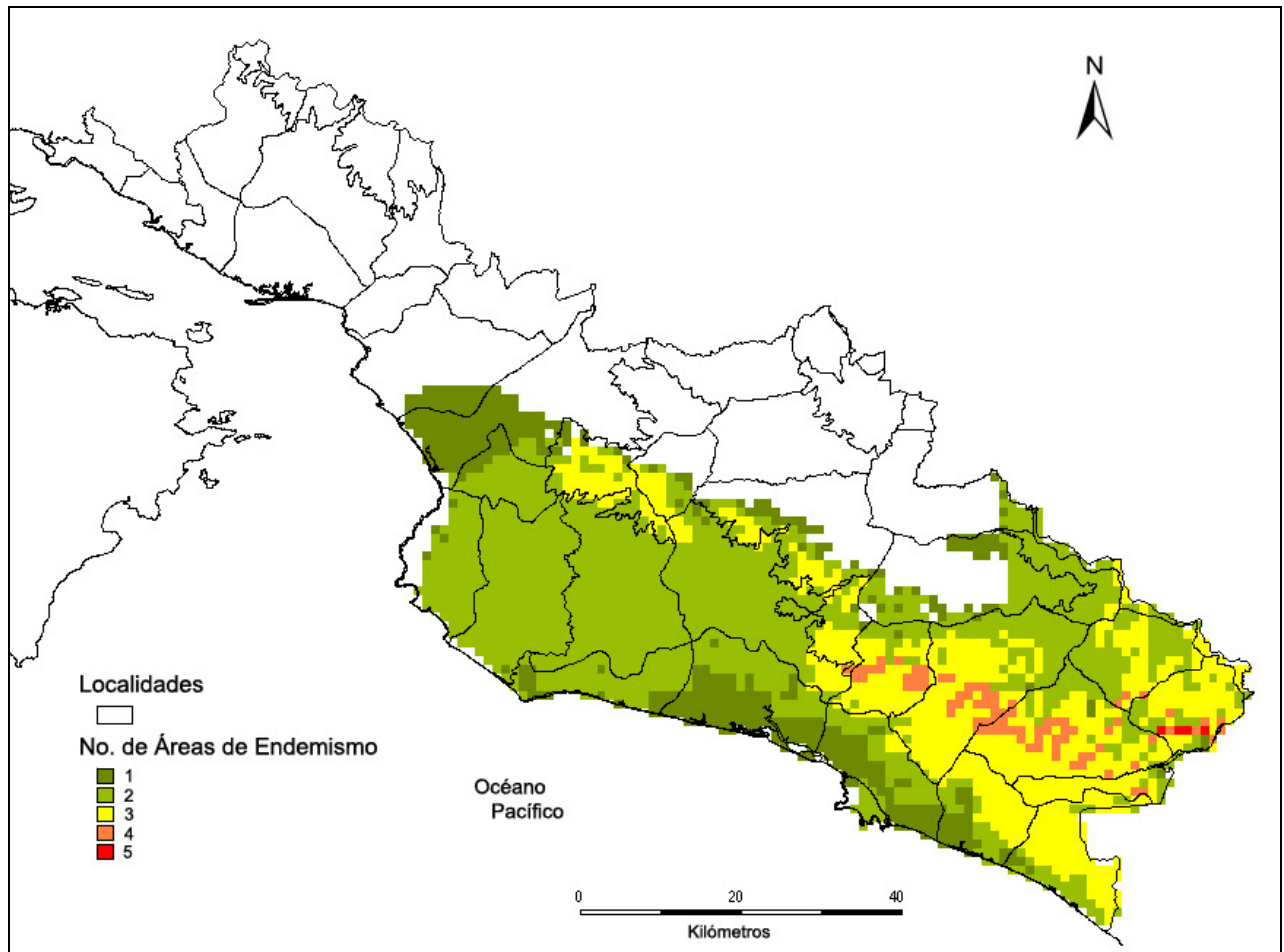


Figura 14. Áreas de confluencia o intersección de las áreas de endemismo identificadas mediante el método de PAE en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

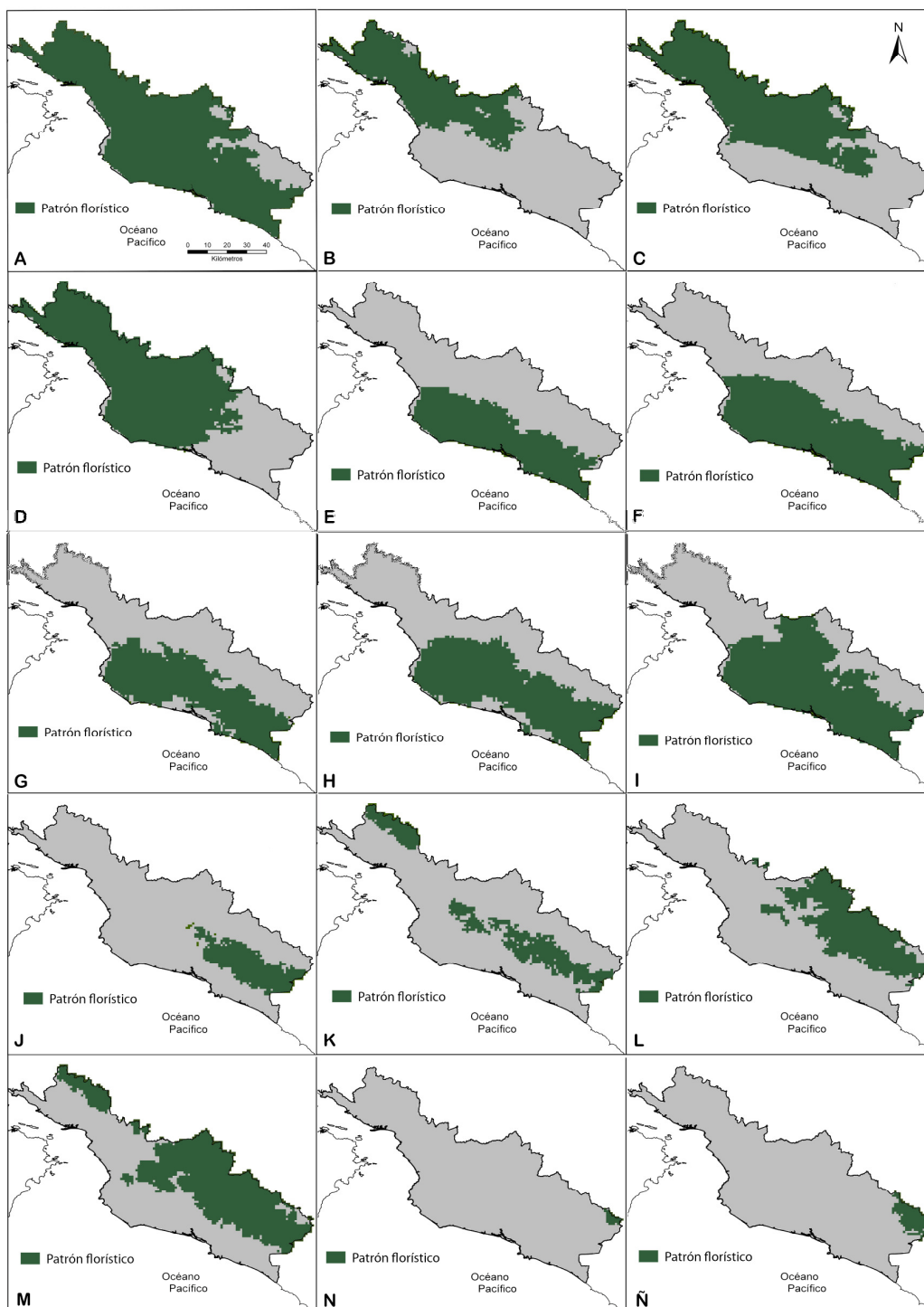


Figura 15. Patrones florísticos identificados mediante el método de PAE en la región del Pacífico Central, Costa Rica. Figura A: componente florístico 1; figuras B-D: componente 2; figuras E-I: componente 3; figuras J y K: componente 4; figuras L y M: componente 5; figuras N y Ñ: componente 6.

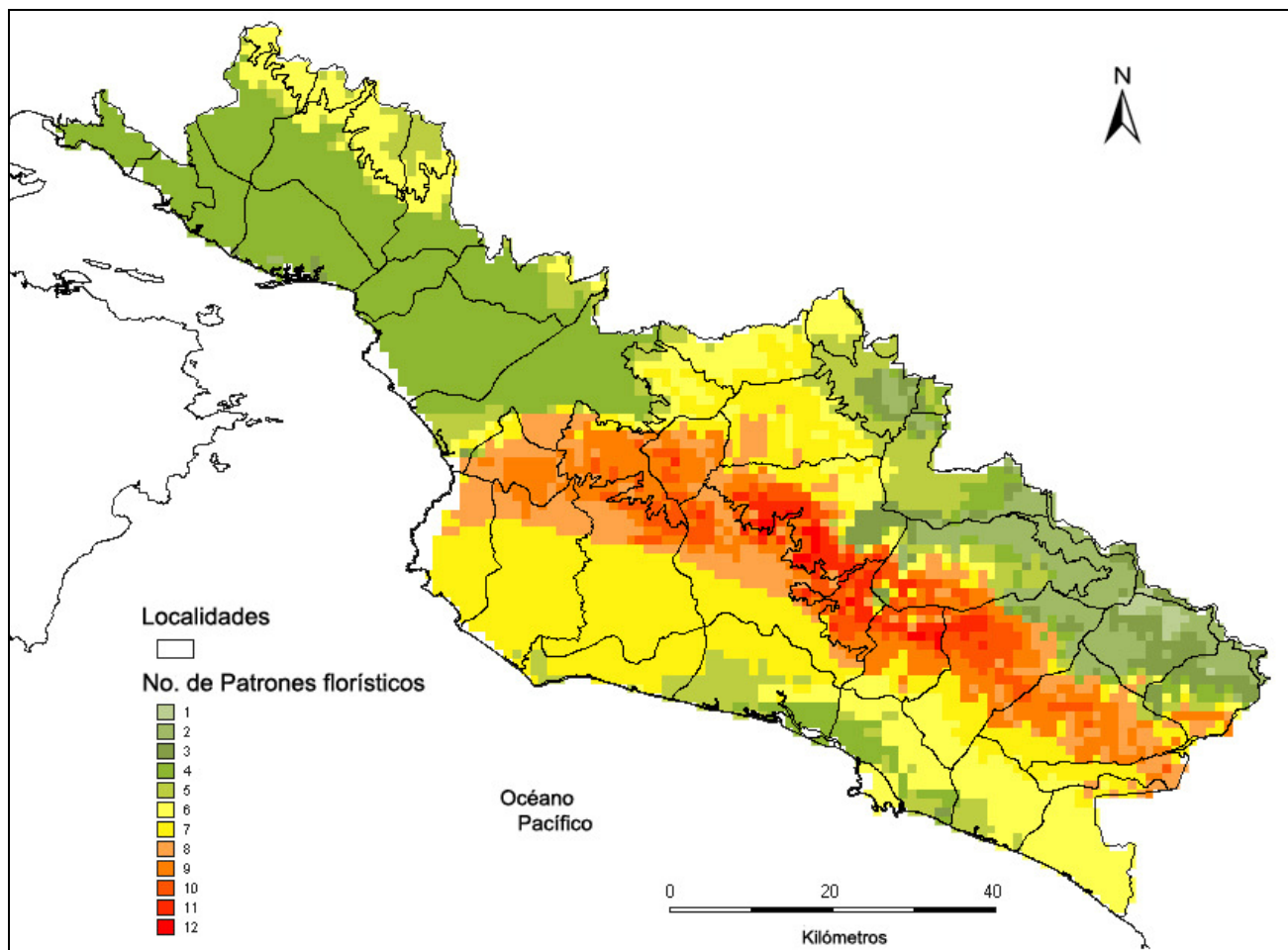


Figura 16. Áreas o nodos de confluencia de los patrones florísticos identificados en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

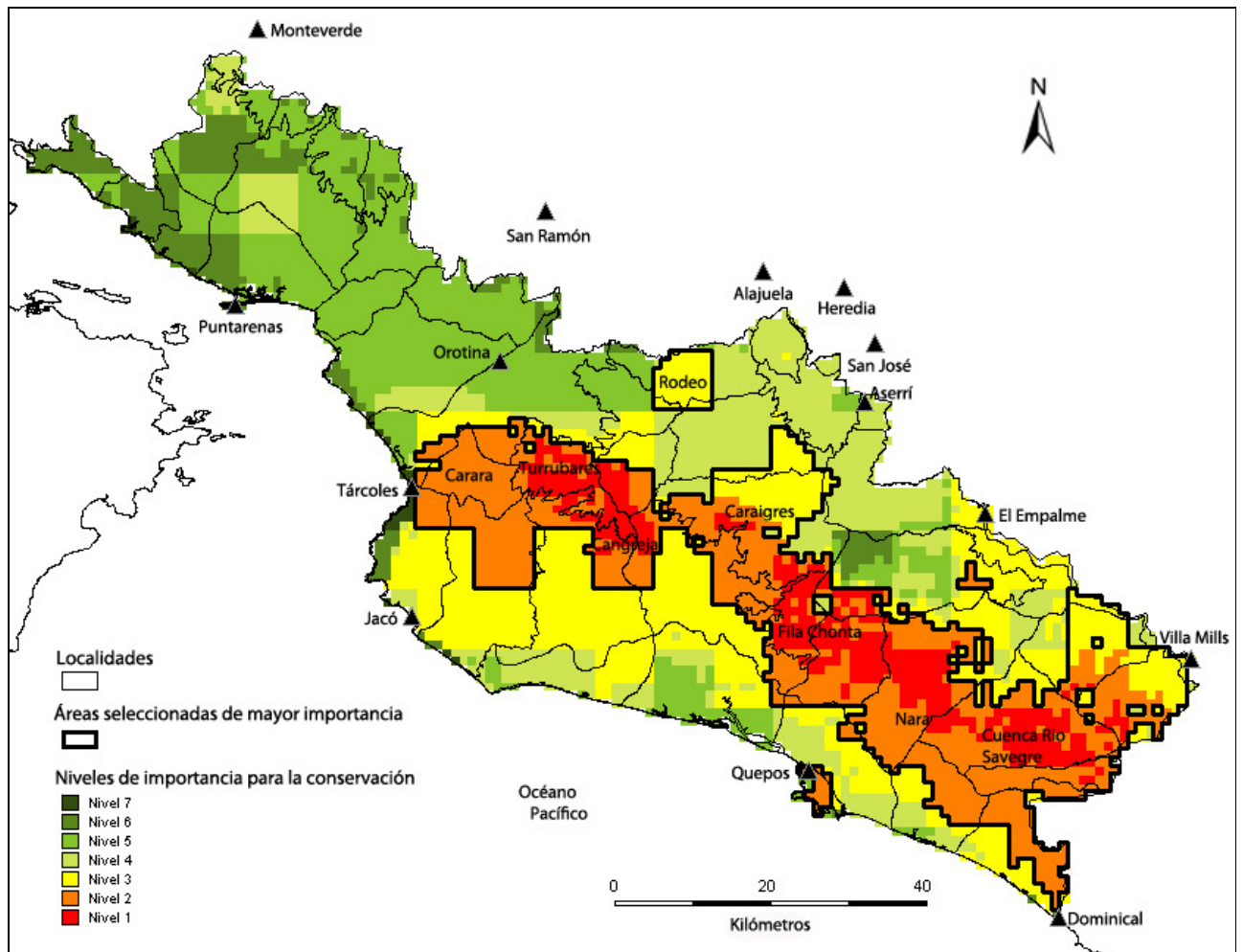


Figura 17. Áreas seleccionadas de mayor importancia para la conservación de los principales atributos de la flora del Pacífico Central, Costa Rica.

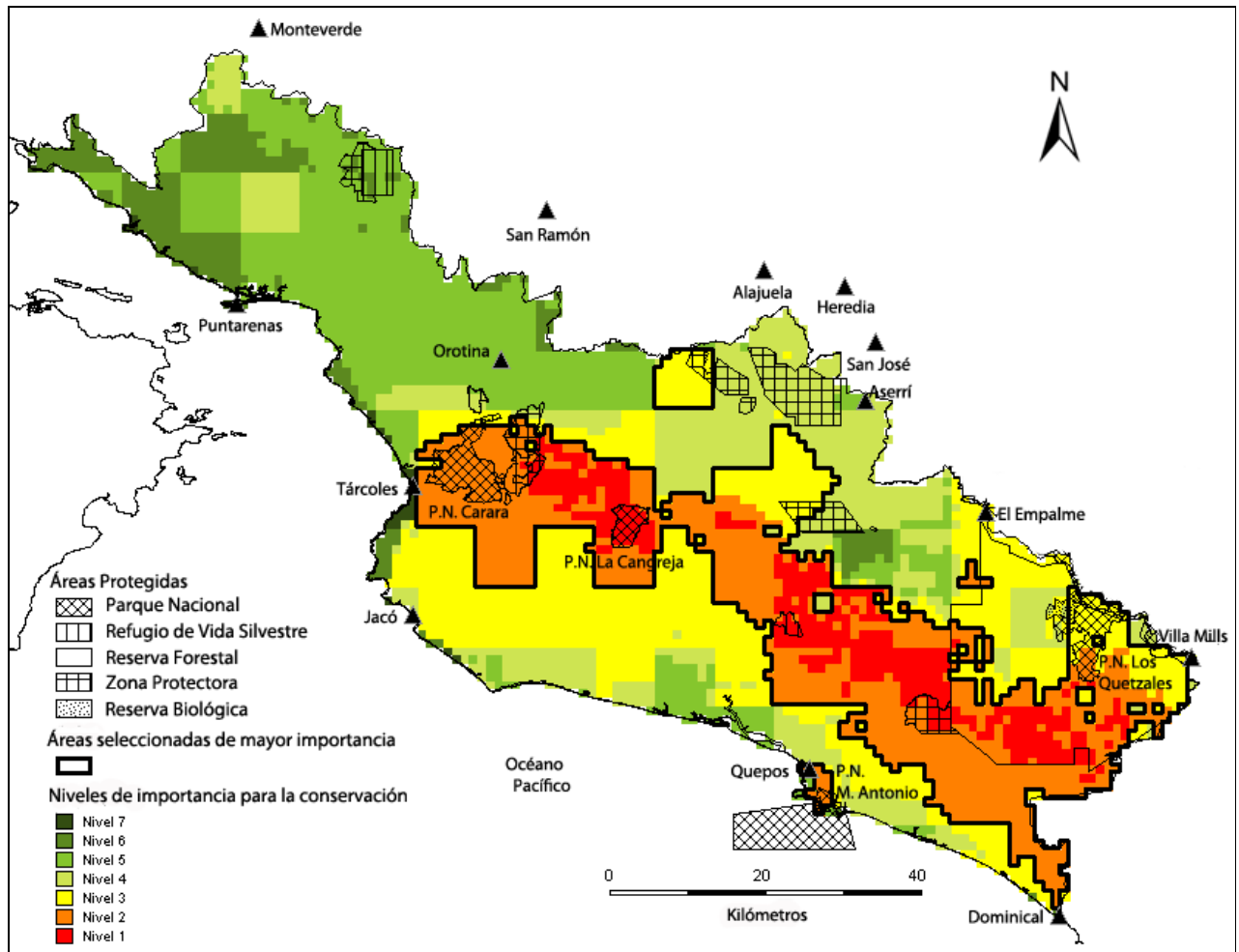


Figura 18. Áreas seleccionadas de importancia para la conservación en relación con las áreas protegidas de la región del Pacífico Central, Costa Rica.

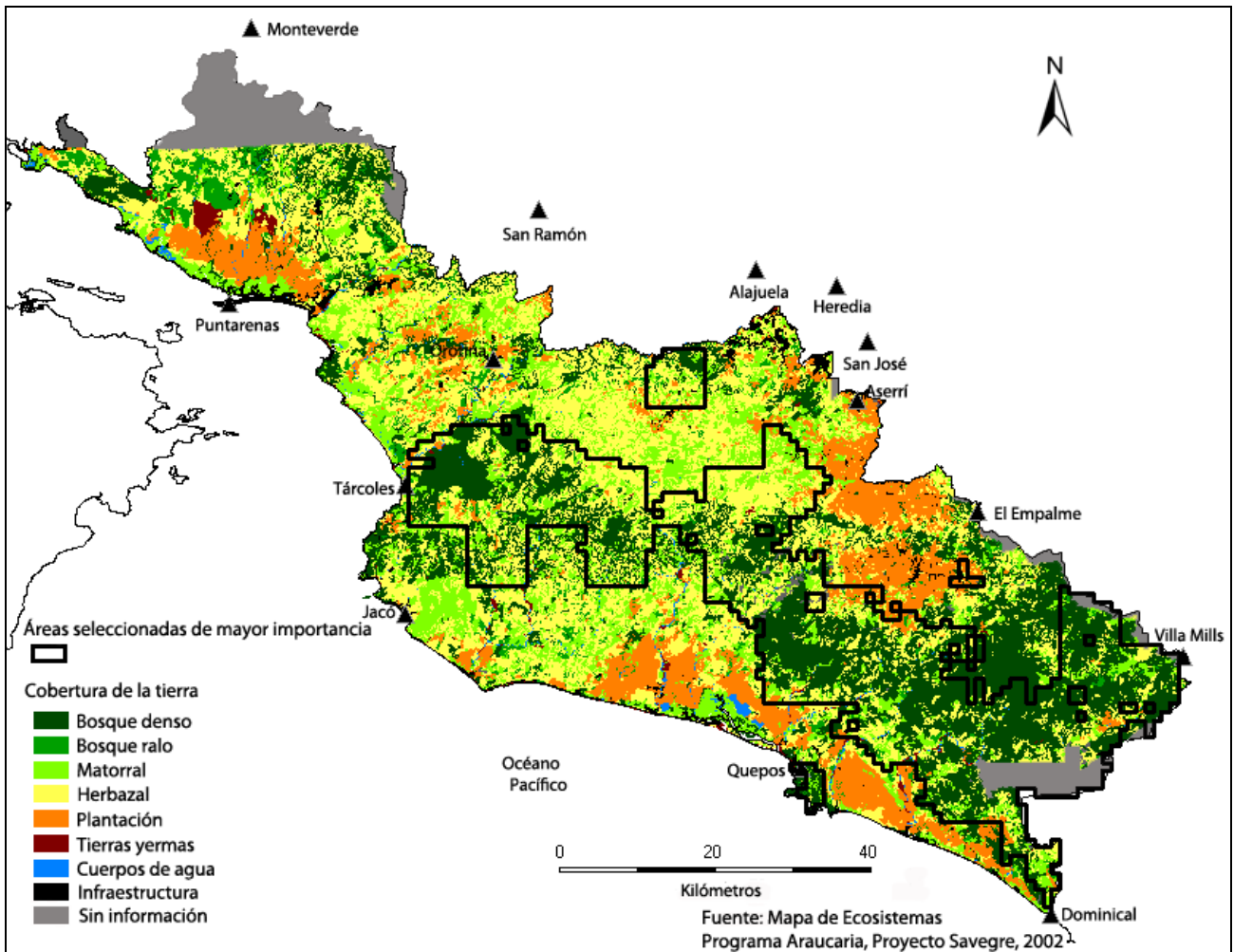


Figura 19. Áreas seleccionadas de mayor importancia para la conservación en relación con la cobertura de la tierra en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

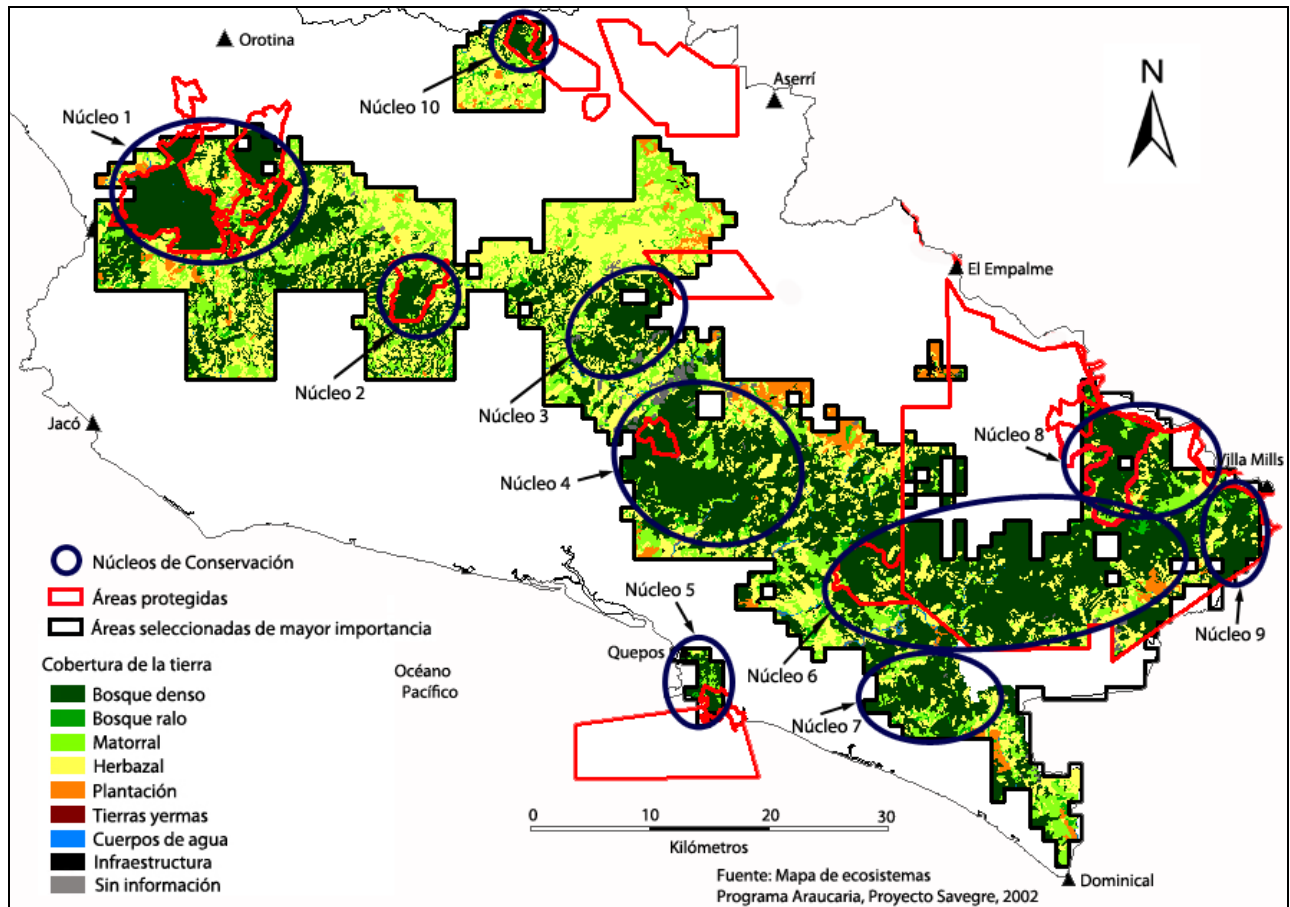


Figura 20. Núcleos de conservación identificados dentro de las áreas de mayor importancia para la conservación en la región del Pacífico Central, Costa Rica. Núcleo 1: Carara, Cerros de Turrubares, Fila Negra; núcleo 2: La Cangreja; núcleo 3: Caraiques; núcleo 4: Fila Chonta y alrededores; núcleo 5: Quepos; núcleo 6: cuenca media de los ríos Naranjo y Savegre; núcleo 7: Coopesilencio y alrededores; núcleo 8: Cerro Vueltas y Providencia; núcleo 9: cuenca alta del río Savegre (Buena Vista); núcleo 10: El Rodeo.

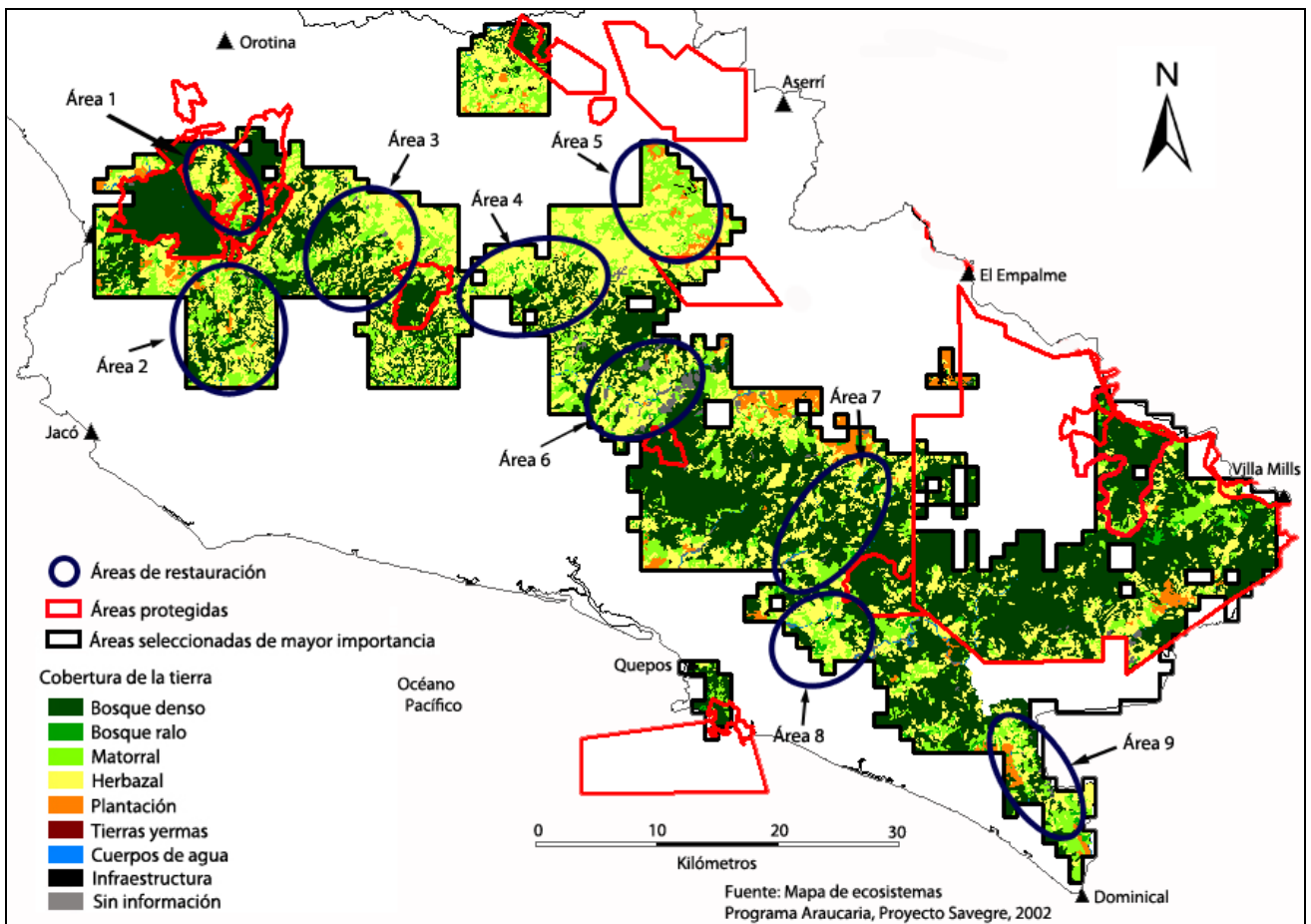


Figura 21. Áreas prioritarias de restauración identificadas dentro de las áreas de mayor importancia para la conservación en la región del Pacífico Central, Costa Rica. Área 1: Tárcoles, Carara y Cerro Turrubares (localidades específicas de Cerros de Tronco Negro, Surtubal, Altos de Huacalillo); Área 2: Fila Negra (Bijagual, Bijagualito, Delicias, Esperanza, Alto Sitios); Área 3: Cerro Turrubares y Guarumal (Salitral, Tufares, Varablanca, San Martín, Bajo Lanas, Altos del Aguacate, Potenciana, Alto Palma); Área 4: Surubres y Carraigres (Bajo Pérez, Fila San Gerónimo, Teruel, Sabanas, Colorado, Caspirola); Área 5: Valle del Candelaria y Carraigres (Cangrejal, Llano Bonito, Ceiba, Resbalón); Área 6: Surubres y Fila Chonta (Carmen, Cerro Cabeza de Chanco, Altos El Aguacate, Bajos Bijagual); Área 7: Cuenca media del río Naranjo (Cerro Pito, Cerro Toro, Cerro Hormiguero, Santa Juan, Cerro Cura, Nápoles); Área 8: Cuenca baja del río Naranjo (Gallega, Esquipulas, Villa Nueva, Londres, Naranjito, Sábalo); Área 9: Cuenca del río Hatillo (Fila Tierras Morenas, Dos Bocas).

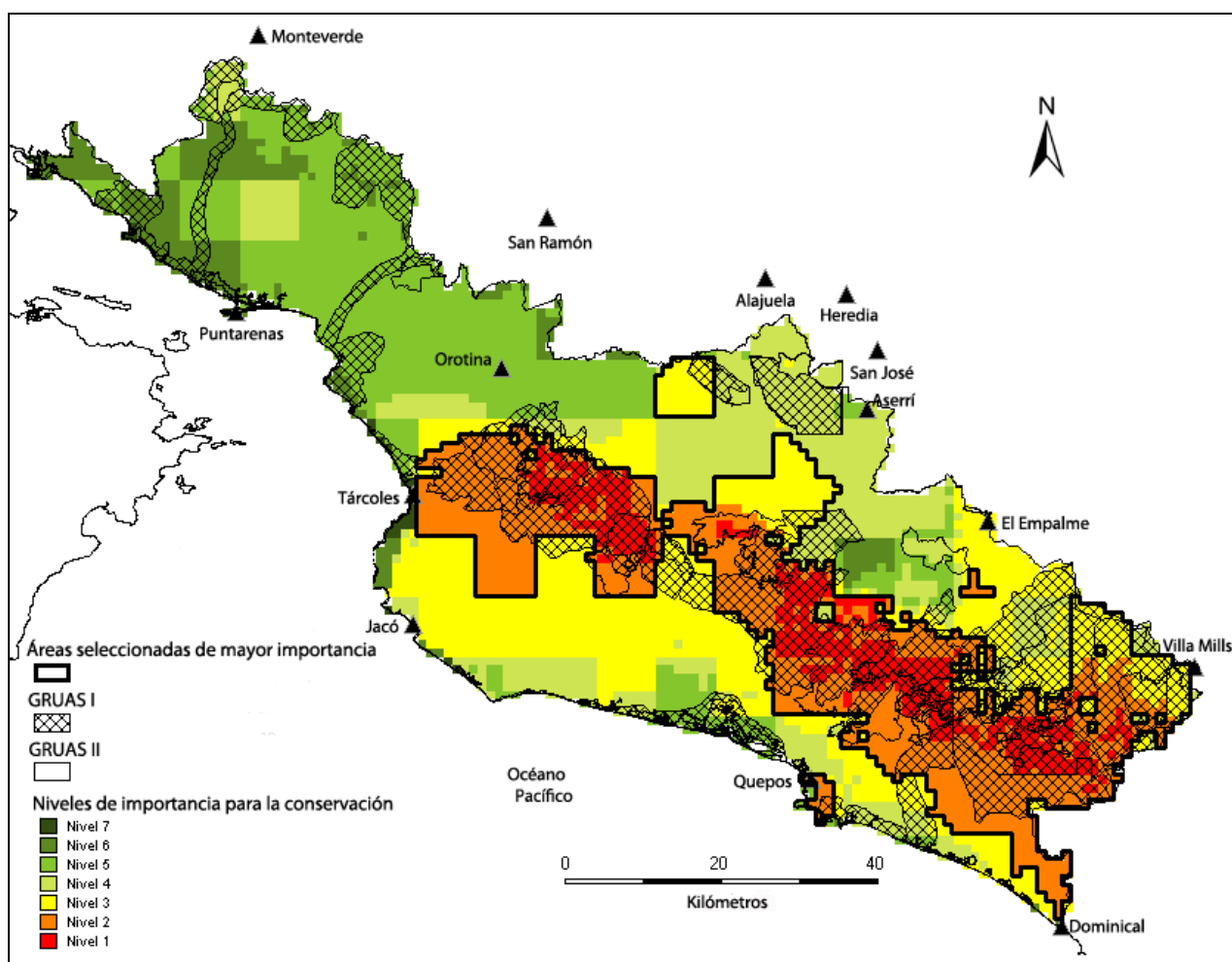


Figura 22. Áreas seleccionadas de mayor importancia para la conservación en relación con las áreas delimitadas por los proyectos Gruas I y II en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

Referencias citadas

- Anderson, R. P.; Lew, D.; Peterson, A. T. 2003. Evaluating predictive models of species distributions: Criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* 162: 211-232.
- Bolaños, R. A.; Watson, V. 1993. Mapa Ecológico de Costa Rica, según el sistema de clasificación de Zonas de Vida del Mundo de L.R. Holdridge. Escala 1:200 000. Centro Científico Tropical (CCT). San José, Costa Rica.
- Boyle, B. L. 1996. Changes on altitudinal and latitudinal gradients in neotropical montane forests. Ph. D. Dissertation. Washington University, St. Louis
- Burger, W. C. 1995. Montane species-limits in Costa Rica and evidence for local speciation on altitudinal gradients. In: S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds.). *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. New York Botanical Garden. New York, USA. pp. 127-133.
- Camacho, A. M. 2004. Establecimiento de tres Parcelas Permanentes de Medición (PPM) en el Parque Nacional La Cangreja. Parque Nacional La Cangreja / MINAE, Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO), Museo Nacional, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Mimeografiado. 16 p.
- Cardelús, C. L.; Colwell, R. K.; Watkins, J. E. 2006. Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology* 94: 144-156.
- Cascante, A.; Estrada, A. 1999. Lista con anotaciones de la flora vascular de la Zona Protectora El Rodeo, Costa Rica (un bosque húmedo premontano del Valle Central). *Brenesia* 51: 1-44.
- Chao, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11: 265-270.
- Chase, J. M.; Liebold, M. A. 2003. *Ecological niches. Linking classical and contemporary approaches*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Cleef, A. M.; Chaverri, A. 2005. Fitogeografía de la flora del páramo de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica, pp. 287-304. En M. Kappelle & S. P. Horn. *Páramos de Costa Rica*. Editorial INBio. Heredia, Costa Rica.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of especies richness and shared species from samples. Versión 7.5. User's Guide and application published. [en línea]. < <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> > [Octubre 2008].
- Colwell, R. K.; Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil Trans Royal Soc. London B*, 345, 101-118.
- Contreras-Medina, R.; Morrone, J. J.; Luna, I. 2003. Uso de herramientas biogeográficas para el reconocimiento de "Hotspots": un ejemplo de aplicación con briofitas y gimnospermas?. pp. 155-158. En Morrone, J. J.; Llorente, J. eds. *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. U.N.A.M., México, D.F.

- Crisci, J.; Katinas, L.; Posadas, P. 2000. Introducción a la teoría y práctica de la Biogeografía Histórica. Buenos Aires, Arg, Sociedad Argentina de Botánica. 169 p.
- Crisci, J.; Posadas, P.; Morrone, J. J. 1996. La biodiversidad en los umbrales del siglo XXI. *Ciencia Hoy* 6 (36):34–40.
- Croizat, L. 1964. *Space, Time, Form: The Biological Synthesis*. Published by the author, Caracas, Venezuela. 881 p.
- Denyer, P.; Alvarado, G. E.; Aguilar, T. 2000. Historia geológica, pp. 155-167. En P. Denyer & S. Kussmaul (eds.). *Geología de Costa Rica*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Dinerstein, E.; Olson, D. M.; Graham, D.J.; Webster, A. L.; Primm, S. A; Bookbinder, M. P.; Ledec, G. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Wildlife Fund, The World Bank. Washington, D.C. 129 p.
- Elizondo, L. H.; Jiménez, Q.; Alfaro R.; Chaves R. 1989. Contribución a la conservación en Costa Rica. Areas de endemismo y vegetación natural. Consultoría realizada para The Nature Conservancy y U. S. Fish and Wildlife Service. Centro de Datos para la Conservación, Fundación Neotrópica. 124 p.
- Escalante, T. 2004. Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los mamíferos terrestres de México, empleando criterios biogeográficos. *An. Inst. Biol., UNAM, ser. Zool.*, 74 (2): 211-237.
- Escalante, T.; Morrone, J.J. 2003. Para qué sirve el Análisis de Parsimonia de Endemismos?. *En* Morrone, J. J; Llorente, J. eds. Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. U.N.A.M., México, D.F. p. 167-172.
- Escalante, T.; Sánchez-Cordero, V.; Morrone, J. J.; Linaje, M. 2007. Áreas de endemismo de mamíferos terrestres de México: un caso de estudio usando modelos de nicho ecológico, análisis de parsimonia de endemismos y ajuste de goloboff. *INCI* 32 (3): 151-159.
- Escalante, T.; Rodríguez, G.; Gámez, N.; León, L.; Barrera, O. y Sánchez-Cordero, V. 2006. Biogeografía y conservación de los mamíferos de la Faja Volcánica Transmexicana. *En* I. Luna V.; J. J., Morrone y D. Espinosa O. Biogeografía y conservación de mamíferos de la FVT. México, D.F. México.
- Escalante, T.; Sánchez-Cordero, V.; Morrone, J.J.; Linaje, M. 2007. Deforestation affects biogeographical regionalization: a case study contrasting potential and extant distributions of Mexican terrestrial mammals. *Journal of Natural History* 41 (13-16): 965-984.
- Espadas M., C.; Durán, R.; Argáez, J. 2003. Phytogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemismity. *Divers. Distrib.* 9: 313-330.
- Estrada, A; Zamora, N. 2004. Riqueza, cambios y patrones florísticos en un gradiente altitudinal en la cuenca del río Savegre, Costa Rica. *Brenesia* 61: 1-52.

- Estrada, A.; Santamaría, D. Una nueva especie de *Fevillea* L. (Cucurbitaceae: Zanonieae) de Costa Rica. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* (en prensa).
- Feria, T. P.; Peterson A. T. 2002 Using point occurrence data and inferential algorithms to predict local communities of birds. *Divers. Distrib.* 8:49-56.
- García-Barros, E. 2003. Mariposas diurnas endémicas de la Región Paleártica occidental: patrones de distribución y su análisis mediante parsimonia (Lepidoptera, Papilionoidea). *Graellsia* 59: 233-258.
- García-Barros, E.; Gurrea, P.; Lucianez, M. J.; Cano, J. M.; Munguira, M. L.; Moreno, J. C.; Sainz, H.; Sanz, M. J.; Simón, J. C. 2002. Parsimony analysis of endemism and its application to animal and plant geographical distributions in the Ibero-Balearic region (western Mediterranean). *Journal of Biogeography* (29): 109-124.
- García, R. 1996. Propuesta Técnica de Ordenamiento Territorial con Fines de Conservación de Biodiversidad en Costa Rica: Proyecto GRUAS I. Wildlife Conservation Society Working Paper no. 10. Sistema Nacional de Areas de Conservación, Ministerio del Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 114 p.
- Gentry, A. H. 1982. Neotropical Floristic Diversity: Phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene Climatic Fluctuations, or Accident of the Andean Orogeny?. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69 (3): 557-593.
- Goloboff, P. 1993. NONA versión 2.0. Instituto Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.
- Godown, M. E.; Peterson, A. T. 2000. Preliminary distributional analysis of U.S. endangered bird species. *Biodiversity Conservation* 9: 1313-1322.
- Gómez, L. D. 1986. Vegetación de Costa Rica: apuntes para una biogeografía costarricense. *Vegetación y Clima de Costa Rica*. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED). San José, Costa Rica. 327 p.
- Grehan, J. R. 1993. Conservation biogeography and the biodiversity crisis: a global problem in space/time. *Biodiversity Lett.* 1: 134-140.
- Hammel, B. H. 2006. Three new species of Marcgraviaceae from Costa Rica, with references to related species and notes on the generic placement of *Schwartzia jimenezii*. *Lankesteriana* 6(2): 73-81.
- Hammel, B. E.; Grayum, M. H.; Herrera, C.; Zamora N. (eds.). 2003-2007. *Manual de Plantas de Costa Rica*. Vols. I-IV. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.*
- Hammel, B. E.; Grayum, M. H.; Herrera, C.; Zamora N. (eds.). 2004. *Manual de Plantas de Costa Rica*. Introducción. Vol. I. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 92 : 1-299.
- Harmon, P. 2004. *Árboles del Parque Nacional Manuel Antonio*. Editorial INBio. 400 p.
- Herrera, W. 1995. Mapa de Regiones Naturales, Regiones Ecológicas y Áreas de Colecta (Escala 1:200000). Instituto Nacional de Biodiversidad. Mimeografiado. 28 p.

- Hijmans, R. J.; Cameron S. E.; Parra J. L.; Jones, P. G. Jarvis, A. 2005. Very High resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 25: 1965-1978.
- Hijmans, R. J.; Guarino, L.; Jarvis, A.; O'Brien, R.; Mathur, P. 2005. Diva-GIS (ver. 5.2). [en línea]. < <http://www.diva-gis.org/>> [Octubre 2008].
- Hodel, D. R.; Herrera, G.; Cascante, A. 1997. A remarkable new species and additional novelties of *Chamaedorea* from Costa Rica and Panamá. *Palm J.* 137: 32-44.
- Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio); Museo Nacional de Costa Rica (MNCR). 2001. Caracterización de la vegetación de la cuenca hidrográfica del río Savegre. Informe técnico. INBio, MNCR, MINAE, AECI. San José, Costa Rica, 118 p.
- Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio); Museo Nacional de Costa Rica (MNCR). 2003. Caracterización de Ecosistemas y de la vegetación del Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC). Informe técnico. INBio, MNCR, MINAE, AECI. San José, Costa Rica, 158 p.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). 2004. Atlas de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Laboratorio de Información Geográfica.
- Jiménez-Valverde, A.; Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161.
- Jiménez, Q.; Grayum, M. 2002. Vegetación del Parque Nacional Carara, Costa Rica. *Brenesia* 57-58: 25-66.
- Kapelle, M.; Cleef, A. M.; Chaverri, A. 1992. Phytogeography of Talamancan montane *Quercus* forest, Costa Rica. *Journal of Biogeography* 19: 299-315.
- Kohlmann, B.; Wilkinson, J. 2003. Fronteras biogeográficas: Coincidencia entre factores climáticos, topográficos, geológicos e históricos, pp. 221-226. En J. J. Morrone & J. Llorente (eds.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- Kohlmann, B.; Solís, A.; Ortwin, E.; Soto, X.; Russo, R. 2007. Biodiversity, conservation, and hotspot atlas of Costa Rica: a dung beetle perspective (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Zootaxa* 1457: 1-34 [en línea]. <[http://www.bionica.info/biblioteca/Kohlmann2007 BiodiversityAtlas.pdf](http://www.bionica.info/biblioteca/Kohlmann2007BiodiversityAtlas.pdf)> [Marzo 2009].
- Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* 76: 5-13
- León-Cortés, J. L.; Soberón, J. y Llorente, J. 1998. Assessing completeness of Mexican sphinx moth inventories through species accumulation functions. *Divers. Distrib.*, 4: 37-44.
- Luna, I.; Alcántara, O.; Morrone, J. J.; Espinosa, D. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, México. *Divers. Distrib.* 6: 137-143.
- Margules, C. R ; Pressey, R. L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253

- Martínez, E. 2005. Las colecciones científicas: eje del conocimiento de la biodiversidad. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9: 4-5.
- McDade, L. A. & E. A. Tripp 2007. A synopsis of Costa Rican *Ruellia* (Acanthaceae), with descriptions of four new species. *Brittonia* 59(3): 199–216.
- MOBOT (Missouri Botanical Garden). 2005. Gazetteer of Costa Rican Plant-Collecting Locales. Proyecto Manual de Plantas de Costa Rica. [en línea]. <<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/costaricagaz.shtml>> [Enero 2008].
- Morales, J. F. 1998. Sinopsis del género *Lacmellea* en Mesoamérica, con una nueva especie de Costa Rica. *Novon* 8(3): 259–262.
- Morrone, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Syst. Biol.* 43: 438-441.
- Morrone, J. J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. M & T- Manuales y Tesis SEA 3, Zaragoza.
- Morrone, J. J.; Crisci, J. V. 1990. Panbiogeografía: Fundamentos y métodos. *Evolut. Biol.* 4: 119-140.
- Morrone, J. J.; Crisci, J. V. 1992. Aplicación de los métodos filogenéticos y panbiogeográficos en la conservación de la diversidad biológica. *Evolut. Biol.* 6: 53-66.
- Morrone, J. J.; Crisci, J. V. 1995. Historical biogeography: Introduction to methods. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 26: 373-401.
- Morrone, J. J.; Escalante, T. 2002. Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *Journal of Biogeography*, 29: 1095-1104.
- Morrone, J. J.; Espinosa, D. 1998. La relevancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad mexicana. *Ciencia (México)* 49(3): 12-16.
- Navarro, A.; Peterson, A. T.; Nakazawa, Y.; Leibig-fossas, I. 2003. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad. *In* Morrone, J. J.; Llorente, J. eds. Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. U.N.A.M., México, D.F. p. 115-122.
- Nixon, K. C. 1999. Winclada. Universidad of Ithaca. New York, USA.
- Ortega-Huerta, M. A.; Peterson, A. T. 2004. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. *Divers. Distrib.* 10: 39-54.
- Peterson, A. T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *The Condor* 103: 599-605.
- Peterson, A. T. 2006. Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. *Biodiversity informatics* 3: 59-72.
- Peterson, A. T.; Navarro-Sigüenza, A.; Benitez, H. 1998. The need for continued scientific collecting: A geographic analysis of Mexican bird specimens. *Ibis* 140:288-294.

- Peterson, A. T.; Egbert, S. L.; Sánchez-Cordero, V.; Price, K. P. 2000. Geographic analysis of conservation priorities using distributional modeling and complementarity: Endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biol. Conserv.* 93: 85-94.
- Peterson, A. T.; Sánchez-Cordero, V.; Soberón, J.; Bartley, J.; Buddemeier, R. H.; Navarro-Sigüenza, A. G. 2001. Effects of global climate on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecol. Model.* 144: 21-30.
- Peterson, A. T.; Ball, L. G.; Cohoon, K. C. 2002. Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modeling methods. *Ibis* 144:e27-e32.
- Planick, N. I. 1992. Patterns of biodiversity. *In* Eldredge, N. ed. *Systematic, ecology, and the biodiversity crisis*. Columbia University Press, New York, USA. p. 15-25.
- Ponder, W. F.; Carter, G. A.; Flemons, P.; Chapman, R. R. 2001. Evaluation of museum collection data for use in biodiversity assessment. *Conserv. Biol.*, 15: 648-657.
- Posadas, P.; Miranda-Esquivel, D. R. 1999. El PAE (Parsimony Análisis of Endemicity) como una herramienta en la evaluación de la biodiversidad. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 539-546.
- Pulliam, H. R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters* 3: 349-361.
- Pupulin, F. 2001. *Macroclinium montis-narae*. *Selbyana* 22(1): 17-19.
- Pupulin, F.; Sánchez, L. . 2001. *Epidendrum montis-narae*. *Lankesteriana* 1: 7.
- Pupulin, F. 1998. *Orchids of Manuel Antonio National Park*. MesoAmerican Press. San José, Costa Rica. 74 p.
- Rodríguez, A. 2006. Diez especies nuevas de Guarea (Meliaceae) de Nicaragua, Costa Rica y Panamá. *Lankesteriana* 6: 101-121.
- Rodríguez, A.; Zamora, N.; García, R.; Chacón, O.; Acevedo, H. 2008. Implementación de la Estrategia Global para la Conservación de Plantas en Costa Rica: Selección de las Áreas de Importancia para la Flora en Costa Rica. *INBio*. 19 p.
- Rojas-Soto, O. R.; Alcántara-Ayala, O.; Navarro A. G. 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, Mexico: a parsimony analysis of endemism and distributional modeling approach. *Journal of Biogeography* 30:449-461.
- Rovito, S.M.; Arroyo, M.; Plischoff, P. 2004. Distributional modeling and parsimony analysis of endemism of Senecio in the Mediterranean-type climate area of Central Chile. *Journal of Biogeography* 31:1623-1636.
- Sánchez-Cordero, V.; Peterson, A. T.; Escalante-Pliego, P. 2000. El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica. *In* *Enfoques Contemporáneos para el Estudio de la Biodiversidad*. Instituto de Biología, U.N.A.M., México, D.F. p. 359-379.

- Sánchez-Cordero, V.; Cirelli, V.; Munguía, M.; Sarkar, S. 2005. Place prioritization for biodiversity representation using species' ecological niche modeling. *Biodiversity Informatics* 2: 11-23.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). 2007. GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la Biodiversidad Terrestre. San José, C.R. 100 pp.
- Spector, S. 2002. Biogeographic Crossroads as Priority Areas for Biodiversity Conservation. *Conserv. Biol.* 16 (6): 1480-1487.
- Schoener, T. W. 1989. The ecological niche. *In* Cherret, JM. ed. *Ecological concepts*. Blackwell science, Oxford, UK, England. P. 79-113.
- Soberón, J. & J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488.
- Soberón, J.; Llorente, J.; Oñate, L.. 2000. The use of specimen-label databases for conservation purposes: An example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiv. Conserv.*, 9: 1441-1466.
- Soberón, J.; Peterson, A. T. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics* 2: 1-10.
- Stockwell, D. R. B.; Noble, I. R. 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of analysis. *Mathematics Computer Simulation* 33: 143-158.
- Stockwell, D. R. B.; Peters, D. 1999. The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *Geographic Information Science* 13: 143-158.
- Stockwell, D. R. B.; Peterson, A. T. 2002. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling* 148: 1-13.
- Ulfstrand, S. 1992. Biodiversity-How to reduce its decline. *Oikos* 63: 3-5.
- Williams, P. H.; Margules, C. R.; Hilbert, D. W. 2002. Data requirements and data sources for biodiversity priority area selection. *J. Biosci.* 27(4): 327-338.

Anexos

Anexo 1. Especies modeladas para los análisis de áreas de endemismos y nodos de confluencia.

FAMILIA	Especie	No. de Registros	Análisis realizado
Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i>	41	Nodos de confluencia
Acanthaceae	<i>Justicia angustibracteata</i>	11	Ambos análisis
Acanthaceae	<i>Justicia peninsularis</i>	33	Ambos análisis
Acanthaceae	<i>Justicia valerioi</i>	21	Ambos análisis
Acanthaceae	<i>Razisea citrina</i>	14	Ambos análisis
Acanthaceae	<i>Spathacanthus hoffmannii</i>	40	Ambos análisis
Adiantaceae	<i>Eriosorus villosulus</i>	9	Ambos análisis
Adiantaceae	<i>Jamesonia scammanae</i>	44	Nodos de confluencia
Agavaceae	<i>Agave wercklei</i>	10	Ambos análisis
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea costaricensis</i>	41	Ambos análisis
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	44	Nodos de confluencia
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	31	Nodos de confluencia
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i>	37	Nodos de confluencia
Anacardiaceae	<i>Tapirira mexicana</i>	37	Nodos de confluencia
Anacardiaceae	<i>Tapirira myriantha</i>	18	Nodos de confluencia
Annonaceae	<i>Desmopsis bibracteata</i>	56	Nodos de confluencia
Annonaceae	<i>Desmopsis heteropetala</i>	39	Ambos análisis
Annonaceae	<i>Guatteria chiriquiensis</i>	22	Nodos de confluencia
Annonaceae	<i>Oxandra venezuelana</i>	16	Nodos de confluencia
Annonaceae	<i>Sapranthus palanga</i>	16	Nodos de confluencia
Annonaceae	<i>Unonopsis theobromifolia</i>	22	Nodos de confluencia
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bowlesoides</i>	29	Ambos análisis
Apiaceae	<i>Hydrocotyle torresiana</i>	17	Ambos análisis
Apiaceae	<i>Myrrhidendron donnell-smithii</i>	30	Nodos de confluencia
Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	22	Nodos de confluencia
Apocynaceae	<i>Forsteronia spicata</i>	14	Nodos de confluencia
Apocynaceae	<i>Lacmellea panamensis</i>	19	Nodos de confluencia
Apocynaceae	<i>Lacmellea zamorae</i>	26	Ambos análisis
Apocynaceae	<i>Mesechites trifida</i>	24	Nodos de confluencia
Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	23	Nodos de confluencia
Apocynaceae	<i>Stemmadenia simulans</i>	12	Nodos de confluencia
Aquifoliaceae	<i>Ilex lamprophylla</i>	47	Nodos de confluencia
Araceae	<i>Anthurium alatipedunculatum</i>	40	Ambos análisis
Araceae	<i>Anthurium eximium</i>	52	Ambos análisis

Araceae	<i>Anthurium oerstedianum</i>	30	Ambos análisis
Araceae	<i>Anthurium standleyi</i>	9	Ambos análisis
Araceae	<i>Anthurium tonduzii</i>	15	Nodos de confluencia
Araceae	<i>Dieffenbachia horichi</i>	11	Ambos análisis
Araceae	<i>Dracontium pittieri</i>	27	Ambos análisis
Araceae	<i>Philodendron auriculatum</i>	23	Ambos análisis
Araceae	<i>Philodendron microstictum</i>	26	Ambos análisis
Araceae	<i>Spathiphyllum silvicola</i>	50	Ambos análisis
Araceae	<i>Syngonium wendlandii</i>	11	Ambos análisis
Araceae	<i>Xanthosoma dealbatum</i>	10	Ambos análisis
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	43	Nodos de confluencia
Araliaceae	<i>Schefflera brenesii</i>	52	Ambos análisis
Araliaceae	<i>Schefflera rodriguesiana</i>	21	Nodos de confluencia
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	28	Nodos de confluencia
Arecaceae	<i>Chamaedorea costaricana</i>	16	Nodos de confluencia
Arecaceae	<i>Chamaedorea hodellii</i>	37	Ambos análisis
Arecaceae	<i>Chamaedorea parvifolia</i>	17	Ambos análisis
Arecaceae	<i>Chamaedorea pinnat</i>	75	Nodos de confluencia
Arecaceae	<i>Chamaedorea piscifolia</i>	9	Ambos análisis
Arecaceae	<i>Chamaedorea zamorae</i>	34	Ambos análisis
Arecaceae	<i>Cryosophila grayumii</i>	13	Ambos análisis
Arecaceae	<i>Euterpe precatória</i>	14	Nodos de confluencia
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	21	Nodos de confluencia
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	16	Nodos de confluencia
Arecaceae	<i>Synechanthus warscewiczianus</i>	46	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Ageratina ixiocladon</i>	50	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Ageratina reticulifera</i>	14	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Baltimora recta</i>	36	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Chionolaena costaricensis</i>	22	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Chromolaena glaberrima</i>	20	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i>	31	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Cirsium subcoriaceum</i>	39	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Diplostephium costaricense</i>	24	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	32	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Gnaphalium roseum</i>	26	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Jesseea multivenia</i>	37	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Laestadia costaricensis</i>	41	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Lycoseris grandis</i>	18	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Montanoa guatemalensis</i>	21	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Neomirandea angularis</i>	55	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Onoseris onoseroides</i>	28	Nodos de confluencia

Asteraceae	<i>Oyedaea verbesinoides</i>	29	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Pentacalia firmipes</i>	43	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Sclerocarpus divaricatus</i>	23	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Senecio andicola</i>	41	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Senecio costaricensis</i>	31	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Senecio phanerandrus</i>	29	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	26	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Spiracantha cornifolia</i>	31	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Verbesina ovatifolia</i>	16	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Verbesina tapantiana</i>	12	Ambos análisis
Asteraceae	<i>Verbesina turbacensis</i>	39	Nodos de confluencia
Asteraceae	<i>Westoniella triunguifolia</i>	18	Ambos análisis
Begoniaceae	<i>Begonia copeyana</i>	10	Ambos análisis
Begoniaceae	<i>Begonia glabra</i>	13	Nodos de confluencia
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	37	Nodos de confluencia
Bignoniaceae	<i>Cydista aequinoctialis</i>	40	Nodos de confluencia
Bignoniaceae	<i>Godmania aesculifolia</i>	27	Nodos de confluencia
Bignoniaceae	<i>Melloa quadrivalvis</i>	19	Nodos de confluencia
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i>	31	Nodos de confluencia
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	16	Nodos de confluencia
Blechnaceae	<i>Blechnum buchtienii</i>	29	Nodos de confluencia
Bombacaceae	<i>Bombacopsis sessilis</i>	21	Nodos de confluencia
Bombacaceae	<i>Pachira quinata</i>	38	Nodos de confluencia
Boraginaceae	<i>Ehretia latifolia</i>	21	Nodos de confluencia
Bromeliaceae	<i>Aechmea pittieri</i>	11	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Araecoccus pectinatus</i>	35	Nodos de confluencia
Bromeliaceae	<i>Guzmania blassii</i>	11	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Guzmania spectabilis</i>	8	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia halophila</i>	14	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia maidifolia</i>	16	Nodos de confluencia
Bromeliaceae	<i>Puya dasylirioides</i>	21	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Werauhia ampla</i>	23	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Werauhia bicolor</i>	12	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Werauhia notata</i>	16	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Werauhia ororiensis</i>	47	Nodos de confluencia
Bromeliaceae	<i>Werauhia osaensis</i>	13	Ambos análisis
Bromeliaceae	<i>Werauhia tonduziana</i>	25	Ambos análisis
Brunelliaceae	<i>Brunellia costaricensis</i>	48	Ambos análisis
Burseraceae	<i>Bursera standleyana</i>	25	Ambos análisis
Burseraceae	<i>Protium panamense</i>	36	Nodos de confluencia
Burseraceae	<i>Protium ravenii</i>	37	Nodos de confluencia
Burseraceae	<i>Tetragastris panamensis</i>	28	Nodos de confluencia

Cactaceae	<i>Epiphyllum cartagense</i>	35	Ambos análisis
Cactaceae	<i>Pseudorhipsalis himantoclada</i>	18	Nodos de confluencia
Cactaceae	<i>Weberocereus bradei</i>	26	Ambos análisis
Campanulaceae	<i>Centropogon talamancensis</i>	25	Ambos análisis
Campanulaceae	<i>Centropogon valeri</i>	27	Ambos análisis
Campanulaceae	<i>Siphocampylus nematosepalus</i>	10	Ambos análisis
Caprifoliaceae	<i>Viburnum stellato</i>	34	Nodos de confluencia
Caprifoliaceae	<i>Viburnum venustum</i>	57	Ambos análisis
Caricaceae	<i>Jacaratia dolichaula</i>	38	Nodos de confluencia
Caryocaraceae	<i>Anthodiscus chochoensis</i>	13	Nodos de confluencia
Caryocaraceae	<i>Caryocar costaricense</i>	30	Nodos de confluencia
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	50	Nodos de confluencia
Cecropiaceae	<i>Cecropia polyphlebia</i>	28	Nodos de confluencia
Celastraceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	63	Nodos de confluencia
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	51	Nodos de confluencia
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i>	28	Nodos de confluencia
Chrysobalanaceae	<i>Licania operculipetala</i>	22	Ambos análisis
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	31	Nodos de confluencia
Clusiaceae	<i>Calophyllum longifolium</i>	12	Nodos de confluencia
Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i>	23	Nodos de confluencia
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	36	Nodos de confluencia
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	32	Nodos de confluencia
Combretaceae	<i>Combretum farinosum</i>	26	Nodos de confluencia
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	43	Nodos de confluencia
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	22	Nodos de confluencia
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i>	31	Nodos de confluencia
Convallariaceae	<i>Maianthemum paludicola</i>	15	Ambos análisis
Cornaceae	<i>Cornus disciflora</i>	47	Nodos de confluencia
Cornaceae	<i>Cornus peruviana</i>	14	Nodos de confluencia
Costaceae	<i>Costus montanus</i>	32	Ambos análisis
Costaceae	<i>Costus rucus</i>	24	Ambos análisis
Cucurbitaceae	<i>Fevillea narae</i>	7	Ambos análisis
Cucurbitaceae	<i>Gurania makoyana</i>	28	Nodos de confluencia
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i>	50	Nodos de confluencia
Cyatheaceae	<i>Cyathea suprastrigosa</i>	27	Nodos de confluencia
Cyclanthaceae	<i>Cyclanthus bipartitus</i>	29	Nodos de confluencia
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i>	35	Nodos de confluencia
Cyperaceae	<i>Rhynchospora torresiana</i>	11	Ambos análisis
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum hammelii</i>	14	Ambos análisis
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i>	23	Nodos de confluencia

Dilleniaceae	Curatella americana	25	Nodos de confluencia
Dryopteridaceae	Dryopteris wallichiana	38	Nodos de confluencia
Elaeocarpaceae	Sloanea terniflora	36	Nodos de confluencia
Ericaceae	Cavendishia confertiflora	18	Ambos análisis
Ericaceae	Cavendishia talamancensis	13	Ambos análisis
Ericaceae	Comarostaphylis arbutoides	74	Nodos de confluencia
Ericaceae	Monotropa uniflora	31	Nodos de confluencia
Ericaceae	Pernettya prostrata	128	Nodos de confluencia
Ericaceae	Satyria warszewiczii	48	Nodos de confluencia
Ericaceae	Vaccinium consanguineum	120	Nodos de confluencia
Eriocaulaceae	Paepalanthus costa	15	Nodos de confluencia
Euphorbiaceae	Astraea lobata	10	Nodos de confluencia
Euphorbiaceae	Croton skutchii	14	Ambos análisis
Euphorbiaceae	Dalechampia osana	22	Ambos análisis
Euphorbiaceae	Euphorbia lasiocarpa	24	Nodos de confluencia
Euphorbiaceae	Hyeronima alchorneoides	35	Nodos de confluencia
Euphorbiaceae	Richeria obovata	16	Nodos de confluencia
Fabaceae/Caes.	Bauhinia unguolata	34	Nodos de confluencia
Fabaceae/Caes.	Hymenaea courbaril	25	Nodos de confluencia
Fabaceae/Caes.	Peltogyne purpurea	15	Nodos de confluencia
Fabaceae/Caes.	Tachigali versicolor	17	Nodos de confluencia
Fabaceae/Mim.	Acacia allenii	23	Ambos análisis
Fabaceae/Mim.	Acacia collinsii	31	Nodos de confluencia
Fabaceae/Mim.	Albizia adinocephala	30	Nodos de confluencia
Fabaceae/Mim.	Cojoba arborea	23	Nodos de confluencia
Fabaceae/Mim.	Inga acrocephala	16	Nodos de confluencia
Fabaceae/Mim.	Inga jimenezii	16	Ambos análisis
Fabaceae/Mim.	Inga litoralis	26	Ambos análisis
Fabaceae/Mim.	Inga vera	29	Nodos de confluencia
Fabaceae/Mim.	Prosopis juliflora	16	Nodos de confluencia
Fabaceae/Mim.	Zapoteca costaricensis	15	Ambos análisis
Fabaceae/Pap.	Acosmium panamense	26	Nodos de confluencia
Fabaceae/Pap.	Andira inermis	52	Nodos de confluencia
Fabaceae/Pap.	Dalbergia brownei	16	Nodos de confluencia
Fabaceae/Pap.	Dalbergia retusa	18	Nodos de confluencia
Fabaceae/Pap.	Lonchocarpus costaricensis	37	Ambos análisis
Fabaceae/Pap.	Lonchocarpus minimiflorus	43	Nodos de confluencia
Fabaceae/Pap.	Lonchocarpus salva	20	Nodos de confluencia
Fabaceae/Pap.	Lupinus valerioi	9	Ambos análisis
Fabaceae/Pap.	Machaerium biovulatum	37	Nodos de confluencia

Fabaceae/Pap.	<i>Myrospermum frutescens</i>	18	Nodos de confluencia
Fabaceae/Pap.	<i>Platymiscium curuense</i>	32	Ambos análisis
Fagaceae	<i>Quercus bumelioides</i>	40	Nodos de confluencia
Fagaceae	<i>Quercus costaricensis</i>	46	Ambos análisis
Fagaceae	<i>Quercus insignis</i>	30	Nodos de confluencia
Fagaceae	<i>Quercus seemannii</i>	59	Nodos de confluencia
Flacourtiaceae	<i>Banara guianensis</i>	20	Nodos de confluencia
Flacourtiaceae	<i>Casearia arborea</i>	30	Nodos de confluencia
Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	22	Nodos de confluencia
Flacourtiaceae	<i>Casearia stjohnii</i>	13	Nodos de confluencia
Flacourtiaceae	<i>Chiangi dendron mexicanum</i>	8	Ambos análisis
Flacourtiaceae	<i>Macrohasseltia macro</i>	35	Nodos de confluencia
Flacourtiaceae	<i>Mayna odorata</i>	27	Nodos de confluencia
Flacourtiaceae	<i>Prockia crucis</i>	28	Nodos de confluencia
Flacourtiaceae	<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	54	Nodos de confluencia
Garryaceae	<i>Garrya laurifolia</i>	27	Nodos de confluencia
Gentianaceae	<i>Symbolanthus calygonus</i>	36	Nodos de confluencia
Gentianaceae	<i>Tachia parviflora</i>	14	Ambos análisis
Gesneriaceae	<i>Besleria solanoides</i>	60	Nodos de confluencia
Gesneriaceae	<i>Columnea ornata</i>	12	Ambos análisis
Gesneriaceae	<i>Columnea praetexta</i>	8	Ambos análisis
Gesneriaceae	<i>Columnea raymondii</i>	21	Ambos análisis
Gesneriaceae	<i>Nautilocalyx biserrulatus</i>	22	Ambos análisis
Grossulariaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>	37	Nodos de confluencia
Grossulariaceae	<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	18	Nodos de confluencia
Grossulariaceae	<i>Ribes costaricense</i>	30	Nodos de confluencia
Gunneraceae	<i>Gunnera insignis</i>	14	Nodos de confluencia
Hamamelidaceae	<i>Molinadendron guatem</i>	19	Nodos de confluencia
Heliconiaceae	<i>Heliconia beckneri</i>	13	Ambos análisis
Heliconiaceae	<i>Heliconia danielsiana</i>	21	Ambos análisis
Heliconiaceae	<i>Heliconia gracilis</i>	17	Ambos análisis
Heliconiaceae	<i>Heliconia osaensis</i>	18	Nodos de confluencia
Heliconiaceae	<i>Heliconia tortuosa</i>	38	Nodos de confluencia
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	16	Nodos de confluencia
Hernandiaceae	<i>Hernandia stenura</i>	15	Nodos de confluencia
Hippocastanaceae	<i>Billia hippocastanum</i>	37	Nodos de confluencia
Hippocrateaceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	29	Nodos de confluencia
Hypericaceae	<i>Hypericum irazuense</i>	52	Nodos de confluencia
Icacinaceae	<i>Citronella costaricensis</i>	25	Nodos de confluencia
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	22	Nodos de confluencia

Juglandaceae	<i>Alfaroa costaricensis</i>	34	Nodos de confluencia
Juglandaceae	<i>Alfaroa williamsii</i>	18	Nodos de confluencia
Juncaceae	<i>Luzula denticulata</i>	40	Nodos de confluencia
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i>	50	Nodos de confluencia
Lamiaceae	<i>Salvia costaricensis</i>	21	Ambos análisis
Lamiaceae	<i>Salvia polystachia</i>	32	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Aiouea costaricensis</i>	47	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	13	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Cinnamomum brenesii</i>	21	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Cinnamomum hamm</i>	24	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i>	20	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Ocotea helicterifolia</i>	25	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Ocotea mollicella</i>	19	Ambos análisis
Lauraceae	<i>Ocotea valeriana</i>	31	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i>	42	Nodos de confluencia
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	24	Nodos de confluencia
Lecythidaceae	<i>Couratari guianensis</i>	12	Nodos de confluencia
Lecythidaceae	<i>Grias cauliflora</i>	21	Nodos de confluencia
Lecythidaceae	<i>Gustavia brachycarpa</i>	17	Nodos de confluencia
Lecythidaceae	<i>Lecythis mesophylla</i>	11	Nodos de confluencia
Lentibulariaceae	<i>Utricularia endresii</i>	17	Nodos de confluencia
Lepidobotryaceae	<i>Ruptiliocarpon caracolito</i>	13	Nodos de confluencia
Loganiaceae	<i>Desfontainia splendens</i>	26	Nodos de confluencia
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum furfuraceum</i>	42	Nodos de confluencia
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum talamancanum</i>	18	Ambos análisis
Lophosoriaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i>	17	Nodos de confluencia
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	56	Nodos de confluencia
Loranthaceae	<i>Psittacanthus rhychanthus</i>	15	Nodos de confluencia
Lycopodiaceae	<i>Huperzia talamancana</i>	40	Nodos de confluencia
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i>	90	Nodos de confluencia
Lythraceae	<i>Cuphea appendiculata</i>	41	Nodos de confluencia
Magnoliaceae	<i>Magnolia poasana</i>	27	Nodos de confluencia
Malpighiaceae	<i>Bunchosia ursana</i>	39	Ambos análisis
Malpighiaceae	<i>Lophanthera hammelii</i>	22	Ambos análisis
Malvaceae	<i>Hampea platanifolia</i>	47	Nodos de confluencia
Malvaceae	<i>Wissadula costaricensis</i>	12	Ambos análisis
Marantaceae	<i>Calathea brenesii</i>	45	Ambos análisis
Marantaceae	<i>Calathea lutea</i>	38	Nodos de confluencia
Marantaceae	<i>Calathea retroflexa</i>	16	Ambos análisis
Marantaceae	<i>Calathea trichoneura</i>	38	Ambos análisis

Marantaceae	<i>Calathea vinosa</i>	24	Ambos análisis
Marantaceae	<i>Pleiostachya pruinosa</i>	21	Nodos de confluencia
Marcgraviaceae	<i>Schwartzia tarrazuensis</i>	7	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i>	26	Nodos de confluencia
Melastomataceae	<i>Blakea anomala</i>	86	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Chaetolepis cufodontisii</i>	35	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Clidemia rodriguezii</i>	10	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Conostegia bigibbosa</i>	22	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Conostegia oerstediana</i>	43	Nodos de confluencia
Melastomataceae	<i>Heterocentron gland</i>	17	Nodos de confluencia
Melastomataceae	<i>Meriania phlomoides</i>	26	Nodos de confluencia
Melastomataceae	<i>Miconia argentea</i>	73	Nodos de confluencia
Melastomataceae	<i>Miconia longibracteata</i>	41	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Miconia paleacea</i>	24	Nodos de confluencia
Melastomataceae	<i>Miconia schnellii</i>	28	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Monochaetum amabile</i>	47	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Monochaetum vulcanicum</i>	34	Ambos análisis
Melastomataceae	<i>Ossaea micrantha</i>	48	Nodos de confluencia
Melastomataceae	<i>Pilocosta oerstedii</i>	19	Nodos de confluencia
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	21	Nodos de confluencia
Meliaceae	<i>Cedrela tonduzii</i>	26	Nodos de confluencia
Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>	35	Nodos de confluencia
Meliaceae	<i>Trichilia septentrionalis</i>	22	Nodos de confluencia
Menispermaceae	<i>Hyperbaena eladioana</i>	12	Ambos análisis
Menispermaceae	<i>Hyperbaena tonduzii</i>	12	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Batocarpus costaricensis</i>	33	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	44	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Brosimum costaricanum</i>	31	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i>	23	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Brosimum utile</i>	36	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i>	36	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	19	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	18	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	22	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Maquira guianensis</i>	31	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Pseudolmedia glabrata</i>	29	Nodos de confluencia
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i>	26	Nodos de confluencia
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	43	Nodos de confluencia
Myristicaceae	<i>Compsonera excelsa</i>	34	Nodos de confluencia
Myristicaceae	<i>Otoba novogranatensis</i>	31	Nodos de confluencia
Myristicaceae	<i>Virola koschnyi</i>	43	Nodos de confluencia
Myrsinaceae	<i>Ardisia revoluta</i>	25	Nodos de confluencia

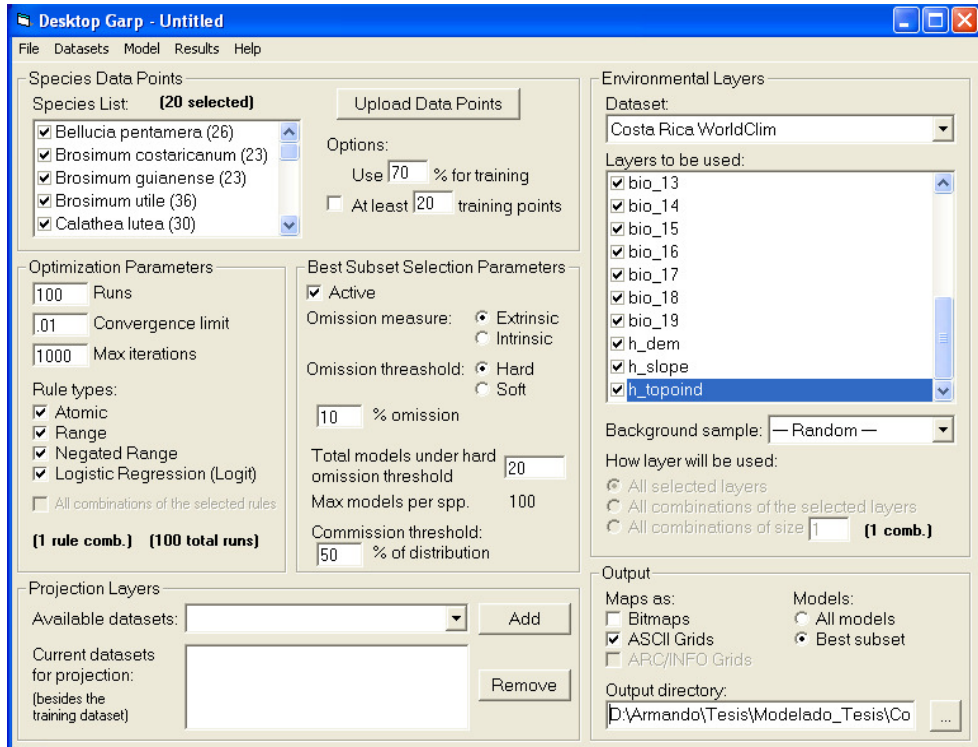
Myrsinaceae	<i>Parathesis acostensis</i>	28	Ambos análisis
Myrtaceae	<i>Eugenia basilaris</i>	25	Ambos análisis
Myrtaceae	<i>Eugenia galalonensis</i>	20	Nodos de confluencia
Myrtaceae	<i>Eugenia hiraefolia</i>	19	Nodos de confluencia
Myrtaceae	<i>Eugenia teresae</i>	12	Ambos análisis
Myrtaceae	<i>Plinia puriscalensis</i>	10	Ambos análisis
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	14	Nodos de confluencia
Myrtaceae	<i>Ugni myricoides</i>	44	Nodos de confluencia
Ochnaceae	<i>Cespedesia spathulata</i>	16	Nodos de confluencia
Ochnaceae	<i>Ouratea lucens</i>	41	Nodos de confluencia
Olacaceae	<i>Heisteria concinna</i>	33	Nodos de confluencia
Olacaceae	<i>Minuartia guianensis</i>	16	Nodos de confluencia
Onagraceae	<i>Fuchsia paniculata</i>	44	Nodos de confluencia
Onagraceae	<i>Hauya elegans</i>	31	Nodos de confluencia
Orchidaceae	<i>Barbosella geminata</i>	12	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Dichaea poicillantha</i>	31	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Epidendrum muscicola</i>	20	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Epidendrum platystigma</i>	12	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Epidendrum rugosum</i>	15	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Lepanthes horrida</i>	18	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Lepanthes mystax</i>	8	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Oerstedella pentadactyla</i>	17	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Platystele microtatantha</i>	14	Ambos análisis
Orchidaceae	<i>Telipogon costaricensis</i>	16	Ambos análisis
Passifloraceae	<i>Passiflora apetala</i>	24	Nodos de confluencia
Passifloraceae	<i>Passiflora holosericea</i>	16	Nodos de confluencia
Passifloraceae	<i>Passiflora megacoriacea</i>	21	Nodos de confluencia
Passifloraceae	<i>Passiflora membranacea</i>	24	Nodos de confluencia
Passifloraceae	<i>Passiflora talamancensis</i>	20	Nodos de confluencia
Passifloraceae	<i>Passiflora tica</i>	15	Nodos de confluencia
Passifloraceae	<i>Passiflora vitifolia</i>	21	Nodos de confluencia
Piperaceae	<i>Peperomia saintpauliella</i>	9	Ambos análisis
Piperaceae	<i>Piper artanthopse</i>	25	Ambos análisis
Piperaceae	<i>Piper dotanum</i>	47	Ambos análisis
Piperaceae	<i>Piper marginatum</i>	62	Nodos de confluencia
Piperaceae	<i>Piper sagittifolium</i>	52	Ambos análisis
Piperaceae	<i>Piper tuberculatum</i>	31	Nodos de confluencia
Plagiogyriaceae	<i>Plagiogyria semicordata</i>	29	Nodos de confluencia
Poaceae	<i>Agrostis perennans</i>	17	Nodos de confluencia
Poaceae	<i>Agrostis pittieri</i>	14	Ambos análisis
Poaceae	<i>Calamagrostis pittieri</i>	17	Ambos análisis
Poaceae	<i>Chusquea paludicola</i>	23	Ambos análisis

Poaceae	<i>Chusquea subtessellata</i>	40	Nodos de confluencia
Poaceae	<i>Chusquea subtilis</i>	14	Ambos análisis
Poaceae	<i>Chusquea talamancensis</i>	14	Ambos análisis
Poaceae	<i>Chusquea tomentosa</i>	19	Ambos análisis
Poaceae	<i>Cortaderia bifida</i>	22	Nodos de confluencia
Poaceae	<i>Hierochloe davidsei</i>	12	Ambos análisis
Poaceae	<i>Rhipidocladum maxonii</i>	8	Ambos análisis
Poaceae	<i>Rhipidocladum racemiflorum</i>	16	Nodos de confluencia
Poaceae	<i>Uniola pittieri</i>	13	Nodos de confluencia
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	37	Nodos de confluencia
Podocarpaceae	<i>Prumnopitys standleyi</i>	22	Ambos análisis
Polemoniaceae	<i>Cobaea aschersoniana</i>	12	Ambos análisis
Polygonaceae	<i>Coccoloba standleyana</i>	20	Ambos análisis
Polygonaceae	<i>Rumex costaricensis</i>	18	Ambos análisis
Polygonaceae	<i>Triplaris melaenodendron</i>	39	Nodos de confluencia
Proteaceae	<i>Panopsis costaricensis</i>	36	Nodos de confluencia
Ranunculaceae	<i>Thalictrum lankesteri</i>	9	Ambos análisis
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	28	Nodos de confluencia
Rosaceae	<i>Acaena cylindristachya</i>	28	Nodos de confluencia
Rosaceae	<i>Hesperomeles heterophylla</i>	49	Nodos de confluencia
Rosaceae	<i>Lachemilla pectinata</i>	52	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i>	41	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Alseis costaricensis</i>	14	Ambos análisis
Rubiaceae	<i>Arachnothryx aspera</i>	19	Ambos análisis
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum lavarum</i>	25	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	39	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Chomelia spinosa</i>	40	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Elaeagia auriculata</i>	24	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Faramea occidentalis</i>	31	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	33	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Gonzalagunia brenesii</i>	33	Ambos análisis
Rubiaceae	<i>Gonzalagunia osaensis</i>	31	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Guettarda macrosperma</i>	37	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Hoffmannia arborescens</i>	33	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Isertia haenkeana</i>	35	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Ladenbergia brenesii</i>	33	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Notopleura anomothyrsa</i>	26	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Palicourea padifolia</i>	32	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Pentagonia tinajita</i>	24	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Psychotria aubletiana</i>	30	Nodos de confluencia

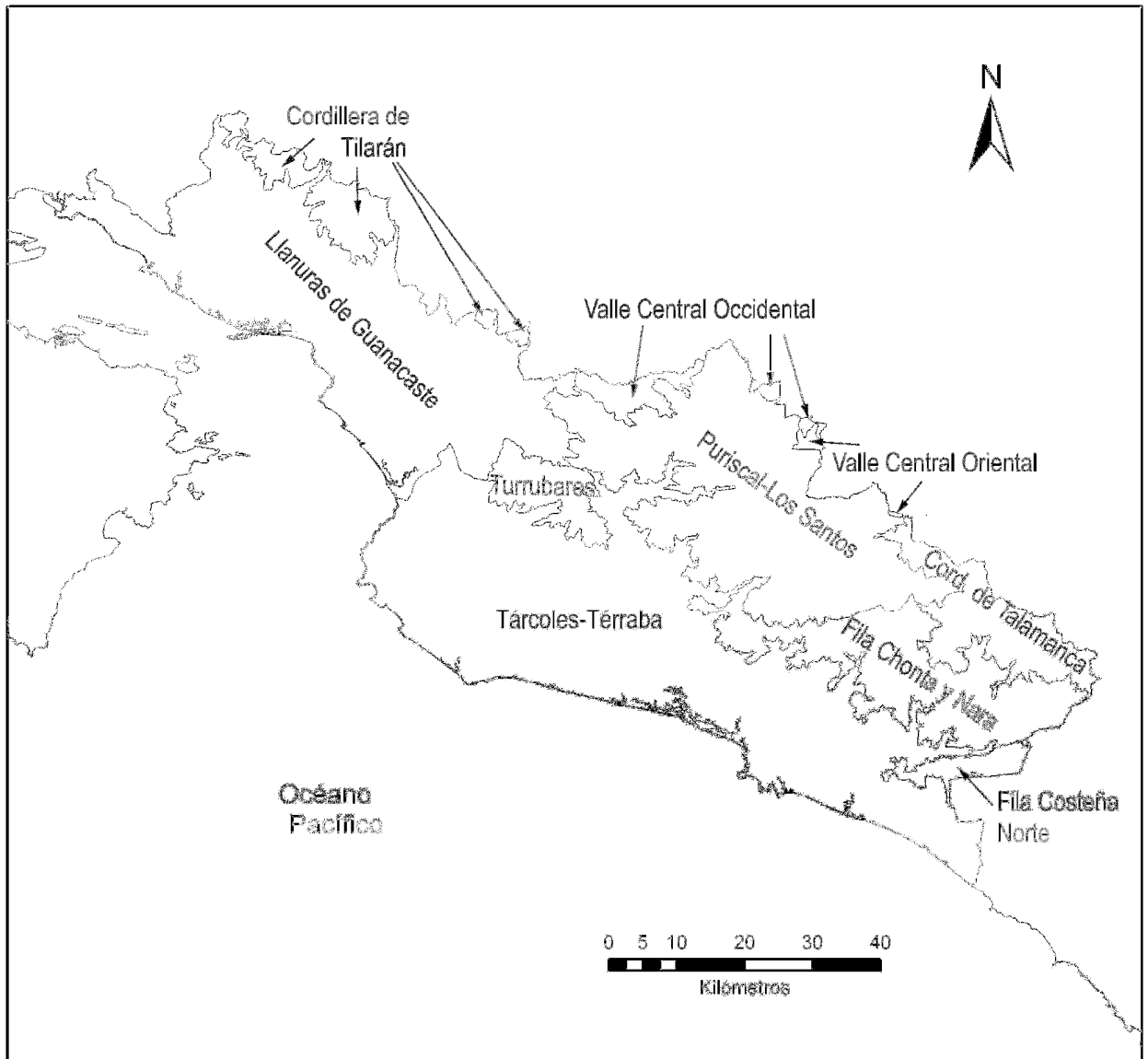
Rubiaceae	<i>Psychotria chitariana</i>	22	Ambos análisis
Rubiaceae	<i>Psychotria elata</i>	20	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Psychotria poeppigiana</i>	26	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Psychotria turrubarensis</i>	12	Ambos análisis
Rubiaceae	<i>Rogiera amoena</i>	36	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Tocoyena pittieri</i>	32	Nodos de confluencia
Rubiaceae	<i>Warszewiczia coccinea</i>	23	Nodos de confluencia
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	20	Nodos de confluencia
Rutaceae	<i>Erythrochiton gymnanthus</i>	31	Ambos análisis
Sabiaceae	<i>Meliosma clandestina</i>	17	Ambos análisis
Sabiaceae	<i>Meliosma depressiva</i>	28	Ambos análisis
Sapindaceae	<i>Allophylus racemosus</i>	42	Nodos de confluencia
Sapindaceae	<i>Cupania guatemalensis</i>	28	Nodos de confluencia
Sapindaceae	<i>Paullinia cururu</i>	41	Nodos de confluencia
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	25	Nodos de confluencia
Sapindaceae	<i>Talisia allenii</i>	27	Nodos de confluencia
Sapindaceae	<i>Thouinidium decandrum</i>	35	Nodos de confluencia
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i>	23	Nodos de confluencia
Schizaeaceae	<i>Lygodium venustum</i>	48	Nodos de confluencia
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria irazuensis</i>	47	Nodos de confluencia
Scrophulariaceae	<i>Castilleja irasuensis</i>	17	Ambos análisis
Scrophulariaceae	<i>Castilleja talamancensis</i>	66	Nodos de confluencia
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tayloriorum</i>	8	Ambos análisis
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	25	Nodos de confluencia
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	25	Nodos de confluencia
Solanaceae	<i>Cestrum irazuense</i>	53	Ambos análisis
Solanaceae	<i>Solanum roblense</i>	23	Ambos análisis
Sterculiaceae	<i>Ayenia mastatalensis</i>	9	Ambos análisis
Sterculiaceae	<i>Byttneria aculeata</i>	36	Nodos de confluencia
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	102	Nodos de confluencia
Sterculiaceae	<i>Helicteres guazumifolia</i>	31	Nodos de confluencia
Sterculiaceae	<i>Pterygota excelsa</i>	20	Ambos análisis
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i>	22	Nodos de confluencia
Sterculiaceae	<i>Sterculia recordiana</i>	27	Nodos de confluencia
Sterculiaceae	<i>Waltheria indica</i>	30	Nodos de confluencia
Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i>	33	Nodos de confluencia
Theaceae	<i>Pelliciera rhizophorae</i>	26	Nodos de confluencia
Theaceae	<i>Ternstroemia multiovulata</i>	39	Ambos análisis
Theophrastaceae	<i>Jacquinia nervosa</i>	24	Nodos de confluencia
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis americana</i>	35	Nodos de confluencia
Ticodendraceae	<i>Ticodendron incognitum</i>	38	Nodos de confluencia
Tiliaceae	<i>Apeiba membranacea</i>	30	Nodos de confluencia

Tiliaceae	<i>Apeiba tibourbou</i>	41	Nodos de confluencia
Tiliaceae	<i>Goethalsia meiantha</i>	23	Nodos de confluencia
Tiliaceae	<i>Luehea speciosa</i>	29	Nodos de confluencia
Tiliaceae	<i>Mortoniiodendron moralesii</i>	14	Ambos análisis
Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i>	14	Nodos de confluencia
Ulmaceae	<i>Ulmus mexicana</i>	22	Nodos de confluencia
Urticaceae	<i>Pilea cornuto-cucullata</i>	14	Ambos análisis
Urticaceae	<i>Pilea tripartita</i>	19	Ambos análisis
Valerianaceae	<i>Valeriana prionophylla</i>	50	Nodos de confluencia
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i>	21	Nodos de confluencia
Verbenaceae	<i>Citharexylum donne</i>	23	Nodos de confluencia
Verbenaceae	<i>Vitex cooperi</i>	33	Nodos de confluencia
Violaceae	<i>Gloeospermum diversipetalum</i>	36	Nodos de confluencia
Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>	21	Nodos de confluencia
Vochysiaceae	<i>Vochysia megalophylla</i>	22	Nodos de confluencia
Winteraceae	<i>Drimys granadensis</i>	81	Nodos de confluencia
Zamiaceae	<i>Zamia fairchildiana</i>	29	Nodos de confluencia

Anexo 2. Parámetros definidos para el modelado de la distribución geográfica de las especies en el programa GARP.



Anexo 3. Mapa de Regiones Florísticas del Pacífico Central, Costa Rica.



Anexo 4. Localidades del Pacífico Central, basado en el mapa de Regiones Naturales, Regiones Ecológicas y Áreas de Colecta de Costa Rica (Herrera 1995).

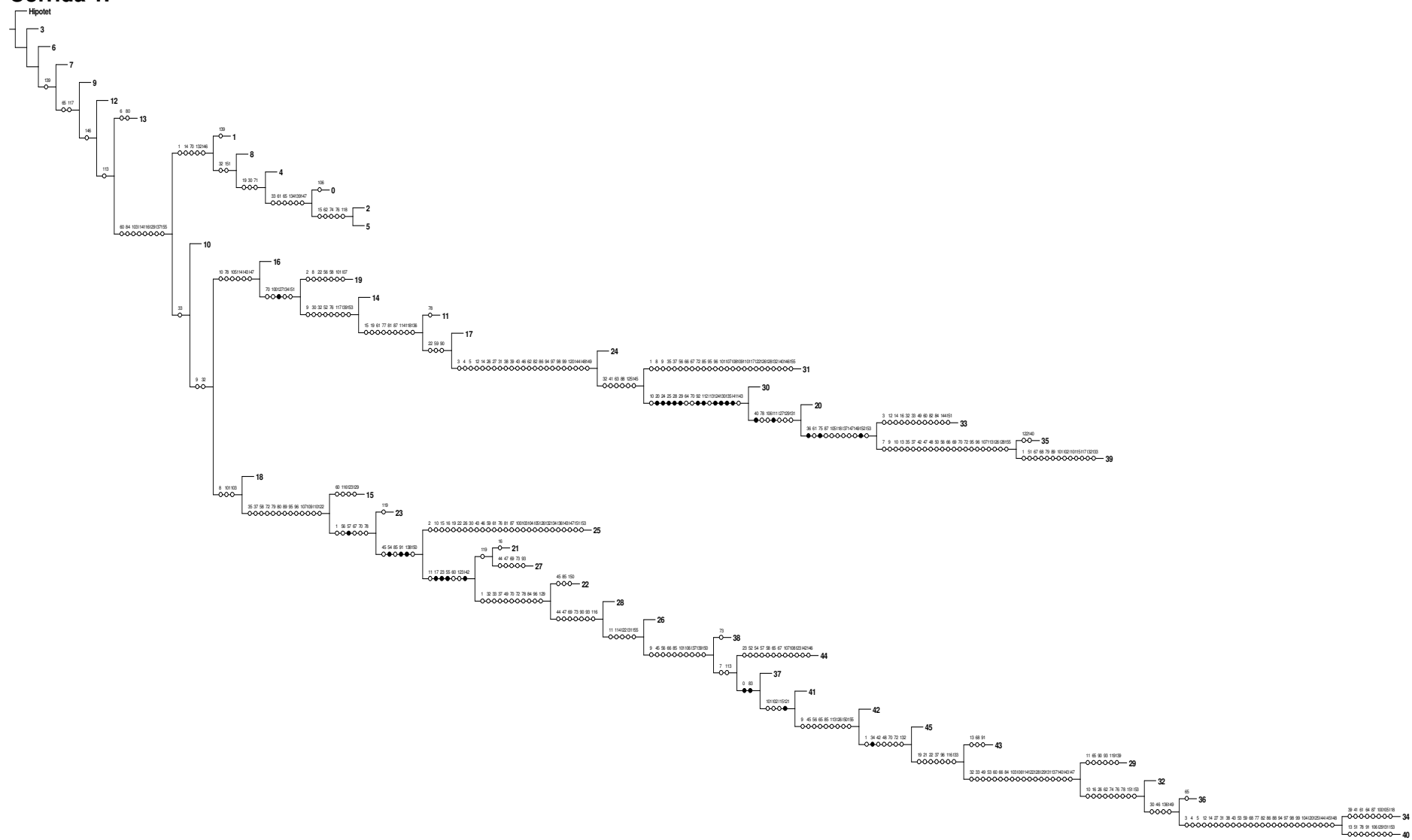
Localidad	Área de Colecta	Región Natural	Area (km²)
Arancibia	Arancibia	Cuenca del Aranjuez	169,8
Bartolo	Bartolo	Cuenca del Naranjo y Paquita	135,6
Barú	Cuenca del Hatillo-Cuenca del Barú	Cuenca del Hatillo	98,0
Buena Vista	Santa Eduvigés	Cuenca del Savegre	109,6
Caraigres	Caraigres-Fila Buena	Cuenca del Pirrís-Damas	93,4
Carara	Carara	Cuenca del Tárcoles	77,5
Cerro Turrubares	Cerro Turrubares-Salitrales	Cuenca del Tárcoles	47,9
Cerro Vueltas	Cerro Vueltas	Cuenca del Pirrís-Damas	60,7
Cerros de Cedral	Cerros de Cedral-Río Negro	Cuenca del Tárcoles	54,1
Cerros del Chiquero	Cerros del Chiquero	Cuenca del Tulín	137,5
Chomes	Chomes	Cuencas del Lagarto y Guacimal	68,4
CoopeSilencio	CoopeSilencio	Cuenca del Savegre	117,7
Cuericí	Cuericí	Cuenca del Reventazón	117,1
El Rodeo	El Rodeo-Turrúcares	Cuenca del Tárcoles	47,2
Esparza	Esparza	Cuenca del Barranca	64,3
Esterillos	Esterillos	Cuenca del Tulín	108,6
Fila Barranco	Fila Barranco	Cuenca del Savegre	46,2
Fila Chonta	Fila Chonta	Cuenca del Pirrís-Damas	63,1
Fila Negra	Fila Negra	Cuenca del Tulín	235,4
Fila Pájaros	Fila Pájaros	Cuencas del Lagarto y Guacimal	61,6
Grifo Alto	Grifo Alto	Cuenca del Tárcoles	77,2
Guacimal	Guacimal	Cuencas del Lagarto y Guacimal	157,6
Guarumal	Guarumal	Cuenca del Tulín	257,9
Llanuras de Parrita	Llanuras de Parrita	Cuenca del Pirrís-Damas	180,2
Machuca	Machuca	Cuenca del Jesús María	223,1
Maderal	Maderal-Llano Brenes	Cuenca del Jesús María	119,2
Manzanillo	Manzanillo	Cuenca del Abangares	163,7
Miramar	Miramar	Cuenca del Aranjuez	185,5
Monteverde	Monteverde	Cuencas del Lagarto y Guacimal	125,0
Naranjo	Naranjillo	Cuenca del Naranjo y Paquita	269,8
Orosi	Orosi	Cuenca del Reventazón	357,4
Pitahaya	Pitahaya	Cuenca del Aranjuez	151,9
Providencia	Providencia	Cuenca del Savegre	130,4
Quepos	Quepos	Cuenca del Naranjo y	19,4

		Paquita	
Río Cañas	Río Cañas	Cuenca del Naranja y Paquita	109,1
San Jerónimo	San Jerónimo	Cuenca del Barranca	117,4
San José	San José-La Carpintera	Cuenca del Tárcoles	250,9
Santa Ana	Santa Ana	Cuenca del Tárcoles	46,3
Savegre	Santo Domingo	Cuenca del Savegre	221,4
Surubres	Surubres	Cuenca del Pirrís-Damas	257,9
Tárcoles	Tárcoles	Cuenca del Tárcoles	79,7
Tufares	Tufares	Cuenca del Pirrís-Damas	310,4
Valle de la Candelaria	Valle de la Candelaria	Cuenca del Pirrís-Damas	170,8
Valle de los Santos	Valle de los Santos	Cuenca del Pirrís-Damas	230,9
Valle de San Gabriel	Valle de San Gabriel	Cuenca del Pirrís-Damas	211,8
Zapotál	Zapotál	Cuenca del Barranca	126,6

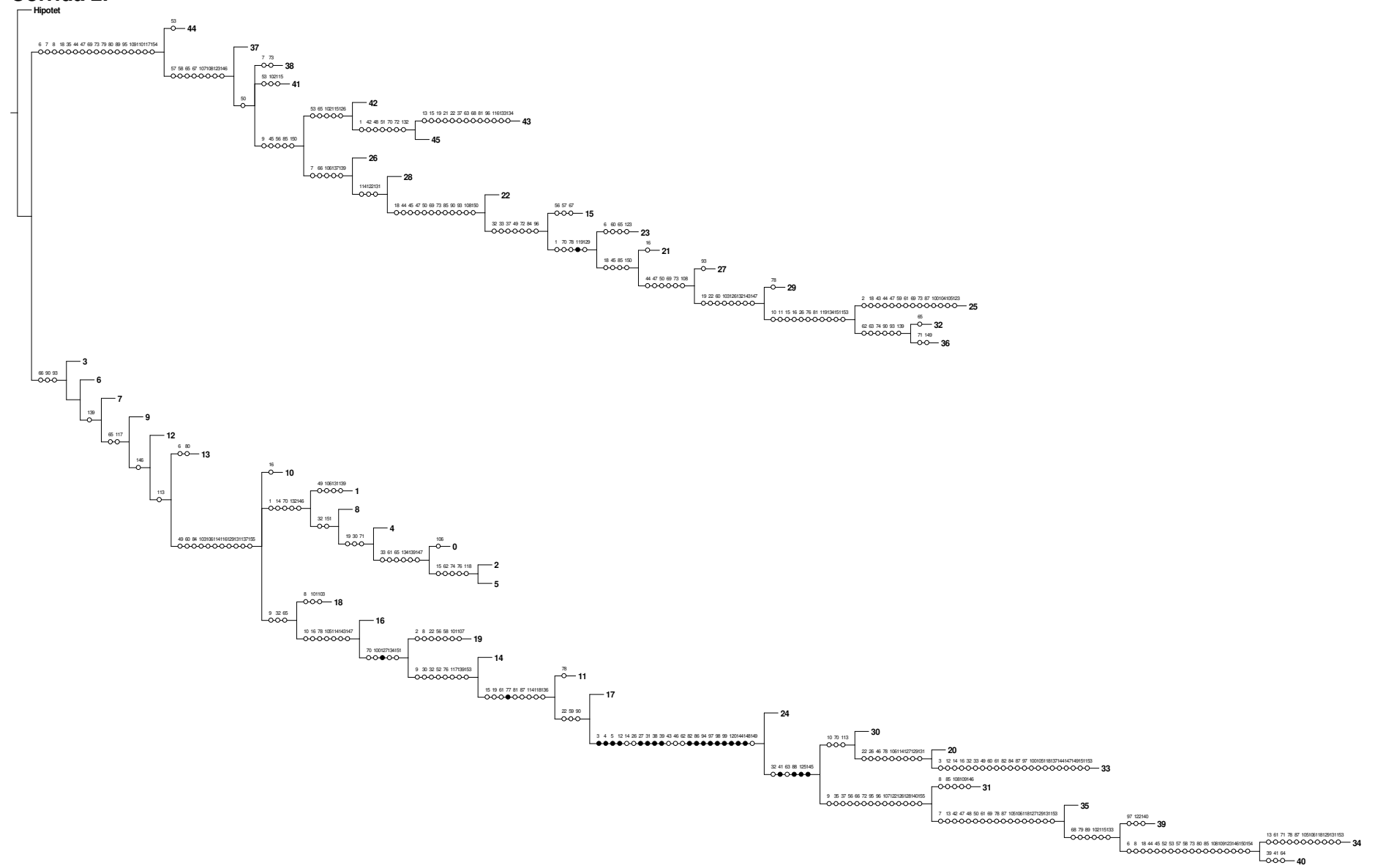
Anexo 5. Lista de especies de plantas vasculares del Pacífico Central, Costa Rica.

Anexo 6. Cladogramas de consenso estricto del Análisis de Parsimonia de Endemismos con eliminación progresiva de caracteres (PAE-PCE), realizado para identificar las áreas de endemismo en la región del Pacífico Central, Costa Rica.

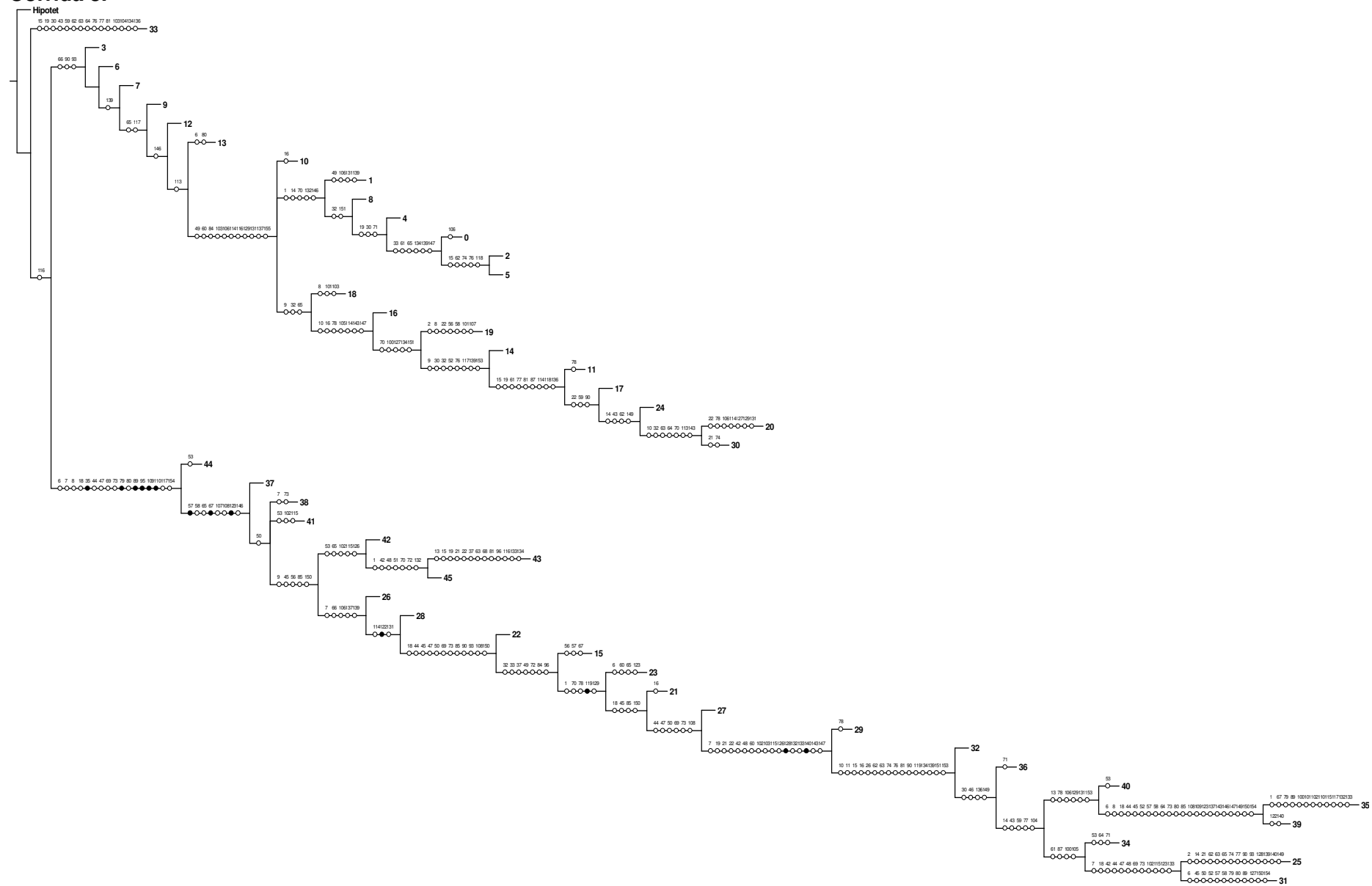
Corrida 1.



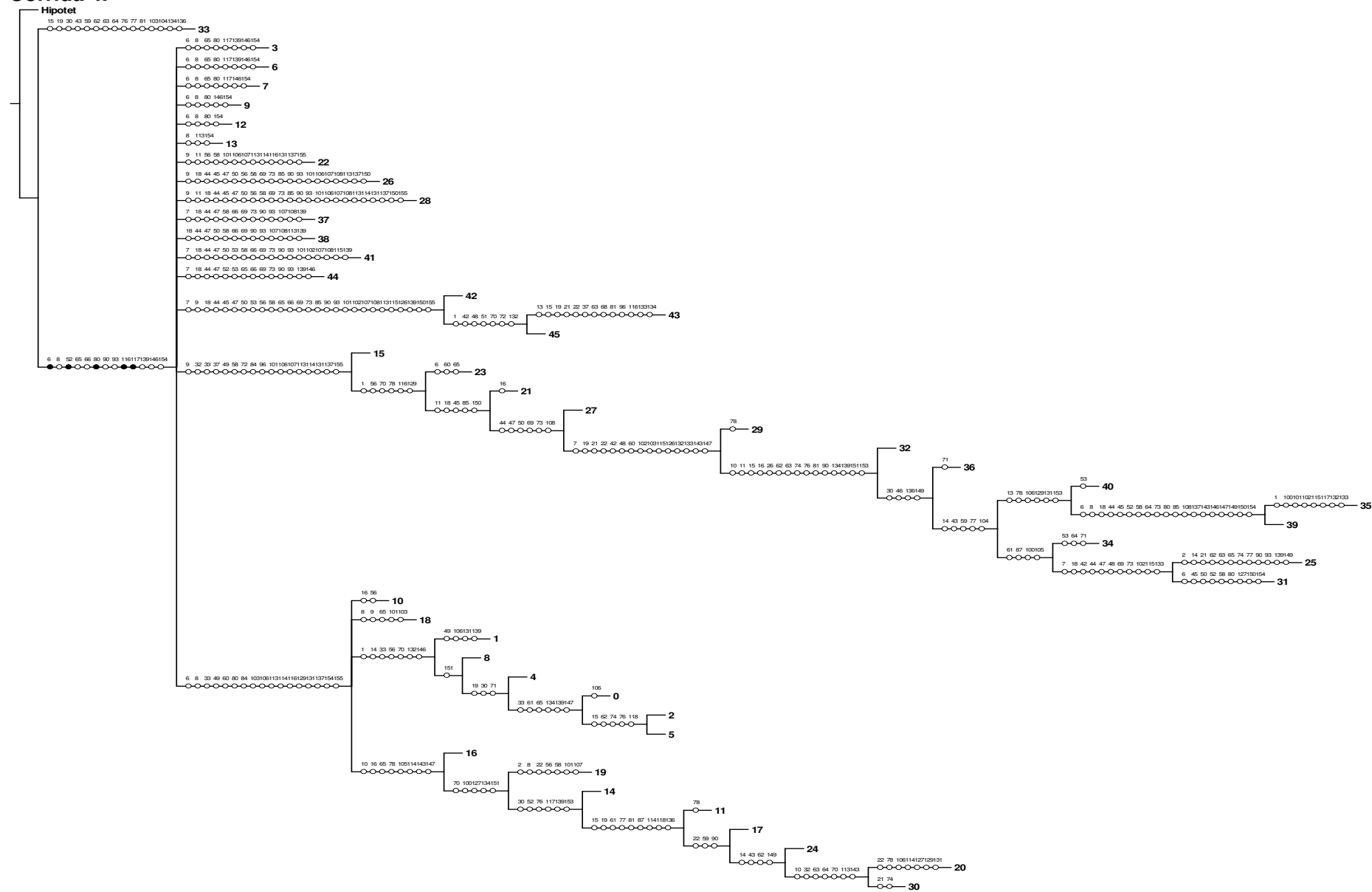
Corrida 2.



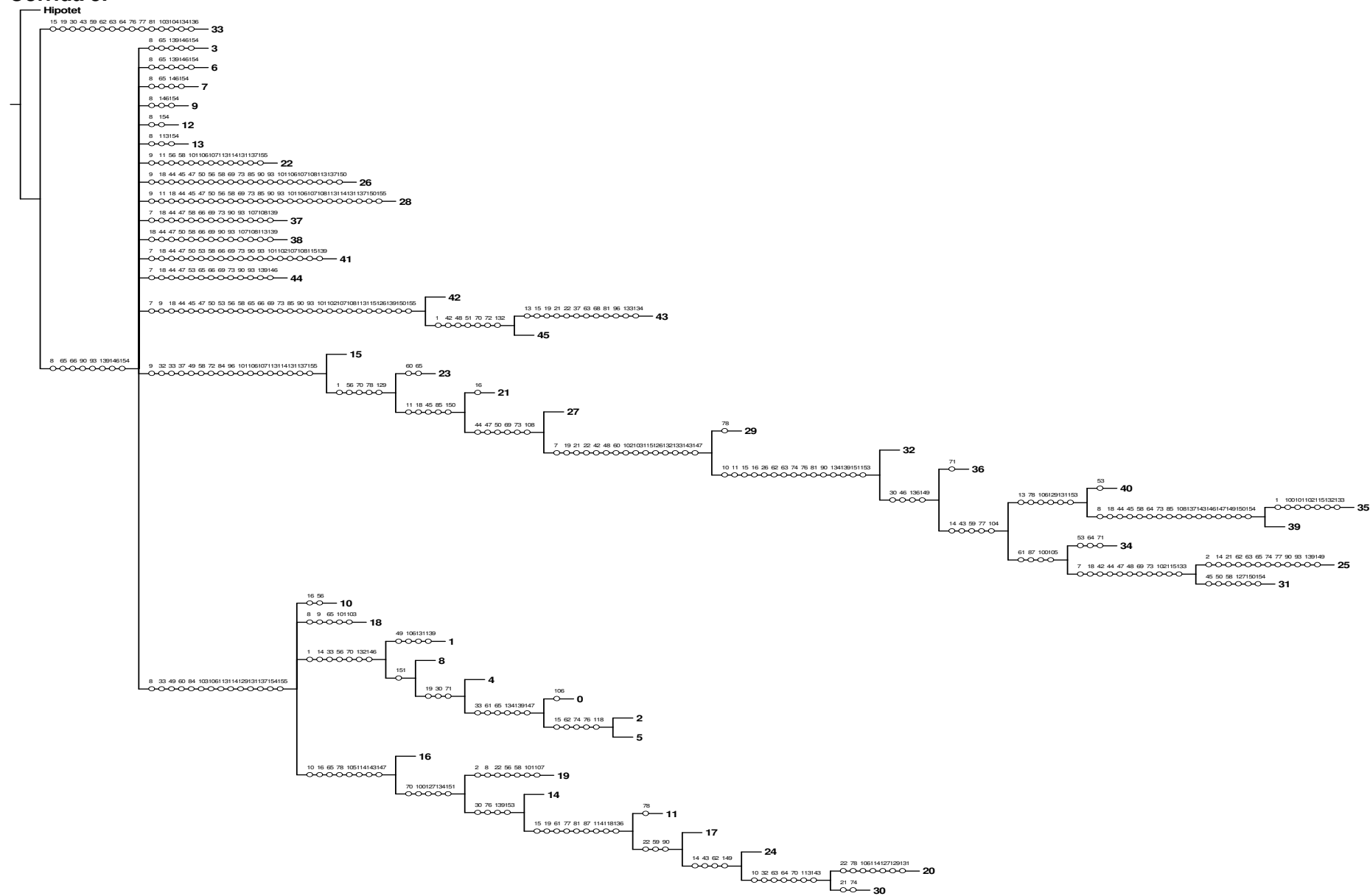
Corrida 3.



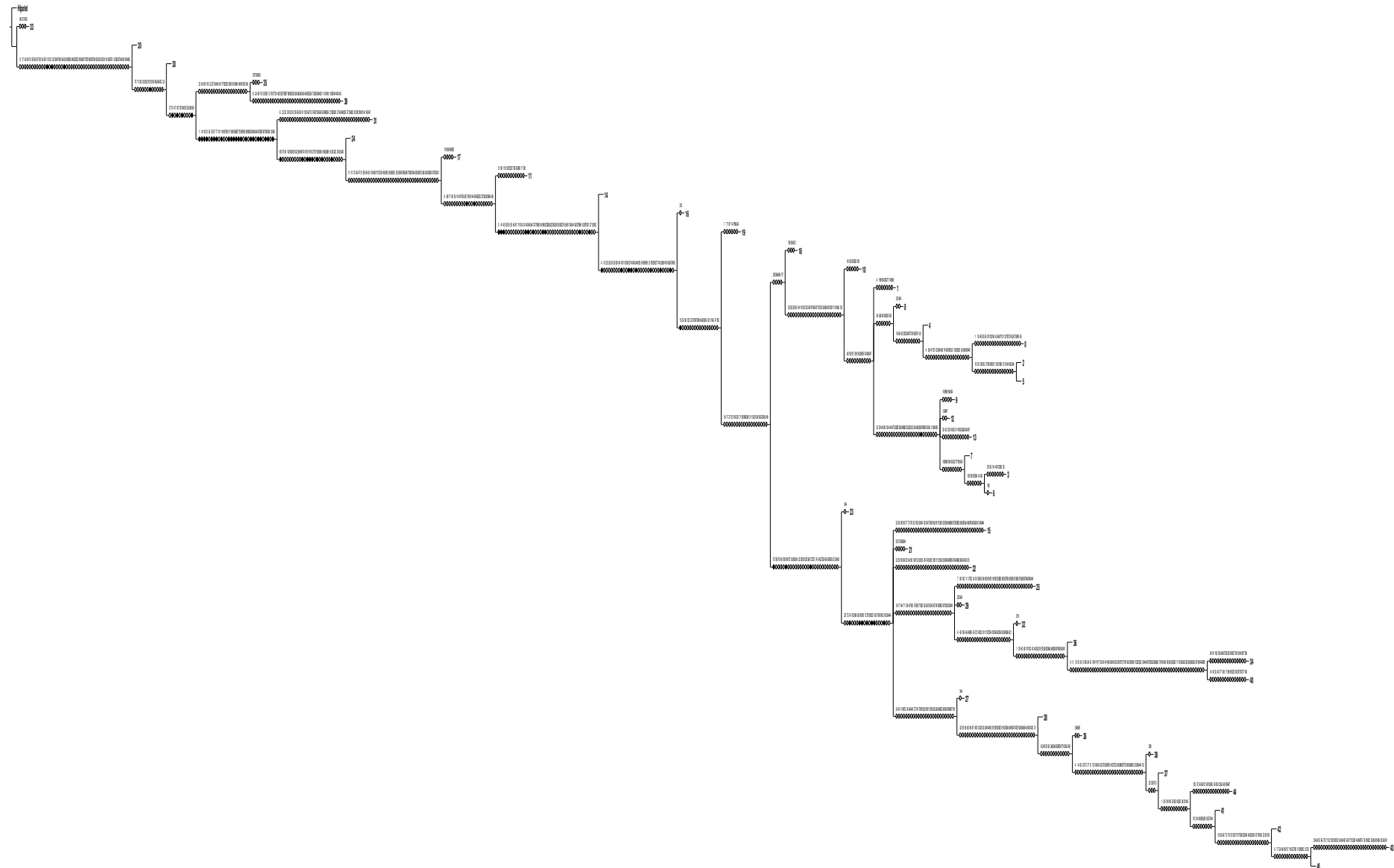
Corrida 4.



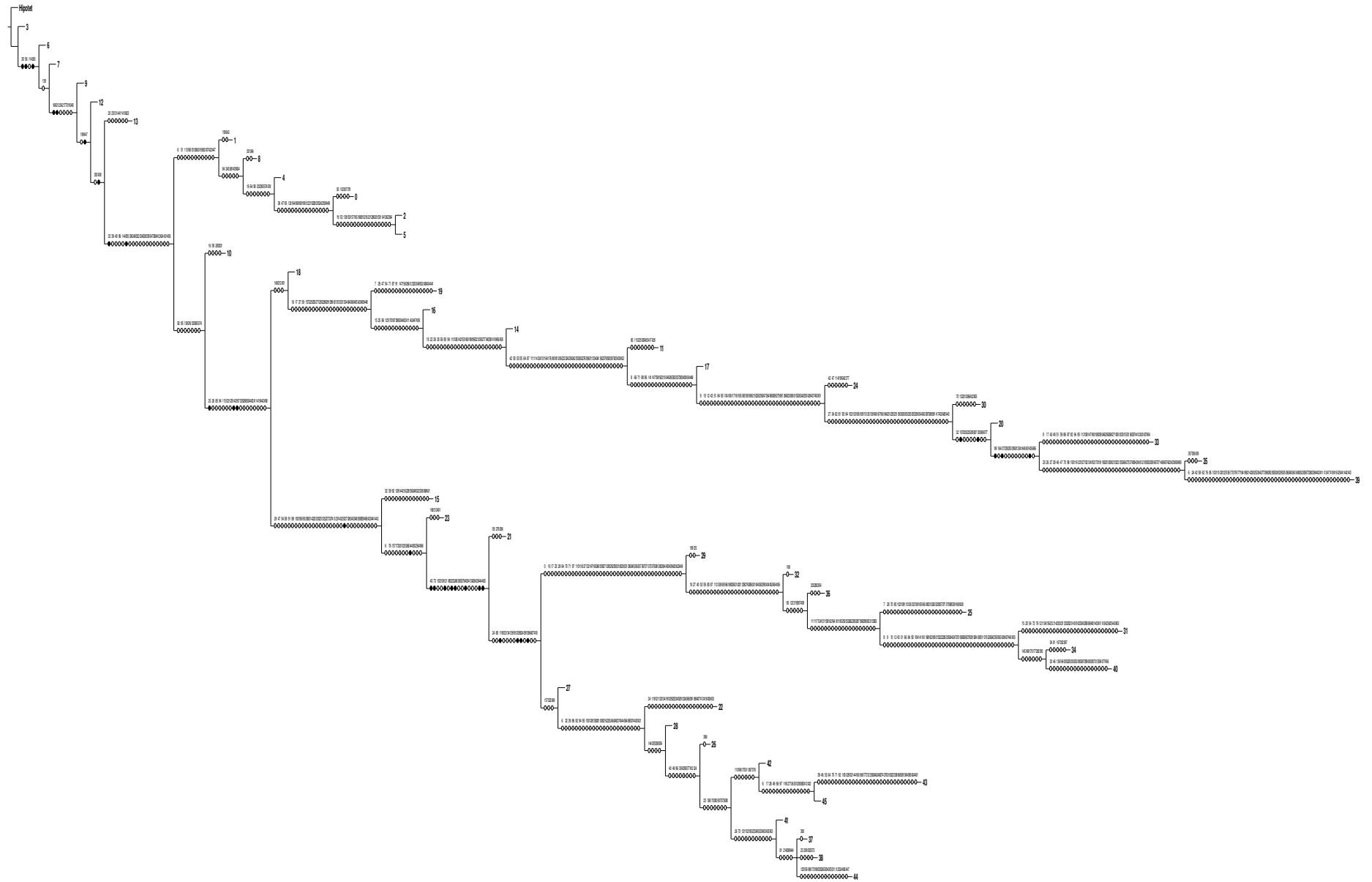
Corrida 5.



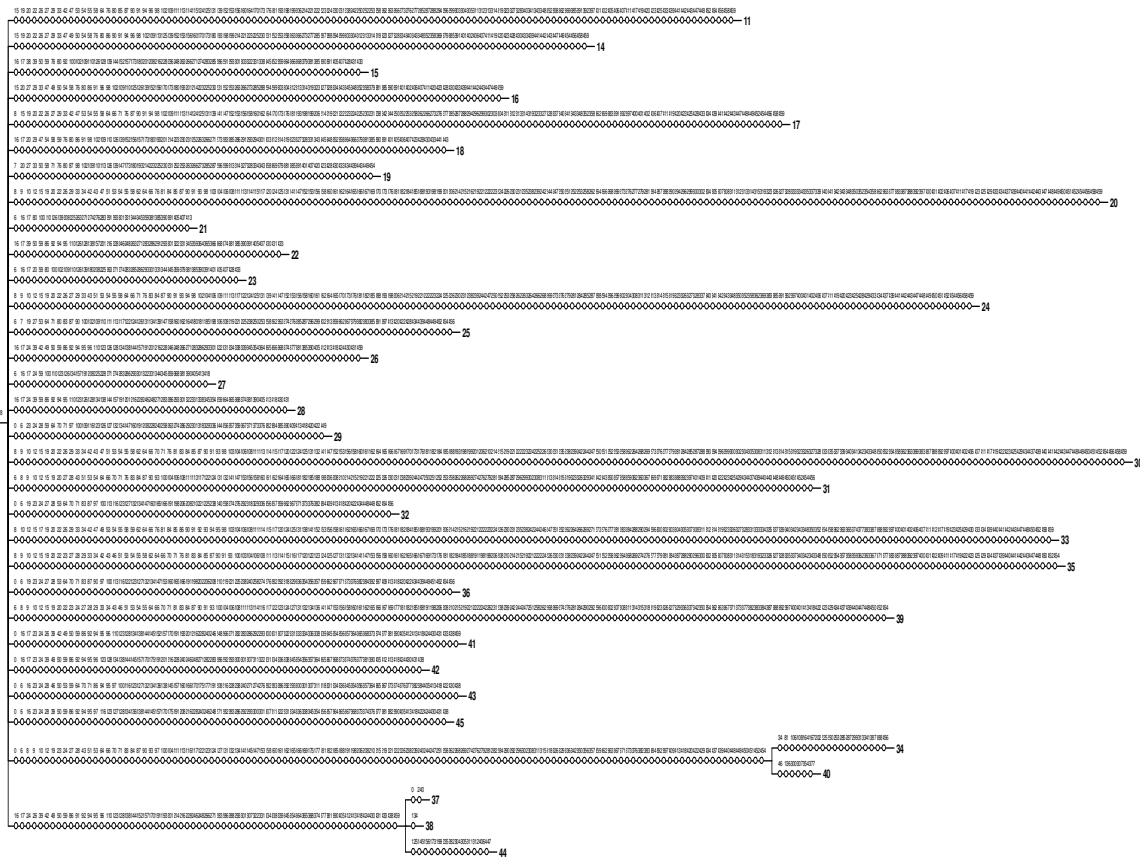
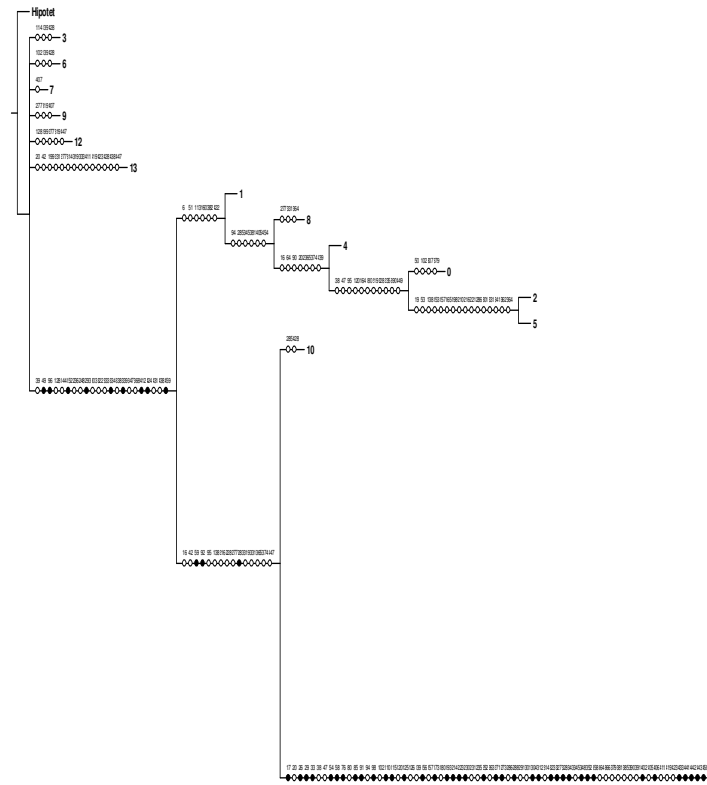
Corrida 2.



Corrida 3.



Corrida 4.



Corrida 5.

