UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES CON ENFÁSIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

Riqueza hídrica de la Reserva Forestal Grecia y la relación con la flora y fauna y uso de suelo del lugar

Tesis presentada al Tribunal Examinador del Programa de Maestría de Manejo de Recursos Naturales de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales para optar por el grado de *Magister Scientiae* con énfasis en Gestión Ambiental

Edwin Alberto Barrantes Barrantes

Director de tesis: M. Sc. Víctor Hugo Méndez Estrada vmendez@uned.ac.cr

Lector de tesis: M. Sc. Wilfredo Segura López wsegural@gmail.com

Lector de tesis: M. Sc. Melvin Cartín Núñez melvin.cartin@ucr.ac.cr

San José, Costa Rica

Febrero, 2016

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto de Graduación ha sido aceptado y aprobado en su forma presente por el Tribunal Examinador del Programa de Maestría en Manejo y Protección de los Recursos Naturales del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad Estatal a Distancia, como requisito parcial para optar por el grado de Magister Scientiae en Manejo y Protección de los Recursos Naturales con énfasis en Gestión Ambiental.

Rosita Ulate Bolaños, Ph.D.
Representante
Director del Sistema de Estudios de Postgrado

Adrián Ruíz Rodríguez, M.Sc.
Representante
Director de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales

Zaidett Barrientos Llosa, Ph.D.
Coordinadora
Programa de Maestría en Manejo de los Recursos Naturales

Víctor Hugo Méndez Estrada, M.Sc.
Director de Tesis

Wilfredo Segura López, M.Sc.
Lector de tesis

Melvin Cartín Núñez, M.Sc.
Lector de tesis

DEDICATORIA

Al Ser superior que le da sentido y orden al Universo y que me dio la fuerza necesaria para llegar hoy hasta aquí y a todas y cada una de las personas que confiaron en mí y me brindaron su apoyo para seguir luchando.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento póstumo a don Eddie Vargas Rodríguez, que más que un miembro del tribunal de tesis siempre fue un compañero de trabajo, brindando muchas horas de su vida. Por toda su dedicación y paciencia gracias don Eddie.

A Zaidett Barrientos, Víctor Méndez, Wilfredo Segura y Melvin Cartín, por formar parte de mi comité de tesis y por brindarme sus valiosos consejos y observaciones en la realización de este proyecto.

A los funcionarios del MINAE que laboran en la Reserva Forestal Grecia, por la valiosa colaboración y ayuda, sin la cual no hubiese podido realizar esta investigación.

A mi Mamá Luz Marina Barrantes por la confianza, el apoyo y comprensión durante todos estos años.

A mi hermana Luz, un agradecimiento particular por la colaboración en la realización del trabajo de campo.

Por último, algunos compañeros que más que compañeros amigos de años de estudios, que compartimos alegrías, tristezas, experiencias, giras y trabajos a lo largo de toda esta carrera.

INDICE

RESUMEN GENERAL	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN GENERAL	7
CAPITULO I: Riqueza del recurso hídrico y su relación con la cubierta vegetal en la Reserva Forestal Grecia, Alajuela, Costa Rica	9
CAPITULO II: Riqueza hídrica, florística, faunística y uso de la tierra en la Reserva Forestal Grecia	21
RECOMENDACIONES	55
ANEXOS	57

Riqueza hídrica, de flora y fauna de la Reserva Forestal Grecia y su relación con la cobertura vegetal, Alajuela, Costa Rica

Edwin Alberto Barrantes Barrantes, Maestría en Manejo de Recursos Naturales, UNED, Costa Rica; edwbarrantes@gmail.com

RESUMEN GENERAL

La Reserva Forestal Grecia cuenta con una extensión de 2000 hectáreas y es declarada como tal desde el 5 de Diciembre de 1973 como una medida de protección para los recursos naturales. Como objetivo principal de la investigación se plantea analizar las principales características físico-biológicas de la Reserva Forestal Grecia (RFG), para determinar la riqueza hídrica, florística y faunística y su relación con la cobertura vegetal presente. Desde enero hasta julio del 2013 se llevó a cabo el trabajo de campo. Los datos de riqueza de especies de flora y fauna; número de nacientes y cobertura boscosa se recogieron por medio de la observación in situ. Las características de la Reserva importantes para las comunidades, se identificaron por medio de la aplicación de cuestionarios a funcionarios del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) y a representantes de las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS). Se utilizó el método volumétrico para aforar la totalidad de las nacientes de agua. Se encontraron cuatro tipos de cobertura vegetal: bosque secundario (el predominante), matorral, potrero, bosque de ciprés y pino y 70 nacientes de agua que generan un promedio de 1,12 l/s/ha de agua, que es utilizada para abastecer 11 ASADAS. El 60% de las nacientes de agua, el 41% de las aves observadas, el 66,7% de los mamíferos, el 90% de los reptiles y anfibios se encuentran en hábitats del bosque secundario. Entre la biodiversidad sobresalen las siguientes familias: en flora Rubiaceae, en aves Columbidae, en mamíferos Canidae, en anfibios Bufonidae y en reptiles Polychrotidae. Existe diferencia significativa entre las coberturas vegetales y la cantidad de nacientes presentes. La RFG brinda beneficios a las comunidades vecinas, entre ellos el recurso hídrico, la regulación de micro clima, el esparcimiento, la investigación y la belleza escénica, pero para garantizar su funcionamiento y protección se recomienda el cambio de categoría de manejo actual, al de Zona Protectora o unir la RFG al Parque Nacional Volcán Poás.

ABSTRACT

The Grecia Forest Reserve has an area of 2,000 hectares. It was created on December 5, 1973 as a measure to protect the natural resources of the region. The main objective of this research is planned to analyze the main physical and biological characteristics of the Grecia Forest Reserve (RFG), in to order determine the water, flora and fauna wealth and their relationship with the present vegetation cover. From January to July 2013 a field work was conducted. Data on the wealth of flora and fauna; number of water sources and forest cover were collected by means of in situ observation. Important features of the Reserve were identified by communities through application of questionnaires to MINAE officers and representatives of the “ASADAS”. Moreover volumetric method was used for gauging all the water sources. Four kinds of vegetation were found: secondary forest (the predominant), scrubland, pasture, pine and cypress forest; also 70 water springs that generate an average of 1,12 l/s/ha of water, which is used to supply 11 “ASADAS”. 60% of water sources, 41% of observed birds, 66.7% of mammals, 90% of reptiles and amphibians are located in the secondary forest habitats. Among biodiversity the following families of species are the most representative of the Reserve: Rubiaceae flora, birds Columbidae, Canidae mammals, amphibians and reptiles Polychrotidae Bufonidae. There is a significant difference between the plant cover and the amount of water springs. The RFG provides benefits to the surrounding communities, including water resources, microclimate regulation, recreation, research and scenic beauty, but for its operation and protection category, it is recommendable to change the current management into a protected Zone or join it to Poas Volcano National Park.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Desde el principio de la humanidad el ser humano se ha interesado en comprender su entorno y a los otros seres vivientes con los cuales comparte este planeta, con el propósito de obtener del medio los recursos que son necesarios para satisfacer sus necesidades básicas y la de saciar su innata curiosidad por comprender los objetos y fenómenos que lo rodean (Fournier, 2000).

El interés del ser humano por satisfacer sus necesidades mediante la obtención de la mayor cantidad de recursos del medio de manera no sostenible, es lo que lo ha llevado a propiciar situaciones en las cuales compromete su propio futuro, al afectar las condiciones ambientales existentes, que traen consigo inconvenientes como el calentamiento global, la extinción acelerada de especies, contaminación del agua, del suelo, del aire, la deforestación, agotamiento de recursos, entre otros (García et al., 2000).

Para paliar las condiciones adversas causadas al ambiente, se empieza en Costa Rica en la década de los 70's a reflexionar seriamente y buscar formas alternativas de crecimiento y desarrollo económico que desaceleren el deterioro ambiental (García et al., 2000), aunque ya desde 1942 con la participación en la Convención de Washington sobre la Protección de la Flora, Fauna y Belleza Panorámica, se comienza a incluir en la legislación nacional el criterio ambiental y se establecen las primeras cuatro áreas protegidas y sus respectivas categorías de manejo, que posteriormente fueron incluidas en la Ley Forestal de 1969 (Obando, 2002).

A partir de los 90’s se establece el mayor número de Áreas Silvestres Protegidas (ASP) de Costa Rica y actualmente cuentan con 1 339 579 hectáreas, el 26,21% del territorio nacional (SINAC, 2010).

Dentro de las áreas silvestres protegidas, las reservas forestales representan un porcentaje importante: existen nueve en total, con una extensión de 221 239 hectáreas, lo que equivale a 4,33 % del territorio nacional (SINAC, 2010).

La Reserva Forestal Grecia (RFG) se estableció el 5 de diciembre de 1973 por el Decreto Ejecutivo número 5 463, cuenta con una extensión de 2 000 hectáreas (Salazar, 1988). Se estableció principalmente debido a la preocupación de los vecinos del cantón de Grecia por detener algunas prácticas ambientales inadecuadas como: la extracción de carbón, la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la tala de árboles maderables; pero el motivo principal fue la protección del bosque para que funcionara como un área de recarga de los mantos acuíferos que se utilizan para consumo humano (ACCVC, 2000).

La RFG presenta características que no son compatibles con la extracción forestal, como por ejemplo la precipitación del lugar es muy alta (alrededor de 3 221 mm/año), topografía muy irregular (con pendientes mayores al 50%), que en caso de efectuarse la extracción de madera, podría acelerar el proceso de erosión, perder la fertilidad y la permeabilidad del suelo, afectar los mantos acuíferos y causar inundaciones y derrumbes en las comunidades vecinas (Barrantes, 2008).

La Reserva no presenta potencial para el aprovechamiento forestal, debido a que la mayoría de especies arbóreas existentes no cuentan con un fuste apropiado, no existe un plan de aprovechamiento racional del recurso maderero con su respectiva zonificación, ni un inventario de las especies que se puedan aprovechar, también presenta la particularidad de cercanía y conectividad con otras áreas protegidas, lo cual la coloca en una posición de vulnerabilidad por los posibles impactos negativos en la flora, fauna y el recurso hídrico (Arce y Bermúdez, 2005a).

La RFG cuenta con varios tipos de coberturas vegetales, especialmente la boscosa, que brinda características para el desarrollo y crecimiento de la biota, captan las precipitaciones pluviales que ayudan a mantener y regular los patrones hidrológicos de los mantos acuífero (Villegas, 2004); por lo tanto, el cambio a otro tipo de cobertura vegetal traerá consigo mayor variación en la humedad que retienen y en la cantidad de agua de las nacientes (Echeverría *et al*., 2007; Miller, 1977).

Con base en lo anterior resulta importante analizar la realidad actual existente en la RFG para determinar la riqueza biológica e hídrica, su importancia para el desarrollo de las comunidades vecinas y las políticas a seguir para su protección y conservación; por lo tanto, se desea investigar

¿Cuál es la riqueza hídrica, florística, faunística y su relación con la cobertura vegetal existente en la RFG?

Para buscarle solución a este problema es necesario realizar estudios sobre las características e importancia ecológica del lugar; en esta oportunidad el estudio se centrará en determinar la riqueza en flora, fauna e hídrica y poder establecer cuáles son los principales recursos naturales a proteger en el sitio (Barrantes, 2008). La información que se genere con la presente investigación será de utilidad para las autoridades del MINAE en la toma de decisiones sobre el rumbo que debe seguir, esto a su vez acarreará un beneficio directo a todas las comunidades vecinas.

CAPÍTULO I

Riqueza del recurso hídrico y su relación con la cubierta vegetal en la Reserva Forestal Grecia, Alajuela, Costa Rica

Edwin Alberto Barrantes Barrantes, Maestría en Manejo de Recursos Naturales, UNED, Costa Rica; edwbarrantes@gmail.com

(Este trabajo fue sometido a la revista Cuadernos de Investigación para su publicación formal, Anexo 1).

RESUMEN

La Reserva Forestal Grecia (RFG), Alajuela, Costa Rica, cuenta con una extensión de 2000 hectáreas. Es una zona de recarga de mantos acuíferos que abastece de agua a varias comunidades del cantón de Grecia; esa importancia acuífera fue la razón para comparar si el porcentaje de mantos acuíferos y volumen de aforo (l/s) tienen relación con la cubierta vegetal existente en la Reserva Forestal Grecia. Se levantaron todos los puntos donde afloraba una naciente y se consideró la cobertura vegetal. Se utilizó el método volumétrico para aforar la totalidad de las nacientes. Se encontraron cuatro tipos de cobertura vegetal: bosque secundario, matorral, potrero, bosque de ciprés y pino y 70 nacientes de agua en toda el área de estudio. Se determinó un promedio de 1,12 l/s/ha de agua, la cual es utilizada para abastecer 11 Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS) de comunidades de los alrededores. Existe diferencia significativa entre las coberturas vegetales y la cantidad de nacientes presentes; en el bosque secundario es donde más nacientes existen y es el que cuenta con mayor área de cobertura; sin embargo, es en el matorral donde existe el mayor promedio de aforo. Entre la cantidad de agua que circula y la cobertura vegetal no se establece ninguna diferencia significativa; pero sí entre el volumen de aforo (l/s) de la naciente y la captación de agua.

PALABRAS CLAVE

Naciente, zona de recarga, mantos acuíferos, aforar, sistema volumétrico, uso de suelo.

ABSTRACT

The Grecia Forest Reserve (RFG), in Alajuela, Costa Rica, is a 2000-hectare area, it is important as a zone for the recharge of aquifers which supplies water to several communities of the county of Grecia; The importance of this reserve for the aquifers was the reason why the relation of the percentage and volume capacity (l/s) of the aquifers to the vegetation coverage in the Forest Reserve. All water springs points were located and the vegetation coverage was considered. The volumetric method was used to evaluate all the water springs. Four kinds of vegetation coverage were found: secondary forest, Rocky (scrubland), pastures and pine forest; and 70 water springs throughout the study area were identified. An average of 1,12 l/s/ha of water was calculated; this water is used to supply 11 ASADAS of surrounding communities. There is a significant difference between the vegetation coverage and the total of water springs identified. Most water springs are present in secondary forest areas where most vegetation coverage is found. However, most volume average was found in scrublands. Between the amount of circulating water and the vegetation coverage there is not any significant difference, but there is a significant difference between the volume capacity (l/s) of the spring and the water collection.

KEY WORDS

Water springs, recharge zone, aquifers, gauging, volumetric system, vegetation coverage.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas brindan diversos servicios ambientales, entre ellos el mantenimiento, recarga y flujo del recurso hídrico (Andrade & Navarrete, 2004), cuando su dinámica natural se ve alterada por las actividades que realiza el ser humano sobre la tierra, se influencia de manera diferente en la calidad y cantidad de afloramientos (nacientes) de mantos acuíferos de un lugar determinado y en la dinámica del ciclo hidrológico (Gonzaga, 1993; Huber & López, 1993; FAO, 1997; Manson, 2004; Ureña, 2004; Caballero & Jaramillo, 2007; Echeverría *et al*., 2007; FAO, 2008; Blanco, 2011; Castro *et al*., 2011). El conocer acerca de la abundancia y diversidad de la cobertura vegetal, brinda información que permite predecir los efectos que se generan sobre los mantos acuíferos y las acciones que se deben realizar en una futura gestión del recurso hídrico para una zona determinada (Gonzaga, 1993; Caballero & Jaramillo, 2007).

Las cubiertas boscosas durante el desarrollo y crecimiento captan alrededor del 50% de las precipitaciones pluviales; por lo tanto, son importantes para mantener y regular los patrones hidrológicos (Villegas, 2004). El suelo boscoso cuenta con alta densidad de hojarasca, raíces profundas, alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, lo que permite que la lluvia se filtre lentamente hacia el subsuelo, facilitando la recarga de los mantos acuíferos. Si se interviene el bosque o se reemplaza por otro tipo de cobertura vegetal, se producen cambios en la distribución normal de las precipitaciones y se alteran las reservas de agua del suelo y de los mantos acuíferos (Manson, 2004; Echeverría *et al*., 2007).

Existen evidencias de cómo se relaciona la cobertura vegetal del suelo con la cantidad de agua que se filtra a través de ellos (Manson, 2004). Los estudios coinciden en que los suelos con cubiertas no boscosas presentan una mayor variación en la humedad que retienen y en la cantidad de agua de las nacientes (Echeverría *et al*., 2007; Miller, 1977). Por ejemplo, en el sur de Chile se registró una disminución de las reservas de agua en los primeros 280cm de profundidad en los suelos con vegetación de *Pinus radiata*, pero cuando se eliminaron los árboles las reservas de agua fueron similares al de las praderas y zonas deforestadas, donde la disminución se dio a los 120cm (Huber & López, 1993).

El presente estudio centrará la atención en la fase terrestre del ciclo hidrológico que se relaciona con el uso del suelo, pues allí se desarrollan efectos medioambientales inducidos por los cambios que se dan entre el suelo y la cubierta vegetal, los cuales inciden sobre el balance hídrico y el aforo. De allí el interés de comparar si la cantidad nacientes (afloramiento superficial de mantos acuíferos subterráneos) y su volumen de aforo (l/s) tienen relación con la cobertura vegetal

del suelo existente en la Reserva Forestal Grecia, Costa Rica. Para dar respuesta a este objetivo se parte de tres hipótesis:

1. La mayoría de las nacientes de agua están en las zonas donde el uso de suelo es bosque secundario.

2. Las nacientes de agua con un mayor aforo se ubican en zonas boscosas.

3. El tipo de cobertura con mayor extensión posee mayor cantidad de nacientes captadas para uso de los seres humanos.

METODOLOGÍA

La Reserva Forestal Grecia (RFG) se ubica en las faldas del Volcán Poás, 14km al Norte de la ciudad de Grecia (10º10'N, 84º16' W), Alajuela, Costa Rica, cuenta con una extensión de 2000 hectáreas, con altitudes que varían entre los 1600 y los 2500 msnm (SINAC 2008; Maglianesi, 2010a,b). Fue declarada como reserva el 5 de Diciembre de 1973 para proteger zonas de recarga de los mantos acuíferos de la zona (Salazar, 1988).

Las coberturas vegetales en la RFG consideradas en este estudio son: bosque secundario, matorrales, potreros, bosque de ciprés y pinos (Maglianesi, 2010b). El bosque secundario es el resultado de zonas que fueron alteradas, pero actualmente se encuentra en regeneración natural (Maglianesi, 2010b).

Los matorrales son zonas de transición entre el bosque secundario y los potreros; son lugares semi-abiertos que presentan pocos especies arbustivas y plantas más ramificadas que un árbol (Gómez, 1986).

Los potreros son lugares abiertos donde existe poca presencia de especies arbustivas y el suelo se encuentra cubierto en su mayoría por gramíneas y herbáceas. El bosque de ciprés y pinos son plantaciones de especies exóticas, que se establecieron con el fin de regenerar zonas alteradas y para aprovechar la madera (Barrantes, 2008; Maglianesi, 2010b).

Realicé recorridos desde enero hasta julio del 2013 por todo el terreno de la RFG y localicé por observación directa la totalidad de las nacientes permanentes presentes en el área. Registré la ubicación de cada una por medio de un GPS e identifiqué el tipo de cobertura vegetal donde se encuentran (Fig. 1); además, determiné el aforo de cada una de ellas por medio del método volumétrico. Este método consiste en establecer el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el aforo en l/s (INIA, 1994; FAO, 1997; Bello & Pino, 2000). En cada una de las zonas donde se presentó una naciente,

determiné la cobertura vegetal presente en un radio de 100m a la redonda (Barrantes, 2008; Maglianesi, 2010b).

El área total (ha) que ocupa cada tipo de cobertura la determiné por medio de la fotointerpretación (Gonzales, 2006), con ayuda de los mapas de cobertura del FONAFIFO (MINAET, 2012) y por medio de comprobación directa en el campo. La densidad de nacientes por tipo de cobertura la estimé dividiendo la cantidad de nacientes entre el área total (hectáreas) de cada una de las coberturas. El promedio del volumen del aforo por tipo de cobertura (l/s/ha) lo estimé dividiendo la cantidad de litros por segundo generados por las nacientes entre el área total para cada uno de los tipos de cobertura vegetal presentes.

Los datos los analicé con el programa estadístico de IBM SPSS statistics 19, y realicé las pruebas de Chi cuadrado, Kruskall-Wallis y la U de Mann-Whitney, en algunas pruebas se eliminó la cobertura de ciprés debido a que solo había una naciente.

La información sobre las comunidades que se benefician captando el recurso hídrico dentro de la RFG, la recogí mediante la observación directa y entrevistas a los cinco funcionarios del MINAE que laboran en el área de estudio y a 38 funcionarios o miembros de las 11 ASADAS de las comunidades que captan agua dentro de la Reserva Forestal Grecia (de Poas: Calle Liles, San Juan Norte, de Grecia: Calle Rodríguez y Calle San José, San Isidro, San Miguel, San Roque, Los Ángeles, San Luis, San Juan, Cajón y Carbonal).

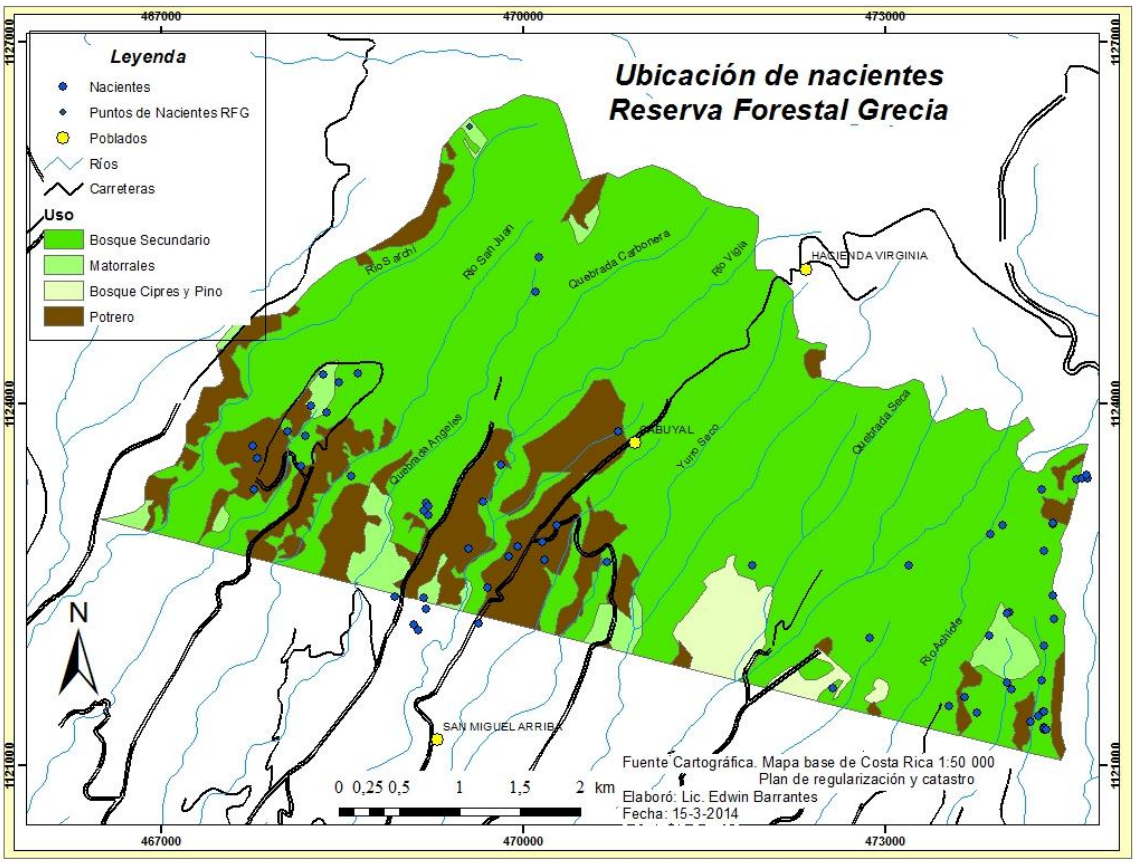


Figura 1 Distribución de nacientes de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal presentes en la Reserva Forestal Grecia, Marzo 2014.

RESULTADOS

La cobertura vegetal predominante es el bosque secundario. Identifiqué un total de 70 nacientes de agua en los cuatro diferentes tipos de cobertura vegetal. El promedio del aforo es de 1,12l/s, el ámbito = 33,48; el mínimo = 0,02 y el máximo = 33,50, tanto el aforo mínimo como el máximo se ubican en el suelo cubierto por matorral (Cuadro 1).

La vegetación con mayor cobertura es el bosque secundario (X^2 = 3,078, gl = 3, p <0,000). De acuerdo con lo esperado, la mayor cantidad de nacientes se encuentran en el bosque secundario que es la cobertura con mayor extensión (X^2 = 51,71, gl = 3, p <0,000).

Cuadro 1. Número de nacientes permanentes según el tipo de cobertura en la Reserva Forestal Grecia, Costa Rica, Marzo 2014.

Cobertura vegetal	Área (ha)	Nacientes	Densidad nacientes/ha	Promedio aforo/ha	Captación (f) Sí	No
Bosque secundario	1031	42	0,041	0,029	25	17
Potrero	685	13	0,019	0,008	4	9
Matorral	166	14	0,084	0,254	7	7
Bosque ciprés	118	1	0,008	0,008	1	0
Total	2000	70			37	33

Al contrario de lo esperado, no encontré diferencia significativa en el aforo según la cobertura vegetal (Kruskal-Wallis = 6,293, N = 70, p = 0,098). Entonces, considerando el área, es en el matorral donde existe mayor concentración de litros de agua por segundo (0,254).

El 52,86% (37 nacientes) son captadas para abastecer de agua a diversas poblaciones, de estas el 67,57% (25 nacientes) se ubican en el bosque secundario, el 18,92% (7 nacientes) en el matorral, el 10,81% (4 nacientes) en el potrero y el restante 2,70% (1 naciente) en el bosque de ciprés y pino.

Estas nacientes son captadas por acueductos para abastecer de agua a aproximadamente 8 000 abonados de comunidades como San Juan Norte, Calle Liles, San Roque, San Miguel, Los Ángeles, San Juan, San Luis, Cajón, San Isidro, Carbonal, Calle Rodríguez, entre otras. Las nacientes que cuentan con mayor aforo son las que se encuentran captadas para abastecer a las comunidades (U Mann-Whitney = 335,50, N = 69, p = 0,002). También se encontró que la mayor captación de agua para consumo humano se presenta en el área con mayor cobertura vegetal: bosque secundario (X^2 = 23,565, gl = 2, p <0,000).

DISCUSIÓN

El aumento de la población y su distribución de manera no planificada, el acelerado proceso de expansión urbana y el incremento en las actividades económicas y productivas, principalmente en los sectores agrícola e industrial están alterando el bosque (MINAET, 2012; Castro *et al*., 2011) y, a su vez presionan de manera negativa sobre los recursos naturales de las cuencas hidrográficas, afectando el volumen y calidad del agua (Ureña, 2004; Castro *et al*., 2011).

Los nuevos usos del suelo producto de las actividades antropogénicas atentan contra la recarga acuífera, debido a que se disminuye la retención de agua y la presencia de nacientes permanentes (Blanco, 2011; Castro *et al*., 2011). Los suelos con cobertura vegetal de ciprés retienen menor cantidad promedio de agua que el mismo suelo con cobertura de roble (Caballero & Jaramillo, 2007); el promedio de

humedad del suelo en las microcuencas la Cubero y la Beta (Colombia) según cobertura y nivel de profundidad mostró diferencias, fue mayor en el suelo con cobertura de rastrojo, luego con la cobertura de pino y por último con la cobertura de ciprés (Gonzaga, 1993).

Esas evidencias científicas demuestran que la cobertura vegetal influye en la cantidad de nacientes que puedan existir, en este estudio encontré que es el bosque secundario el que presenta mayor número de nacientes en relación con las otras coberturas vegetales; probablemente esto se deba a que esta cobertura cuenta con el mayor porcentaje de área y posee mayor permeabilidad para la retención del agua y para abastecer de forma más eficiente a los mantos acuíferos (Villegas, 2004); también a la baja diversidad de especies de flora reportadas en las otras coberturas (Maglianesi, 2010 a, b) que estaría limitando la retención de agua para abastecer a los mantos acuíferos; a su vez, las especies del bosque de coníferas disminuyen la humedad del suelo y afecta la recarga de los mantos acuíferos (Villegas, 2004).

La alteración del bosque natural son actividades que atentan contra el artículo 1 de la Ley de Aguas 276 de Costa Rica, que indica que se debe proteger este recurso para el bienestar de los seres vivos (Asamblea Legislativa, 2004). Los estudios relacionados con la protección y gestión del recurso hídrico deben centrarse primeramente en realizar un inventario de las fuentes existentes, de su caudal de aprovechamiento promedio (Castro *et al*., 2011) y de la cobertura boscosa que la rodea.

La RFG presenta gran interés para los científicos, quienes se han dedicado especialmente a estudiar la abundancia y diversidad de especies vegetales y de la avifauna reportadas en sus tres zonas de vida: Bosque muy Húmedo Montano Bajo (es el predominante), Bosque muy Húmedo Premontano y Bosque Pluvial Montano Bajo (Maglianesi, 2010 a, b); pero se ha dejado de lado el estudio del recurso hídrico, el cual se ve determinado por la cobertura vegetal existente (Gonzaga, 1993; Huber & López, 1993; FAO, 1997; Caballero & Jaramillo, 2007; FAO, 2008; Blanco, 2011; Castro et al., 2011).

La zona presenta una importante riqueza hídrica, 70 nacientes permanentes y es en el bosque secundario donde existe el mayor número de ellas; por lo tanto, se esperaría que la mayor concentración de litros de agua por segundo se de en ese tipo de cobertura; sin embargo, no fue así, es en el matorral donde se da esa situación.

En tipo de cobertura de matorral se localizan “acuíferos confinados”, como los del río Prendas que genera 35,2 l/s de agua; este tipo de acuífero está cubierto por una capa impermeable confinante (Ordoñez, 2011), lo que los hace menos

vulnerables a sufrir afectaciones por actividades superficiales a corto plazo, como el cambio de uso de suelo (Gil, 2008). A largo plazo el manejo inadecuado de los ecosistemas, así como la remoción de la cobertura boscosa trae consecuencias negativas: rompimiento del ciclo hidrológico, alteración permanente del clima regional, aumento de la temperatura (por falta de nubes), reducción de las precipitaciones y el abastecimiento de los mantos acuíferos (Huber et al., 1985; Huber & López, 1993; Manson, 2004).

En los bosques reforestados de México se observó una disminución en el acceso al agua del suelo (Manson, 2004) y se aumentó la escorrentía del agua superficial, lo que disminuyó la filtración y reabastecimiento de la capa freática, como se demostró en plantaciones de *Pinus radiata*, donde la variación en la reserva de agua se produjo hasta los 280 cm de profundidad, mientras que en la pradera fue en los primeros 100 cm (Huber & López, 1993); situación que se mantiene en los bosques y praderas al sur de Chile (Echeverría *et al*., 2007). En el presente estudio, se encontró que en suelos con matorrales se presenta la mayor densidad de nacientes/ha y la mayor densidad de aforo (l/s/ha); esto implica cierto grado de vulnerabilidad del recurso a sufrir alteraciones por actividades antrópicas, por lo tanto se requiere de un manejo científico que convierta a esa cobertura en un bosque con árboles nativos de la zona para asegurar la continuidad y disponibilidad del recurso hídrico.

La mayor cantidad de nacientes de las que se capta agua para consumo humano se localizan en el bosque secundario, área de mayor cobertura. Esta situación posiblemente se deba a la ubicación; accesibilidad, tipo de naciente, caudal y calidad del agua y al diseño del sistema de abastecimiento que debe construirse para abastecer en cantidad suficiente a la población (Benavidez et al., 2006); situación que no se analizó en esta investigación y que se sugiere hacer para contar con mayor información científica que sustente esta hipótesis.

AGRADECIMIENTOS

A Ligia Jeannete Bermúdez y Zaidett Barrientos Llosa, por sus sugerencias para mejorar esta investigación que es parte de los requisitos de graduación del programa de maestría en manejo de recursos naturales con énfasis en gestión ambiental.

REFERENCIAS

Andrade, A. & Navarrete, F. (2004). Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. México. Editorial, PNUMA, *Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental 8*.

Asamblea Legislativa. (2004). Ley de Aguas N° 276. 4ta edición. San José, Costa Rica. Editorial, IJSA.

Barrantes, E. (2008). Evaluación integral de la categoría de manejo de la Reserva Forestal Grecia, Alajuela. Grecia, Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales, San José, Costa Rica. Editorial, Universidad Estatal a Distancia (UNED).

Bello, M. & Pino, M. (2000). Medición de presión y caudal. Punta Arenas, Chile. Editorial, Ministerio de Agricultura de Chile.

Benavidez, D., Castro, M. & Vizcaíno, H.M. (2006). Optimización del acueducto por gravedad del municipio de Timaná (Huila). Bogotá, Colombia. Editorial, Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Civil. Tesis en Ingeniería Civil.

Blanco, H. (2011). Áreas de recarga hídrica de la parte media alta de las microcuencas Palo, Marín y San Rafaelito, San Carlos, Costa Rica. San José, Costa Rica. Editorial, *Cuadernos de Investigación*, 3 (1): 181-204.

Caballero, B. & Jaramillo, D. (2007). Humedad crítica y repelencia al agua en andisoles bajo cobertura de Cupressus lusitanica y Quercus humboldtii en la cuenca de la quebrada piedras blancas (Medellín, Colombia). Universidad Nacional de Colombia. Editorial, *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 60 (2), 4001-4024

Castro, G., Chavarría, F., de la Cruz, J., Gelabert, C., Martínez, D., Paniagua, W., Sánchez, N., Sibaja, K. & Tejada, A. (2011). Impacto antrópico en el manto acuífero Barva (Heredia, Costa Rica) con énfasis en el uso del suelo (1992-206). San José, Costa Rica. Editorial, *Cuadernos de Investigación*, 3 (1): 71-80.

Echeverría, C., Huber, A & Taberlet, F. (2007). Estudio comparativo de los componentes del balance hídrico en un bosque nativo y una pradera en el sur de Chile. Editorial, Bosque, 28(3), 271-280.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (1997). Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía. Roma, Italia. Editorial, FAO.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2008). La ganadería amenaza el medio ambiente. Roma, Italia. Editorial, FAO.

Gil, J. (2008). Recursos hidrogeológicos. Geoparque de las Villuercas Ibores Jara. Gobierno de Extremadura, España.

Gómez, L.D. (1986). Vegetación de Costa Rica. *Apuntes para una biogeografía costarricense*. San José, Costa Rica. Editorial, Universidad Estatal a Distancia.

Gonzaga, L. (1993). Efecto de las coberturas vegetales ciprés, pino y rastrojo sobre la humedad del suelo en dos microcuencas de Piedras Blancas, Antioquía. Editorial, *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*, 8, 7-24.

Gonzales, X. (2006). Fotointrepretación de los usos del suelo. Departamento de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela, España.

Huber, A., Oyarzún, C. & Ellies, A. (1985). Balance hídrico en tres plantaciones de Pinus radiata y una pradera. II humedad del suelo y evapotranspiración. Valdivia Chile. Editorial, Bosque 6(2), 74-82.

Huber, A. & López, D. (1993). Cambio en el balance hídrico provocado por la tala rasa de un rodal adulto de Pinus radiata (D. Don), Valdivia Chile. Editorial, Bosque 14(2), 11-18.

INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). (1994). Cómo medir el agua de riego. Santiago, Chile. Editorial, INIA.

Maglianesi, M. (2010a). Avifauna asociada al bosque nativo y plantación exótica de coníferas en la Reserva Forestal Grecia, Costa Rica. Editorial, *Ornitología Neotropical*, 21, 339–350.

Maglianesi, M. (2010b). Caracterización de la comunidad vegetal en áreas de bosque nativo y plantaciones de coníferas en la Reserva Forestal Grecia (Alajuela, Costa Rica). San José, Costa Rica. Editorial, UNED. *Cuadernos de Investigación*, 2 (2), 245-253.

Manson, R. (2004). Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. Editorial, Madera y Bosques, 10(1), 3-20.

Miller D. (1977). Water at the Surface of the Earth. An Introduction to Ecosystem Hydrodynamics. *International Geophysics series*. Nueva York, Estados Unidos de América. Editorial, Academic Press. 557 p

MINAET, Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2012). Estudio de cobertura forestal de Costa Rica 2009-2010. San José, Costa Rica. Editorial, Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, Cooperación Financiera entre Alemania y Costa Rica. Proyecto: Programa Forestal Huetar Norte.

Ordoñez, J. (2011). Aguas subterráneas-acuíferos. Sociedad Geográfica de Lima, Perú. Editorial, Global Water Parthership.

Salazar, H. (1988). Reconocimiento ecológico de la Reserva Forestal Grecia. Grecia, Costa Rica. Editorial, Municipalidad de Grecia.

SINAC, Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2008). Plan de manejo Reserva Forestal Gracia. San José, Costa Rica. Editorial, MINAET.

Ureña, N. (2004). Efectos del aumento poblacional y del cambio de uso del suelo sobre los recursos hídricos en la microcuenca del Río Ciruelas, Costa Rica. Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar por el grado de Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica. Editorial, CATIE.

Villegas, J. (2004). Análisis del conocimiento en la relación agua-suelo-vegetación para el Departamento de Antioquía. Editorial, *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquía*, 1, 73-79.

CAPITULO II

Riqueza hídrica, florística, faunística y uso de la tierra en la Reserva Forestal Grecia

Edwin Alberto Barrantes Barrantes, Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales, UNED, Costa Rica. Correo electrónico: edwbarrantes@gmail.com

RESUMEN

La Reserva Forestal Grecia representa una importancia ecológica para la flora y fauna que encuentra su hábitat en las cuatro coberturas vegetales presentes y para los humanos que se abastecen del agua de sus mantos acuíferos. El objetivo radica en estudiar la riqueza hídrica, de flora y fauna de la Reserva Forestal Grecia y su relación con la cobertura vegetal existente actualmente en la zona. El trabajo de campo se llevó a cabo desde enero hasta julio del 2013. La información relacionada con la riqueza de especies de flora y fauna; número de nacientes y cobertura boscosa se recogió mediante la observación cuantitativa realizada directamente en el campo. Mediante cuestionarios aplicados a funcionarios del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) y las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS) se identificó la importancia de la Reserva para las comunidades. Se identificaron cuatro usos del suelo, el predominante es el bosque secundario, y 70 nacientes de agua. Entre la biodiversidad sobre salen las siguientes familias: en flora Rubiaceae, en aves Columbidae, en mamíferos Canidae, en anfibios Bufonidae y en reptiles Polychrotidae. Los guardarecursos consideran que al ser reserva no se protegen adecuadamente los recursos bióticos y abióticos existentes y proponen como solución de manejo unir el área de la RFG al Parque Nacional Volcán Poás.

ABSTRACT

The Grecia Forest Reserve (RFG) makes out an ecological importance because of its flora and fauna that find its habitat in the four vegetative covers; furthermore human beings get the source of water from its aquifers. The objective is to study the water wealth of flora and fauna of the Grecia Forest Reserve and its relation to the existing vegetation present in the area. Fieldwork was conducted from January to July 2013. The Information related to the wealth of flora and fauna; number of water sources and forest cover was collected by quantitative observation made directly in the field. The importance of the reserve for communities was identified through questionnaires and MINAE officers and "ASADAS". Four land uses were identified, the dominant is the secondary forest, besides there are 70 water springs. Among the biodiversity the following families predominate: Rubiaceae flora, birds Columbidae, Canidae mammals, amphibians and reptiles Polychrotidae Bufonidae. The rangers consider that the biotic and abiotic existing resources are not properly protected and managed in this area, so they propose to join the RFG to Poas Volcano National Park.

INTRODUCCIÓN

La Reserva Forestal Grecia (RFG) presenta gran importancia ecológica desde el punto de vista de la conectividad que establece con otras áreas protegidas, entre ellas el Parque Nacional Volcán Poás y Zona Protectora Toro (Fig. 2). Esta conectividad le permite funcionar como corredor biológico para algunas especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles (Arce & Bermúdez, 2005b). También su importancia ecológica radica en su alto índice de biodiversidad de flora y fauna, en los recursos hídricos existentes y por presentar una riqueza escénica y de recreación para los visitantes del lugar (Arce & Bermúdez, 2005b).

La RFG cuenta con mantos acuíferos que abastecen de agua a gran parte de las comunidades del cantón de Grecia y a su diversidad biológica que se establece en sus distintas coberturas vegetales. Entre las comunidades que se benefician con el agua de sus nacientes están: San Roque, San Miguel, Los Ángeles, La Virgencita, San Luis, Cajón, San Isidro, Carbonal, Calle Rodríguez, entre otras; así como su diversidad biológica existente.

OBJETIVOS

General

Establecer la riqueza hídrica, de flora y fauna de la Reserva Forestal Grecia y su relación con la cobertura vegetal que se da actualmente en la zona

Específicos

1. Determinar las principales características hídricas y biológicas del lugar en relación con el uso de la tierra.
2. Conocer la percepción de los administradores sobre la importancia del sitio y el manejo que se le da actualmente.
3. Analizar la categoría de manejo establecida para la zona en relación con el uso del suelo, las principales características hídricas, biológicas y la percepción de los miembros de las ASADAS de las comunidades vecinas, sobre la importancia del lugar.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La Reserva Forestal Grecia colinda con el Parque Nacional Volcán Poás y la Zona Protectora Toro; además se encuentra muy cerca de la Zona Protectora Chayote y el Parque Nacional Juan Castro Blanco (Fig. 2).

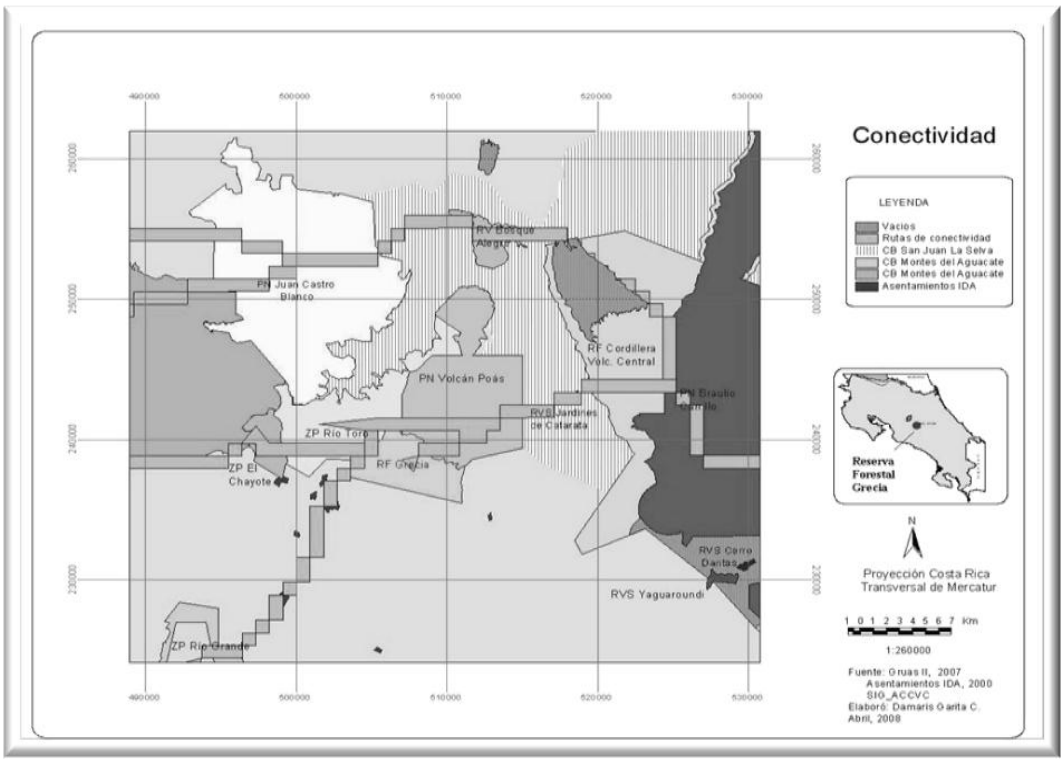


Figura 2. Mapa de conectividad de la Reserva Forestal Grecia con otras áreas protegidas. **Tomado de**: Garita, 2008.

Métodos y técnicas para la recolección de la información

El trabajo de campo se llevó a cabo desde enero hasta julio del 2013 en la Reserva Forestal Grecia. Para la obtención de la información se utilizaron los siguientes métodos y técnicas de recolección:

Observación cuantitativa: se basa en el registro sistemático de comportamientos, conductas o patrones de las diferentes variables a analizar (Hernández *et al*., 2008). Por medio de la observación se determinó la presencia o no de especies en los lugares preestablecidos, la dominancia y densidad de las mismas; el caudal de las nacientes y la relación existente con el uso del suelo del entorno.

Cuestionario: Se aplican dos cuestionarios, el primero dirigido hacia los funcionarios del MINAE que laboran en la zona, con el fin de obtener el criterio en aspectos como: importancia de la zona, fragilidad de los recursos presentes entre

otros y el segundo dirigido a buscar la relación e importancia de la RFG con las ASADAS de las comunidades vecinas.

Procedimiento metodológico para la recolección.

Los principales usos del suelo presentes en la RFG y en los cuales se encuentran las nacientes son cuatro:

1. Bosque Secundario; zonas que fueron alteradas (por extracción de madera y carbón, ganadería, pastos, etc.), pero que actualmente se encuentran en recuperación, la mayoría de especies son nativas de poca altura, presentan una copa estrecha (monopódicos) y un sotobosque conformado por una amplia gama de especies, ya que el estrato superior permite un paso mayor de luz solar y desarrollo de especies arbustivas.
2. Áreas de matorrales; es una zona de transición entre el bosque secundario y los potreros, son lugares semi-abiertos que se caracteriza por la presencia de parches de algunas especies arbustivas y plantas más ramificadas que un árbol, menores a 5m de altura y usualmente con muchos tallos, también en estas zonas existen un número considerable de gramíneas.
3. Potreros; lugares abiertos donde existe poca presencia de especies arbustivas y el suelo se encuentra cubierto en su mayoría de gramíneas y herbáceas principalmente.
4. Bosque de Ciprés y Pinos, son plantaciones en su mayoría de especies exóticas, que se establecieron con el fin de regenerar zonas alteradas y para aprovechamiento de la madera, la mayoría especies presentes son el Ciprés y Pino (Smith & Smith, 2001, Barrantes, 2008; Maglianesi, 2010).

De acuerdo con los usos del suelo se establecieron 15 Parcelas de 100 m^2 (10 m x 10 m) cada una, se distribuyeron porcentualmente de acuerdo con la cantidad de nacientes encontradas en cada tipo de uso de suelo. De la población total de 70 nacientes descubiertas, se tomó una muestra de alrededor de 21,43% (15 puntos de muestreo), dichos puntos se establecieron utilizando el criterio del investigador, la accesibilidad al lugar y la representación proporcional de los diferentes tipo de uso de suelo presentes en la zona. Se establecieron nueve puntos de muestreo en bosque secundario (en representación del 60% de las nacientes presentes en este tipo de cobertura vegetal), tres en potreros (en representación del 20%), dos en áreas de matorrales (en representación del 18,6%) y una en bosque de Ciprés y Pinos (en representación del 1,4%).

Análisis de información del recurso hídrico, flora y fauna

Las características que presenta la Reserva desde el punto de vista hídrico, biológico y su relación con el uso del suelo se analizaron considerando la existencia de afloramientos de mantos acuíferos (nacientes), la vulnerabilidad que presenta cada naciente de acuerdo con los diferentes tipos de cobertura presentes en el entorno y la fauna asociada en cada uno de ellos.

La riqueza se cuantificó como el número de especies presentes en los puntos de muestreo, para calcular la riqueza de especies esperada de aves en los diferentes hábitats, se calculó la diversidad con base en el índice de Margalef (DMg) y se llevó a cabo una comparación de la abundancia y de la riqueza de aves entre los puntos de muestreo, mediante la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, los análisis fueron realizados con el programa BioDiversity® (2005), JMP 7® (2007) y la hoja electrónica Excel® (2007).

La interpretación de los datos sobre la riqueza de flora y fauna se basó en **Alto** si existe un número mayor a 15 familias diferentes en el lugar. **Mediano** si el número de familias oscila entre 10 y 15 y **Bajo** si la cantidad de familias es menor de 10.

Para complementar el análisis de la información recabada en relación con la riqueza hídrica, flora y fauna del lugar, se contrastó con las opiniones proporcionadas por los funcionarios del MINAE que laboran en el sitio y los miembros de las ASADAS relacionadas directamente con la Reserva, esto con el propósito de enriquecer la información vinculada con la importancia que tiene el lugar para el desarrollo sostenible de la zona.

Riqueza hídrica

Primeramente se realizaron recorridos prácticamente en la totalidad de la Reserva en la época seca, esto con el fin de identificar sitios de afloramiento permanentes de mantos acuíferos (nacientes permanentes de agua, Figura 3), también se tomó en cuenta las experiencias de los funcionarios del MINAE que laboran en la Reserva, así como la de los fontaneros de diferentes acueductos (Calle Rodríguez de Poás, San Miguel, Calle Liles, entre otros) en cuanto a puntos específicos donde ellos han divisado nacimientos de agua.

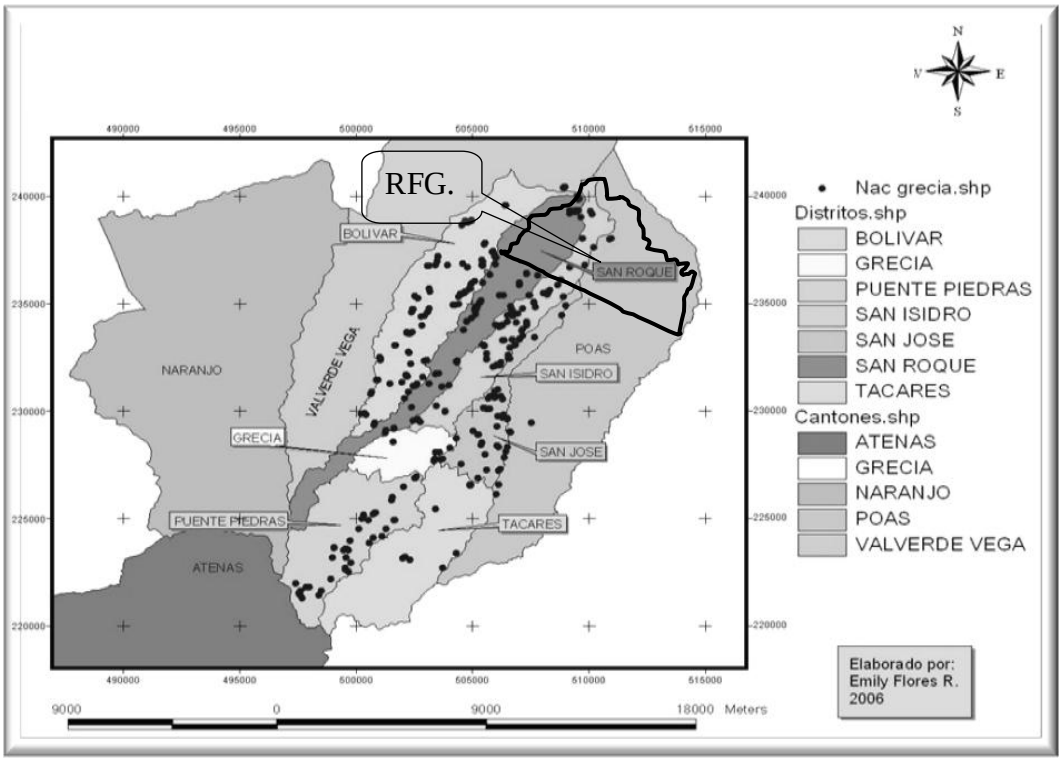


Figura 3. Mapa de las nacientes de agua permanentes en el cantón de Grecia.
Tomado de: Flores y Zúñiga, 2006.

Se realizaron dos aforos a cada una de las nacientes detectadas, uno en la época seca y otro en la época lluviosa, esto con el fin de obtener un caudal promedio de cada una. Para realizar el aforo en cada uno de los afloramientos se utilizó el método volumétrico, que consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en litros por segundos (l/s) (INIA, 1994; FAO, 1997; Bello & Pino, 2000).

Se georeferenciaron los puntos de ubicación de las nacientes objeto de estudio (Figura 4) mediante la utilización de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) marca Garmin GPSmap (60 CSx), se analizaron los tipos de coberturas presentes en un radio de cien metros a la redonda y se elaboraron mapas mediante el programa Arc View GIS (versión 3.3), los mapas de cobertura del FONAFIFO y el programa Google Earth 2014. Estos mapas brindan un mejor panorama global de la ubicación de las nacientes y los diferentes usos del suelo que existe en el entorno próximo de las mismas (Bosque Secundario, Áreas con matorrales, Potreros y Bosque de Ciprés y Pinos).

La información obtenida sobre los caudales de las nacientes se registró por medio de la hoja electrónica Excel (2007) y se calculó la cantidad promedio de l/s (litros por segundo) o su equivalente de m^3/s (metros cúbicos por segundo) que se generan en la zona.

Figura 4. Áreas de nacientes seleccionadas para establecer las parcelas de muestreo en la Reserva Forestal Grecia. **Adaptada de**: Google, 2014.

Para establecer cuántas comunidades aprovechan el recurso hídrico del lugar, se comprobó con la toma de agua de las nacientes captadas, el sitio o comunidad destinataria y se averiguó en las diferentes ASADAS sobre las comunidades que se benefician del agua de la Reserva.

Para la interpretación de los datos sobre la importancia del recurso hídrico se consideró la cantidad de litros que genera el lugar y el aprovechamiento que se da por parte de las comunidades vecinas, se estimó la importancia como: **Alta** si se generan más de 1 000 m^3/mes y cuando más de 10 comunidades captan agua del lugar. **Mediana** si se genera entre 500 y 1 000 m^3/mes y el número de comunidades que aprovechan el recurso está entre 5 y 10, por último, se consideró como de importancia **Baja** si la cantidad de agua es menor a 500 m^3/mes y el número de comunidades que la aprovechan el agua es inferior a 5.

Determinación de la riqueza de la flora

Se establecieron y se marcaron con cinta topográfica 15 parcelas de 100 m^2 (10 x 10) para la flora del lugar, se instituyeron las mismas en los puntos donde existe un afloramiento de agua (naciente), bajo criterio del investigador y de forma proporcional al número de nacientes existentes en los diferentes tipos de usos de suelo (nueve en Bosque secundarios, tres en Áreas de matorrales, dos en Potreros y una en Bosques de Ciprés y Pino), tomando en cuenta la accesibilidad del lugar y

tratando de abarcar la mayor área posible. Los puntos de las parcelas se georeferenciaron utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) marca Garmin GPSmap (60 CSx).

Las especies fueron identificadas dentro de las parcelas por observación directa y mediante el uso de bibliografía especializada (Poveda & Sánchez, 1999; Jiménez et al., 2002 & Zamora et al., 2004). Se identificaron todas las especies que cuentan con un DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) igual o superior a cinco centímetros. Se consideró la riqueza de especies dentro de las parcelas y se analizaron los datos por sectores dentro de la RFG, por lo que se obtuvo valores sobre la composición de la flora para cada sector (riqueza) y se extrapolaron a toda el área en general.

Fauna

Para obtener información más precisa y un mejor manejo de la misma, la fauna se dividió en cuatro subgrupos: mamíferos rastreros (roedores, felinos, caninos), aves, anfibios y reptiles.

Riqueza de mamíferos rastreros, roedores, felinos y caninos.

La riqueza de especies se calculó como el número de especies por sitio de muestreo, mediante la utilización de la hoja electrónica Excel 2007®. Como sitios de muestreo de mamíferos rastreros se utilizaron las mismas parcelas establecidas para el muestreo de flora (en total 15 puntos, Fig. 4), los criterios que se utilizaron para establecer la localización de los transectos (de alrededor de 40m de longitud) fueron: a) criterio del investigador y proporcionalidad de acuerdo con el número de nacientes en los diferentes tipos de cobertura vegetal o uso de suelos existentes (Bosque secundario, Matorrales, Potreros, Ciprés y Pino); b) accesibilidad (senderos y caminos) y c) procurar abarcar la mayor área posible de la Reserva. Los lugares seleccionados fueron georeferenciados (GPS) para formular el diseño de muestreo de la investigación.

Se realizaron cuatro recorridos (dos en época seca y dos en época lluviosa) por cada punto durante los seis meses establecidos para el muestreo de campo, se llevaron a cabo dos diurnos (08:00-12:00 hr) y dos nocturnos (19:00-22:00 hr), abarcando en promedio dos puntos por día y permaneciendo alrededor de 30 minutos en cada uno de los sitios mencionados previamente. La detección de individuos se realizó mediante la utilización de trampas (Tomahawk) en el caso de los roedores y por observación directa de los individuos y sus rastros (cadáveres,

comederos, echaderos, excretas, huellas, madrigueras activas, nidos, pasaderos) para los demás grupos. Para identificar las especies y rastros, se emplearon las guías de campo especializadas (Reid, 1997; Aranda, 2000; Carrillo et al., 2002).

Riqueza de Aves

Se utilizó como sitios de avistamiento de aves las parcelas establecidas para el muestreo de flora, un punto de muestreo en cada parcela para un total de 15 puntos de muestreo (Fig. 4). Los criterios para establecer la locación de los puntos fueron: a) áreas que incluyan proporcionalmente la representación de los diferentes tipos de cobertura vegetal existentes en la Reserva (uso de suelo); b) accesibilidad y visibilidad (senderos y/o caminos, áreas donde la vegetación permita una buena visibilidad de la avifauna) y c) procurar abarcar la mayor área posible del lugar. Todos estos puntos fueron georeferenciados mediante la utilización de un GPS.

Se realizaron cuatro muestreos por puntos de conteo (dos en época seca y dos en época lluviosa) durante los seis meses establecidos para el muestreo de campo, procurando cubrir de manera proporcional la totalidad de tipos de cobertura vegetal presentes e identificando la mayor cantidad de especies posible, para la observación e identificación de las mismas se utilizaron binóculos y la guía de aves de Costa Rica (Stiles & Skutch, 2003).

Durante el período de muestreo en cada punto fijo previamente establecido, se identificaron todas las aves observadas durante 15 minutos en un área determinada por la visibilidad del observador (Ralph et al. 1993), se efectuó dos veces la misma acción en cada punto, por la mañana (06:00–9:00 hr) y por la tarde (14:30–17:30 hr), procurando abarcar en promedio dos puntos de muestreo por día, además se anotaron las especies que se encontraron fuera de los puntos de conteo y que fueron diferentes a las registradas dentro de los mismos.

Riqueza de Anfibios

Se utilizaron como sitios de muestreo de anfibios las parcelas establecidas para el muestreo de flora (en total 15 puntos, Fig. 4). Se realizaron cuatro recorridos por punto (dos en época seca y dos en época lluviosa) durante los seis meses establecidos para el muestreo de campo, los recorridos se realizaron en dos tiempos diferentes, uno en la mañana (7:00 hr) y uno en la tarde (16:00 hr) permaneciendo alrededor de 30 minutos en cada uno de los sitios y procurando abarcar un promedio de dos puntos por día, esto con el fin de encontrar microhábitats en diferentes sustratos (hojarasca, suelo, rocas y troncos, fuentes de

agua) que podrían ser utilizados por este grupo de organismos. Se definieron los siguientes criterios para constituir la localización de los transectos de alrededor de 40 m de longitud: a) áreas que incluyan la presencia de nacientes de acuerdo con su proporción, la representación de los diferentes tipos de cobertura vegetal existentes (uso de suelo); b) accesibilidad (senderos y/o caminos) y c) procurar abarcar la mayor área posible de la Reserva. Los lugares seleccionados fueron georeferenciados para formular el diseño de muestreo de la investigación, para la identificación de las especies se utilizó la técnica de observación directa y se complementó con la ayuda de la guía de anfibios de Costa Rica (Leenders, 2001).

Riqueza de reptiles

Al igual que se hizo con los anfibios, se utilizaron como sitios de muestreo de reptiles las parcelas establecidas para el muestreo de flora. También se realizaron cuatro recorridos por punto durante los seis meses establecidos para el muestreo de campo. Se llevaron a cabo dos en la mañana (7:00 hr) y dos en la tarde (16:00 hr) permaneciendo alrededor de 30 minutos en cada uno de los sitios y procurando abarcar un promedio de dos puntos por día, se realizó una búsqueda en diferentes sustratos: hojarasca, suelo, rocas y troncos, con el fin de encontrar individuos de estas especies.

Al igual que con los anfibios se utilizaron los mismos transectos (15 de alrededor de 40m de longitud, Fig. 4). La identificación de las especies se realizó mediante la observación directa y con ayuda de las guías de reptiles de Costa Rica (Leenders, 2001 & Solórzano, 2004).

Percepción social

Los sujetos que se tomaron en cuenta para esta investigación fueron los cinco funcionarios del MINAE que están directamente relacionados con el área de estudio y que laboran en la RFG y 38 funcionarios o miembros de las 11 ASADAS de las comunidades que captan agua dentro de la Reserva Forestal Grecia (de Poas: Calle Liles, San Juan Norte, de Grecia: Calle Rodríguez y Calle San José, San Isidro, San Miguel, San Roque, Los Ángeles, San Luis, San Juan, Cajón, Carbonal). Para obtener la percepción de las personas se utilizó como técnica de recolección de datos, el cuestionario (anexos 2 y 3), este instrumento se aplicó en los respectivos lugares de trabajo y casas de habitación de los informantes.

La categorización de las respuestas obtenidas se realizó por medio de similitudes y reiteraciones al responder, por lo que los datos se determinaron por

medio de frecuencias absolutas (Barrantes, 2003; Herrera, 2006; Hernández et al., 2008). Para la codificación e interpretación de los datos se utilizó la hoja electrónica Excel (2007).

La opinión de las personas sobre la importancia de los recursos a proteger fue valorada como: importancia **Alta**, si más de la mitad de las opiniones de las personas mencionan como un recurso esencial y que además se encuentran en grave peligro de sufrir alteraciones por diferentes prácticas o circunstancias, lo cual establece como prioritaria su protección para la continuidad del área.

De importancia **Baja**, si solo la mitad o menos de las opiniones de los encuestados expresan que son recursos importantes y que se encuentran muy vulnerables a sufrir alteraciones.

RESULTADOS

Recurso hídrico

El total de nacientes detectadas en el área de estudio fue de 70, de las cuales el 60% (42) se situaron en áreas de Bosque Secundario, el 20% (14) en áreas de Matorrales, el 18,6% (13) en áreas de Potreros y por último el 1,4% (1) en áreas de Ciprés y Pinos. Todas las 70 nacientes generan un caudal promedio de 78 l/s (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de nacientes detectadas en la Reserva Forestal Grecia, 2014.

#	Nombre	N	W	Ẋ l/s	m.s.n.m	Uso Suelo	Capt	Ubic.
1	Margarita 1	10.14348	84.23684	1.00	1680	B. Secundario	Si	S. Juan Poás
2	Margarita 2	10.14403	84.23719	0.11	1697	B. Secundario	No	S. Juan Poás
3	Apestegui 1	10.14675	84.23436	0.12	1810	B. Secundario	Si	S. Juan Poás
4	Apestegui 2	10.14876	84.23366	0.69	1886	B. Secundario	Si	S. Juan Poás
5	R. Prendas 1	10.15928	84.23199	1.52	2265	B. Secundario	Si	S. Norte Poás
6	R. Prendas 2	10.15932	84.23155	33.50	2270	A. Matorral	Si	S. Norte Poás
7	Los Murillo	10.15936	84.23112	0.82	2259	A. Matorral	Si	S. Norte Poás
8	CoopePoás	10.15962	84.23117	1.00	2265	A. Matorral	Si	S. Norte Poás
9	Lourdes, Casas	10.14224	84.24155	0.79	1797	A. Matorral	No	C. Rodrig.
10	Finca Camiseta	10.14290	84.24038	0.18	1823	A. Matorral	No	C. Rodrig.
11	F. Alvarado 1	10.15852	84.23458	0.31	2254	B.Secudario	No	Lagunilla Poás
12	F. Alvarado Rest.	10.15590	84.23373	0.79	2228	A. Matorral	No	Lagunilla Poás
13	F. Alvarado. 2	10.15586	84.23750	0.47	2127	B. Secundario	No	Lagunilla Poás
14	Rio Ach. Pared	10.15511	84.23842	8.49	2077	B. Secundario	Si	C. Rodri. Arriba
15	Bosque Niño	10.14117	84.23949	0.84	1866	B. Secundario	Si	Finca Bocalla
16	Cooperativa 1	10.14741	84.24761	0.42	1743	B. Secundario	Si	S. Franc. S. Isidro
17	Cooperativa 2	10.15283	84.24463	0.19	1998	B. Secundario	No	S. Franc. S. Isidro
18	Mario Herrera	10.14757	84.23850	0.98	1810	B. Sec. Cipres	Si	C. Rodrig.
19	R. Luna, M Herrera	10.14926	84.23701	1.57	1965	B.Secudario	No	S J.Poás
20	R. Luna, M Herrera	10.14918	84.23722	0.20	1954	B. Secundario	No	S J.Poás
21	Margarita 3	10.14112	84.23537	0.02	1746	A. Matorral	No	S J.Poás

#	Nombre	N	W	Ẋ l/s	m.s.n.m	Uso Suelo	Capt	Ubic.
22	Apestegui 3	10.14187	84.23448	0.22	1768	B.Secudario	Si	SJ.Poás
23	Apestegui 4	10.14187	84.23440	0.14	1774	B.Secudario	Si	SJ.Poás
24	Apestegui 5	10.14148	84.23485	0.05	1778	B.Secudario	Si	SJ.Poás
25	Apest. tanque	10.14048	84.23436	0.26	1769	B.Secudario	Si	S J.Poás
26	Apest. Pared	10.14060	84.23442	0.27	1776	B.Secudario	Si	SJ. Poás
27	Apest.Tubo	10.14065	84.23442	1.00	1775	B.Secudario	Si	SJ. Poás
28	Apest. penúltimo	10.14058	84.23438	0.09	1778	B.Secudario	Si	SJ. Poás
29	Apest. último	10.14053	84.23419	0.08	1778	B.Secudario	Si	SJ. Poás
30	S. Roque	10.15300	84.26745	0.15	1737	B.Secudario	Si	Carbonal
31	San Miguel 1	10.15580	84.27127	0.07	1783	Potrero	Si	S. Miguel
32	San Miguel 2	10.15457	84.27232	0.04	1761	Potrero	No	S. Miguel
33	San Miguel 3	10.15316	84.27219	0.21	1700	Potrero	No	S. Miguel
34	S.M.4 Pedros	10.14845	84.27712	2.09	1506	Potrero	Si	S. Miguel
35	San Miguel 5	10.15110	84.27647	0.09	1663	Potrero	No	S. Miguel
36	S.M.6 Suso	10.15402	84.27794	0.98	1684	Potrero	Si	Caj.Arrib
37	Dalia 1	10.15758	84.27683	0.16	1734	Potrero	Si	Caj.Arrib
38	Dalia 2	10.16035	84.27546	0.03	1754	Potrero	No	Caj.Arrib
39	S. M. Lechería	10.15419	84.27425	0.04	1667	Potrero	No	S. Miguel
40	S. M. Lech. 2	10.15346	84.27487	0.05	1678	Potrero	No	S. Miguel
41	A. S. Miguel 1	10.14795	84.28168	0.36	1586	A. Matorral	Si	Caj.Arrib
42	A. S. Miguel 2	10.14832	84.28207	2.10	1616	A. Matorral	Si	Caj.Arrib
43	A. S. M. cueva	10.14951	84.28115	3.40	1632	B. Secudario	Si	Caj.Arrib
44	Queb. Cueva	10.15035	84.28129	0.48	1642	B. Secundario	No	Caj.Arrib
45	Fausto Gómez	10.15041	84.28354	1.08	1619	Potrero	No	Caj.Arrib
46	Finca Estado 1	10.15750	84.28115	0.76	1714	B. Secundario	Si	Caj.Arrib
47	Finca Estado 2	10.15722	84.28098	0.02	1720	B. Secundario	No	Caj.Arrib
48	Finca Estado 3	10.15656	84.28094	0.08	1728	B. Secundario	No	Caj.Arrib
49	Finca Estado 4	10.15685	84.28130	0.17	1717	B. Secundario	Si	Caj.Arrib
50	Finca Negrit	10.15946	84.28680	0.75	1679	A. Matorral	No	Bol.Caj.
51	Finca Aleman	10.16285	84.26664	0.27	1803	A. Matorral	Si	S.Miguel Arriba
52	La Cornelia 1	10.16023	84.29061	0.11	1716	Potrero	No	S. Luis Arriba
53	La Cornelia 2	10.16174	84.29427	0.07	1733	A. Matorral	No	S. Luis Arriba
54	La Cornelia 3	10.16076	84.29395	0.36	1745	A. Matorral	Si	S. Luis Arriba
55	La Cornelia 4	10.15848	84.29414	0.35	1714	Potrero	No	S. Luis Arriba
56	La Cornelia 5	10.16721	84.28628	2.55	1862	B. Secundario	Si	S. Luis Arriba

#	Nombre	N	W	Ẋ l/s	m.s.n.m	Uso Suelo	Capt	Ubic.
57	La Cornelia 6	10.16654	84.28778	0.06	1820	B. Secundario	No	S. Luis Arriba
58	La Cornelia 7	10.16708	84.28889	0.13	1864	B. Secundario	No	S. Luis Arriba
59	La Cornelia 8	10.16281	84.29167	0.11	1779	B. Secundario	No	S. Luis Arriba
60	La Cornelia 9	10.16478	84.28986	0.67	1794	B. Secundario	Si	S. Luis Arriba
61	La Cornelia 10	10.16421	84.28868	0.12	1782	B. Secundario	No	S. Luis Arriba
62	La Cornelia 11	10.16245	84.29031	0.35	1735	B. Secundario	Si	S. Luis Arriba
63	Cooperativa	10.14357	84.25037	0.18	1733	B. Secundario	No	S. Isidro
64	Finca Negrit	10.17330	84.27290	0.46	1948	B. Secundario	No	Cajón Arriba
65	Finca Negrit	10.17590	84.27259	0.95	2038	B. Secundario	Si	Cajón Arriba
66	Las Alturas	10.15282	84.25642	0.03	1799	B. Secundario	No	S. Isidro
67	Finc. Alv. Rest 2	10.15596	84.23371	1.13	2197	A. Matorral	No	LagunillaPoás
68	Finc. Alv. 3 quebrada	10.15390	84.23441	0.50	2140	B. Secundario	No	LagunillaPoás
69	Apestegui 6	10.15051	84.23368	0.21	1978	B. Secundario	Si	S. Juan poás
70	Apestegui 7	10.14417	84.23457	0.29	1803	B. Secundario	Si	S. Juan poás

Nomenclatura Utilizada: N= Norte; W= Oeste; Ẋ l/s= Promedio de litros por segundo; msnm= metros sobre el nivel del mar; Capt= Captación.

Del total de las nacientes estudiadas (70), 37 se encuentran captadas por algún acueducto lo que representa un 52,9% de la totalidad existentes dentro de la RFG. Las ASADAS que se benefician con el recurso hídrico son 11 y se encuentran distribuidas de la siguiente forma, en el cantón de Poas: San Juan Norte, con un promedio de 400 beneficiarios del servicio, Calle Liles con aproximadamente 180 abonados. En Grecia las ASADAS beneficiadas son: San Isidro, con un promedio de 2 000 usuarios, Calle Rodríguez con 534 abonados, Los Ángeles con 1 048 abonados, El Cajón con 250 abonados, San Roque con 1 740 abonados, San Miguel que beneficia a un promedio de 400 personas, Carbonal con 220 abonados, San Luis con un promedio de 450 abonados, San Juan con 650 abonados, lo que quiere decir que actualmente se benefician con el agua que se produce en la Reserva alrededor de 7 872 familias de 11 comunidades.

A partir de la información recolectada sobre la ubicación de las nacientes se elaboró un mapa donde se detalla la ubicación de cada naciente en los diferentes tipos de uso de suelos, así como su distribución espacial dentro de la RFG (Fig. 5 y 6).

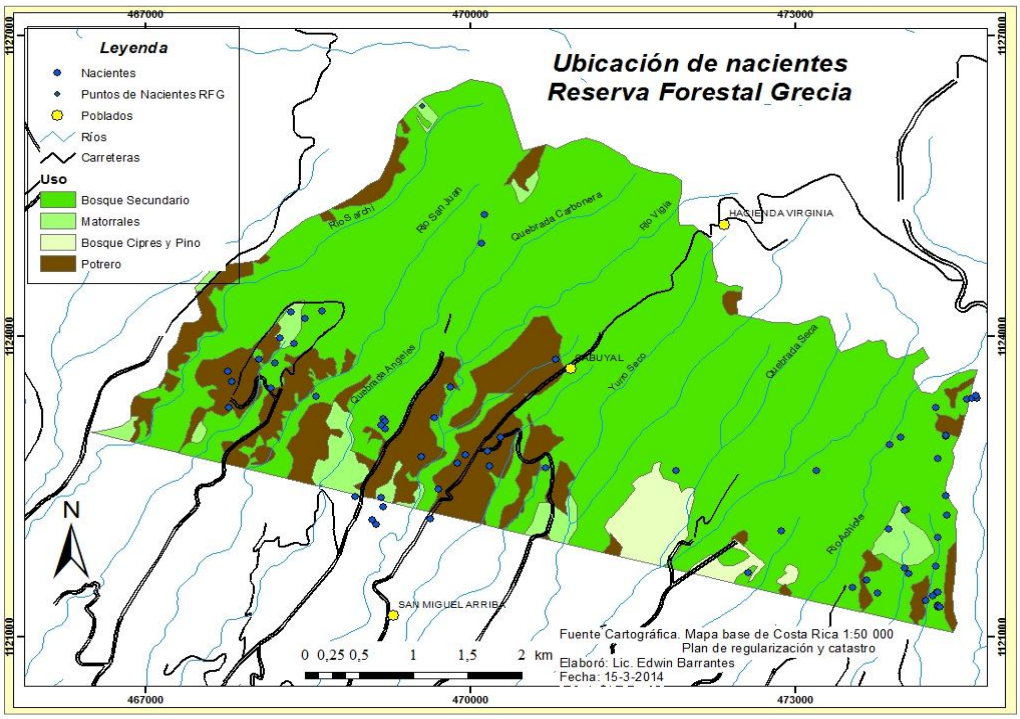
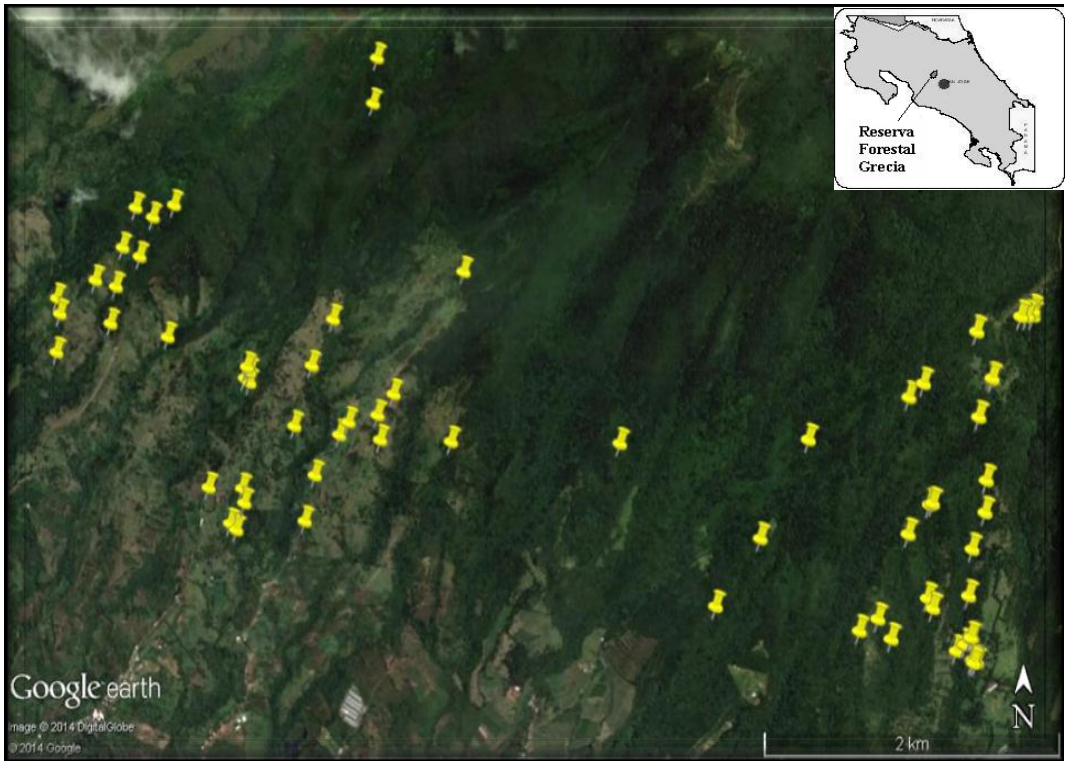


Figura 5. Distribución espacial de todas las nacientes con las que cuenta la Reserva Forestal Grecia, 2014.



Figuras 6. Distribución espacial de los diferentes tipos de usos de suelos presentes en la Reserva Forestal Grecia. **Adaptada de**: Google, 2014.

Flora

Se identificaron 247 individuos, pertenecientes a 43 familias, la Rubiaceae es la más frecuente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Familias de flora presentes en la Reserva Forestal Grecia, 2014.

Familias	**Números de individuos**
Rubiaceae	46
Papilionaceae	18
Lauraceae	17
Rosaceae	17
Malvaceae	16
Malpighiaceae	12
Piperaceae	11
Melastomataceae	8
Mimosaceae	8
Winteraceae	8
Apiaceae	7
Cannabidaceae	7
Myrtaceae	7
Moraceae	6
Anacardiaceae	5
Graminaceae	5
Arecaceae	4
Cucurbitaceae	4
Poaceae	4
Asteraceae	3
Clusiaceae	3
Cyatheaceae	3
Musaceae	3
Sapindaceae	3
Cactaceae	2
Chloranthaceae	2
Euphorbiaceae	2
Zingiberaceae	2
Araceae	1
Annonaceae	1
Begoniaceae	1
Betulaceae	1
Bromeliaceae	1
Caesalpinaceae	1
Casuarinaceae	1
Cupressaceae	1
Fabaceae	1
Geraniaceae	1
Menispermaceae	1
Ochnaceae	1
Papaveraceae	1
Passifloraceae	1
Staphyleaceae	1

Fauna

Aves

Se registraron 27 especies diferentes pertenecientes a un total de 15 familias (Cuadro 4) y que se clasifican en varios gremios tróficos (Fig. 7).

Cuadro 4. Familias de aves presentes en la Reserva Forestal Grecia, 2014.

Familia	Género	Especie	Individuos
Columbidae	*Patagioenas*	*flavirostris*	48
Troglodytidae	*Troglodytes*	*ochraceus*	19
Parulidae	*Vermivora*	*peregrina*	12
Trochilidae	*Lampornis*	*calolaema*	11
Tyrannidae	*Contopus*	*virens*	9
Emberizidae	*Saltator*	*coerulescens*	9
Hirundinidae	*Golondrina*	*sp*	5
Emberizidae	*Zonotrichia*	*capensis*	5
Trochilidae	*Amazilia*	*tzacatl*	4
Tyrannidae	*Contopus*	*cinereus*	4
Parulidae	*Myioborus*	*miniatus*	4
Turdidae	*Turdus*	*plebejus*	4
Cracidae	*Chamaepetes*	*unicolor*	3
Fringillidae	*Carduelis*	*psaltria*	3
Turdidae	*Catharus*	*aurantiirostris*	3
Corvidae	*Cyanocorax*	*morio*	3
Icteridae	*Icterus*	*g.galbula*	3
Emberizidae	*Melozone*	*leucotis*	3
Rhinocryptidae	*Scytalopus*	*argentifrons*	3
Emberizidae	*Atlapetes*	*brunneinucha*	2
Thraupidae	*Chlorospingus*	*ophthalmicus*	2
Trochilidae	*Eugenes*	*fulgens*	2
Thraupidae	*Thraupis*	*episcopus*	2
Emberizidae	*Atlapetes*	*gutturalis*	1
Coerebidae	*Dendroica*	*petechia*	1
Dendrocolaptidae	*Lepidocolaptes*	*affinis*	1
Thraupidae	*Piranga*	*bidentata*	1

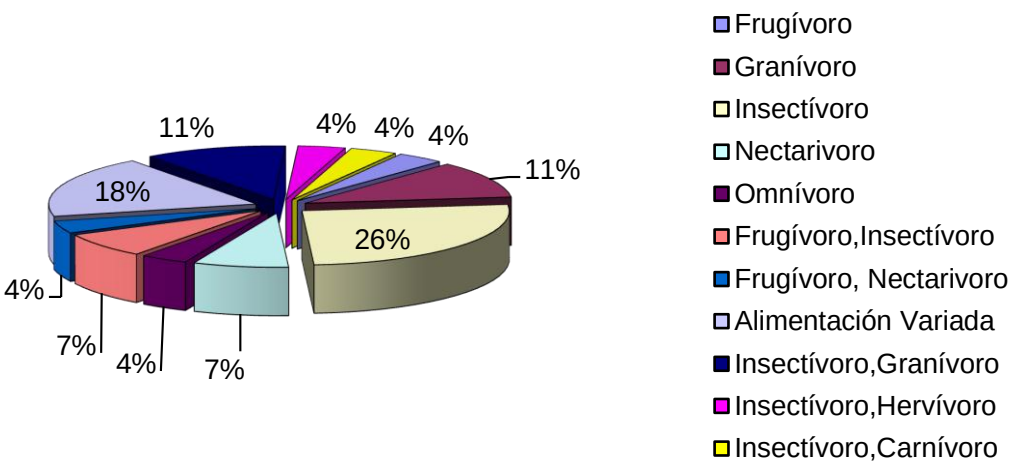


Figura 7. Porcentaje de las especies de aves según el gremio trófico, Reserva Forestal Grecia, 2014.

Además, el índice de diversidad de Margalef demostró que la mayor diversidad de aves se observó en el puntos **5** (2,47), seguido por el punto de observación **3** (1,86), mientras que los puntos **8** (0,41) y **10** (0,35), son los que presentaron la menor diversidad de aves (Cuadro 5).

Cuadro 5. Índice de diversidad de Margalef (D_{Mg}) para la avifauna muestreada en cada uno de los puntos seleccionados, Reserva Forestal Grecia, 2014.

Punto de muestreo	D_{Mg}
1	0,62
2	1,44
3	1,86
4	1,21
5	2,47
6	0,91
7	1,31
8	0,41
9	1,82
10	0,35
11	1,44
12	1,44
13	1,37
14	1,21
15	0,72

Las aves se observan en todos los usos de suelo diferentes que se localizan en la RFG, siendo mayor su avistamiento en los hábitats del bosque secundario (Figura 8).

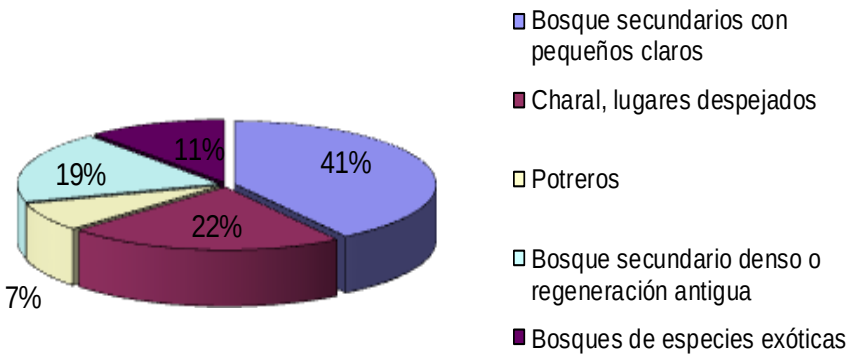


Figura 8. Porcentaje de aves según preferencia de tipo de hábitat, en la Reserva Forestal Grecia, Alajuela, 2014.

También, se registró una especie de ave fuera de tiempo y punto de muestreo perteneciente a la familia Cracidae, la Pava negra (*Chamaepete unicolor*), la cual se observó en el cruce del sendero que va hacia el Volcán Poás.

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis dio como resultado que la mediana del número de individuos entre puntos de conteos no fue significativamente diferente ($H=12,56$; $gl=14$; $p=0,56$), pero entre individuos por especie si fue significativamente diferente ($H=61,40$; $gl=26$; $p<0,01$).

Mamíferos, reptiles y anfibios

En los recorridos se detectó la presencia de 35 individuos de los tres grupos; entre los mamíferos sobresale el avistamiento de los coyotes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies de mamíferos, reptiles y anfibios observados en la Reserva Forestal Grecia, 2014.

Familia	Género/Especie	Nombre vernáculo	Individuos
Mamíferos			
Canidae	*Canis latrans*	Coyote	5
Sciuridae	*Sciurus granatensis*	Ardilla	3
Muridae,	*Oryzomys bolivaris*	Ratón de monte	2
Procyonidae	*Nasua narica*	Pizote	5
Anfibios			
Bufonidae	*Bufo haemetiticus*	Sapo de Hojarasca	3
Reptiles			
Polychrotidae	*Norops tropidolepis*	Lagartijas de bosque nuboso	5
Crotalinidae	*Bothriechis lateralis*	Lora	3
Polychrotidae	*Norops polylepis*	Lagartijas comunes	3
Polychrotidae	*Norops cupreus*	Lagartijas de bosque seco	2
Polychrotidae	*Norops humilis*	Lagartija de suelo	1
Polychrotidae	*Norops limifrons*	Lagartija o anolis	1
Phrynosomatidae	*Sceloporus malachiticus*	Lagartijas Espinosas	2

En cuanto a los mamíferos, los Coyotes (o rastros de ellos) se localizaron principalmente en los puntos de muestreo de las nacientes 3, 4, 9 y 10, los tres primeros (3, 4 y 9) presentan un tipo de cobertura de Bosque Secundario y solo el punto 10 es de cobertura de Matorral. Por su parte las ardillas fueron observadas, una en los alrededores del punto 15 el cual presenta un uso de suelo de bosque de Ciprés y Pino y dos en el punto 12 que presenta un uso de suelo de Matorral. En cuanto a los ratones de monte, uno se divisó en el punto número 11 (uso de suelo Matorral) y el otro en el punto 8 que presenta un tipo de cobertura de Bosque Secundario. En cuanto a los pizotes (5) los mismos fueron divisados en las cercanías del punto 2 y presenta un uso de suelo de Bosque secundario.

Por su parte, los anfibios (3 *Bufo haemetiticus*) fueron divisados en las cercanías del punto número 1, el cual presenta un uso de suelo de Bosque Secundario.

En cuanto a los reptiles, las lagartijas de bosque nuboso, tres se observaron en el punto 2 y las restantes (2) se divisaron en el punto 1, ambos lugares presentan un uso de suelo de Bosque Secundario. Las tres lagartijas comunes se divisaron en el punto 7 y las dos lagartijas espinosas se observaron en el punto 6, ambos puntos (7 y 6) presentan un tipo de uso de suelo de Bosque Secundario. Por otra parte, las dos lagartijas de bosque seco se observaron en el punto número 13 (uso de suelo de Potrero), en cuanto a las Lagartija de suelo (1) y anolis (1) las mismas fueron divisadas en un uso de suelo de Bosque secundario (punto 3).

Por su parte las serpientes Lora (3), dos fueron observadas en el punto 5 y la otra en el punto 8, ambos puntos presenta un uso de suelo de Bosque secundario.

Percepción social

Cuestionario dirigido a los Guardarecursos

Con este cuestionario se pudo comprobar que la totalidad de los encuestados finalizó la primaria (5), tres terminaron la secundaria y dos tienen un título universitario.

En cuanto al porcentaje de terreno estatal y privado dentro la Reserva, tres informantes respondieron que el 12% es estatal y el 88% restante está en manos privadas, solo dos respondieron que el 10% es estatal y 90% es privada. También todos (5) concuerdan en que al estar la mayoría de terreno en manos privadas pone en riesgo la continuidad de la Reserva, ya que no se puede proteger el área como se debe y el Estado no tiene el control total de los recursos existentes en la zona.

Sobre la biodiversidad existente las opiniones están divididas, ya que tres de los Guardarecursos opinan que si existe una biodiversidad significativa en el área y dos opinan que no, sobre ese mismo tema los cinco encuestados opinan que las especies presentes en el lugar son muy susceptibles ante cualquier alteración que sufra el medio.

En cuanto a la relación existente entre la categoría de manejo y la razón de por qué se estableció la reserva, nuevamente los cinco (100%) concordaron al opinar que sí existe relación.

Ante un aprovechamiento forestal a futuro y la posibilidad de que esto signifique una alteración en los recursos del lugar, cuatro de los cinco informantes piensan que la topografía no se presta para el aprovechamiento forestal, mientras que uno piensa que sí, luego sobre este mismo punto, todos los encuestados están de acuerdo con que los recursos se verían perjudicados si se da un aprovechamiento forestal y que se pueden ver afectados recursos muy valiosos de la zona, siendo uno de los más destacados los mantos acuíferos.

Al preguntarles sobre el orden de importancia de protección de los recursos que existen en el lugar, la totalidad de los informantes (5) opinan que el principal recurso a proteger es el recurso hídrico, el segundo es la flora, nuevamente representado por la totalidad de las opiniones y el tercer recurso a proteger según el criterio de tres de los informantes, es la fauna existente en el lugar y solo dos de los Guardarecursos menciona el suelo como tercer recurso a proteger.

El 100% de los encuestados están de acuerdo con que la categoría de manejo actual no es la más adecuada para proteger el lugar, ya que para resguardar el

recurso hídrico la categoría de reserva forestal no es la más idónea. Al sugerirles que propusiera una nueva categoría de manejo para la zona protegida, todos respondieron que lo mejor es que pasara a ser parte del Parque Nacional Volcán Poás, esto por considerar que bajo esta categoría de manejo, se protegerían mejor los recursos del lugar. En cuanto a los beneficios que obtienen las comunidades vecinas de la Reserva, el recurso hídrico es el principal (cuadro 7).

Cuadro 7. Opinión de los funcionarios del MINAE sobre los beneficios que obtienen las comunidades aledañas a Reserva Forestal Grecia, 2014.

Recurso	Fa
Agua	5
Ambiental	3
Recreación	2
Belleza escénica	1
Económico	1
Suelos	1
Otros	1

Fa= Frecuencia absoluta.

La totalidad de los encuestados (5) indica que si existe una relación de conectividad (el área funge como corredor biológico) entre la RFG y otras áreas silvestres protegidas de los alrededores (Zona Protectora Chayote, Parque Nacional Juan Castro Blanco, Parque Nacional Volcán Poas, entre otros).

Cuestionario dirigido a las Asadas

El 81,6% (31) de los encuestados opina que la comunidad donde viven recibe algún beneficio directo de la RFG y que los tres beneficios principales son el agua (80%), el aire (10%) y la recreación (5%), el restante (5%) se repartió entre otras opciones como: biodiversidad, paisaje, suelos, fauna y flora.

Ante la consulta de si la RFG cuenta con un potencial hídrico importante el 100% (38) de los encuestados respondieron que sí, pero también el 100% (38) considera que este recurso se encuentra en riesgo debido a algunas actividades que se llevan a cabo en el lugar.

Al consultarles si en el lugar existe una variedad importante tanto en flora, como en fauna, la totalidad (38) respondió que sí, pero también la totalidad de los encuestados (38) respondió que estos recursos están propensos a sufrir alteraciones debido a las actividades humanas que se realizan en la zona.

Cuando se les consultó sobre los tres principales recursos a proteger en la Reserva, todos (38) estuvieron de acuerdo con el siguiente orden de prioridades: agua, flora y fauna.

El 60,5% (23) respondieron que la actual categoría de manejo de la RFG no tiene relación con la intención inicial por la cual se estableció el área (protección de zona de recarga para mantos acuíferos); mientras un 39,5% (15) personas respondieron que sí. Además, el 78,9% (30) considera que no existe relación entre la categoría de manejo (Reserva Forestal) y el uso del suelo que se le dan en la actualidad.

Tomando en consideración que la categoría de manejo establecida para la zona es de Reserva forestal,

El 100% (38) indica que la topografía del lugar se presta para el aprovechamiento forestal; pero el 60,5% (23) manifiesta que si se permite el aprovechamiento forestal se puede ver perjudicado algún recursos natural del lugar.

Cuando se les preguntó, si las acciones que realizan los funcionarios del MINAE son las más adecuadas para zona, el 100% (38) opinaron que no y que se deben implementar actividades como: un 58% (22) opinó que educación ambiental, un 21% (8) opinó que se debían de realizar más recorridos y una mayor vigilancia y por ultimo un 21% (8) opina que se debe sancionar más severamente a los infractores.

Ya por último, se consultó que si consideraban que existiera alguna relación entre la RFG y algunas otras áreas protegidas, el 60,5% (23) de los encuestados consideran que no existe ninguna relación.

Efectividad o idoneidad de los modelos de gestión y manejo

De acuerdo con las características que presenta la RFG y utilizando el índice de medición de efectividad en la gestión de áreas silvestres protegidas (WWF, 2000) y el sistema de Monitoreo de Áreas Silvestres Protegidas del SINAC (1998), se analizaron variables como; aprovechamiento de recursos, tamaño, especies presentes, conectividad, vulnerabilidad, entre otras. Utilizando la opinión de expertos (funcionarios del MINAE) y el criterio profesional para asignar un valor a cada variable en un rango de evaluación de 1 a 5, donde 1 significa la menor idoneidad y 5 la mayor, se tiene que las categorías de manejo o modelos de gestión que presentan mayor aptitud con la RFG son: Zona Protectora con una puntuación de 27, Corredor Biológico con 26 puntos y Parque Nacional con 24 puntos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Grado de idoneidad de las categorías de manejo o modelos de gestión en relación con los recursos naturales de la Reserva Forestal Grecia, 2014.

Categoría de manejo	Aprovec. Compat.	Beneficio comunidad	Vigilancia	Especies Indicad.	Fact. Bióticos	Tamaño	Conectividad	Vulnerabilidad	Total puntos
Zona Protectora	4	4	3	3	3	4	3	3	27
Corredor Biológico	4	4	3	2	3	3	4	3	26
Parque Nacional	4	4	3	3	3	2	3	2	24
Reserva Forestal	2	3	3	1	2	1	2	2	16
Reserva Biológica	2	1	2	2	2	2	2	2	15
Refugio Silvestre	1	1	1	2	3	2	3	1	14
Monumento Nacional	1	1	1	2	2	1	2	2	12
Humedal	1	1	1	1	1	2	1	1	9

DISCUSIÓN

En la Reserva Forestal Grecia existen un gran potencial del recurso hídrico, contabilizándose alrededor de 70 nacientes permanentes, que aunque cuatro de ellas están fuera de los límites catastrales de la Reserva, se consideraron dentro de este estudio, ya que las mismas se encuentran muy cerca del límite, están en terrenos privados pero bajo prácticas de conservación y además la dirección del flujo del manto acuífero, denota que la zona de recarga de las mismas se encuentra dentro de la RFG, como muchas otras nacientes que aunque se encuentran fuera de los límites de la RFG su continuidad está estrechamente relacionada con la conservación del lugar.

Las 70 nacientes estudiadas generan un caudal promedio de 77,98 l/s, lo que es igual a 202 124,16 m^3/mes, según los datos generados por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados, el promedio de consumo de una persona en Costa Rica es de 8 a 10 m^3/mes (Espinoza, et al., 2004), lo que permite estimar que se podría abastecer alrededor de 22 458,24 personas, solo con la producción de agua de las nacientes que existen dentro de la RFG, esto sin tomar en cuenta sistemas de almacenaje y distribución, lo cual permitiría aumentar el número de personas beneficiadas con tan valioso recurso (agua).

La mayoría de las nacientes (60%) se encuentran en áreas que tienen un uso de suelo de Bosque Secundario, las cuales no son tan vulnerables a sufrir alteración por alguna actividad humana (excepto el aprovechamiento forestal), sin embargo las restantes (40%) si están muy propensas a sufrir alteraciones, debido al uso de suelo que actualmente se da en el lugar donde se encuentran las nacientes. Es importante mencionar que en este grupo de nacientes (40%), ni tan siquiera se respeta el área de retiro o de protección, que está establecido en la ley forestal (1996), donde se establece una zona de protección de un radio de 100 metros si la naciente no está captada y 200 metros si se encuentra captada. Ante tal situación se puede concluir que un alto porcentaje (40%) de las nacientes existentes dentro de RFG se encuentran en un peligro real de sufrir algún tipo de alteración (disminución de caudal y contaminación) en el corto y mediano plazo, debido a las malas prácticas agropecuarias que se llevan a cabo en los alrededores de dichos afloramientos, poniendo en riesgo el suministro de tan valiosos recurso a varias comunidades y pudiendo afectar un importante número de personas las cuales se quedaría sin suministro de agua potable.

También se establece en este estudio, que la mayor riqueza tanto en flora como en fauna encontrada en la RFG, se encuentra directamente relacionada con el tipo de cobertura presente en el lugar (uso de suelo). En cuanto a flora se determinó

que la mayor riqueza de especies se encuentra en el tipo de uso de suelo de Bosque Secundario, en comparación con los otros usos como Matorrales, Potreros y área de Ciprés y Pinos, lo que coincide con estudios anteriores que reportan datos más significativos de riqueza de especies de flora para el Bosque Secundario (Maglianesi, 2010; Barrantes, 2008; Carmona & Quezada, 1998). En el bosque de Ciprés y Pino se observó un claro proceso de sucesión natural de especies nativas, lo que ha empezado a reducir el área total del mismo.

Dentro de las especies de flora estudiadas, la familia más representativa del lugar con 53 especies es la Rubiaceae, este comportamiento se debe principalmente a que las especies presentes de esta familia son facultativas y se puede encontrar tanto en bosques secundarios como en bosques prístinos o inalterados, de hecho, algunas especies de esta familia pueden desarrollarse y colonizar rápida y eficientemente claros en el bosque, estas características propician que su presencia no esté estrictamente relacionada con una condición de bosque en particular (Maglianesi, 2010; Morales et al., 2006).

En cuanto a las aves, la mayor cantidad de individuos se localizaron en los puntos de avistamientos 4, 7 y 10, presentando la mayoría un tipo de uso de suelo de Bosque Secundario, además se comprobó que existen cuatro familias dominantes: Columbidae, la Paloma morada (*Patagioenas flavirostris*) con 48 individuos identificados; Trochilidae, el Colibrí montañés gorgimorado (*Lampornis calolaema*) con 11 individuos; Troglodytidae, el Soterrey ocráceo (*Troglodytes ochraceus*) con 18 individuos y Parulidae, la Reinita Verdilla (*Vermivora peregrina*) con 12 individuos. Esta dominancia de algunas especies se debe principalmente a que la RFG presenta una serie de características (disponibilidad de alimento, hábitat, altitud, precipitación, entre otros) que son favorables para la reproducción de dichas especies (Maglianesi, 2010; Barrantes, 2008; Stiles y Skutch, 2003).

Comparando el índice de diversidad de Margalef se tiene que los puntos de muestreo 5 (2,47), 3 (1,86), 9 (1,82), son los que presentaron la mayor riqueza de especies; mientras que los puntos 10 (0,35), 8 (0,41) y 1 (0,62), son los de menor riqueza. Esta situación se debe esencialmente a la relación existente entre tipo de cobertura y los hábitos alimenticios de las especies, los puntos de muestreo **5**, **3** y **9** se ubican en áreas de Bosque Secundario con pequeños espacios despejados, este tipo de cobertura es el hábitat predilecto para la mayoría de especies de aves presentes en la RFG (Maglianesi, 2010; Barrantes, 2008; Stiles y Skutch, 2003).

Existe un mayor porcentaje de especies de aves insectívoras, seguidas por las omnívoras (en la que se agrupan todas las aves que tienen hábitos alimentarios que incluye tres o más tipos diferentes de alimentos) y por último las granívoras. Las de menor porcentaje, son las especies con hábitos frugívoros, frugívoros

nectarívoros, entre otros, esta situación se presenta debido a la abundancia de alimento durante la mayor parte del año, lo que provoca que las especies con dietas de insectos sean las que residan en mayor cantidad en el lugar.

En cuanto a los muestreos de mamíferos reptiles y anfibios, la cantidad de individuos observados no fue muy numeroso, esta situación pudo deberse principalmente a la limitante de duración en el tiempo de los muestreo y a que la fauna presente en la RFG sigue la tónica de toda la fauna presente en el trópico, donde se encuentra muy variada pero a su vez muy escasa, estas dos situaciones dificulta la observación de las especies y se ven reflejadas también en otros estudios realizados en el lugar sobre mastozoología (Barrantes, 2008; Salazar, 1988), donde los inventarios reflejan claramente una riqueza de especies de mamíferos; sin embargo, no se ha realizado hasta el momento ninguna investigación en cuanto a su abundancia.

Se establece que en la Reserva Forestal Grecia se presentan diferentes factores que no son los idóneos para las labores forestales permitidas dentro de la categoría de manejo, por ejemplo la precipitación del lugar es muy alta (3 221mm por año), esto aunado a la topografía muy irregular (con pendientes mayores al 50%), que de efectuarse una extracción de madera podría acelerar el proceso de erosión, perder la fertilidad y la permeabilidad del suelo, lo cual afectaría los mantos acuíferos y causaría inundaciones y derrumbes en las comunidades vecinas.

Otro punto en contra de la extracción de madera, es que en el lugar no existen planes de aprovechamiento adecuados para la zona, además muy pocas áreas dentro de la RFG presentan un potencial para el aprovechamiento forestal, ya que la mayoría de especies no cuentan con un fuste apropiado y los pocos individuos que podrían aprovecharse, se encuentra en lugares donde su extracción es muy difícil.

El área también presenta la particularidad de colindar con el Parque Nacional Volcán Poás, esta situación le permite funcionar como zona de amortiguamiento entre el Parque y la frontera agrícola o urbanística que se lleva a cabo en los alrededores del lugar, además por su cercanía o colindancia con varias zonas protegidas (Volcán Poás, Río Toro, Chayote y Juan Castro Blanco), se le puede atribuir a la Reserva Forestal Grecia la característica de interconectividad, ya que funciona como corredor biológico para diferentes especies, lo cual a su vez le asignaría al lugar un valor de importancia ecológica y un grado de vulnerabilidad a sufrir trastornos si se dan cambios en el entorno.

En cuanto al factor social se demuestra la necesidad de una mejor capacitación hacia los funcionarios del MINAE para que tenga más y mejores conocimientos y criterios a la hora de desempeñar sus funciones, especialmente las relacionadas

con la temática ambiental, ya que se percibe un desconocimiento del reglamento del área y la intención inicial de establecimiento del lugar. Este desconocimiento podría generar controversia en cuanto a los fines del área, pues se podría permitir realizar actividades que afecten negativamente los recursos presentes en el sitio.

Cerca del 88% del terreno de la RFG está en manos privadas, situación que pone en riesgo la conservación de los recursos del lugar, pues limita el desempeño de los funcionarios del MINAE en cuanto a acciones de protección y control dentro de dichos terrenos.

Existe una falta de estudios en la zona en relación con la biodiversidad existente, al no contar con inventarios completos de las especies, se desconoce el potencial real del lugar y puede generar un menosprecio de recursos muy importantes para la estabilidad de los ecosistemas locales, así como la interdependencia con especies de otras áreas.

Aunque el área está establecida bajo la categoría de manejo de Reserva Forestal, la mayoría de los encuestados está de acuerdo con que la zona no es apta para que se dé un aprovechamiento forestal, actividad permitida legalmente bajo esta categoría. Estudios realizados en el lugar (Barrantes, 2008; Salazar, 1988) demuestran que existen características físico-biológicas (topografía, mantos acuíferos, temperatura, precipitación, biodiversidad, tamaño de árboles, conectividad, riqueza de especies, entre otras) que no son compatibles con el aprovechamiento forestal.

Se establece que uno de los principales recursos a proteger en la zona es el hídrico, lo cual concuerda con el objetivo de establecimiento de la Reserva (Barrantes, 2008; Salazar, 1988) y se ve reforzado por la opinión de los funcionarios de MINAE que laboran en la zona y el de los funcionarios de las ASADAS. Esta situación particular demuestra la falta de afinidad entre la categoría de manejo y la razón de establecimiento del área, ya que para la protección del recurso hídrico, el aprovechamiento forestal permitido dentro de la categoría de manejo de Reserva Forestal no es el más adecuado.

Aunque uno de los principales beneficios que obtienen las comunidades vecinas de la RFG es el recurso hídrico, el área también brinda otros beneficios: funciona como corredor biológico, brinda conservación de suelos, genera fijación de carbono, regula el micro clima, es una zona de recreo, estudios y turismo, tienen mucha belleza escénica, entre otras, todas estas características ponen de manifiesto que es imperativo el brindarle una protección adecuada para asegurar su continuidad.

En cuanto a la evaluación de idoneidad de las diferentes categorías de manejo establecidas por el MINAE, en relación con las características y recursos naturales presentes en la RFG, se establece que las tres categorías o modelos de gestión

que presentan mayor idoneidad son: primera la de Zona Protectora con 27 puntos, segunda la de Corredor Biológico con 26 puntos y por última la de Parque Nacional con 24 puntos. Es notorio también en esta evaluación, que la categoría de manejo actual del área protegida (Reserva Forestal) ocupa el cuarto puesto de idoneidad (con 16 puntos), lo que reafirmaría lo expuesto anteriormente sobre la falta de afinidad de la misma en cuanto a la protección que se le brinda a los recursos naturales presentes en la zona. Como mejores opciones en cuanto a la categorías de manejo, se sugieren como las más indicadas para la protección y continuidad del lugar: la de Zona Protectora, ya que en esta categoría se establecen áreas formada principalmente por bosques y terrenos de aptitud forestal y donde el objetivo principal sea la protección del suelo, la regulación del régimen hidrológico, la conservación del ambiente y de las cuencas hidrográficas, estas particularidades asemejan muy bien la intensión inicial del porque se estableció el lugar, así como los intereses y actividades que se persiguen en la RFG. La segunda opción que se postula como más indicada es la de anexar el área al Parque Nacional Volcán Poas, esta opción es apoyada por los funcionarios del MINAE, ya que dentro de esta nueva categoría, se le brindaría una mejor protección a los recursos, se generaría mayor presión para comprar los terrenos privados y además esta categoría permitiría realizar actividades que de por sí ya se llevan a cabo en el lugar, como por ejemplo usos recreativos y educativos de forma controlada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila, H.L. (2006). Introducción a la metodología de la investigación. Cuauhtémoc, México. Edición electrónica. Recuperado de www.eumed.net/libros/2006c/203/

Avendaño, I. (2005). La Relación Ambiente y Sociedad en Costa Rica: Entre Gritos y Silencio, entre Amores y Odios. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Editorial UCR.

Aranda, M. (2000). Huellas y otros Rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México. DF. México. Editorial, McGraw-Hill, Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Barrantes, R. (2003). Investigación, un Camino al Conocimiento. San José, Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. Editorial UNED.

Bello, M. & M. Pino. (2000). Medición de presión y caudal. Punta Arenas. Ministerio de agricultura de chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Editorial INIA.

Brower, J., J. Zar, & C. von Ende. (1989). Field and laboratory methods for general ecology. 3rd ed. Dubuque, USA. Wm. C. Brown Publishers.

Cerezo, A., C. Robbins, & B. Dowell. (2009). Uso de hábitats modificados por aves dependientes de bosque tropical en la región caribeña de Guatemala. Rev. *Biol. Trop*. 57: 401–419.

Carrillo, E.; G. Wong y J. Sáenz. (2002). Mamíferos de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, Editorial INBio.

Carrillo, E.; G. Wong y J. Sáenz. (1999). Mamíferos de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Editorial INBio.

Colwell, R. K., & J. A. Coddington. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philos. T. Roy. Soc. B 345: 101–118. Brown Publishers.

Day. R. (2005). Como escribir y publicar trabajos científicos (3ª. Ed.). Washington, D.C. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Recuperado de http://www.who.int/library/collections/es.htm

Ecotrópica. (2010). Parque Nacional La cangreja, Historia. Puriscal, Costa Rica. Fundación Ecotrópica. Recuperado de http://www.lacangreja.Com/español/ lacangreja/infogeneral.htm

Espinoza, A; Morera, A; Mora, D. y Torres, R. (2004). Calidad del agua potable en Costa Rica, situación actual y perspectivas. San José, Costa Rica. Ministerio de Salud, Acueductos y Alcantarillados (AyA). Editorial, Organización Panamericana de la Salud (OPS).

FPN (Fondo de Parques Nacionales). (2009). Categorías de manejo. Recuperado de http:// www.fpncostarica.org.htm.

Flores, E. y O. Zúñiga. (2006). Diagnóstico de las nacientes permanentes del cantón de Grecia-2006. Grecia, Costa Rica. Editorial, Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE).

Fournier, L. (2000). Desarrollo y perspectivas del movimiento conservacionista costarricense. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Editorial UCR.

FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (1997). Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía. Roma, Italia. Editorial, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Gómez, M. (2009). Elementos de estadística descriptiva (3ª. Ed.). San José, Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. Editorial UNED.

Garita, D. (2008). Plan de Manejo Reserva Forestal Grecia, SIG_ACCVC. San José, Costa Rica. Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC). Editorial, SINAC.

García, J; E. Guier y I. Chacón. (2000). Ambiente: Problemática y opciones de solución "Antología". San José, Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. Editorial, UNED.

Gallardo, H. (1999). Elementos de investigación académica. San José, Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. Editorial, UNED.

García, R. (1997). Propuesta para un Plan de Manejo del Bosque del Niño, Reserva Forestal Grecia. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional. Editorial, UNA.

Gentry, A. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. Ann. Missouri *Bot. Garden* 75:1-34.

Hernández, R. C. Fernández y P. Baptista. (2008). Metodología de la investigación (4ª. Ed.). D.F. Editorial, México. McGraw-Hill, Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Herrera, M. (2006). Métodos de investigación 2, un enfoque dinámico y creativo. Naucalpan, México. Universidad Autónoma de México. Editorial UNAM.

Holdridge, L. (1987). Ecología Basada en la Zona de Vida. San José, Costa Rica. Editorial, Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura.

INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad). (2007). Estrategias, Planes y Programas Nacionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. Recuperado de http://www.inbio.ac.cr/es/biod/minaet/COABIO/Conveni_Diversidad_ Biolog.htm

INIA, (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). (1994). Cómo medir el agua de riego. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Editorial INIA.

Jiménez Q.; F. Rojas; V. Rojas y L. Rodríguez. (2002). Árboles Maderables de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Editorial INBio.

Leenders, T. (2001). Amphibians and Reptiles of Costa Rica. Miami, USA. *Zona Tropical*. A Zona Tropical Publication.

Asamblea Legislativa. (1996). Ley Forestal. Ley No.7575. San José. Costa Rica. Publicada en La Gaceta Nº 72 del 16 de abril de 1996.

Maglianesi, M. (2010). Avifauna asociada al bosque nativo y plantación exótica de coníferas en la Reserva Forestal Grecia. Mercedes de Montes de Oca, San José Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. Editorial, EUNED.

MINAET (Ministerio del Ambiente Energía y Telecomunicaciones). (2010). Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Reseña Histórica. Recuperado de http:// www.minae.go.cr/dependencias/desconcentradas/sistema_nacional_areas_con servacion.html

Morales, D. y C. Calvo. (2001). Recursos Forestales y Cambio de Uso de la Tierra en Costa Rica. San José, Costa Rica. Editorial, FAO.

Morales, J.F., N. Zamora & A. Soto. (2006). Desarrollo de indicadores ecológicos para el monitoreo y evaluación de la integridad ecológica de los bosques, en la banda media de elevación del Parque Internacional La Amistad (PILA) y zonas de influencia. San José, Costa Rica. Informe Técnico elaborado para The Nature Conservancy (TNC).

MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía). (2000). Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José, Costa Rica. Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC). Editorial, MINAE.

Obando, V. (2002). Biodiversidad en Costa Rica. Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Editorial INBio.

Poveda, L. & P. Sánchez. (1999). Árboles y palmas del Pacífico Norte de Costa Rica (claves dendrológicas). San José, Costa Rica. Editorial UCR.

Ralph, C., G. Geupel, P. Pyle, T. Martin, D. DeSante, & B. Milá. (1993). Handbook of field methods for monitoring landbirds. Pacific Southwest Research Station, Albany, California.

Reid, F. (1997). A field guide to the mammals of Central America and Southeast México. New York, USA. Oxford University Press.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2010). Sistema Nacional de Áreas Protegidas. MINAET. Recuperado de http://www. acmic.sinac.go.cr/planificacionasp.php.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2007). Gruas II, Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre / SINAC-MINAE. San José, Costa Rica. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. Editorial, SINAC.

Smith, R & T, Smith. (2001). Ecología (4ª. Ed.). Madrid, España. Editorial Pearson Educación, S.A.

Solórzano, A. (2004). Serpientes de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Editorial INBio.

Stiles, G & A Skutch. (2003). Guía de Aves de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Editorial INBio.

Salazar, H. (1988). Reconocimiento Ecológico de la Reserva Forestal Grecia. Grecia, Costa Rica. Municipalidad de Grecia. Editorial UCR.

UNEP (United Nations Environment Programme). (2007). Medioambiente para el Desarrollo, GEO4. Nairobi, Kenia. Recuperado de http://www.unep.org/geo/geo4 /media/fact_sheets/spanish/ES-Fact_Sheet_1.pdf

WWF (World Wide Fund for Nature). (2007). Programa de Bosques de WWF. Recuperado de http://www.wwf.es

Zamora, N.; Q. Jiménez & L. Poveda. (2004). Árboles de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. Editorial INBio.

Manuscritos No Publicados

Arce, R. y N. Bermúdez. (2005ª). Análisis de Amenazas, Reserva Forestal Grecia. Grecia, Costa Rica. Manuscrito no publicado, disponible en el archivo de la RFG.

Arce, R. y N. Bermúdez. (2005b). Propuesta de Plan de Protección, Reserva Forestal Grecia. Grecia, Costa Rica. Manuscrito no publicado, disponible en el archivo de la RFG.

ACCVC (Área de Conservación Cordillera Volcánica Central). (2000). Propuesta Zonificación, Infraestructura, Desarrollo de Sitio Reserva Forestal Grecia. Grecia, Costa Rica. Manuscrito no publicado, disponible en el archivo de la RFG.

Barrantes, E. (2008). Evaluación integral de la categoría de manejo de la Reserva Forestal Grecia, Alajuela. Grecia, Costa Rica. Tesis de Licenciatura no publicada, Universidad Estatal a Distancia (UNED), disponible en el archivo de la RFG.

Carmona, C. & Quesada, C. (1998). Propuesta de interpretación para el sendero Los Pinos en el centro operativo del bosque del niño. Trabajo de graduación de diplomado no publicada, Colegio Universitario de Alajuela. Alajuela, Costa Rica, disponible en el archivo de la RFG.

RECOMENDACIONES

Se debería cambiar la categoría de manejo del área protegida, después de realizar diversos análisis y de valorar diferentes características presente en la reserva como: tamaño, recursos de flora y fauna presentes, clima, precipitación, potencial hídrico, topografía y sobre todo los intereses del porque se estableció el lugar, así como el vínculo que tienen las comunidades vecinas al depender de algunos recursos que brinda el lugar, esto con el fin de brindar una mejor protección a los recursos presentes. Dentro de las opciones generadas con el presente estudio se sugiere la categoría de Zona Protectora o anexar el área al Parque Nacional Volcán Poás.

Se debe procurar el trabajo en conjunto con las comunidades y otras entidades (ONG, Universidades, entre otros) para la cooperación en la adquisición de terrenos y la realización de estudios, basado en criterios científicos como la presencia de recursos y su vulnerabilidad a sufrir alteraciones, así como el monitoreo y protección de los recursos naturales existentes en la zona.

Se deben establecer las zonas de protección de las nacientes y hacer cumplir la ley (ley forestal 7575) en cuanto a restringir el uso del suelo en un radio de 100 o 200 metros según sea el caso de donde se encuentra una naciente, esto con el fin de garantizar de alguna manera su conservación.

Es importante realizar un control de las diferentes captaciones que realizan los acueductos, esto para fiscalizar que se cumpla la ley en cuanto al caudal ecológico, ya que en algunas captaciones no se respeta el porcentaje establecido para este fin y se debe pensar que aparte del ser humano, el recurso hídrico tiene varios usuarios para los cuales también es indispensable su disponibilidad y aprovechamiento.

Es necesario un inventario detallado de la flora existente en el lugar, también se requiere un muestreo más prolongado en tiempo y espacio de la fauna, esto con el fin de realizar un listado minucioso de las especies presentes en el área y tener un mejor panorama de la biodiversidad del lugar, ya que con esta investigación se comprobó que los estudios de esta índole son escasos en el sitio. Para la realización de estos estudios se puede buscar ayuda con entidades como: universidades, ONG y centros de estudios.

Se debe evitar a toda costa que en el lugar se dé un aprovechamiento forestal, ya que la mayor riqueza de especies observadas (flora y fauna), se localizaron en las áreas de Bosque Secundario en regeneración avanzada, este tipo de hábitat también representa la mayor cantidad de área de la Reserva Forestal Grecia, tal particularidad permite suponer que si en el futuro se da un aprovechamiento forestal

en el lugar, se podría ver afectado el hábitat de la mayoría de las especies presentes en el sitio.

ANEXOS

ANEXO 1: Carta de recepción del artículo a publicar por la revista científica Cuadernos de Investigación de la Universidad Estatal a Distancia (UNED).

Cuadernos de Investigación UNED — UNED Research Journal

2 de diciembre del 2015
CI-UNED-036-2015

A QUIEN INTERESE:

Nos complace informarle que el manuscrito: "" por Edwin Barrantes Barrantes y Víctor Hugo Méndez-Estrada ha sido aceptado para publicación en la **La Revista Cuadernos de Investigación/ Reserch Journal UNED (ISNN: 1659-4266), una revista de circulación mundial indexada por Web of Science, Google Scholar, Latindex y otros índices internacionales**, el mismo será publicado en el volumen 8 fascículo (1) de junio del 2016.

Nuestra próxima comunicación corresponderá a las pruebas de imprenta, que serán enviadas a su dirección electrónica en formato PDF.

Una vez publicado el artículo, se le enviará un ejemplar de la revista donde aparece su artículo y la separata electrónica en formato PDF.

Cordialmente,

Julián Monge-Nájera

Anexo 2: Cuestionario dirigido a los funcionarios del MINAE, en la Reserva Forestal Grecia.

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

Cuestionario dirigido a los funcionarios del MINAE, que laboran en la Reserva Forestal Grecia.

Estimado funcionario (a)

Como parte de una investigación que se lleva a cabo sobre la categoría de manejo de la RFG, respetuosamente se le solicita su colaboración para contestar el presente cuestionario, esto con el propósito de conocer la opinión y punto de vista de usted como funcionario del MINAE que labora en la Reserva Forestal Grecia,

La información suministrada será totalmente confidencial y anónima, además contribuirán a estructurar un análisis sobre la categoría de manejo actual de la reserva, en pos de un mejor aprovechamiento y protección de los recursos existentes en la zona.

Agradeciendo de antemano su valiosa colaboración se despide atentamente

Lic. Edwin Barrantes Barrantes;
Estudiante
Universidad Estatal a Distancia, (UNED).

Encuesta rápida para diagnosticar la percepción general de los funcionarios de la RFG

PRIMERA PARTE
Información general

Título o estudios realizados en el campo ambiental o áreas afines
_____ / /
(1)
Puesto que desempeña en la Reserva Forestal Grecia
_____ / /
(2)

Años de experiencia laboral en la reserva _____ / /
(3)

SEGUNDA PARTE

Criterio sobre la Reserva Forestal Grecia

1) ¿Qué porcentaje del terreno de la reserva es estatal? 1. ☐ Más de la mitad. 2. ☐ Menos de la mitad.	(4) / /

2) Considera que el porcentaje de terreno de la reserva que está en manos privadas, compromete los recursos existentes. 1. ☐ SI, ¿por qué? 2. ☐ NO, ¿por qué? _____	(5) / /
3) ¿Existe una variedad importante de especies tanto en flora como en fauna, en la Reserva Forestal Grecia (RFG)? 1. ☐ SI 2. ☐ NO Justifique su respuesta _____	(6) / /
4) ¿Cree usted que las especies existentes en el lugar (flora y fauna), son muy vulnerables a sufrir alteraciones por las actividades humanas? 1. ☐ SI 2. ☐ NO Justifique su respuesta _____	(7) / /
5) En caso de poder numerar en un orden de importancia los recursos, ¿Escriba cuáles serían los primeros tres recursos a proteger en la zona? 1 _____ 2 _____ 3 _____ Justifique su respuesta	(8) / /
6) ¿Existe relación entre la categoría de manejo actual (Reserva Forestal) y la razón por la cual se estableció la reserva (conservar los mantos acuíferos)? 1. ☐ SI 2. ☐ NO Justifique su respuesta _____	(9) / /
7) ¿Cree usted que la topografía del lugar se presta para el aprovechamiento forestal en la zona? 1. ☐ SI 2. ☐ NO	(10) / /
8) ¿Suponiendo que se dé el aprovechamiento forestal en la zona, piensa usted que se pueda ver alterado algún recurso natural del lugar? 1. ☐ SI 2. ☐ NO Justifique su respuesta	(11) / /

9) ¿Acorde con su criterio, ¿Considera usted que la categoría de manejo actual de la Reserva, es la más adecuada para la zona? 1. ☐ SI (Pase a la pregunta 11) 2. ☐ NO	(12) / /
10) ¿Qué categoría de manejo propondría usted para la Reserva Forestal Grecia? Justifique su respuesta _____ _____ _____	(13) / /
11) ¿Según su opinión las comunidades vecinas obtienen algún beneficio de la Reserva? 1. ☐ SI 2. ☐ NO (pase a la pregunta 13)	(14) / /
12) ¿Qué tipo de beneficio cree usted que obtienen? _____ _____	(15) / /
13) ¿Cree usted que exista relación alguna de la Reserva Forestal Grecia, con otras áreas protegidas aledañas? 1. ☐ SI 2. ☐ NO (Fin del cuestionario) _____	(16) / /
14) ¿Explique qué tipo de relación cree que existe y cuáles son las áreas? _____ _____	(17) / /

Muchas gracias por su valioso aporte

Anexo 3: Cuestionario dirigido a los funcionarios de las ASADAS vinculadas directamente con la Reserva Forestal Grecia.

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
Maestría en Manejo de Recursos Naturales
Cuestionario dirigido a los funcionarios de las ASADAS vinculadas directamente con la Reserva Forestal Grecia.

Estimada persona

Como parte de una investigación que se lleva a cabo sobre la riqueza hídrica y biológica de la RFG y la relación con el uso del suelo, respetuosamente se le solicita su colaboración para contestar el presente cuestionario, esto con el propósito de conocer su opinión y punto de vista como funcionario de la Asada que está vinculada directamente con la Reserva Forestal Grecia.

La información suministrada será totalmente confidencial y anónima, además contribuirán a estructurar un análisis sobre la riqueza ecológica existente en la reserva y la importancia que tiene para las comunidades vecinas. El fin de dicha investigación es brindar información valiosa al SINAC para un mejor aprovechamiento y protección de los recursos existentes en la zona.

Agradeciendo de antemano su valiosa colaboración se despide atentamente

Edwin A. Barrantes Barrantes;
Estudiante
Universidad Estatal a Distancia, (UNED).

Cuestionario para diagnosticar la percepción general de los funcionarios de las ASADAS sobre la importancia de la RFG.

PRIMERA PARTE

Información general

Comunidad a la cual pertenece la ASADA.

_____ / /
(1)

Cantidad de abonados inscritos a la ASADA _____ / /
(2)

Puesto que desempeña en la ASADA _____ / /
(3)

Años de experiencia laboral en la ASADA _____ / /
(4)

SEGUNDA PARTE

Criterio sobre la Reserva Forestal Grecia

1) ¿Según su opinión, la comunidad a la cual usted pertenece obtiene algún beneficio de la Reserva? 1. ☐ SI 2. ☐ NO (pase a la pregunta 3) _____	(5) / /
2) ¿Qué tipo de beneficio cree usted que obtiene? _____ _____	(6) / /
3) ¿Cuáles son los tres beneficios más importantes que obtiene su comunidad de la RFG? 1 _____ 2 _____ 3 _____ Justifique su respuesta _____ _____	(7) / /
4) ¿Cree usted que la reserva cuenta con un potencial hídrico importante? 1. ☐ Si, ¿por qué? 2. ☐ No, ¿por qué? _____	(8) / /
5) ¿Considera que el recurso hídrico esté en riesgo debido a algunas actividades? 1. ☐ Si, ¿por qué? 2. ☐ No, ¿por qué? _____	(9) / /
6) ¿Considera que existe una variedad importante de especies tanto en flora como en fauna, en la Reserva Forestal Grecia (RFG)? 1. ☐ Si 2. ☐ No Justifique su respuesta	(10) / /

_____	
7) ¿Cree usted que las especies existentes en el lugar (flora y fauna), pueden estar en riesgo de sufrir algunas alteraciones por las actividades humanas? 1. ☐ SI 2. ☐ NO Justifique su respuesta _____	(11) / /
8) En caso de numerar en un orden de importancia los recursos, escriba ¿cuáles serían los primeros tres recursos a proteger en la zona? 1 _____ 2 _____ 3 _____ Justifique su respuesta _____	(12) / /
9) ¿Existe relación entre la categoría de manejo actual (Reserva Forestal) y la razón por la cual se estableció la reserva (conservar los mantos acuíferos)? 1. ☐ SI 2. ☐ NO Justifique su respuesta _____	(13) / /
10) ¿Según su criterio, existe relación entre la categoría de manejo (Reserva Forestal) y el uso de suelo que se da en la zona? 1. ☐ SI 2. ☐ NO Justifique su respuesta _____	(14) / /
11) ¿Cree usted que la topografía del lugar se presta para el aprovechamiento forestal en la zona? 1. ☐ SI 2. ☐ NO	(15) / /
12) ¿Suponiendo que se dé el aprovechamiento forestal en la zona, piensa usted que se pueda ver alterado algún recurso natural del lugar? 1. ☐ SI 2. ☐ NO Explique por favor _____	(16) / /
13) Acorde con su criterio, ¿Considera que las acciones que realizan los funcionarios del MINAE en la RFG, son la más adecuada para la zona? 1. ☐ SI (Pase a la pregunta 11) 2. ☐ NO	(17) / /

14) ¿Qué acciones a realizar propondría usted, para una mejor protección de los recursos naturales en la RFG? Justifique su respuesta _____	(18) / /
15) ¿Cree usted que exista alguna relación de la Reserva Forestal Grecia, con otras áreas protegidas aledañas? 1. ☐ Sí. 2. ☐ NO (Fin del cuestionario) ¿Cómo cuáles?	(19) / /

Muchas gracias por su valioso aporte