

Cuadernos
del Caribe N° 13

Cuadernos *del Caribe N° 13*

**Reserva de
Biosfera Seaflower.:
Problemas Ambientales**



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE CARIBE

Rector General

Moisés Wasserman Lerner

Vicerrectora General

Clara Beatriz Sánchez Herrera

Vicerrector de Investigación

Rafael Molina Gallego

Secretario General

Jorge Ernesto Durán Pinzón

SEDE CARIBE

Director

José Ernesto Mancera Pineda

Secretaría de Sede

Alexandra Yates Munar

Profesores

Adriana Santos Martínez
Francisco Avella Esquivel
Germán Márquez Calle
José Ernesto Mancera Pineda
Petter David Lowy Cerón
Raquel Sanmiguel Ardila
Yusmidia Solano Suárez
Brigitte Gavio
Johannie James Cruz
Silvia Mantilla
Raul Roman
AArturo Acero
Nestor H. Campos
Sven Zea

Consejo de Sede

Clara Beatriz Sánchez Herrera
José Ernesto Mancera Pineda
María Elena Márquez
Yusmidia Solano Suárez
Alexandra Yates Munar
Eder Ortiz Roca

Compiladores

José Ernesto Mancera Pineda
Omar Sierra
Sandra Pèrez

Impresión, diseño y diagramación:

Cargraphics- Carvajal.
Av El Dorado #90-10
Santa Fé de Bogotá- Colombia
Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe
San Andrés isla Colombia
Instituto de Estudios Caribeños
San Luis Free Town - San Andrés - Colombia,
2009

Cuadernos del Caribe No. 13

Reserva de Biosfera Seaflower.
Problema Ambiental.
San Andres: Universidad Nacional de Colombia, 2009
V. 13, il.
Irregular
ISBN N° 1794-7065
Impreso en Colombia



7

Proceso y avance hacia la Sostenibilidad Ambiental: La Reserva de la Biosfera Seaflower, en el Caribe Colombiano

24

Diagnóstico Ambiental de los Recursos Agua y Suelo en los Sistemas Agrícolas de San Andrés Isla, como miras a la aplicación de conceptos Agroecológicos

46

Floraciones Algales nocivas, intoxicación por microalgas e impactos en el desarrollo regional: El caso de San Andrés Isla, Caribe Colombiano

63

Huella Ecológica en el Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina, reserva de Biosfera Seaflower

79

Diagnóstico y criterios para un plan de manejo de la colección viva del Jardín Botánico de San Andrés

95

Reintroducción y propagación de especies maderables estudio de caso "CAOBA" *Swietenia Macrophylla King.* y "CEDRO" *Cedrela Odorata L.* en la Isla de San Andrés

PROCESO Y AVANCE HACIA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL: LA RESERVA DE LA BIOSFERA SEAFLOWER, EN EL CARIBE COLOMBIANO

Adriana Santos-Martínez¹, Silvia Hinojosa² y Omar Sierra Rozo¹

PROCESO DE ORIGEN Y DESCRIPCIÓN DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SEAFLOWER

Ubicación geográfica y nominación de la Unesco

La Reserva de la Biosfera (RB) Seaflower está ubicada en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Colombiano (Howard y Taylor 2005), en el sur-occidente del mar Caribe (Fig. 1) y es una de las más grandes reservas marinas en el mundo. El Archipiélago está constituido por las islas citadas y por varios cayos, bancos y bajos. El área insular es de 57 km², mientras que el área marina es de 300 000 km², lo cual equivale al 10 % de la cuenca interior del mar Caribe (Díaz 2000).

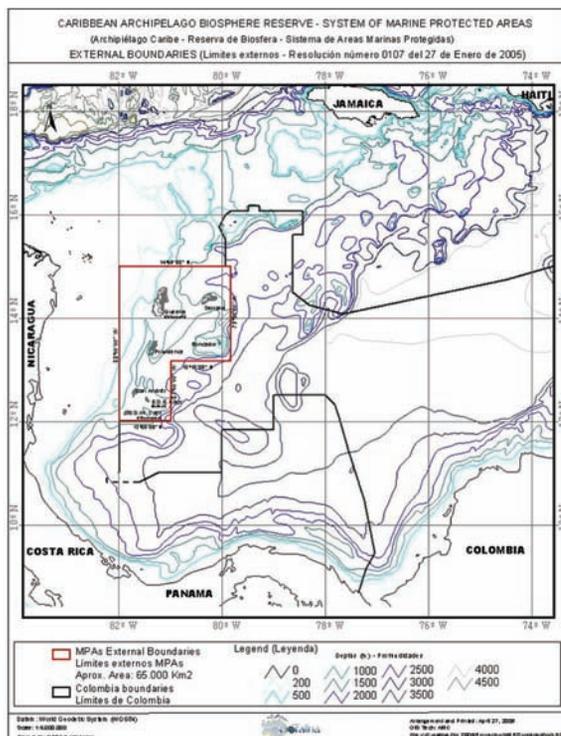


Figura 1. Ubicación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Colombiano y Reserva de Biosfera Seaflower (Fuente: Coralina 2005).

¹ Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe. San Andrés Isla, Colombia

² Universidad Nacional Autónoma, México. Dirección de correspondencia: asantosma@unal.edu.co

La isla de San Andrés tiene un área total de 27 km² y una población de 61 000 habitantes, sin embargo se estima que la población puede tener un incremento del 24 % (Mow *et al.* 2003). Gran parte de la población en San Andrés son inmigrantes de otros departamentos del continente de Colombia, que llegaron en los últimos 25 años. Las islas de Providencia y Santa Catalina, tienen un área de 17 y 1 km², respectivamente; con una población de 4200, en su mayoría nativa. Los habitantes de estas islas son descendientes de los primeros colonizadores ingleses y africanos, es por eso que su cultura se define como raizal: puritanos ingleses con fuerte influencia africana, cuya principal religión es la protestante y la lengua es el *creole* de base inglesa (Mow *et al.* 2003).

En el año de 1953 fue declarado el departamento Archipiélago puerto libre, por lo que su modelo de desarrollo y actividad económica cambió de la pesca y agricultura al comercio y turismo. La migración de habitantes del continente a la isla y la marginación política y económica de los nativos tuvieron como consecuencia pobreza e inequidad, sumado al deterioro del ambiente, competencia por recursos y tensiones culturales (Coralina 1998).

La propuesta de conservación en el Archipiélago es muy antigua y surge en parte de iniciativa de la población nativa de conservar su territorio, de las investigaciones y del Estado Colombiano (Barriga *et al.* 1969). Posteriormente continúa el proceso y se crea el Ministerio del Medio Ambiente y las respectivas corporaciones ambientales en los departamentos y por medio de la ley de Colombia se nombran las áreas insulares marinas como Reserva de la Biosfera en 1993, por la gran riqueza ambiental y cultural de la zona (Ley 99 de 1993, en Mow 2001). Es en este año se crea la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina), institución encargada de manejar la RB y comisionada para gestionar la declaratoria ante la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco).

Se tomaron en cuenta cuatro criterios por la Unesco para declararla Reserva de la Biosfera:

1. Alta biodiversidad
2. Posibilidades de ensayo y demostración de desarrollo sostenible con participación comunitaria
3. Suficiente importancia para la conservación
4. Capacidad administrativa para llevar a cabo el plan de zonificación.

El 9 de Noviembre del 2000, Unesco declaró la Reserva de la Biosfera Seaflower (Mow 2001). Cuya misión fundamental es “administrar, proteger y recuperar el medio ambiente del Departamento mediante la aplicación de tecnologías apropiadas dirigidas al conocimiento de la oferta y la demanda de los recursos naturales renovables, propendiendo por el desarrollo humano sostenible e involucrando a la comunidad para que, de manera concertada y participativa, se mejore la calidad de vida de la región” (Coralina 1998). El nombre de la RB- Seaflower se dio en memoria de la primera embarcación de puritanos ingleses y de africanos que arribó en 1629 a la isla de Providencia (Coralina 2003; Parsons 1985).

Descripción Ambiental Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Los ecosistemas de la RB Seaflower son representativos de las regiones tropicales insulares (Figs. 2 a y b), como lo destaca Díaz (2000) y Coralina (2003), en especial se encuentran: arrecifes de coral, pastos marinos, manglares, mar abierto, playas, y bosques que además albergan puntos de alto endemismo (Coralina 1998; Coralina 2000). Debido al gran tamaño de la reserva y a la actividad humana que ahí se desarrolla los ecosistemas se encuentran en diversos estados de conservación. No obstante, los arrecifes de coral son ecosistemas afectados, con mortalidades cercanas al 50 %, pero en áreas como Providencia y cayos adyacentes al norte, los arrecifes coralinos están clasificados dentro de los más sanos del Caribe (Díaz 2000 y 2005; Burke y Maidens 2004).



Figura 2 a. Ubicación de los ecosistemas costeros y unidades ambientales marinas en la isla de San Andrés, Caribe Colombiano (Fuente: Díaz, et al. 1996).

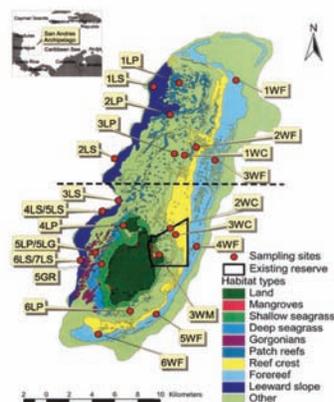
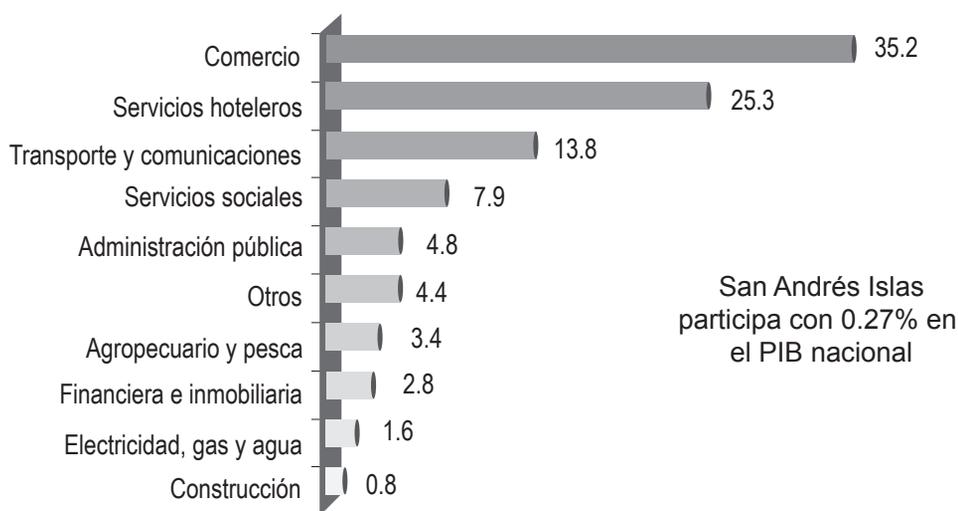


Figura 2 b. Ubicación de los ecosistemas costeros y unidades ambientales marinas en la isla de Providencia y Santa Catalina, Caribe Colombiano (Fuente: Friedlander et al. 2003).

La pesca es una actividad ancestral de tipo artesanal e industrial, con explotación de la langosta espinosa (*Panulirus argus*), el caracol pala (*Strombus gigas*) y peces bentónicos, demersales y pelágicos (pargos, meros, jureles, atún, dorado y sierras, entre otros), de gran importancia comercial; pero con sobrepesca que ha tenido implicaciones socioeconómicas principalmente para los pescadores artesanales (Santos-Martínez 2005).

De acuerdo con Coralina (1998) y Santos-Martínez y James (2007), el modelo socioeconómico, entre 1953 y 1999, estaba basado en la empresa turística y comercial, con beneficios inmediatos en detrimento de los recursos naturales y humanos. Luego con la implementación de la apertura económica en Colombia a partir de 1999, fruto de la política neoliberal, el modelo económico empieza a perder competitividad, por lo menos en cuanto al renglón del comercio y a ganar en el sector turismo (Fig. 3).



Fuente: DANE

Otros: Incluye minería, industria, reparación de automotores, y servicios personal y empresarial

Figura 3. Distribución en porcentaje del PIB en el año 2003, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Colombiano - Reserva de Biosfera Seaflower (Fuente Santos-Martínez y James 2007).

Los problemas ambientales, ocasionados por los modelos socioeconómicos han comprometido la sostenibilidad de los recursos ecosistémicos y la población, y han sido definidos por Coralina (2000) y Mow (2001). Estos se reflejan en: el crecimiento poblacional de 2.8 % a 4.5 % anual, lo cual genera una alta densidad poblacional, la más alta de Colombia; la vulnerabilidad de los asentamientos humanos; el uso deficiente de los recursos agua y suelo, solo el 6 % de la población cuenta con alcantarillado; el mal manejo de los residuos sólidos y de aguas residuales, entre 30 % y 40 % de los residuos sólidos no son biodegradables; y el deterioro de los ecosistemas estratégicos.

Gran parte de la comunidad residente no ha tenido los beneficios económicos de las actividades, la pobreza y el desempleo son indicadores por encima del 30 %; por lo que la propuesta de modelo de desarrollo es el sostenible, a partir del equilibrio entre lo natural y lo socioeconómico, mediante el manejo de la RB – Seaflower.

PROCESO DE CONSOLIDACIÓN DE RB – SEAFLOWER

El Plan de Manejo ambiental y la administración

En respuesta a esta problemática ambiental (natural–ecosistémica y socioeconómica) Coralina (2000) diseñó el Plan de Manejo de la Reserva de Biosfera (PMRB), con el objeto de desarrollar un modelo de desarrollo adecuado para la población del Archipiélago, que favorezca protección al ambiente, de acuerdo con la propuesta del Programa Reservas de Biosfera (Programa el Hombre y la Biosfera –MAB–, Unesco 2000). Este plan de manejo definió cuatro metas a largo plazo: el entrenamiento y la participación de la comunidad; el desarrollo de un manejo enfocado sobre la conservación y el uso racional de los recursos; el diseño de una estrategia que incorpore las prácticas tradicionales medioambientales; y la conformación de alianzas entre usuarios con el fin de resolver los conflictos entre ellos.

Las estrategias empleadas para desarrollar el plan de manejo, se basaron en cuatro ejes temáticos: zonificación, participación comunitaria, educación ambiental, y fortalecimiento de la Capacidad Institucional (Mow *et al.* 2003).

La zonificación de las Áreas Marinas Protegidas (MPAs) del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina como RB, se basó en la información compilada y obtenida (Dahlgren *et al.* 2003; Friedlander *et al.* 2003; Heinemann *et al.* 2004; Santos-Martínez *et al.* 2006), que se integró en el Sistema de Información Geográfica (SIG) de Coralina (2005), así como en una serie de talleres de concertación entre la comunidad y el resto de usuarios e instituciones locales y regionales (Howard y Taylor 2005).

La estrategia de participación comunitaria planteó la organización, educación y capacitación de la comunidad acerca de las vías de contribución que les permita su activa participación en la ordenación, el manejo y fortalecimiento de la reserva tanto regional como nacional e internacionalmente (Mow 2001).

La estrategia de educación ambiental buscó promover la comprensión del medio ambiente como resultado de la interacción de factores físicos, biológicos, culturales y sociales; el conocimiento de diferentes opciones de desarrollo que favorezcan la relación hombre-naturaleza; desarrollar y compartir actitudes y conductas novedosas en relación al entorno natural; y fomentar los valores sociales que impulsan el desarrollo humano (Mow 2001).

La estrategia de fortalecimiento de la capacidad institucional pretendía capacitar constantemente a los entes participantes de la administración de la RB por medio de un programa de formación para la formulación de proyectos ambientalmente sostenibles y económicamente rentables en el contexto de la RB (Mow 2001).

El cuerpo administrativo propuesto para manejar la RB está liderado por Coralina y se caracteriza por ser autónomo jurídica, administrativa, y financieramente; constituido por un Órgano de Dirección, el cual dictamina las políticas a seguir; una Oficina Administrativa, la cual ejecuta las políticas fijadas por los entes responsables, y representa a Seaflower ante la red mundial de reservas; un Órgano de Asesoría Técnica, el cual asesora a la Comisión Comunitaria y demás órganos de la reserva en la formulación y ejecución de proyectos, y en la gestión de recursos

para estos; y una Comisión Comunitaria, compuesta por representantes de los diferentes gremios productivos del Archipiélago (Mow 2001; Coralina 2003; Howard 2006).

Planes de manejo especial

Dentro del PMRB se propuso, y en la actualidad se ejecutan, planes de manejo especial para áreas estratégicas propias de cada una de las tres zonas constituyentes de la RB (núcleo, amortiguamiento, y transición), tales planes cuentan con el consentimiento de la comunidad. A continuación se da una breve presentación de estos planes específicos (Coralina 2000; Howard 2006).

En la zona núcleo

En el marco de *los planes de manejo específico de parques*, como el Parque Nacional Providencia Mc Bean Lagoon, el Parque Regional Bahía Hooker, y el Parque Regional Reserva The Peak, (estos existentes antes de la zonificación), se ha desarrollado: la construcción de senderos interpretativos, el desarrollo de programas de educación ambiental; el fortalecimiento de la gestión, el establecimiento de una normatividad para uso y protección de los recursos; la investigación y el monitoreo; la motivación a la comunidad para la realización de actividades económicas como el ecoturismo y producción de artesanías; y la formación de grupos de guardaparques voluntarios.

El plan específico para el Área de recarga del acuífero, Valle del Cove, que consiste en el ordenamiento de la microcuenca del Cove, donde se defina su uso y manejo, y se orienten y regulen las actividades de los usuarios.

El plan propio de las áreas marinas protegidas del Archipiélago, promueve la protección del arrecife de barrera y parte de la terraza prearrecifal; y la conservación, mantenimiento y restauración de los ecosistemas alterados en las zonas marinas del archipiélago y aquellas terrestres pertenecientes a los cayos.

Plan de los manglares del Archipiélago, se diseñó un plan específico que se enfoca sobre la recuperación, el manejo y el desarrollo sostenible de estas formaciones vegetales.

En las zonas de amortiguamiento y de transición

El plan de manejo integral de residuos sólidos, el cual busca reducir el número de botaderos y crear conciencia ambiental mediante campañas educativas.

El plan de manejo de aguas subterráneas (PMAS), que pretende disminuir los niveles de contaminantes en las aguas subterráneas de la isla de San Andrés; optimizar el uso del agua potable; divulgar a la población isleña los lineamientos del PMAS y los avances conseguidos; evaluar el impacto del PMAS sobre los acuíferos; y prever el comportamiento de las aguas subterráneas de acuerdo a su aprovechamiento.

El plan de acción de calidad del agua, el cual busca minimizar los impactos sobre el mar y el acuífero resultado de las descargas de aguas negras; establecer una normatividad respecto a los vertimientos puntuales; y realizar campañas educativas sobre uso y manejo del recurso.

El plan de acción de asentamientos humanos, encaminado a la guía de los habitantes de la RB hacia conductas que reduzcan los impactos presentes y promuevan el desarrollo sostenible.

El plan de acción de turismo sostenible, dirigido al desarrollo de esquemas de trabajo que permitan la competitividad de la empresa turística, y la viabilidad económica de las comunidades locales promoviendo la sostenibilidad ambiental y cultural.

El plan de acción de agricultura sostenible, destinado para motivar en la comunidad prácticas agroecológicas que promuevan la sabiduría popular complementada con tecnologías que reduzcan riesgos e impactos nocivos al entorno.

El plan de restauración de canteras, que estimula la rehabilitación de las zonas intervenidas, y su ubicación en un mapa que les relacione con la infraestructura del territorio.

Los anteriores planes del PMRB se complementan con planes más generales que los articulan y fomentan su desarrollo:

En todas las zonas

El plan de investigación y monitoreo, se basa en la promoción de la conservación y restauración de los procesos naturales mediante la generación del saber científico. Para ejecutar este plan se diseñó el monitoreo de los recursos naturales y de los ecosistemas identificados como prioritarios; la investigación de nuevas fuentes de alimento (marino o terrestre); la búsqueda de nuevas alternativas de desarrollo económico para el habitante; la realización y actualización constante de los inventarios de recursos marinos y terrestres; la caracterización y diagnóstico de áreas y ecosistemas estratégicos en el archipiélago; la evaluación de impactos y formulación de mecanismos de mitigación; la creación de modelos sobre el comportamiento de los fenómenos ambientales; la valoración económica de los recursos naturales e incorporación de costos ambientales en las actividades desarrolladas en la RB; la implantación y operación de un programa de restauración de ecosistemas claves para el desarrollo regional; y la instauración del sistema de áreas marinas protegidas AMPs como herramienta elemental en la conservación y protección.

El plan de educación y participación comunitaria, el cual propone vincular activamente a la comunidad en el manejo y uso de los recursos dentro de un proceso de administración, educación, participación en la planeación, ordenamiento y toma de decisiones.

El plan de acción para la formulación de proyectos, fundamentado en la motivación y capacitación de la comunidad para la participación en la formulación de estrategias y proyectos encaminados al desarrollo sostenible de la región.

AVANCES Y RETOS EN RB – SEAFLOWER

La Evaluación: logros de los primeros cinco años

En cuanto al seguimiento y evaluación de la RB y del PMRB, el trabajo de Howard (2006), presenta en detalle la evaluación cualitativa de los primeros cinco años (2000 a 2005), hecha a partir de la compilación de información (planes, acciones, resultados y productos), entrevistas a diversos niveles y talleres con los usuarios; realizada por un experto externo de la Unesco, uno de Coralina y un grupo de apoyo.

La evaluación se hizo en tres partes inicialmente: revisión de los problemas ambientales; análisis del desarrollo de los componentes del PMRB; y evaluación a partir de 24 indicadores de acuerdo con la Estrategia de Sevilla (en España, en el año 1995) para las RBs. Finalmente, para sacar las conclusiones y recomendaciones se realizó un análisis en forma de matriz FODA modificada (Fortalezas, Oportunidades versus Debilidades y Amenazas). El trabajo de Howard (2006) propone un Plan de Acción a corto y mediano plazo, para atender las DA, así como capitalizar las FO.

Es destacable que todos los problemas ambientales fueron atendidos (sobrepoblación; mala gestión de los residuos sólidos, la falta de agua dulce; inadecuado manejo de desechos líquidos; vulnerabilidad de los asentamientos humanos; el mantenimiento deficiente de los suelos; y la degradación de ecosistemas) y se realizaron múltiples actividades y planes actualmente en curso (Howard 2006), más aún no están resueltos, ya que la complejidad de los problemas ambientales, requiere evaluaciones y acciones a largo plazo (Gerber *et al.* 2005).

Los seis componentes del Plan igualmente se atendieron, en cuanto a: la zonificación de las AMPs; la participación comunitaria; la educación ambiental y fortalecimiento institucional; estructura de gobierno; infraestructura y personal; sostenibilidad financiera; participación en la Red Mundial; y el seguimiento y la evaluación (Howard 2006). De todos éstos, los avances son significativos por cuanto existe un proceso avanzado en todos ellos, pero fueron en la zonificación y en la educación ambiental en donde se cuenta con una producción amplia de material bilingüe. Logros estos, que se apoyaron con importante financiación del orden nacional e internacional como, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Educación de Colombia, fondos de Unesco, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), NOAA, y Ocean Conservancy, entre otras.

La zonificación del Área Marina Protegida (AMP) dentro de la RB Seaflower, tiene un total de 65000 km², siendo la séptima área, de este tipo, mas grande del mundo. Para efectos de manejo se dividió la AMP en tres secciones (Howard 2006): Norte con 37522 km², Central con 12716 km² y la Sur con 14780 km² (Fig. 1). En cada una de las secciones se hizo la zonificación (Coralina 2005) y los resultados hasta ahora obtenidos son, Zonas de: No entrar (116 km²) 0.2 %; No tomar (2214 km²) 3.4 %; Pesca artesanal (2015 km²) 3.1 %; Uso especial (68 km²) 0.1 %; Uso general (60 605 km²) 93,2 %. Se logró hacer la zonificación detallada en cada una de las islas (Fig. 4 a y b) y en los cayos del sur (Fig. 4 c y d).

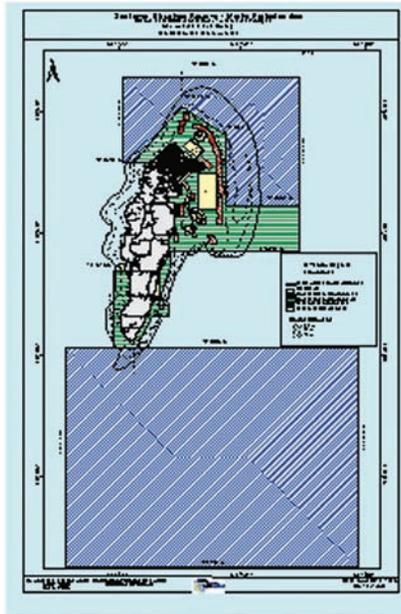


Figura 4 a. Zonificación de la AMP en la isla de San Andrés – RB Seaflower, Caribe Colombiano (Fuente: Coralina 2005).

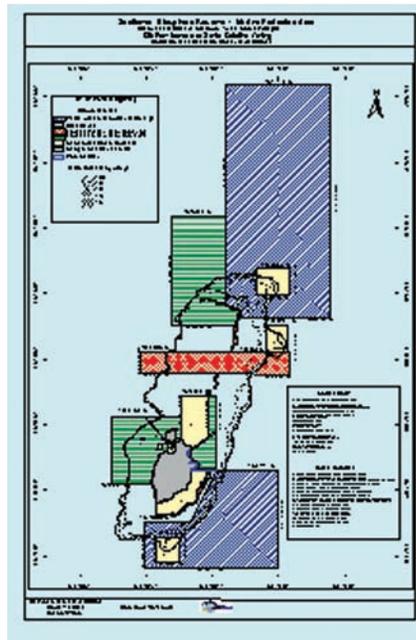


Figura 4 b. Zonificación de la AMP en la isla de Providencia - RB Seaflower, Caribe Colombiano (Fuente: Coralina 2005).

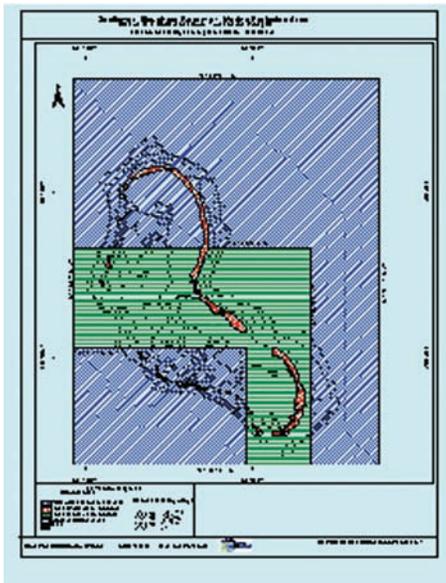


Figura 4 c. Zonificación de la AMP en el Cayo Bolívar - RB Seaflower, Caribe Colombiano (Fuente: Coralina 2005).

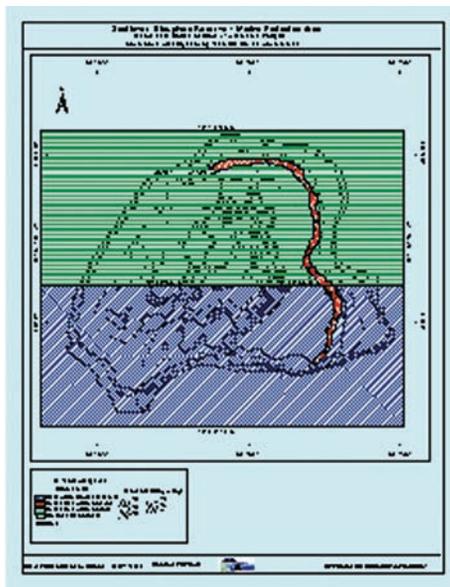


Figura 4 d. Zonificación de la AMP en el Cayo Albuquerque - RB Seaflower, Caribe Colombiano (Fuente: Coralina 2005).

Sin embargo, de la zonificación descrita, las áreas de reserva (no tomar) equivalen a menos del 3.5 %, lo que es poco, si se tienen en cuenta los resultados de las investigaciones de Sale *et al.* (2005), y los pocos datos científicos que se tenían sobre Seaflower para poder establecer de manera adecuada la ubicación de las AMP. Información ésta fundamental para garantizar la conservación y los beneficios socioeconómicos que se proponen éstas reservas (Mumby *et al.* 2007; Claudet *et al.* 2008)

Otros de los logros es la participación en las redes nacionales, regionales y mundiales de Reservas de Biosfera, para ello se fomentó los proyectos, la implementación de modelos de participación, y la divulgación de experiencias, enmarcados en el trabajo de la Corporación (Mow *et al.* 2003). Estas actividades potenciarán por lo menos las redes académicas entre las RB y AMP, para conocer la verdadera conectividad entre los recursos y el medio, que permita contar con el sistema de redes, que marcará la diferencia en materia de conservación mundial, como lo proponen Ballantine y Langlois (2008) y como se ha demostrado en el trabajo del Caribe de Cowen *et al.* (2006).

Todos los indicadores de la Estrategia de Sevilla fueron calificados como iniciados, desarrollados o en proceso de realizar, lo que denota que los planes y demás tareas están en curso y existen resultados que mostrar. Howard (2006) utiliza estos indicadores para aportar recomendaciones a realizarse entre el 2006 y el 2010, en su mayoría con propuestas positivas.

Las tres funciones de la RB Seaflower (conservación, desarrollo humano y económico sustentable, y soporte logístico), mostraron fortaleza y oportunidades (FO) positivas (Howard 2006), en cuanto a: el proceso de la gestión de manejo en general y la determinación de las AMP y de los parques, de manera concertada con los diversos usuarios; los planes implementados como el manejo concertado de la cuenca, desechos, manglares, agricultura, pesca, cangrejo negro; el monitoreo de corales, manglares, calidad de aguas, cambio climático; la educación ambiental; la capacitación técnica a diversos niveles; y la capacidad administrativa de la RB Seaflower.

En cuanto a los aspectos negativos o que se han determinado como debilidades y amenazas (DA) (Howard 2006), están: la falta de mayor información y participación de la comunidad y las instituciones locales; la falta de un lugar que identifique no solo la Corporación Coralina, sino las oficinas de administración de la RB; la falta de financiación permanente; la poca aplicación de la normatividad vigente; el poco control y vigilancia permanente, que mitigue los problemas ambientales; los impactos ambientales regionales y naturales como huracanes; la falta de mayor constancia, eficiencia y cobertura en los monitoreos y en general de las investigaciones; los altos niveles de pobreza y desempleo que poco han bajado desde la creación de la RB; y la falta de capital humano capacitado en las diversas disciplinas.

Necesidades y Retos por resolver

Entre las principales necesidades que se han determinado para lograr a cabalidad los objetivos de la RB Seaflower, están el atender las DA y continuar desarrollando los planes y programa propuestos, pero de manera integrada y concertada, con un fuerte componente de divulgación hacia la comunidad y demás usuarios para que se incremente la conciencia ambiental; es decir que se aprovechen las FO. Es importante igualmente diseñar investigaciones científicas y publicar a nivel especializado los avances en el conocimiento (hoy la mayoría en informes institucionales). Es fundamental que la RB y las AMP, cuenten con personal y recursos fijos, que garanticen la continuidad de los procesos y las acciones; de manera que los beneficios lleguen a la comunidad y que sea una realidad el modelo de desarrollo para las islas.

En la actualidad existe mucha expectativa en el Archipiélago por parte de los pescadores artesanales, por cuanto ellos están participando activamente en los procesos de concertación de

las AMP, para que la pesca se recupere (Santos-Martínez 2005). Sin embargo, como lo plantean Roberts *et al.* (2005) y White *et al.* (2008), éstas áreas cumplen unas funciones importantes en la sustentabilidad pesquera en lo natural y económico, pero se deben hacer igualmente controles fuera de las AMPs, hechos que para el caso de las islas no se han considerado. Es fundamental hacer un seguimiento a los puntos de referencia de las pesca, tal y como lo propone Jackson *et al.* (2001), para evitar cambios irreversibles a nivel estructural y funcional de los ecosistemas y que se colapse más la actividad.

El principal reto que se vislumbra para la RB Seaflower es ser la principal herramienta para el manejo sostenible, en lo natural, social, económico y político, de manera que el Archipiélago sea un modelo para el país, la región y el mundo; aprovechando la biodiversidad y riqueza natural y social, así como el juicioso trabajo institucional por parte de Coralina, y los aportes de la comunidad y las instituciones locales e internacionales. No obstante, apenas se inician muchos procesos y actividades que deben ser evaluados de manera permanente y cuantitativa, para hacer un manejo más eficiente y económico de los recursos humanos y financieros. La evaluación hecha a la RB fue un importante logro que marca una línea de base fundamental para continuar la actividad y lograr hacer los ajustes a los objetivos, metas y los indicadores trazados, tal y como la teoría científica reciente lo demuestra (Keller y Causey 2005; Pomeroy *et al.* 2005).

LECCIONES HACIA LA SOSTENIBILIDAD

La RB Seaflower, presenta un balance positivo en cuanto a procesos y avances hacia la sostenibilidad. Así mismo, ha cumplido en gran medida con los lineamientos trazados por Unesco (2000) y plasmados por Coralina (1998). Sin embargo, el hecho de tener áreas tan extensas tanto para la RB, como para las AMP, genera una gran incertidumbre para garantizar las funciones del medio y los beneficios sociales. La complejidad de las escalas y dinámicas espaciales y funcionales del medio, está por resolverse, en medio de las pocas bases de conocimiento y los múltiples impactos naturales y antrópicos.

Halpern y Warner (2003), hacen énfasis en el diseño de las AMPs, el cual debe ser consecuente con los objetivos del área a proteger, por ello se debe considerar el monitoreo para revalidar el diseño de la puesta en marcha del AMP, así como los beneficios tanto conservacionistas como aquellos para el ejercicio laboral de los diferentes grupos de usuarios de los recursos, por ejemplo los pescadores. Por lo tanto estos autores sugieren la configuración en red de un sistema de reservas de tamaño variado y con un espaciado entre estas también variable. El proceso de diseño de una red de reservas debe soportarse en estudios ecológicos de hábitat y de dispersión (Cowen *et al.* 2006), y para el caso de Seaflower ya se han impulsado algunas investigaciones. De hecho, se han realizado algunos trabajos científicos (Dahlgren *et al.* 2003; Friedlander *et al.* 2003; Heinemann *et al.* 2004) importantes respecto al diseño de una red de las AMPs al interior de la reserva, pero todavía se requiere mayor conocimiento.

En las islas de Providencia y Santa Catalina Friedlander *et al.* (2003) definieron tipos de hábitats ecológicamente relevantes, e identificaron trayectorias de conectividad entre los hábitats establecidos. Además complementaron este trabajo con información concerniente al uso humano de los recursos presentes en estos hábitats. Trabajos como este han sido claves en la consecución de las metas sociales y de conservación, no solo por la información que en sí mismo

producen sino también porque las sugerencias científicas derivadas son accesibles al común de la gente y porque en cada fase de desarrollo de estos trabajos es incluida la participación de diferentes grupos de interesados en la implementación del AMP.

El manejo de Seaflower ha considerado la incorporación de estudios ecológicos que involucran la estructura y función ecosistémica, lo cual es fundamental en el proceso de diseño y manejo de cualquier área protegida (Frid *et al.* 2008). Por ejemplo, Díaz (2005), hizo un aporte significativo para la comprensión de los procesos ecológicos al interior de Seaflower. Su análisis observa la composición, abundancia, arreglo espacial y morfología de los hábitats bentónicos de las lagunas de los complejos arrecifales y atolones del Archipiélago en relación a factores físicos e hidrodinámicos, permitiendo de esta manera el establecimiento de esquemas que facilitan el entendimiento de la complejidad morfológica y ecológica de estos hábitats y los agentes que las determinan.

Otros trabajos se han enfocado específicamente sobre el desarrollo socioeconómico de la reserva. Por ejemplo, Coralina *et al.* (2003) en unión con Conservation International's Andes CBC y The Center for Environmental Leadership in Business, desarrollaron un programa de manejo destinado al sector turismo fundamentado principalmente en la participación de los diferentes interesados en esta industria. La finalidad principal de este programa es minimizar los problemas relacionados con el desarrollo turístico, identificando alternativas turísticas rentables que favorezcan los planes conservacionistas de la reserva y el bienestar de la población local.

Así mismo se han compilado estudios relacionados con los recursos pesqueros, se han unificado las estadísticas para la langosta, caracol y especies de peces (Santos-Martínez *et al.* 2006), y se han analizado estas de manera interinstitucional e interdisciplinario con los pescadores, a la luz de diversas estrategias en materia de ordenamiento y manejo, así como de investigaciones (Santos-Martínez 2005).

Dentro de la RB Seaflower la investigación y el monitoreo en el área de los recursos naturales ha sido prioritaria, lo que ha conllevado a una retroalimentación positiva para el ejercicio de la reserva. Es relevante que el manejo esté fundamentado en el monitoreo adaptativo (Walters 2001 en Gerber *et al.* 2005), lo cual es relevante para optimizar la eficacia de las acciones en el área protegida.

Sin embargo, los estudios socioeconómicos basados en la teoría del manejo adaptativo, no han sido tan robustos y debieran fortalecerse en la RB Seaflower. Por ejemplo, en el ámbito del turismo, el estudio de la capacidad de carga de visitantes al área protegida es un elemento muy valioso para el manejo (García-Saez 2002). A partir de tales estudios es posible diseñar y aplicar diversas estrategias de mitigación de los impactos negativos impuestos por el turismo. Además, el monitoreo de visitantes debe incorporarse activamente en los planes de manejo que buscan disminuir las repercusiones perjudiciales del turismo sobre el ambiente (García-Saez 2002). En la actualidad en la RB Seaflower, la actividad turística no está debidamente monitoreada, y gran parte de ésta, en las islas, no es ambientalmente limpia y sostenible (Santos-Martínez y James 2007).

Se reconoce que uno de los factores que suelen limitar el éxito en el funcionamiento de las AMPs es la falta de fondos (Gravestock *et al.* 2008), y que en aquellas AMP donde el ejercicio turístico es una presión importante, es adecuado como estrategia de financiación el cobro de

ingreso a los visitantes. En Seaflower no solo se implementa este tipo de cobros, sino que se ha procurado operar mediante múltiples vías de financiación: donaciones, aportes fiscales, créditos, inversiones y la autofinanciación, inversiones ecológicas (Ecovest - basadas en la explotación racional de los recursos en las zonas de amortiguamiento o de transición), el cobro del costo de manejo a usuarios, la venta de artículos tipo souvenir de la reserva, las concesiones, los paseos naturales guiados, el apoyo del sector privado, los impuestos verdes aplicados a infractores medioambientales, y el reciclaje (Mow 2001; Howard 2006).

La RB Seaflower ha surgido como la mejor alternativa para el desarrollo sostenible natural y socioeconómico del Archipiélago, aportando valiosos frutos que apenas se empiezan a cosechar. Todavía se están descubriendo las lecciones de éste gran reto, soñado por los antepasados y materializado en parte por los actuales moradores, para el beneficio actual y de los herederos de ésta parte del Gran Caribe.

BIBLIOGRAFÍA

Ballantine, W.J. y Langlois, T.J. 2008. Marine reserves: the need for systems. *Hidrobiología*, 606: 35-44.

Barriga, T., Hernández, C. y Jaramillo, T. 1969. La Isla de San Andrés. Contribuciones al conocimiento de su ecología, flora, fauna y pesca. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 152 p.

Burke, L. y Maidens, J. 2004. Reefs at Risk in the Caribbean. World Resources Institute, Washington, 80 p.

Claudet, J., Osenberg, C.W., Benedetti-Cecchi, L., Domenici, P., García-Charton, J.A., Pérez-Ruzafa, A., Badalamenti, F., Bayle-Sempere, J., Brito, A., Bulleri, F., Culioli, J.M., Dimech, M., Falcón J.M., Guala, I., Milazzo, M., Sánchez-Meca, J., Somerfield, P.J., Stobart, B., Vandeperre, F., Valle, C., y Planes, S. 2008. Marine reserves: size and age do matter. *Ecology Letters*, 11: 481-489.

Coralina, Conservation International's Andes CBC, y The Center for Environmental Leadership in Business (CELB). 2003. A multi-stakeholder tourism destination management program for the archipelago of San Andres, Old Providence and Santa Catalina. Final Report, 12 p.

Coralina. 1998. Formulario de propuestas de reservas de biosfera Seaflower. Unesco - Programa del Hombre y la Biosfera (MAB). Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina), San Andrés isla, 77 p.

Coralina. 2000. Plan de Manejo, Archipiélago de San Andrés, Providencia & Santa Catalina. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina), San Andrés isla, 105 p.

Coralina. 2003. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, una Reserva de la Biosfera en el Caribe colombiano. Corporación Ambiental Regional para el Desarrollo Sostenible, San Andrés isla, Colombia, 58 p.

Coralina. 2005. Mapas Áreas Marinas protegidas. Sistema de Información Geográfica. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, San Andrés, 5 p.

Cowen, R.K., Paris, C.B. y Srinivasan, A. 2006. Scaling of Connectivity in Marine Populations. *Science*, 311: 522 – 527.

Dahlgren, C., Arboleda E., Buch K., Caldas J.P., Posada, S. y Prada, M. 2003. Characterization of reef-fish diversity, community structure, distribution and abundance on three Southwestern Caribbean atolls: Quitasueño, Serrana, and Roncador Banks (Seaflower Biosphere Reserve), Archipelago of San Andrés and Old Providence, Colombia. Expedition Report 2003 Joint Ocean Conservancy – Coralina, San Andrés Colombia, 33 anexos y 28 p.

Díaz, J. 2005. Esquemas espaciales de zonación ecológica y morfología de las lagunas de los atolones y complejos arrecifales de un Archipiélago oceánico del Caribe: San Andrés y Providencia (Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 29 (112): 357 – 369.

Díaz, J.M. (Ed.). 2000. Áreas coralinas de Colombia. Serie Publi. Especial No. 5 Invermar, Santa Marta, 175 p.

Díaz, J.M., Díaz-Pulido, G., Garzón-Ferreira, J., Geister, J. Sánchez J.M. y Zea, S. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. I. Complejos arrecifales oceánicos. Invermar, Santa Marta, Ser. Pub. Espec. 2, 83 p.

Frid, C.L.J., Paramor, O.A.L., Brockington S. y Bremne, J. 2008. Incorporating ecological functioning into the designation and management of marine protected areas. *Hydrobiologia*, 606: 69–79.

Friedlander, A., Sladek-Nowlis, J., Sanchez J.A., Appeldoorn, R., Usseglio, P., McCormick, C., Bejarano, S. y Mitchell-Chui, A. 2003. Designing effective Marine Protected Areas in Seaflower Biosphere Reserve, Colombia, based on biological and sociological information. *Conservation Biology*, 17 (6): 1769-1784.

García-Saez. 2002. Manejo de visitantes en áreas protegidas: manual operativo. Universidad Autónoma de México. Curso Áreas Marinas Protegidas, Puerto Morelos, 72 p.

Gerber, L.R., Begger, M., McCarthy, M. A. y Possingham, H.P. 2005. A theory for optimal monitoring of marine reserves. *Ecology Letters*, 8: 829–837.

Gravestock, P., Roberts, C.M. y Bailey, A. 2008. The income requirements of marine protected areas. *Ocean & Coastal Management* 51: 272-283.

Halpern, B.S. y Warner, R.R. 2003. Matching marine reserve design to reserve objectives. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 270: 1871–1878.

Heinemann, D., Appeldoorn R., Dahlgren, C., Herrón P., Prada M. y Sánchez, J. 2004. Rapid Ecological Assessment of the Northern Banks of the Archipelago of San Andrés and Old Providence. Expedition Report 2003 Joint Ocean Conservancy – Coralina, San Andrés Colombia, 23 anexos y 29 p.

Howard y Taylor. 2005. MPA Profile The Seaflower MPAs, Colombia: Cooperative, Consensus-Based Planning with Stakeholders. *MPA New, International News and Analysis on Marine Protected Areas*, 6 (10): 5.

Howard, M.W. 2006. Evaluation report Seaflower biosphere reserve implementation: the first five years 2000 – 2005. Archipelago of San Andres, Old Providence & Santa Catalina Colombia. The Corporation for the Sustainable Development of the Archipelago of San Andres, Old Providence and Santa Catalina CORALINA. Funded by: UNESCO Man and the Biosphere Program- MAB & Coastal and Small Islands Network- CSI, San Andrés Colombia, 35 p.

Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J. Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.P., Steneck, R.S., Tegner, M.J. y Warner, R.R. 2001. Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. *Science*, 293: 629- 638.

Keller, B.D. y Causey, B.D. 2005. Linkages between the Florida Keys National Marine Sanctuary and the South Florida Ecosystem Restoration Initiative. *Ocean & Coastal Management*, 48 (2005): 869–900.

Mow, J M, Howard, M., Delgado, C. y Tabet, S. 2003. Promoting sustainable development: a case study of the Seaflower Biosfera Reserve. *Prospects*, 33 (3): 303 - 312.

Mow, J. 2001. Plan de ordenamiento ambiental para el desarrollo sostenible y plan de manejo de la reserva de biosfera Seaflower. En: Ramírez S. & L. Restrepo. 2001. Visiones y proyectos para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Debate abierto. Instituto de Estudios Caribeños, IEPRI, Universidad Nacional de Colombia sede Caribe. Cuadernos del Caribe 1: 31-42.

Mumby, P.J., Harborne, A.R., Williams, J., Kappel, C.V., Brumbaugh, D.R., Micheli, F., Holmes, K.E., Dahlgren, C.P., Paris, C.B. y Blackwell, P.G. 2007. Trophic cascade facilitates coral recruitment in a marine reserve. *PNAS*, 104 (20): 8362–8367.

Parsons J. 1985. San Andrés y Providencia. Una geografía histórica de las islas colombianas del Caribe. Áncora Editores. Bogotá, 167 p.

Pomeroy, R.S., Watson, L.M., Parks, J.E. y Cid, G.A. 2005. How is your MPA doing? A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, 48: 485–502.

Roberts, C.M., Hawkins, J.P. y Gelly, F.R. 2005. The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 360: 123–132.

Sale, P.L., Cowen, R.K., Danilowicz, B.S., Jones, G.P., Kritzer, J.P., Lindeman, K.C., Planes, S., Polunin, N.V.C, Russ, G.R., Sadovy, Y.J. y Steneck, R.S. 2005. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *Trends in Ecology and Evolution*, 20 (2): 74-80.

Santos-Martínez A., Caldas J.P. y Medina, J.H. 2006. Compilación bibliográfica sobre los recursos pesqueros del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Colombiano CD Multimedia, 133 trabajos. Universidad Nacional de Colombia. Ed. Bogotá: Unibiblios.

Santos-Martínez, A. 2005. Programa de ordenación, manejo y conservación de los recursos pesqueros en la Reserva de Biosfera Seaflower archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano – Universidad Nacional de Colombia – Sede San Andrés, Gobernación del Depto. Secretaría de Agricultura y Pesca, Coralina, SENA, Incoder y Armada Nacional. Informe Final técnico y Financiero del Proyecto Colciencias, San Andrés isla.

Santos-Martínez, A. y J. James Cruz. 2007. La Reserva de la Biosfera Seaflower en el Caribe Colombiano: el turismo como alternativa para el Desarrollo Sustentable. Primer Encuentro de Turismo en Áreas Protegidas, Puerto Vallarta, noviembre de 2007. Universidad de Guadalajara – Centro Universitario de la Costa. Trabajo de exposición, 14 p.

Unesco. 2000. Solving the Puzzle: The Ecosystem Approach and Biosphere Reserves. Unesco. París.

White, C., Kendall, B.E., Gaines, S., Siegel, D.A. y Costello, C. 2008. Marine reserve effects on fishery profit. *Ecology Letters*, 11: 370–379.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS RECURSOS AGUA Y SUELO EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE SAN ANDRÉS ISLA, COMO MIRAS A LA APLICACIÓN DE CONCEPTOS AGROECOLÓGICOS

Jaime Alberto Botett López¹ y Petter
David Lowy Ceron¹

INTRODUCCIÓN

La necesidad de establecer metodologías en pro de la ejecución de un sistema productivo más amigable con los recursos naturales en el sector agrícola, ha llevado desde hace más de dos décadas al desarrollo de algunos conceptos teórico-prácticos como; Agro ecología, Agricultura orgánica y muchos más, lo cual ha generado una serie de impactos positivos en el medio ambiente en la mayoría de los países, pero en muy pequeñas proporciones, debido a la falta de continuidad por parte de las instituciones responsables de la problemática agroambiental de cada país.

Dentro de las políticas gubernamentales existentes en la isla de San Andrés y acorde a las necesidades de los campesinos isleños, es pertinente ante todo, sensibilizar al agricultor de la importancia que revierten los sistemas agrícolas en una comunidad dada y además, saber que en dicho proceso hay entradas así como salidas (balances de materia y energía), y que para lograr un equilibrio biológico se deben generar métodos en los que se busque optimizar las etapas en dicho proceso y de este modo no interferir en el normal desarrollo de los agroecosistemas.

Las condiciones biogeográficas de San Andrés (su ubicación, la topografía, el relieve, la temperatura, la precipitación, el clima, la hidrología y la cobertura vegetal), y la disminución de las áreas aptas para prácticas agrícolas, sugiere que los agricultores isleños no están exentos de toda la problemática concerniente a la escasa superficie terrestre para uso agrícola. La falta de concientización por parte de los agricultores nativos con respecto al uso de tecnologías más limpias en el sector agrícola de la isla, ha conllevado desde hace algún tiempo a la generación de patologías ambientales (erosión del suelo, concentración de algunos nutrientes en el suelo y contaminación de aguas subterráneas), que a pesar de ser mínimas, desde el punto de vista ambiental se pueden tornar como de alto impacto sobre los recursos agrícolas de la isla, la cual hace parte de la Reserva de Biosfera *Seaflower*.

A raíz de toda esta problemática y del difícil cambio de una agricultura tradicional a una agricultura sostenible por parte de los campesinos isleños, es necesario crear un conjunto de metodologías que no solo sirvan para hacer todo tipo de diagnóstico sino en pro de crear pautas

¹ Universidad Nacional de Colombia sede Caribe.
Dirección de correspondencia: pdlowyc@unal.edu.co

para que dicho cambio se presente en la isla de forma positiva. Partiendo de esta teoría y como base para futuros estudios, el presente trabajo muestra en qué condiciones agroambientales se encuentra el sector agrícola de San Andrés. En este diagnóstico están sentadas las bases sobre la situación ambiental por la que esta pasando el sector agrícola y las pautas para que, ambientalmente hablando, se pueda dar un periodo de transición hacia una agricultura más sustentable y por consiguiente más amigable con el ambiente. Para tal fin este estudio se apoyó en asistencias técnicas a un determinado grupo de agricultores en sus respectivas unidades productivas enfocadas al uso de los productos orgánicos y al manejo de los recursos agua y suelo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los procesos de análisis y diagnósticos en cualquier sistema productivo, como la agricultura, a nivel mundial, requieren acciones continuas que lleven a ejecución, métodos y lineamientos para contrarrestar la problemática ambiental en marco de los sistemas agrícolas en cualquier región del mundo. La escasa continuidad a la cual están inmersos la mayoría de los proyectos que se han formulado para el mejoramiento del sector agropecuario de la isla de San Andrés, ha llevado consigo un deterioro socio-ambiental inminente, y ha dado pie a la preiorización de otros modelos de desarrollo, como la hotelería y el comercio, antes que la reactivación de la agricultura en nuestro la isla.

Este estudio nace de la necesidad de crear formas de producción agrícola más efectivas que suplan las necesidades del mercado local y sean herramientas para valorar posibles mercados nacionales. De esta manera, se podría convertir la agricultura en un pilar fuerte en la economía del Archipiélago. Además, haciendo una radiografía ambiental de la situación en San Andrés se propuso visualizar los problemas que surgen al interior del sector y las posibles soluciones a desarrollar a mediano y/o largo plazo.

Los recursos agua y suelo, se encuentran actualmente vulnerables a un inminente deterioro ambiental, el cual no muestra ninguna tendencia a disminuir, a causa de la poca gestión con que se maneja la problemática del sector agrícola en San Andrés. Desarrollar lineamientos que lleven consigo el propósito de minimizar los impactos ambientales sobre los recursos agrícolas, debe representar una prioridad, tanto para los campesinos como para los entes interesados en el sector agrícola de San Andrés isla.

ÁREA DE ESTUDIO

San Andrés isla presenta dos formaciones destacadas: primero, una serie de colinas de pendiente suave, con una altura máxima de 85 metros sobre el nivel del mar en la parte central y segundo, una planicie litoral conformada por una plataforma emergida hasta los 10 msnm que bordea este relieve. La primera forma la constituye un sector montañoso que comienza al norte de la isla y se prolonga hacia el sur hasta May Hill, pasando por Shingle Hill, lugar donde se divide en dos ramales: uno sentido suroeste, que termina cerca de la rada del Cove y cuya máxima altura es Pussy Hill, y el otro, que continua hasta una distancia de 3 Km de South Point. Entre estos ramales se forma un pequeño valle intermedio recorrido por el Cove Creek (IGAC 1986).

El desarrollo de las encuestas, se llevo a cabo en las áreas relacionadas en la Figura 1 (Cove, Loma Barrack, Orange Hill, San Luis y South End). El proceso de socialización durante las visitas a los agricultores, fue desarrollado teniendo en cuenta, la base de datos de la Secretaria de Agricultura, todos los sábados durante la investigación.

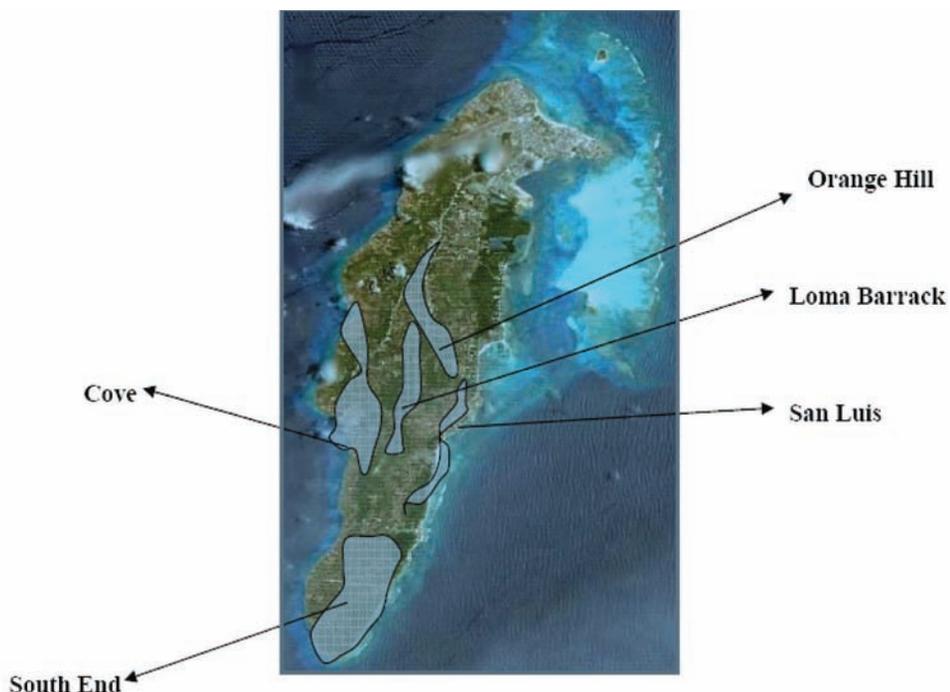


Figura 1. Mapa de San Andrés isla y ubicación de las zonas donde se desarrollaron las encuestas

OBJETIVOS

General

- Elaborar un diagnóstico ambiental de los recursos agua y suelo en el sector agrícola de San Andrés isla en busca de la optimización del mismo y la práctica, por parte de los agricultores, de conceptos agro ecológicos.

Específicos

- Conocer de qué manera la población utiliza los recursos agua y suelo en la agricultura isleña.
- Identificar qué alternativas o estrategias ambientales se han ejecutado y cuáles han sido sus efectos.
- Plantear metodologías para el uso racional de los recursos agrícolas en San Andrés isla.
- Evaluar mediante encuestas la concepción de los agricultores con relación al cambio de la agricultura tradicional por la agricultura ecológica.

- Promocionar y dar a conocer la importancia de conceptos ecológicos aplicados en la agricultura, por medio de charlas técnicas, talleres y conferencias relacionadas con el tema y visitas a los campesinos.
- Divulgar, mediante visitas a instituciones educativas a la juventud la importancia que tienen los recursos agua y suelo sobre las actividades agrícolas en San Andrés isla.

MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

El turismo y el comercio, a pesar de que representan el sustento del actual modelo de desarrollo en la isla de San Andrés, la actividad agrícola, aun cuando su significado se basa en el autoconsumo, tiene importancia cultural en los campesinos isleños, en los cuales de cierto modo, la agricultura es una tradición. Sin embargo, el escaso relevo generacional y el escepticismo de los jóvenes hacia este tipo de actividades, se ha convertido en una debilidad, en cuanto se pretenda dar a la agricultura el estatus que poseía desde antes de la mitad del siglo XX.

Definición de agricultura sostenible

La expresión “agricultura sostenible” y el término “sustentabilidad” se han definido y usado de diferentes formas en los años 90. En la mayoría de las definiciones de agricultura sostenible, se introducen los siguientes elementos (Power y McSorley 2000):

- Mantenimiento de un suministro adecuado de alimentos para todas las personas.
- Conservación de los nutrientes y recursos.
- Impacto mínimo en el medio ambiente y en los ecosistemas naturales
- Aceptación social y económica

Perspectivas para una agricultura sostenible

La sostenibilidad del futuro dependerá de la resolución de los ciudadanos y gobiernos de todo el mundo en anticiparse y solucionar esos difíciles problemas. La actual población mundial es ya lo suficientemente elevada para consumir recursos para su beneficio inmediato y llegar hasta el límite de agotamiento de estos (Power y McSorley 2000).

Recurso agua en los sistemas agrícolas

De todos los recursos de la tierra, el agua es quizás, el más valioso. Mientras que la energía puede obtenerse del suelo, del viento o del movimiento del agua, esta última no tiene alternativas. Las decisiones que se toman ahora en lo concerniente a la utilización del agua afectarán la producción agrícola, no solo en esta década sino también en las sucesivas (Power y McSorley 2000).

Sistemas de Riego

Alrededor del 65% del agua utilizada en el mundo para riego se desperdicia (se evapora o transpira), lo que significa que solamente el 35% de esta agua contribuye realmente al crecimiento de los cultivos (Miller 1990). En este sentido, para la optimización de las actividades agrícolas, es pertinente hacer uso de los sistemas de riego para la obtención de buenos resultados y la mitigación de impactos ambientales negativos en el suelo debido a la carencia de agua.

Uso de aguas residuales para riego agrícola

El rápido crecimiento de las áreas urbanas está provocando en todo el mundo un incremento de la demanda de aguas para uso doméstico y también un mayor aprovechamiento de las aguas residuales que, potencialmente, pueden usarse en la agricultura (Power y McSorley 2000). Utilizar las aguas residuales tratadas de las zonas urbanas para regar los cultivos es otro medio para que el agua se pueda volver a usar y, por lo tanto, conservar. Aunque es más caro que otras opciones de conservación, el tratamiento de aguas residuales para la producción agrícola puede realmente costar menos que crear nuevas fuentes de agua (Postel 1996).

Recurso suelo en los sistemas agrícolas

Los conflictos ambientales del recurso suelo a nivel nacional se originan, tanto por la propiedad desigual de la tierra, como por la utilización equivocada que se hace de ella con su acostumbrada actividad y por los efectos que producen sobre sus características físico-biológicas las prácticas agrícolas (León 2007).

Uno de los problemas más visibles con relación al recurso suelo, tanto a nivel local como nacional es sobre la tenencia de la tierra destinada para actividades agrícolas. Es un hecho ampliamente conocido que Colombia es uno de los países del mundo con mayores índices de concentración de la tierra. Quienes se han ocupado del tema aducen que el país se caracteriza por el carácter dual de la estructura de la propiedad, que se expresa en una creciente polarización entre la minifundización y la microminifundización por un lado y la ampliación del control de la tierra por la gran propiedad (Machado 1998 en León 2007).

Abonos orgánicos

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura sostenible, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos (www.infoagro.com).

Aspectos ecológicos de las malezas

La aparición y dispersión de plagas, sean estas insectos, enfermedades o malezas, ocurrió como consecuencia de la alteración ambiental originada por la agricultura masiva e intensa y por el transporte de materiales de una región a otra, sin las previsiones necesarias. Por eso, el concepto de malezas o de plagas es totalmente antropocéntrico y circunstancial. Una misma especie puede ser plaga, pasar desapercibida o ser beneficiosa, dependiendo del tamaño de su población en un sistema dado y de cómo este oferte los intereses de las personas (Alan *et al.*, 1995).

Rotación de cultivos

Se define como la sucesión recurrente y más o menos regular de diferentes cultivos en el mismo terreno. Es una práctica muy antigua la cual, utilizada apropiadamente, contribuye de modo eficaz a controlar la erosión y mantener la productividad de los terrenos. El efecto benéfico de la práctica depende de la selección que se haga en las plantas que van a rotarse y de la secuencia que siga en su siembra (Suárez 1980).

ESTADO DEL ARTE

Antecedentes

El Archipiélago depende hoy en día de alimentos importados; las actividades agropecuarias que alguna vez tuvieron auge, y aun cierto esplendor están muy deprimidas. En ellas inciden factores como el alto costo de vida y de los jornales y un franco desestímulo resultante de la baja rentabilidad del seto agrícola (Márquez *et al.*, 2006). Por otro lado, la transformación que tuvo el modelo de desarrollo a mediados del siglo pasado, debido a la declaratoria de Puerto Libre por Colombia, llevo indirectamente a los campesinos isleños a cambiar de estilos de vida e interactuar de algún modo con la cultura introducida por inmigrantes continentales desde nuestro país y en algunos casos árabes y libaneses. Los trabajos realizados, referentes a la problemática con los recursos agua y suelo, han tomado fuerza desde finales del siglo XX y se intensificó aun más con el nombramiento de Reserva de Biosfera por la UNESCO.

Generalidades agroambientales de San Andrés isla

Recurso Agua

San Andrés isla cuenta con dos acuíferos subterráneos principales, de los cuales hay una gran dependencia para el consumo humano del recurso agua. El acuífero San Andrés, que se encuentra localizado en la parte central de la isla, y del cual se abastece toda la red de acueducto. El segundo, es el acuífero San Luís, que se halla alrededor del primero y del cual, se abastece la mayoría de la población. Además de las dos fuentes de agua mencionadas en la isla, se practica mucho la captación de agua lluvia y el uso de plantas desalinizadoras, introducidas por el sector

hotelero para potabilizar el agua. La escasa superficie terrestre hace que los acuíferos estén altamente interconectados y expuestos a la contaminación por el uso de pozos sépticos (Mora 2003).

Disponibilidad de agua para riego agrícola

Aún teniendo en cuenta que no solo es limitada el área de tierra cultivable sino también la disponibilidad de agua, la calidad de los suelos aptos para cultivar se pueden catalogar dentro de los suelos orgánicos como favorables. Sin embargo, la San Andrés presenta precarios o escasos sistemas de riego, convirtiéndose esto en una falencia muy grande y creando cierta dependencia del sector a las lluvias eventuales para el riego de sus cultivos (Mora 2003). Las técnicas de almacenamiento de agua lluvia mediante reservorios artificiales construidos, son una alternativa para efectuar riego artificial en pequeñas unidades productivas. Ambientalmente hablando los reservorios de agua lluvia representan la salida más clara al problema de carencia de agua y son una alternativa viable desde el punto de vista ecológico (Mora 2003).

Recurso suelo

Como ya se había mencionado, en la agricultura el suelo juega un papel imprescindible, cuando hacemos referencia a su fertilidad, ya que de que este es el soporte natural de cualquier tipo de cultivo. Siempre que se pretenda hacer diagnósticos de tipo ambiental en el recurso suelo de unidades agrícolas, es necesario evaluar y analizar las propiedades físico-químicas de este, su fertilidad y la actividad microbiana que en el suelo se desarrollan, y así determinar de qué manera se pueden adaptar los cultivos a estos parámetros. Los suelos de mayor presencia en el archipiélago y donde básicamente se practica la agricultura se describen a continuación (Correa 2005):

- *Orden entisol*

Este orden representa los suelos de una gran parte del territorio de la isla. Son suelos jóvenes, de escaso desarrollo pedogenético, localizados principalmente en las zonas de fuerte pendiente, estos básicamente poseen un horizonte A muy incipiente. Igualmente, se encuentran en la plataforma o terraza de abrasión, aunque el horizonte A se encuentra un poco más desarrollado (IGAC 1997).

- *Orden vertisol*

Son los suelos más abundantes en el archipiélago. Aquí se agrupan los suelos de las consociaciones San Luis, Radar e Icacos (Correa 2005). La Consociación San Luis (IGAC 1997) muestra suelos localizados en el tipo de relieve de glacis de acumulación, configurando franjas angostas y continuas alrededor de paisaje de lomerío. Están constituidos por depósitos de sedimentos finos, ricos en arcilla esméctica, producto de la disolución de los materiales calcáreos acumulados por el mar y los erodados de las laderas escarpadas de las lomas. La cobertura arbórea ha sido destruida casi en su totalidad y reemplazada por pasto '*angleton*' y en áreas pequeñas con cultivos de subsistencia.

- *Orden molisol*

Corresponde a aquellos suelos que, gracias a altos contenidos de carbonatos, poseen saturaciones muy altas de bases y carbón orgánicos, colores muy oscuros en los horizontes superficiales y muy buen desarrollo estructural (IGAC 1997).

Dentro de la propuesta para el manejo de las unidades productivas, hecha por Correa

(2005), se concluyó que, los suelos de la Consociación San Andrés, presentan suelos aptos para los cultivos tradicionales de la isla. Sin embargo, están limitados por la profundidad efectiva superficial y la escasez de humedad. En relación a los suelos ubicados en las consociaciones San Luis, Radar, Icacos y La Iglesia, presentan como limitante el movimiento de agua y la susceptibilidad a ser degradados por erosión, específicamente en la Consociación Iglesia. Por lo anterior, es necesario establecer en la isla métodos que permitan tener acceso al agua para riego y hacerle frente a la escasez de humedad en algunos suelos, más aún cuando es la época de sequía.

Manejo de residuos orgánicos

Dentro de los residuos sólidos agropecuarios que se generan en las distintas unidades productivas, se tienen estiércol de caballo, estiércol de vaca, porquinaza, gallinaza y residuos vegetales, resultado varias actividades dentro la misma unidad productiva (Martínez 2005).

Dentro los usos actuales dados a estos residuos se encuentran: la aplicación directa de porquinaza y bovinaza sobre cultivos, conllevando a una sobresaturación de nutrientes en el suelo; la obtención de material estabilizado para abonar como la gallinaza; en algunos casos los residuos vegetales, tales como, la hojarasca y los restos de poda, son utilizados como combustible para ser uso de la quema indiscriminada, deteriorando el suelo mismo. La Tabla 1 destaca los residuos sólidos orgánicos que más se presentan en las distintas unidades productivas de la isla (Martínez 2005).

Tabla 1. Residuos Agropecuarios de mayor generación, sus usos u potencialidades (Martínez 2005)

Tipo	Usos	
	Actuales	Potenciales
Estiércol	Aplicación directa sobre cultivos. (porquinaza, bovinaza). Obtención de material estabilizado para abonar (gallinaza).	Generación de biogás, humus de lombriz.
Residuos vegetales	Cobertura de suelos (hojarasca), combustible, sustrato (coco y bagazo) para cultivos en invernadero	Material de cama para galpones, mejoramiento de textura física del suelo (bagazo)
Residuos salinos	ninguno	Obtención del compost

METODOLOGÍA

De acuerdo con los objetivos planteados en este trabajo, durante la presente investigación se contó con varias actividades relacionadas según el orden de prioridades a continuación:

Se inició con una revisión bibliográfica, referente a la temática del proyecto, donde se tuvo en cuenta el manejo de los recursos agua y suelo en los sistemas agrícolas locales y nacionales, y que implicaciones tienen sobre estos, el uso de prácticas no amigables con los agroecosistemas. Posteriormente, y teniendo en cuenta una base teórico-conceptual de la problemática agrícola, se realizó un análisis de la situación desde el punto de vista ambiental en la isla.

La participación en el proyecto “Asistencia técnica a pequeños agricultores en materia de transferencia de tecnología de producción orgánica”, fue fundamental en la medida que se quiso llegar a los campesinos, desarrollando un proceso de sensibilización sobre los beneficios del cambio de agricultura tradicional a la agricultura sostenible. Esta fase del trabajo se extendió hacia la Institución Educativa CEMED y Colegio Departamental NATANIA.

La información requerida para realizar el diagnóstico ambiental, fue radicada en el marco de una encuesta (anexo 1), la cual fue diseñada para conocer la percepción que tienen los campesinos hacia los problemas que alrededor de las actividades agrícolas se ciernen. Los resultados arrojados por la encuesta sirvieron como soporte para analizar las falencias que hay en el sector agrícola de San Andrés, y para determinar cuáles serían las posibles soluciones a largo o mediano plazo.

La Figura 2 explica de forma clara, las etapas que se tuvieron en cuenta a la hora de realizar la investigación y los procesos que en cada una de ellas, fueron pertinentes evaluar;

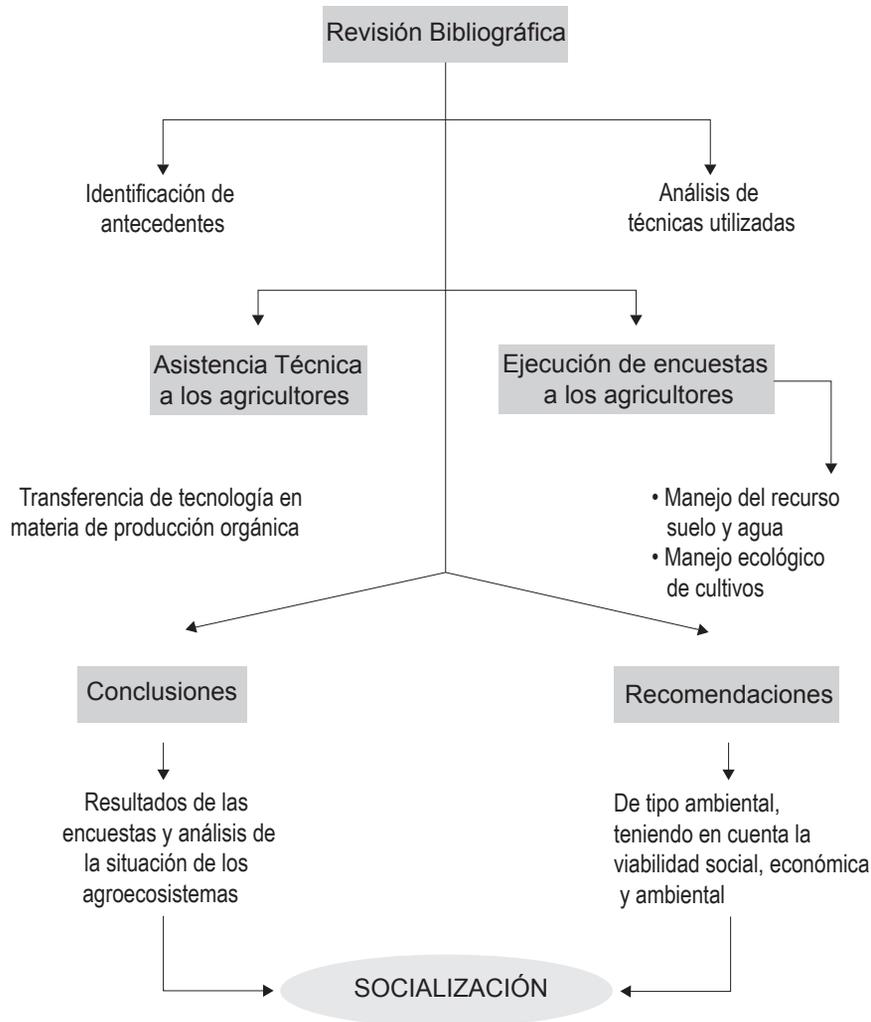


Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se realizaron 118 encuestas entre agricultores, en los sectores de San Luis, Cove, Loma Barrack, Orange Hill y South End. De estas se destacan los siguientes aspectos:

- Una de las falencias más visibles en las actividades agrícolas de San Andrés, es la escasa utilización de sistemas de riego, lo cual se ve reflejado en los 39 sistemas de riego, como son, el uso de mangueras (24) y tanques acondicionados como regaderas (15) (Fig. 1), lo cual genera desconcierto a la hora de cultivar productos agrícolas que requieren de un alto porcentaje de agua, y por consiguiente, la comercialización de éstos fluctúa y trae consigo la importación de productos, que se podrían cosechar en la isla, siempre y cuando se cuente con el recurso hídrico. En este sentido, las importaciones se convierten de forma indirecta, en una necesidad del actual modelo de desarrollo en la isla.

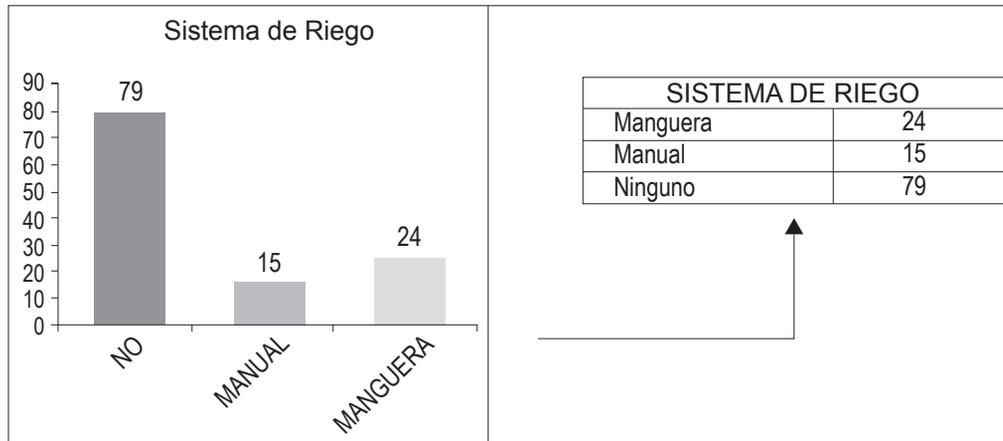


Figura 3. Identificación de sistemas de riego en San Andrés isla

- Dependiendo de la precipitación de lluvias, como lo muestra la Fig. 2, es un factor limitante si se tiene en cuenta que éstas, presentan un comportamiento bimodal en la isla, es decir, hay dos periodos fuertes de lluvia, aunque uno de éstos sea más fuerte que el otro, lo que en algunos casos inhibe la producción agrícola en diferentes épocas del año. Dentro de los cultivos afectados se pueden mencionar; batata, yuca, patilla y melón.
- En cuanto al tratamiento del agua (Fig. 3), la cual es almacenada por un pequeño porcentaje de agricultores que hace uso de este tipo de prácticas, es hecho con la disolución de pequeñas porciones de cloro granulado (se encontraron 37 campesinos con este tipo de prácticas). Los agricultores manifiestan que con ello se logra disminuir la presencia de patógenos, que pueden afectar el desarrollo de los cultivos.

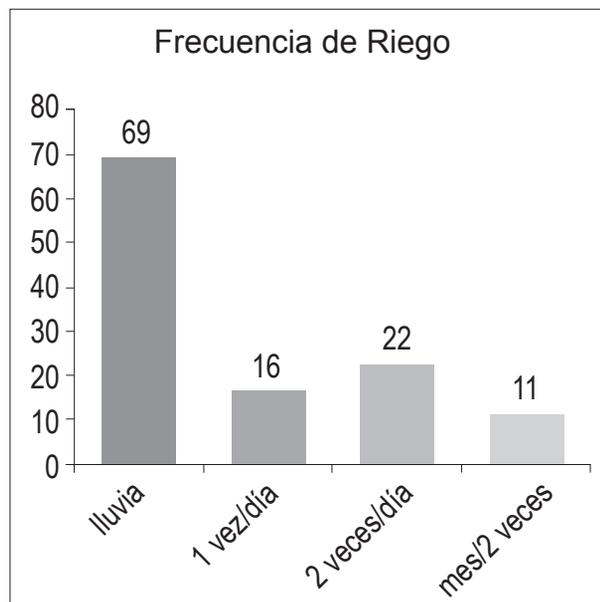


Figura 4. Frecuencia de riego de cultivos en las actividades agrícolas del Archipiélago

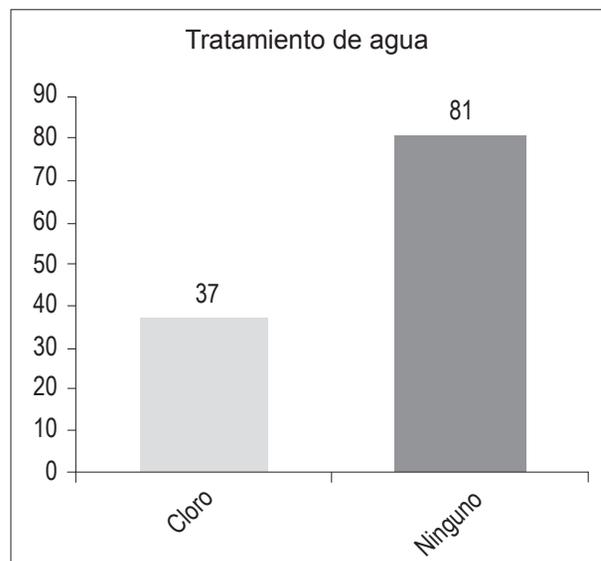


Figura 5. Tratamiento de agua para uso agrícola

- Por otra parte, los sistemas de almacenamiento en la isla, no son muy representativos, siendo las cisternas de agua lluvia las predominantes en los sistemas agrícolas. En este sentido, la Tabla 2, ilustra por sectores, la preferencia por los sistemas de almacenamiento (cisternas) alrededor de la Isla. Los campesinos de la parte alta de la isla (Cove, Loma Barrack y Orange Hill), presentan mayor tendencia a colectar el agua lluvia, con fines agrícolas. Una hipótesis sobre esta divergencia podría ser el hecho de que en estas zonas la tenencia de tierras propias es mayor que en el resto de San Andrés isla.

Tabla 2. Captación de agua lluvia por sectores en San Andrés isla

Sector	Capacitación de agua lluvia			
	SI	%	NO	%
Cove	14	19,4	12	26
Orange Hill	33	45,8	3	6,5
Loma Barrack	11	15,2	8	17,3
San luis	6	8,3	3	6,5
South End	8	11,1	20	43,4
Total	72	100	48	100

- El material de preferencia utilizado para la elaboración de compostaje es la porquinaza (18 campesinos), a pesar de que la mitad de los agricultores encuestados no son muy interesados en la elaboración de las técnicas de compost. En San Andrés, los materiales para esta técnica son muy variados, lo que significa una amplia escogencia a la hora de utilizar un producto para la obtención de abono orgánico. Sumado a esto, el lombricompostaje en la isla, como fuente de nutrientes y materia orgánica, juega un papel muy relegado, debido a la poca participación en las actividades agrícolas del área en estudio. (Fig. 4).

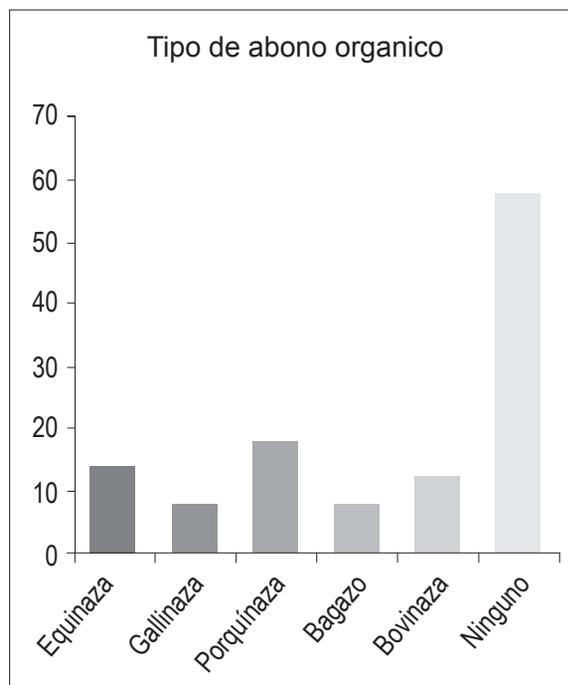


Figura 6. Tipo de abono utilizado para la Elaboración de compost

Tabla 3. Tipo de abono de preferencia por los agricultores isleños

UTILIZACIÓN DE ABONOS	
Tipo de abono	Cantidad
Equinaza	14
Gallinaza	8
Porquinaza	18
Bagazo	8
Bovinaza	12
Ninguno	58
Total	118

- En la Tabla 4, se nota que los agricultores isleños, se inclinan por los residuos porcícolas para la elaboración de compost, aunque los ocho campesinos, que prefieren la gallinaza como compuesto para la elaboración de compost, manifiestan que éste material es beneficioso para el cultivo y para la conservación de la fertilidad del suelo.
- Uno de los problemas en la agricultura de hoy en día son el uso de agroquímicos, ya que esto afecta gravemente las propiedades físicas y biológicas, en especial del recurso suelo, y secuencialmente a las reservas de agua subterránea en una región determinada. Sin embargo, los agroquímicos utilizados en la isla, aunque son escasos, se presentan contribuyendo a largo o mediano plazo al deterioro de los recursos agrícolas.

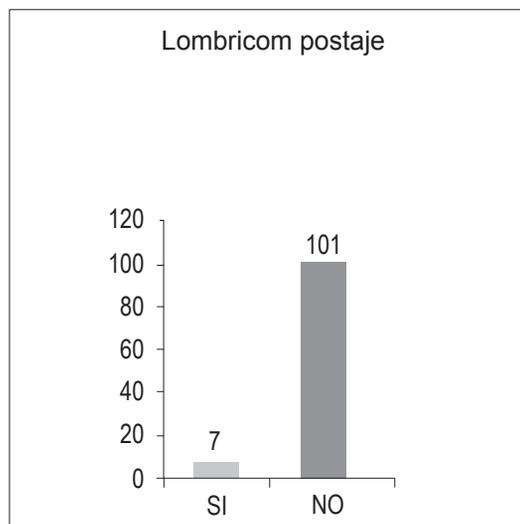


Figura 7. Uso de lombricompostos

• El uso de agroquímicos, se muestra en la Fig. 6, donde se nota que para contrarrestar los problemas de plagas y enfermedades, el uso de estos productos es mínimo. Sin embargo, el triple 15 (se encontró que 17 campesinos hacen uso de éste agroquímico), tiene mayor demanda en el mercado agrícola, por sobre la urea y el Basudin. Estos tres productos serian los de síntesis químicas de mayor complejidad utilizadas en el Archipiélago. A pesar de esto, se utilizan en menor proporción técnicas sostenibles como el aprovechamiento de las propiedades del ajo combinado con jabón para prevenir y controlar plagas, lo que resulta beneficioso para los sistemas agrícolas.

Tabla 4. Identificación de los productos utilizados para el manejo de plagas

MANEJO DE PLAGAS	
Producto utilizado	Cantidad
Urea	5
ajo, jabón	4
triple 15	17
basudin	3
quema	1
ninguno	88
Total	118

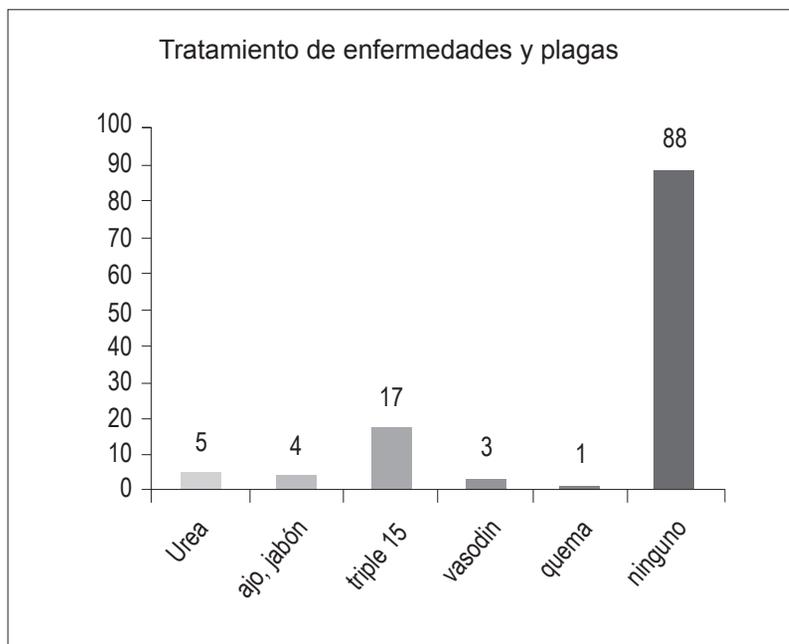


Figura 8. Tipo de agroquímico utilizado por los campesinos de San Andrés isla

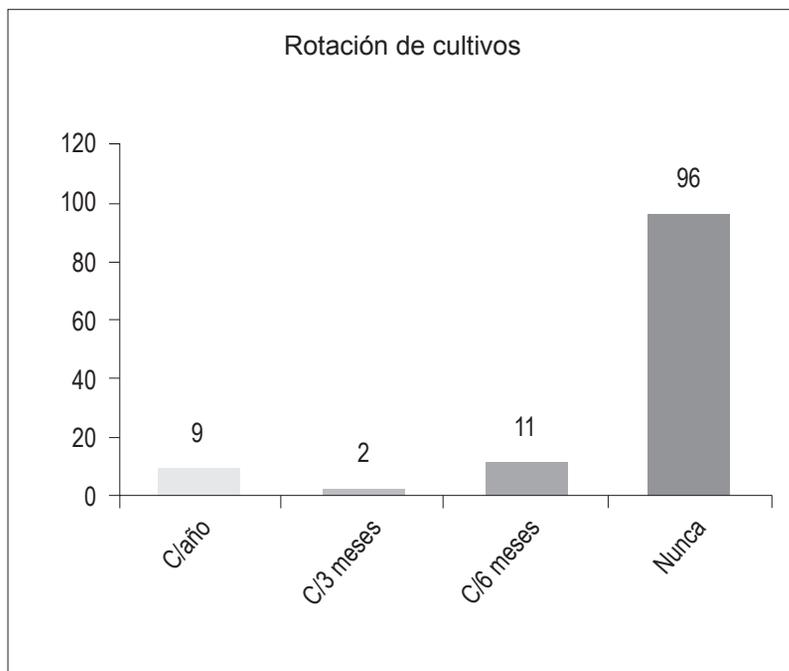


Figura 9. Rotación de cultivo por parte de los campesinos de San Andrés isla

- Para una mayor comprensión de la complejidad de estos compuestos en el tabla 5, se pueden observar las propiedades químico-biológicas de estos compuestos, a fin de conocer su finalidad en los sistemas agrícolas.

Tabla 5. Características de los agroquímicos utilizados

CARACTERÍSTICAS				
AGROQUÍMICO	Uso	Grupo Químico	Categoría Toxicológica	Observaciones
Urea	fertilizante	nitrogenados	Altamente corrosivo	La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cuál es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, las cuáles absorben la luz para la fotosíntesis. Además el nitrógeno está presente en las vitaminas y proteínas, y se relaciona con el contenido proteico de los cereales.
Basudin	Insecticida	órganofosfatos	Categoría II, altamente toxico	En los cultivos hortícolas, Basudin® 600 EC da un efectivo control contra ácaros, trips, chinches, minadores, lepidópteros y saltahojas. También da un buen control de otras plagas como: ácidos, chinches, saltahojas y trips. Basudin® 600 EC actúa sobre los insectos por contacto, ingestión y por acción de vapor.
Triple 15	fertilizante	nitrogenados	Categoría II, altamente toxico	Por su formulación líquida, puede ser fácilmente aplicado por via foliar, riego por goteo, riego por aspersión o por fertirrigación por riego rodado o de gravedad también se puede aspersar superficialmente en los estanques de acuacultivos o incorporar en el suelo del estanque al preparar la superficie antes del llenado y siembre de la larva.

- Una de las prácticas agrícolas que sin duda evita la propagación de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas, es la rotación de cultivos. Esta actividad en San Andrés es poco practicada (la mayoría de los agricultores, 96) no la emplean simplemente por falta de interés, y otros por carencia de conocimientos referentes a este tema. La figura No. 9 es una muestra clara del mal manejo ecológico que hay sobre los sistemas agrícolas en la isla.

• *Tabla 6. Tiempo empleado para rotación de cultivos en la isla*

ROTACIÓN DE CULTIVOS	
Tiempo	Cantidad
Cada año	9
Cada tres meses	2
Cada seis meses	11
Nunca	96
Total	118

Para el trabajo de divulgación ambiental, se contó con la participación de 31 estudiantes del Colegio Departamental NATANIA (anexo 2), con los cuales se llevaron a cabo charlas sobre impactos ambientales en el sector agrícola y salidas de campo (Figura 10), brindándoles la oportunidad de conocer más sobre esta temática en el archipiélago.



Figura 10. Salida de campo con alumnos del colegio NATANIA

El desarrollo de la encuesta, al igual que los resultados anteriores, arrojó datos importantes como la inclinación de los campesinos al cultivo de yuca y plátano (62 y 73, respectivamente) principalmente, seguido de los cultivos de batata, patilla y papaya. La tabla No. 7 es una muestra de las preferencias de los campesinos en la escogencia del cultivo a producir.

Tabla 7. Tipo de cultivos por sectores en la isla

PRODUCTO	SECTOR					Total
	Cove	Barrack	Orange Hill	San Luis	South End	
Yuca	19	12	9	3	19	62
Batata	12	8	4	0	15	39
Melón	0	4	0	1	6	11
Patilla	4	7	2	1	11	25
Papaya	4	2	5	1	7	19
Ñame	12	10	0	0	5	27
Platáno	18	18	18	7	12	73
Bosco	17	7	4	5	7	40

CONCLUSIONES

En los últimos años, la agricultura en San Andrés isla, ha tomado mayor importancia a raíz de que diversos sectores económicos, como el turismo y el comercio, aumentan de manera gradual su participación en la economía del archipiélago, llevando a la decadencia de la actividad agrícola en la región. Debido a esto las estrategias para el mejoramiento continuo de la actividad agrícola en el departamento, no se han hecho esperar, y trabajos como este se han desarrollado con la meta de rescatar progresivamente el agro en San Andrés.

Este trabajo refleja una aproximación clara y concisa del estado ambiental en que se encuentra la agricultura en la Reserva de Biosfera *Seaflower*. Al igual que el análisis estadístico, las visitas técnicas fueron fundamentales a la hora de determinar cuales son las características agroambientales más vulnerables en el territorio insular.

Paradójicamente, se concluye que la actividad agrícola insular no representa un gran impacto en los agroecosistemas de la isla, debido a que se basa en prácticas no conducentes al deterioro de los recursos agrícolas, como es el caso de los monocultivos en San Andrés, los cuales predominan en esta región, y la escasa utilización de compuestos agroquímicos, reemplazando a estos por métodos más ecológicos. Aun así, no se debe desfallecer en la búsqueda de mejores prácticas para que a futuro, la agricultura en esta parte del país, represente mayor importancia que otros sectores económicos.

Una de las falencias más notorias en la isla, es la poca credibilidad que tienen los agricultores hacia las instituciones gubernamentales, ya que los campesinos han sido conscientes de la poca continuidad con que se han manejado estudios similares a este.

Con respecto a las visitas que se llevaron a cabo en las instituciones educativas mencionadas, se puede añadir que hubo mucha aceptación por parte de los estudiantes y se notó un compromiso por interesarse más en el tema.

Finalmente, se destaca el aporte del análisis estadístico, el cual revela la situación actual de los aspectos ambientales. De hecho, este trabajo sirve de modelo en la prospectiva ambiental de cualquier región insular para contrarrestar a largo o mediano plazo, la decadencia del sector agrícola frente a los sectores económicos mencionados.

Los campesinos aún conservan prácticas agrícolas de hace décadas, reflejándose esta situación en la no inclusión de abonos orgánicos en el sistema agrícola de la isla, donde sólo 62 (51% de los campesinos encuestados) hace uso de abonos orgánicos y de forma no constante.

RECOMENDACIONES

- Llegar al sector agrícola con programas educativos, puede resultar beneficioso para la reactivación del agro en San Andrés isla, ya que incentiva a la juventud a seguir por esta misma línea, y así, garantizar un relevo generacional en el sector.
- Promover el concepto de agricultura sostenible, con un enfoque social, económico y cultural, que añada al vivir diario de los campesinos isleños un elemento más por incorporar en su tradición agrícola.
- La creación de dos parcelas demostrativas, como se propuso años atrás, es considerable en la medida que los agricultores, vean en éstas unos lineamientos a seguir para la obtención de buenos resultados con relaciona a las actividades productivas.
- Los agricultores encuestados en su mayoría (22), no hace uso de la rotación de cultivos, debido a que el conocimiento de esta técnica es pobre, y a pesar de que en ocasiones este concepto llega a ellos, estos aducen la carencia de mano de obra para este tipo de actividades. A raíz de esto se hace pertinente que el gobierno departamental fomente la práctica de este tipo de actividades por intermedio de charlas técnicas.
- El aumento en las importaciones agrícolas en el archipiélago, ha representado de algún modo la escasa participación, en los modelos de desarrollo actual, de los campesinos nativos. Disminuir este tipo de ingresos foráneos, ayudaría a los agricultores, debido a que la necesidad de estos para ofertar productos agrícolas, aumentaría y se vería reflejado en el incremento de ingresos económicos.
- Uno de los beneficios más grandes que aportó esta investigación, fue tener la oportunidad de interactuar con los campesinos, sin embargo, acciones como ésta no son tan relevantes en San Andrés, debido a que la relación campesino/gobierno, se deteriora en la medida que los entes gubernamentales no se interesen por reestablecer lo que, en las primeras décadas de desarrollo económico de esta región, significó, la base de la economía.
- El trabajo interinstitucional, sería una buena opción, conforme las entidades relacionadas con el tema, propendan reactivar el agro en la isla, y por consiguiente la identificación de soluciones al sector.

BIBLIOGRAFÍA

- Alan, E., Barrantes, U. y Agüero, R. 1995. Elementos para el manejo de malezas en agroecosistemas tropicales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 211 p
- Correa, D. 2005. Caracterización y diagnóstico participativo de suelos de algunas unidades productivas en San Andrés isla. Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe. San Andrés isla
- IGAC. 1986. San Andrés, y Providencia, aspectos geográficos. Instituto Colombiano Agustín Codazzi. Santafé de Bogotá. 156 p.
- IGAC. 1997. Estudio detallado de suelos de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Instituto Colombiano Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Bogotá. 188 p
- León, T. 2007. Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia. Ecoe Ediciones. Bogotá. 271 p.
- Márquez, G. *et. al.* 2006. El archipiélago posible; ecología, reserva de biosfera y desarrollo sostenible en San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Universidad Nacional de Colombia. San Andrés. 136 p.
- Martínez, E. 2005. Alternativas de manejo ambiental para residuos sólidos agropecuarios en San Andrés isla. Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe. San Andrés isla.
- Miller, G.T.Jr. 1990. Living in the environment: An Introduction to Environmental Science. Belmont Calif.: Wadsworth Publishing Co.
- Mora, F. 2003. Los reservorios de Agua Lluvia. Secretaria de Agricultura y Pesca. San Andrés isla. Págs.: 9-11.
- Postel, S.L. 1996. Human appropriation of renewable fresh water. Science. 271: 785-787.
- Power, L. y McSorley, R. 2000. Principios Ecológicos en Agricultura. Págs.: 307-324 y 385-397.
- Suárez, F. 1980. Conservación de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias. Barcelona, España. 321 p.
- http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos

ANEXOS

Anexo I. Formato de encuesta realizada

1. Disponibilidad de Agua para Riego:
 - 1.1 Tiene sistema de riego? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 1.2 Tiene sistema de almacenamiento? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 1.3 Le da algún tratamiento al agua? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 1.4 Ha pensado en la posibilidad de recolectarla? SI ____ NO ____
Como? _____

Con que frecuencia riega los cultivos?
Una vez al día ____ Dos veces al día ____ Más de dos veces al día ____ Cuando llueve ____

Cuanto consume de agua para riego?
0 - 500 litros ____ 500 - 1000 litros ____ Más de 1000 litros ____
2. Manejo Ecológico del Suelo:
 - 2.1 Hacen uso de fertilizante? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 2.2 Utilizan abono orgánico? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 2.3 Presentan suelos erosionados en la finca? SI ____ NO ____
Por que cree? _____
 - 2.4 Considera fértil el suelo de su unidad productiva? SI ____ NO ____
3. Manejo de Residuos Sólidos
 - 3.1 Hacen reciclaje orgánico? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 3.2 Elaboran compostaje? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 3.3 Elaboran lombricompost? SI ____ NO ____
 - 3.4 El compost y/o lombricompost si suple sus necesidades? SI ____ NO ____
 - 3.5 La generación de residuos orgánicos es suficiente para la elaboración? SI ____ NO ____
4. Manejo Ecológico de Cultivos:
 - 4.1 Le dan tratamiento a las enfermedades? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 4.2 Contrarrestan los problemas de plagas con agroquímicos? SI ____ NO ____
Cuales? _____
 - 4.3 Cuantas cosechas tiene en el año?
1 ____ 2 ____ 3 ____ Más e tres ____
 - 4.4 Que clase de cultivos producen?

 - 4.5 La cosecha se utiliza para abastecimiento propio? SI ____ NO ____
 - 4.6 La cosecha se comercializa? SI ____ NO ____
A quienes? _____
 - 4.7 Ha adquirido préstamos financieros en pro de su producción? SI ____ NO ____
A quienes? _____
 - 4.8 Pertenece a alguna organización comunitaria? SI ____ NO ____
Cual? _____
 - 4.9 Realiza rotación de cultivos? SI ____ NO ____
Cada cuanto? _____

Anexo 2. Listado de estudiantes del colegio Natania, participantes en talleres

No.	NOMBRE	Documento de Identidad
1	Cindy Meza	900909 - 55038
2	Gilma Martínez	901004 - 78110
3	Johann Quejada	910403 - 04770
4	Greis Martínez	1123624367
5	Neisha Escudero	910103 - 04951
6	Cristian Barreto	910103 - 60666
7	Oscar Miranda	901025 - 54247
8	Wilber Urrego	910413 - 53649
9	Luís Barbosa	1123624190
10	Jainer Meza	910126 - 05469
11	Libardo Mestre	900904 - 55647
12	Heyder D' avila	900918 - 71067
13	Miguel Sánchez	900212 - 59704
14	Damián Angulo	910726 - 05646
15	Kenia Julio	901016 - 55031
16	Jordana Pérez	910610 - 03970
17	Yalilet Polania	900622 - 51912
18	Ginela Carvajal	891120 - 64193
19	Alito Escorcia	900826 - 55726
20	Juliana Acosta	891030 - 68097
21	Ignacio Hernández	900310 - 42226
22	Milena Rodríguez	910715 - 03491
23	Freddy Zambrano	910113 - 03302
24	Karen Barreto	901212 - 57393
25	Freddy Otero	901015 - 54103
26	Kelly Tejada	900809 - 50518
27	Sander Valencia	890331 - 54326
28	Francisco Galeano	901029 - 79809
29	Leyder Castro	910113 - 04880
30	Grecia Sierra	1123622250
31	Luz Julieth Florez	910522

FLORACIONES ALGALES NOCIVAS, INTOXICACION POR MICROALGAS E IMPACTOS EN EL DESARROLLO REGIONAL: EL CASO DE SAN ANDRES ISLA, CARIBE COLOMBIANO

José Ernesto Mancera Pineda¹,
Brigitte Gavio¹ y Gustavo Arencibia
Carballo²

1. ¿QUÉ SON LOS FLORECIMIENTOS ALGALES NOCIVOS?

Los florecimientos algales nocivos (FAN) son cambios de color del agua producidos por la concentración de microalgas en determinado tiempo y espacio, en los que una especie domina en más de un 50%, en relación a todo el fitoplancton.

Los FAN resultan del excesivo crecimiento de microalgas con efectos deletéreos en salud humana, medio ambiente, turismo, pesca y acuicultura (Burkholder, 1998; HARRNESS, 2005). Si bien corresponden a fenómenos naturales conocidos por siglos (Freer & Vargas, 2003; Hallegraeff et. al., 2003), tanto en mares tropicales como fríos, en las pasadas dos décadas estos eventos parecen haberse incrementado en frecuencia, intensidad y distribución geográfica (Hallegraeff et. al., 2003), particularmente debido a procesos de eutrofización, cambios en la hidrodinámica de los cuerpos de agua y descargas de aguas de lastre (UNEP/FAO, 1996; Hallegraeff, 1998; Sellner & Doucette, 2003; Masó & Garcés, 2006; Parson & Preskitt, 2007; Smayda, 2007; Heisler et. al., 2008).

2. EFECTOS DE LOS FAN EN LA SALUD HUMANA

Los FAN y en general las intoxicaciones por microalgas pueden generar diferentes efectos o síndromes sobre la salud humana. De cada síndrome se han identificado las principales especies de microalgas generadoras de toxinas, así como sus principales vectores (Tabla 1).

¹ Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe y Facultad de Ciencias, sede Bogotá.

² Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana – Cuba. Dirección de correspondencia: jemancerap@unal.edu.co

Tabla 1. Síndromes relacionados con intoxicación por microalgas

Síndrome	Principales Especies	Toxinas	Síntomas	Vectores
Intoxicación por Veneno Amnésico (ASP)	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. (Diatomeas)	Acido Domoico y sus derivados	Pérdida de memoria que puede durar más de un año. Vomito, calambres abdominales, diarrea y nauseas. Aparecen en las 24 horas siguientes a la ingestión de las toxinas.	Moluscos Cangrejos
Ciguatera	<i>Gambierdiscus toxicu.</i> <i>Prorocentrum</i> spp. <i>Ostreopsis lenticulares.</i> <i>Coolia monotis</i>	Ciguatoxinas Maitotoxinas	Vómito, calambres abdominales, diarrea y nauseas. Aparecen entre 3 y 24 horas siguientes a la ingestión de las toxinas. Los síntomas neurológicos pueden continuar durante meses o años. Síntomas subsecuentes (12–18 horas después de la ingestión) Dolores de cabeza, prurito severo, inversión térmica: Objetos fríos se perciben calientes y viceversa. Parestesia, artralgia, Mialgia, Convulsiones, parálisis muscular, alucinaciones visuales y auditivas, vértigo, pérdida del equilibrio, pulso irregular y disminución de la tensión.	Barracuda, medregal, jurel, chernas, pargo, bonito

Síndrome	Principales Especies	Toxinas	Síntomas	Vectores
Intoxicación por Veneno Diarreico (DSP)	<i>Dinophysis</i> spp	Acido Okadaico Pectenotoxinas Dinophysistoxinas	Vomito Dolores y calambres abdominales Diarrea Resfriado Nausea Los síntomas aparecen dentro de los siguientes 30 minutos a 12 horas (cuatro horas es el tiempo promedio de la incubación). Desaparecen a los tres días.	Glandulas digestives de Mejillones y Almejas
Intoxicación por Veneno Neurotóxico (NSP)	<i>Gymnodinium breve</i>	Brevetoxinas y derivados	Hormigueo, entumecimiento e insensibilidad en la lengua, labios y garganta. Dolores musculares, desarreglo gastrointestinal, mareo. Los síntomas aparecen a las pocas horas y desaparecen a los pocos días.	Almejas Mejillones Ostras
Intoxicación por Veneno Paralítico (PSP)	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Saxitoxina y derivados	Parestesia, entumecimiento alrededor de la boca y punta de los dedos, pérdida de coordinación muscular, mareo, sensación de sueño, resequedad de garganta y piel. pérdida del habla, incoherencia, fiebre, nausea, vomito y diarrea. Los síntomas aparecen entre 30 minutos y 3 horas y media luego de ingerir las toxinas. Generalmente desaparecen a los pocos días.	Almejas Mejillones Ostras Langostas Algunos gastropodos y cangrejos de arrecifes coralinos

3. ESPECIES GENERADORAS DE FAN Y DE OTROS IMPACTOS

Entre las especies que conforman los FAN, los dinoflagelados ocupan una fracción importante, ya que se han identificado alrededor de 22 especies como productoras de toxinas, algunas de las cuales se encuentran entre los venenos más potentes de naturaleza no proteica conocidos. Probablemente el dinoflagelado más conocido es *Gambierdiscus toxicus* ya que es el causante principal de la ciguatera, enfermedad tropical y subtropical producida por la ingestión de peces portadores de biotoxinas. Actualmente existe un importante interés científico por entender las causas y efectos de la distribución espacial y temporal de especies de algas que conforman los FAN, ya que sus efectos potenciales abarcan alteraciones ecosistémicas, problemas de salud pública, disminución en el turismo y problemas sociales entre otros, los cuales implican pérdidas económicas importantes (Ballantine et. al., 1985; Cruz-Rivera & Villareal, 2006; Foden et. al., 2005; Corlett & Jones, 2007; Maranda et. al., 2007). No obstante, una especie de microalga puede ser tóxica en concentraciones poblacionales bajas, es decir, sin constituir un florecimiento.

Especies de los géneros *Prorocentrum* y *Dinophysis* también son productoras de toxinas que generan enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), originando específicamente intoxicación diarreica por moluscos (DSP). Mientras que especies del género *Ostreopsis*, producen ovatoxinas como palitoxina putativa (p-PLT), letal para humanos entre 2,3 y 35,1 µg/Kg. Al considerar las especies encontradas y su abundancia es de esperarse que en la isla de San Andrés se presenten anualmente numerosos casos de pacientes con DSP, sin embargo, debido a que la sintomatología de la enfermedad se restringe a trastornos gastrointestinales leves a moderados, es probable que exista una subvaloración considerable de los casos presentados.

4. INTERÉS MUNDIAL POR ENTENDER LOS FAN

Durante la primera conferencia internacional sobre florecimiento de dinoflagelados tóxicos desarrollada en Boston en 1974, la investigación sobre FAN emergió como disciplina, pero solo hasta 1989 durante la cuarta conferencia internacional se llegó a la conclusión que algunas actividades humanas podrían estar relacionadas con el incremento en intensidad y frecuencia de estos eventos a nivel global. Fue así como a partir de ese año se emprendió un esfuerzo mundial para mejorar el entendimiento de estas relaciones y se organizaron programas globales de investigación y propuestas de manejo integral (Hallegraeff et. al., 2003). La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO estableció en 1992 un programa para asistir a los estados miembros en la mitigación de los efectos producidos por FAN. Este programa orientado por un panel de expertos (IPHAB) está enfocado en tres aspectos: 1) Generación de capacidad técnica, 2) Investigación y Planes y 3) Estrategias de Monitoreo. El programa trabaja en cooperación con el Consejo Internacional de Exploración Marina (ICES) y el Comité Científico de Investigación Oceánica (SCOR). Así mismo para mejorar el conocimiento a nivel taxonómico, toxicológico, químico, oceanográfico, ambiental y de impactos en salud pública y en las economías nacionales, se establecieron grupos regionales de trabajo como el grupo ANCA (Algas Nocivas del Caribe y aguas adyacentes), que hacen parte de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI).

No obstante el esfuerzo que a nivel mundial se ha hecho desde los años 70 para entender estos fenómenos y mitigar sus consecuencias, aun hoy en día es común el subdiagnóstico. En el caso

de los dinoflagelados bénticos, la mayoría de estudios que han abordado la determinación y composición de especies, se han basado en la relación de estos organismos y las macroalgas como substrato (Cruz-Rivera & Villareal, 2006), mientras que pocos estudios se han dirigido a evaluar los pastos marinos como posible fuente de dinoflagelados tóxicos (Ballantine et. al., 1985; Foden et. al., 2005; Corlett & Jones, 2007; Maranda et. al., 2007).

En Colombia son cada vez más comunes los problemas relacionados con mortandad de organismos y toxicidad por ingestión de alimentos marinos, no obstante, los FAN no son aún reconocidos como un problema, con lo cual se corre un gran riesgo a nivel ambiental y de salud pública.

5. LOS FAN EN EL CARIBE Y REGIONES ADYACENTES

Eventos FAN se han registrado y documentado en muchos de los países que hacen parte de la región Caribe causando problemas a diferente nivel (Fig. 1). Algunos de los principales eventos registrados hasta 2007 tanto en la región Caribe como en la Pacífica de estos países, se relacionan a continuación junto con las especies de microalgas identificadas (Tabla 2).



Figura 1. Localización aproximada de los lugares donde han sido registrados FAN y/o intoxicación por microalgas en el Caribe y regiones adyacentes.

Tabla 2. Eventos FAN registrados en países del Caribe

Año	País	Evento	Especies implicadas	Fuente
1977	Venezuela	257 personas con intoxicación paralizante severa, 10 muertos	No reportadas	Reyes-Vásquez et. al., 1979

Año	País	Evento	Especies implicadas	Fuente
1979	México	3 personas muertas	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Mee, et.al. 1986
1985	Guatemala costa pacífica	Muerte de peces	No identificadas	Rosales-Loessener, 1989 a
1987	Guatemala costa pacífica	187 personas intoxicadas, 26 muertos	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Rosales-Loessener, 1989 b
1988	Panamá, costa pacífica	Sin efectos aparentes	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Soler & Gómez, 1988
1989	Guatemala, costa pacífica	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Cortés-Altamirano, 1993
1989	México	99 personas intoxicadas, 3 muertos	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i> .	Cortés-Altamirano, 1993
1990	Guatemala, costa pacífica	Sin efectos aparentes	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Carrillo, 2008
1991	Panamá, costa pacífica	Sin efectos aparentes	<i>Coscinodiscus centralis</i>	Seixas, 2008
			<i>Ceratium dens</i>	
			<i>Gymnodinium catenatum</i>	
1991 a1995	México		<i>Prorocentrum minimum</i>	Sierra-Beltrán, et.al., 2008
			<i>Pseudonitzschia australis</i>	
			<i>Pseudonitzschia australis</i>	
1993 a 2002	Cuba	3843 casos de intoxicación, de los cuales 1266 correspondieron a ciguatera. 8 personas murieron	No reportadas	Hevia Pumariega et.al., 2006 Arencibia-Carballo, 2008
1995	Guatemala, costa pacífica	Sin efectos aparentes	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Carrillo, 2008
1999	Grenada St. Vincent Tobago Barbados	Mortandad de peces de arrecife	<i>Streptococcus iniae</i>	Roach et. al., 2006

Año	País	Evento	Especies implicadas	Fuente
2000 a 2001	Costa Rica Hasta México	300 personas intoxicadas, 10 muertes	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i> .	Sierra-Beltrán et. al., 2004
2001	Panamá, costa pacífica	Sin efecto aparente	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Seixas, 2008
2001 y 2005	Guatemala, costa pacífica	Eventos tóxicos con pérdidas económicas dada la imposibilidad de comercializar la pesca	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>compressum</i>	Carrillo, 2008
2001 y 2006	Cuba	570 intoxicaciones 72% ciguatera	<i>Coolia monotis</i> <i>Gambierdiscus toxicus</i> <i>Ostreopsis lenticulares</i> <i>Prorocentrum belizeanum</i> <i>Prorocentrum concavum</i> <i>Prorocentrum lima</i> <i>Prorocentrum mexicanum</i>	Castro, 2007 Delgado, 2007
2002 a 2004	Costa Rica costa pacífica	Diversos eventos tóxicos, relacionados con veneno paralizantes (PSP)	<i>Alexandrium monilatum</i> <i>Cochlodinium polykrykoides</i> <i>Gymnodinium catenatum</i> <i>Pyrodinium bahamense</i> <i>Trichodesmium spp</i>	Calvo-Vargas, 2008 Vargas-Montero, 2008
2002	Panamá, costa pacífica	Sin efecto aparente	<i>Gymnodinium catenatum</i>	Seixas, 2008
2004 a 2006	Venezuela	Intoxicaciones por veneno paralizante (PSP)	<i>Cochlodinium polykrikoides</i> <i>Gymnodinium catenatum</i> <i>Gymnodinium</i> sp <i>Prorocentrum triestinum</i>	La Barbera-Sánchez et. al., 2008

Año	País	Evento	Especies implicadas	Fuente
2006	Costa Rica, costa Pacifica	Sin efecto aparente	<i>Pyrodinium bahamense</i>	Vargas-Montero, 2008
2006	Nicaragua El Salvador	Mortandad de tortugas	<i>Pyrodinium bahamense</i>	Vargas-Montero, 2008
2006 y 2007	Panamá	Muerte de moluscos, tortugas y peces	No reportadas	Seixas, 2008
			<i>Ceratium furca</i> <i>Chatonella marina</i> <i>Chatonella ovata</i> <i>Cylindrotheca closterium</i> <i>Dinophysis</i> spp. <i>Fibrocapsa japonica</i> <i>Gymnodinium catenatum</i> <i>Karenia brevis</i> <i>Lingulodinium polyedrum</i> <i>Lyngbia</i> <i>Mirionecta rubra</i> <i>Ostreopsis siamensis</i> <i>Prorocentrum lima</i> <i>Prorocentrum mexicanun</i> <i>Prorocentrum micans</i> <i>Prorocentrum minimum</i> <i>Protoperidinium quinquecorne</i> <i>Pseudanabaena</i> <i>Pseudonitzschia heimii</i> <i>Pseudo-nitzschia</i> spp <i>Scrippsiella trochoidea</i> <i>Trichodesmium erythraeum</i>	
2003 a 2007	México	Mortandades de peces Mortandad de Tortugas Mortandad de delfines 40 intoxicados por ciguatera Intoxicación por veneno paralizante (PSP)	<i>Prorocentrum lima</i> <i>Prorocentrum mexicanun</i> <i>Prorocentrum micans</i> <i>Prorocentrum minimum</i> <i>Protoperidinium quinquecorne</i> <i>Pseudanabaena</i> <i>Pseudonitzschia heimii</i> <i>Pseudo-nitzschia</i> spp <i>Scrippsiella trochoidea</i> <i>Trichodesmium erythraeum</i>	Sierra-Beltrán et. al., 2008
2007	Guatemala	Mortandad masiva de peces	<i>Cochlodinium catenatum</i>	Carrillo et. al., 2007

6. LOS FAN EN COLOMBIA

Si bien en Colombia también se han presentado problemas relacionados con mortandad de organismos y toxicidad por ingestión de alimentos marinos, los FAN no son aún reconocidos como un problema. En consecuencia no existe regulación alguna, ni programas de monitoreo. La investigación que se adelanta en los temas relacionados con los FAN, corresponde a iniciativas aisladas de grupos de investigación pertenecientes a Universidades y Centros de Investigación Marina.

Los principales eventos FAN de los que se tiene conocimiento en Colombia se relacionan en la Tabla 3.

Tabla 3. Principales FAN y efectos tóxicos de los que se tiene conocimiento en aguas colombianas (Tomado de Mancera & Vidal, 2008).

Año	Lugar	Especie	Evento	Efectos
1971	Lagunas Costeras, Departamento del Magdalena	<i>Anabaena circinalis</i>	Evento Tóxico	Mortandad de peces y aves
1975 - 1980	Bahía de Cartagena	<i>Gonyaulax polyedra</i>	Marea Roja	Ninguno
1985	Lagunas Costeras del Magdalena	<i>Anabaena flos-aque</i>	Evento Tóxico	Mortandad de peces y aves
1994	Complejo de Pajarales, Magdalena	<i>Anabaenopsis sp.</i>	Anoxia	Mortandad de peces
1997	Lagunas (Repelón)	<i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Anabaena spiroides</i>	Evento Tóxico	Mortandad de aves
1995 - 1998	Ciénaga Grande de Santa Marta, Magdalena	<i>Anabaenopsis sp.</i> <i>Microcystis sp</i>	Anoxia	Mortandad de peces
2001 - 2002	Bahía de Tumaco	<i>Alexandrium tamarense</i>	Marea Roja	Ninguno
2007	San Andrés, Isla	No reportadas	Ciguatera	Intoxicación 16 turistas 9 residentes

7. IMPACTO DE LAS AGUAS DE LASTRE EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA

En los últimos años se ha registrado un incremento en el tráfico de embarcaciones internacionales, para puertos como el de Santa Marta se transporta en la actualidad alrededor de 12.370 ton/día. Los estudios de las aguas de lastre en buques que arriban a puertos de Santa Marta y Cartagena muestran que al menos seis especies toxinogénicas, no registradas en aguas de Santa Marta o Cartagena, estuvieron presentes en aguas de lastre de buques que entre 2002 y 2006 llegaron a dichos puertos (Tabla 4). Estas especies son *Leptocylindrus cf. minimus*, *Chaetoceros concavicornis*, *Chaetoceros debilis*, *Odontella aurita*, *Prorocentrum cf. balticum*, y *Dinophysis caudata*.

Tabla 4. Número de taxa y quistes de fitoplancton encontrado en aguas de lastre de buques que arribaron a puertos de Santa Marta y Cartagena entre 2002 y 2006 (Tomado de Mancera, 2008).

Puertos	Cartagena	Santa Marta
Número de taxa	169	223
Número de quistes	11	--
Taxa no halladas en aguas de región	26	43
Especies toxinogénicas	4	5

De otra parte, un número importante de especies no reportadas ni en aguas de las bahías de Santa Marta ni Cartagena, han sido encontradas en aguas de lastre de buques que arribaron a dichos puertos (Tabla 5).

Tabla 5. Especies de fitoplancton no registradas en aguas de Santa Marta ni Cartagena, encontradas en aguas de lastre de buques que arribaron a dichos puertos (Tomado de Mancera, 2008).

Especie	Cartagena	Santa Marta
Aphanothece cf. stagnina		X
Chroococcus cf. limneticus		X
Oscillatoria cf. amoena		X
Oscillatoria ornata		X
Cyclotella cf. caspia		X
Cyclotella litoralis		X
Detonula confervacea		X
Planktoniella sol	X	X
Melosira varians		X
Aulacoseira granulata		X
Paralia sulcata f. polygona		X
Stephanopyxis nipponica		X
Corethron cf. hystrix		X
Coscinodiscus marginatus		X
Hemidiscus cuneiformis	X	
Roperia tesellata		X
Asterolampra marylandica		X
Rhizosolenia cf. pungens		X
Rhizosolenia striata		X
Proboscia alata f. curvirostris		X
Bacteriastrium furcatum	X	X
Chaetoceros glandazzi	X	
Chaetoceros gracilis		X

Especie	Cartagena	Santa Marta
Chaetoceros mesanensis	X	
Chaetoceros tortissimus	X	
Ditylum brightwelli	X	X
Fragilaria crotonensis		X
Synedra acus		X
Gyrosigma distortum		X
Gyrosima cf. praelongum		X
Pseudoeunotia doliolus	X	
cf. Neodenticula seminae		X
Nitzschia cf. dissipata		X
Cymatopleura solea		X
Surirella cf. ovata		X
Surirella cf. splendida		X
Dinophysis parvula		X
Ceratium gibberum	X	
Coelastrum cf. cambricum		X
Coelastrum microporum		X
Actinastrum hantzschii		X
Scenedesmus acuminatus		X
Staurastrum cf. leptocladum	X	X
Staurastrum cf. pingüe		X
Dictyocha polyaetis	X	

8. LOS FAN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SEAFLOWER

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, declarado por la Unesco en el año 2000 como reserva internacional de la Biosfera SEAFLOWER, está localizado entre los Paralelos 10° y 18° de latitud norte y los meridianos 78° y 82° de longitud oeste de Greenwich. El Archipiélago comprende un área de más de 300.000 Km², de aguas territoriales y zona económica exclusiva de los cuales 70 km² son islas, 5.000 km² aguas poco profundas sobre plataformas de islas y cayos con arrecifes ricos en recursos pesqueros y biodiversidad; esta conformado por las islas de San Andrés, Providencia Santa Catalina, numerosos cayos, bancos y bajos y en la actualidad constituye una de las Reservas de Biosfera marinas más grande del planeta (Mow et. al., 2003).

San Andrés con un área de 27 Km² está localizada al sur-oeste del archipiélago entre los 12°28' y 12°36' N y los 81°40' y 81°44' W, a unos 240 Km de la costa centroamericana (IGAC, 1986). Las islas de Providencia y Santa Catalina con una extensión de 17 y 1 km², respectivamente, se ubican sobre una plataforma independiente de la continental que ocupa una extensión aproximada de 60km² a 13° 32' Norte y 81° 26' Oeste (Fig. 2).

La constitución geológica fundamental de la isla de San Andrés es de basamento volcánico del mioceno que yace bajo grandes depósitos de arena y lodo calcáreo consolidados en caliza maciza y una capa más blanda denominada caliche. En el costado occidental es abrupto el contacto tierra-mar formándose acantilados que reflejan la fuerte erosión marina (IGAC, 1986). El origen de Providencia esta asociado con zonas de fractura y actividad volcánica, se diferencia de San Andrés por ser de origen únicamente volcánico y presentar picos accidentados que alcanzan los 360m.

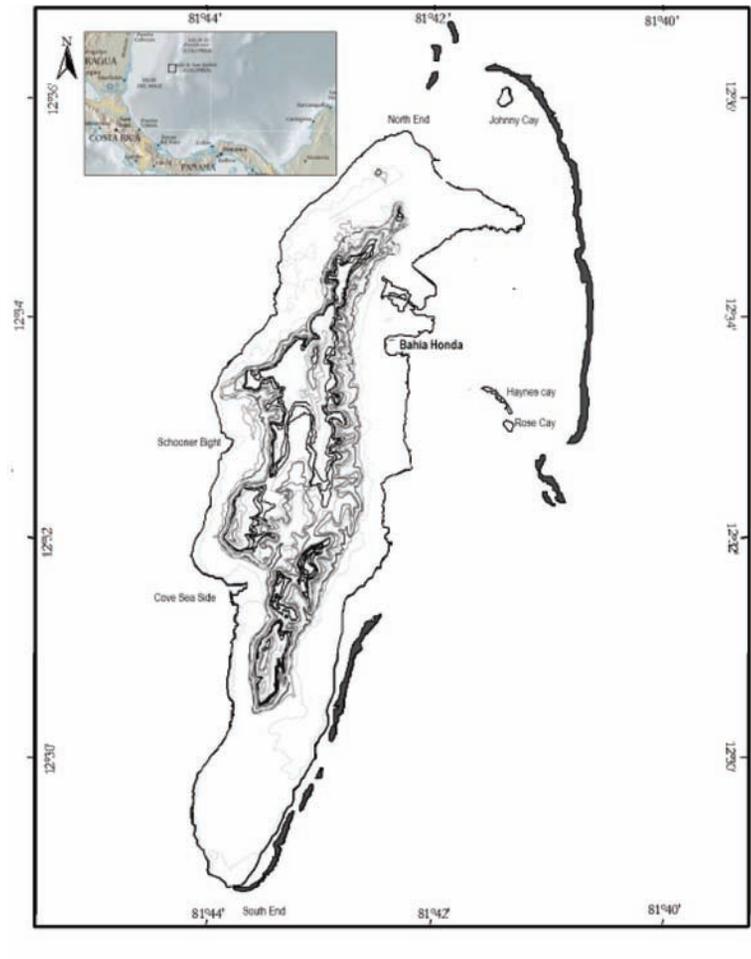


Figura 2. Localización de la isla de San Andrés, parte de la reserva de biosfera SEAFLOWER.

Las islas presentan un clima tropical lluvioso dentro de la clasificación de Köeppen o también se clasifica como costa tropical de barlovento o litorales de vientos alisios. Las lluvias fluctúan entre 1500 y 2000mm anuales, en régimen monomodal, con vientos de mayor intensidad en la época seca de enero a junio, y meses más lluviosos en octubre y noviembre (Castaño, 2002). Según el IDEAM (1995) la temperatura media anual es de 27.4 °C, con valores máximos entre 29 °C y 30 °C durante los meses de mayo a junio y mínimos entre 25.5 °C y 26.0 °C en los meses de diciembre a febrero. Las mareas son semidiurnas y de poca intensidad (<50cm) reflejándose en zonaciones litorales y coralinas muy estrechas (Castaño, 2002).

San Andrés con una población oficial de 53.159 habitantes presenta una de las mayores densidades en la región Caribe (1.969 personas/ km²). Providencia cuenta con una población de 4000 habitantes y Santa Catalina 200, los cuales basan su sustento principalmente en actividades económicas tradicionales como la pesca, la agricultura y la cría de ganado, cerdos y aves de corral.

Las principales actividades económicas, base para el desarrollo del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, son el comercio que depende del turismo y la pesca. Estas actividades podrían verse seriamente amenazadas al incrementarse la incidencia de FANs o eventos de intoxicación por biotoxinas, eventos que han sido reportados en los últimos años (Mancera, 2008). En dos evaluaciones preliminares llevadas a cabo en 2007 y 2008 (Rodríguez, 2007; Sánchez, 2008), se identificaron 11 especies de dinoflagelados (*Dinophysis acuminata*, *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis ovata*, *Prorocentrum arenarium*, *P. belizeanum*, *P. emarginatum*, *P. hoffmanianum*, *P. lima*, *P. maculosum*, *P. mexicanum*, *Gambierdiscus toxicus*) y fueron determinadas hasta subgénero algunas células de *Alexandrium sp.*

Los registros de microalgas toxinogénicas coinciden con algunas manifestaciones clínicas reportadas en San Andrés. En abril de 2007 se presentaron dos brotes de intoxicación alimentaria causados por el consumo de barracuda (Carreño & Mera, 2007). El primer brote ocurrió el 2 de abril, involucrando a 16 turistas que presentaron síntomas de intoxicación, al consumir en el almuerzo barracuda. Posiblemente la intoxicación fue causada por una ciguatoxina. Los síntomas parestesia en miembros superiores e inferiores, tetania en manos y pies, prurito, malestar general, dificultad respiratoria y/o diarrea, se presentaron entre 3 y 6 horas posteriores a la ingesta de barracuda. El grupo de personas afectadas estuvo entre los 20 y los 70 años y no se presentó una notoria discriminación de síntomas por grupo de edad ni género. Como antecedente se registró que los turistas estaban ingiriendo bebidas alcohólicas antes y durante la ingestión del pescado lo que pudo reforzar el cuadro nervioso si se tiene en cuenta que el signo predominante en la intoxicación fue la presencia de las parestesias, mientras que una sola persona presentó diarrea.

El segundo caso se presentó el día 3 de abril en el sector de la loma de San Andrés Islas. Este caso involucro a 9 residentes que entre 1 y 7 horas posteriores al consumo de rondón presentaron síntomas de intoxicación alimentaria. El rondón entre otros alimentos incluía barracuda la cual posiblemente contenía ciguatoxinas. Los síntomas presentados fueron vomito, diarrea, dolor abdominal, náuseas, cefalea, prurito entre otros síntomas compatibles con una intoxicación alimentaria. En este brote el periodo de incubación fue diferente entre los grupos de edad; los primeros síntomas de la intoxicación se presentaron en una niña de 11 años la cual manifestó síntomas a la hora de haber ingerido el alimento, mientras que el promedio del periodo de incubación en los adultos fue de cinco (5) a siete (7) horas.

De otra parte, el análisis histórico de la calidad de las aguas marino costeras de San Andrés durante la última década, muestra que la presión antrópica ha sido muy fuerte, conduciendo a procesos de nutrificación de las aguas. Para algunas estaciones se registran valores de nutrientes inorgánicos disueltos muy por encima de los máximos recomendados para arrecifes coralinos, así para nitrógeno entre 3 y 9 veces y para fósforo entre uno y ocho veces (Palmer-Cantillo, 2007). Así mismo, un grupo de expertos a nivel mundial financiado por la Agencia

Norteamericana para la Protección del Medio Ambiente analizó la relación entre aumento de nutrientes y Florecimientos Algales Nocivos (FAN), concluyendo que existen múltiples evidencias que señalan una relación directa causa - efecto (Heisler et. al., 2008).

Teniendo en cuenta la amplia distribución de praderas de pastos marinos y macroalgas en la reserva internacional de la biosfera SeaFlower, que para San Andrés ocupan un área cercana a 5.062.400 m² y están compuestas principalmente por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* (Angel & Polania, 2001); que las praderas de pastos marinos y macroalgas pueden representar un buen sustrato para el desarrollo de fitobentos toxinogénico (Cruz-Rivera & Villareal, 2006); que ya han sido reportadas algunas especies toxinogénicas en praderas de San Andrés (Rodríguez, 2007; Sánchez, 2008); que ha habido incremento en la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos en aguas marino-costeras de San Andrés (Palmer, 2007); que en otras latitudes se ha demostrado relación entre incremento de nutrientes y FANs (Heisler et. al., 2008); que los FAN generan serios impactos en la salud humana, medio ambiente y turismo y que el turismo es la principal actividad comercial en San Andrés (DANE, 2005), se hace necesario contar con una evaluación detallada de patrones de distribución de dinoflagelados epifitos toxigénicos asociados a pastos marinos y macroalgas, y su posible relación con factores abióticos asociados a la calidad de las aguas en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, que permita desarrollar medidas pertinentes para evitar episodios nocivos.

En la isla de San Andrés, a pesar de haberse presentado en tiempos recientes episodios de toxicidad por ingestión de organismos marinos como se mencionó anteriormente, no existe regulación alguna ni programas de monitoreo, ya que hasta el momento los FAN no son reconocidos como un problema. La comparación de los dos estudios preliminares adelantados en la isla de San Andrés (Rodríguez, 2007; Sánchez, 2008) muestra evidencias de estacionalidad de las poblaciones de dinoflagelados epifitos y variaciones importantes en la distribución espacial en los periodos de pluviometría mayor y menor, por lo cual se considera que la distribución varía notablemente a lo largo del año. Estos estudios resaltan la importancia de la realización de monitoreos continuos de las especies de dinoflagelados toxigénicos con el fin de conocer más sobre su ecología y poder formular planes para mitigar los efectos nocivos que estas pueden causar.

BIBLIOGRAFÍA

- Angel, F. y J. Polania. 2001. Estructura y distribución de pastos marinos en San Andrés Isla, Caribe colombiano. *Boletín Ecotropical Ecosistemas Tropicales* 35, 1-24.
- Ballantine, D.L., A.T. Bardales, T.R. Tosteson, and H. Dupon-Durst. 1985. Seasonal abundance of *Gambierdiscus toxicus* and *Ostreopsis* sp. in coastal waters of Southwest Puerto Rico. In: Delasalle, B., Galzin, R., Salvat, B. (Eds), *Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti, Antenne Museum-EPHE, Moorea (French Polynesia)*, 417-422.
- Burkholder, J.M. 1998. Implications of harmful microalgae and heterotrophic dinoflagellates in management of sustainable marine fisheries. *Ecological Applications* 8 (1), Supplement: S37-S62.
- Calvo-Vargas, E. 2008. Toxinas Paralizantes en Moluscos Bivalvos de Importancia Comercial en el Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. En: Mancera, J.E. 2008. *IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV*. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.
- Carrillo, L., R. Cortes-Altamirano, V. Leiva and V. Talbott. 2007. Presence of *Cochlodinium catenatum* in the Guatemalan coast (2004 & 2007). *Harmful Algae News*.
- Carrillo, L. 2008. Informe de Guatemala. En: Mancera, J.E. 2008. *IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV*. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.
- Castaño, C. 2002. Golfos y Bahías de Colombia. Banco de Occidente. pp: 134-141. Cali, Colombia.
- Castro, A. 2007. Epidemiología de las enfermedades transmitidas por alimentos a través de los productos pesqueros. La Habana, V Taller Internacional Pesca 2007.
- Corlett, H., and B. Jones. 2007. Epiphyte communities on *Thalassia testudinum* from Grand Cayman, British West Indies: Their composition, structure, and contribution to lagoonal sediments. *Sediment. Geol.* 194, 245–262.
- Cortés-Altamirano, R. 1993. Envenenamiento paralítico por mariscos (PSP), causado por el dinoflagelado *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* en la costa Suroeste de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Habana, Cuba.
- Cruz-Rivera, E., and T. Villarreal. 2006. Macroalgal palatability and the flux of ciguatera toxins through marine food webs. *Harmful Algae* 5, 497–525.
- Delgado, G. 2007. Biotoxinas marinas. La Habana, V Taller Internacional Pesca 2007.
- Foden, J., D. Purdie, S. Morris, and S. Nascimento. 2005. Epiphytic abundance and toxicity of *Prorocentrum* populations in the Fleet Lagoon, UK. *Harmful Algae* 4, 1063–1074.
- Freer, E., M. Vargas. 2003. Floraciones algales nocivas en la costa pacífica de Costa Rica: toxicología y sus efectos en el ecosistema y salud pública. *Acta Médica Costarricense* 45 (4), 158-164.

Hallegraeff, G.M., 1998. Transport of toxic dinoflagellates via ships' ballast water: bioeconomic risk assessment and efficacy of possible ballast water management strategies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 168, 297-309

Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson, A.I.D. Cembella, and H.O. Enevoldsen. 2003. *Manual on harmful marine microalgae*. UNESCO Publishing, 793 pp.

HARNNESS, 2005. In: Ramsdell, J.S., Anderson, D.M., Glibert, P.M. (Eds.), *Harmful Algal Research and Response: A National Environmental Science Strategy 2005–2015*. Ecological Society of America, Washington, DC

Heisler, J. , P.M. Glibert, J.M. Burkholder , D.M. Anderson, W. Cochlan, W.C. Dennison, Q. Dortch, C.J. Gobler, C.A. Heil, E. Humphries, A. Lewitus, R. Magnien, H.G. Marshall, K. Sellner, D.A. Stockwell, D.K. Stoecker, M. and Suddleson. 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: A scientific consensus. *Harmful Algae* 8, 3-13.

Hevia Pumariaga, R. B.; A. Suárez Escandón, A. O. Hernández Mullings y J. Herrera Acosta. 2006. Ciguatera: Clínica y epidemiología de 161 pacientes. La Habana, Centro Nacional de Toxicología.

IGAC. 1986. *San Andrés y Providencia: Aspectos geográficos*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá D.E. 156 p.

La Barbera-Sánchez, A., J. Gamboa, I. Castillo y L. Rojas. 2008. Informe de Venezuela. En: Mancera, J.E. 2008. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.

Mancera, J.E. 2008. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.

Maranda, L., S. Corwin, and P. Hargraves. 2007. *Prorocentrum lima* (Dinophyceae) in northeastern USA coastal waters II: Toxin load in the epibiota and in shellfish. *Harmful Algae* 6, 632–641

Masó, M. and E. Garcés. 2006. Harmful microalgae blooms (HABs); problematic and conditions that induce them. *Mar. Pollut. Bull.* 53, 620-630

Mee, L.D., M. Espinosa, and G. Díaz. 1986. Paralytic shellfish poisoning with a *Gymnodinium catenatum* red tide on the Pacific coast of México. *Mar. Environ. Res.* 19:17-92.

Mow J. M., C. Aguilera y S. Tabet. 2003. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: una reserva de Biosfera en el Caribe Colombiano. Corporación para el desarrollo sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA). San Andrés Islas, Colombia. 62p

Palmer Cantillo, S., 2007. Análisis histórico (1997-2005) de la calidad de las aguas costeras de la isla de San Andrés. Trabajo de Grado. Universidad Nacional De Colombia

Parson, M.L. and Preskitt, L.B., 2007. A survey of epiphytic dinoflagellates from the coastal waters of the island of Hawai'i, *Harmful Algae* 6, 658-669.

- Reyes-Vásquez E., E. Ferraz-Reyes, E. Vásquez. 1979. Toxic dinoflagellate blooms in north eastern Venezuela during 1977. In *Toxic Dinoflagellate Blooms*, Taylor, D. L. Seliger, H. H., Editors, New York, Elsevier/North Holland, 1979, 191.
- Roach, J. C., P. N. Levett, and M. C. Lavoie. 2006. Identification of *Streptococcus iniae* by commercial bacterial identification systems. *Journal of Microbiological Methods* 67, 20-26.
- Rodríguez, A. 2007. Distribución de los dinoflagelados epífitos potencialmente tóxicos de la isla de San Andrés durante el período lluvioso menor. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias, carrera de biología. Bogotá. 36p.
- Rosales-Loessener, F., E. De Porras and M.W. Dix. 1989. Toxic shellfish poisoning in Guatemala, p. 113-116. In T. Okaichi, D.M. Anderson and T. Nemoto (eds) *Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology*. Elsevier Science Publishing, Amsterdam.
- Rosales-Loessner, F. 1989. The Guatemalan experience with Red Tides and Paralytic Shellfish Poisoning. P. 49-51. In Hallengraeff, G. and J. MacLean. *Biology, epidemiology and management of Pyrodinium Red Tides*. Philippines.
- Sánchez, C. 2008. Dinoflagelados béticos asociados a praderas de pastos marinos en la Isla de San Andrés durante la época seca. Universidad Nacional de Colombia. Sede Caribe. San Andrés isla.
- Seixas, C.E. 2008. The Panama country report. En: Mancera, J.E. 2008. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.
- Sellner, K.G. and G.J. Doucette. 2003. Harmful algal blooms: causes impacts and detection. *J Ind Microbiol. Biotechnol.* 30, 383–406.
- Sierra-Beltrán, A.P., D.B. Lluch-Cota, S.E. Lluch-Cota, R. Cortés-Altamirano, M. C. Cortes-Lara, M. Castillo-Chávez, L. Carrillo, L. Pacas, R. Viquez and I. García-Hansen. 2004. Spatial-Temporal dynamics of red tide precursor organisms at the Pacific coast of North and Central America. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Suppl. 1): 99-107. Costa Rica.
- Smayda, T. J. 2007. Reflections on the ballast water dispersal—harmful algal bloom paradigm. *Harmful Algae* 6, 601–622.
- Soler, B.A. y J.A. Gómez. 1988. Mareas rojas en el Pacífico de Panamá. *Scientia* 1991.
- UNEP/FAO. 1996. Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No. 106. Athens, Greece, 211 pp.
- Vargas-Montero, M. 2008. Informe de Costa Rica. En: Mancera, J.E. 2008. IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, San Andrés isla. 81 pp.

HUELLA ECOLÓGICA EN EL ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA, RESERVA DE BIOSFERA SEAFLOWER

Johnny Alejandro Walker Cárdenas¹,
Rosell Robinson Fernández¹ y José
Ernesto Mancera Pineda¹

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el uso actual de los recursos de la Reserva Marina SEAFLOWER, se calculó a partir de 570 encuestas, el índice de Huella Ecológica (IHE) y la biocapacidad en las islas de San Andrés y Providencia. El valor de Huella Ecológica obtenido para San Andrés y Providencia fue de 2.9 ($1.3 \pm \text{D.E.}$) y 2.2 ($0.6 \pm \text{D.E.}$) hectáreas globales respectivamente. El balance entre Huella Ecológica y bioproductividad arrojó valores positivos, indicando una reserva ecológica de 0.5 y 3.4 hectáreas para San Andrés y Providencia, respectivamente. Con relación a Colombia, los valores de Huella Ecológica están muy por encima, especialmente en el caso de San Andrés que lo supera en más del doble. Aunque esta isla no cuenta con un déficit ecológico notable aún, los resultados son preocupantes pues los hábitos de consumo y generación de residuos de la población están cercanos a la biocapacidad de los ecosistemas, por lo que no podrían ser mantenidos en el tiempo. Teniendo en consideración los puntos anteriores, el cálculo de la Huella Ecológica y biocapacidad de San Andrés y Providencia, pretende servir de instrumento de sensibilización ambiental y de indicador de las políticas hacia la sostenibilidad de la Reserva Internacional de la Biosfera SEAFLOWER.

Palabras clave: Huella Ecológica, biocapacidad, San Andrés, Providencia, Mar Caribe, Reserva Biosfera Seaflower, déficit ecológico, bioproductividad

ABSTRACT

To assess the current use of the resources of the marine reserve SEAFLOWER, the index of Ecological Footprint (IHE) and biocapacity on the islands of San Andrés and Providence was calculated from 570 surveys. The value of ecological footprint obtained for San Andrés and Providence was 2.9 ($1.3 \pm \text{SD}$) and 2.2 ($0.6 \pm \text{SD}$) global hectares respectively. The balance between ecological footprint and bio-productivity yielded positive values, indicating an ecological reserve of 0.5 and 3.4 hectares for San Andrés and Providence, respectively. With regard to Colombia, the values of ecological footprint are well above, especially the one for San Andrés that exceeds more than doubled. Although this island does not have a

¹ Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe.
Dirección de correspondencia: jemancerap@
una.edu.co

remarkable ecological deficit, the results are still worrying because consumer habits and waste generation of the population are close to the biocapacity of ecosystems and therefore could not be maintained over time. Taking into consideration the above points, calculating the ecological footprint and biocapacity of San Andres and Providence, aims to serve both an instrument of environmental awareness, as an indicator of policies towards sustainability of the international biosphere reserve Seaflower.

Keywords: Ecological Footprint, biocapacity, San Andres, Providence, Caribbean Sea, Seaflower Biosphere Reserve, ecological deficit, bio-productivity,

INTRODUCCIÓN

La planificación regional se liga al pensamiento económico y social, y plantea al desarrollo como un indicador del crecimiento económico. En este contexto, la perspectiva de una fuerte sostenibilidad local se presenta como un análisis de la ciudad sostenible, entendida ésta desde la articulación urbano-regional mediante la dinámica ecológica del uso y deterioro de los ecosistemas ocasionada por el funcionamiento de las urbes, y descrita mediante indicadores de sostenibilidad que desarrollan los conceptos de *Ecosistemas Estratégicos* y de *Eco región Urbana*. Con el pasar de los años se ha incrementado el consumo desahogado de los recursos naturales y servicios ambientales proveídos por el Archipiélago. Este excesivo consumo se ha incrementado de manera tal que se ha puesto en peligro la estabilidad del delicado sistema interno de recuperación y abastecimiento.

Debido al bajo conocimiento que se tiene en cuanto a los impactos generados sobre la Reserva de Biosfera SEAFLOWER (Programa “Man and the Biosphere” (MAB) de la UNESCO en el año 2000) (SEAFLOWER), se crea la necesidad de realizar estudios de caso debido a que no se cuenta con información clara acerca de cuál puede ser el principal causante del estado actual en el que se encuentra la isla. Por medio de este estudio, se tratará de demostrar cuáles son los principales impactos sobre el Archipiélago, sus causas y las posibles consecuencias que traen consigo, y así reflexionar si la isla se encuentra sobrepoblada, si la carga poblacional actual de la isla es suplida por completo, y si nos encontramos sobre explotando nuestros recursos.

Con miras a mejorar el conocimiento sobre los impactos antrópicos generados en el archipiélago, se calculó la Huella Ecológica y la biocapacidad. La Huella Ecológica es un indicador de sostenibilidad que mide todos los impactos que produce una población en hectáreas globales. Una hectárea global es una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber desechos. La Huella Ecológica se mide con base en dos áreas, la necesaria para producir los recursos requeridos por una población (cultivos, pastos, bosques) y el área para disponer basuras, aguas servidas y otros residuos. La biocapacidad se define como la disponibilidad de recursos sobre una superficie biológicamente productiva según categorías (cultivos, pastos, mar productivo y bosques) expresada en términos dominantes (ha) o per cápita (ha/cap). La comparación entre Huella Ecológica y biocapacidad permite conocer el nivel de déficit o reserva ecológica existente (Wackernagel y Rees 1996). El propósito principal del presente estudio, es hacer un balance entre la oferta ambiental actual de la Reserva de Biosfera Seaflower, como un enfoque complementario para entender la problemática ambiental asociada a los procesos de urbanización, y las demandas de naturaleza que generan los modos de vida y costumbres de los habitantes.

Como objetivo general de este trabajo, se pretende evaluar el grado de demanda sobre los ecosistemas de San Andrés y Providencia, mediante la estimación del balance entre Huella Ecológica y biocapacidad. Este trabajo será insumo de futuros planes de manejo de la Reserva de la Biosfera Seaflower. Como objetivos específicos se pretende, analizar mediante la prueba de Huella Ecológica, la influencia de las comunidades sobre el sistema de recursos naturales, determinar cuál es el riesgo que tiene la isla de San Andrés de no contar con los recursos para su abastecimiento y plantear alternativas y propuestas de uso racional y eficiente de los recursos de la isla.

MÉTODOS

Cálculo de una hectárea global

Con el fin de poder expresar los resultados de la Huella Ecológica en una sola unidad de medida, la contabilidad de la Huella Ecológica normaliza diferentes tipos de áreas para tener en cuenta las diferencias en la productividad entre el mar y la tierra (Tabla 1). Factores de equivalencia y factores de rendimiento se utilizan para convertir zonas reales de hectáreas de diferentes tipos de tierras en su equivalente al número de hectáreas mundiales.

Tabla 1. Tipos de terrenos productivos para el cálculo de la Huella Ecológica

Cultivos	Superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente. Es donde hay una mayor producción de biomasa utilizable por las comunidades humanas.
Pastos	Espacios utilizados para el pastoreo de ganado, y en general considerablemente menos productiva que la agrícola.
Bosques	Superficies forestales ya sean naturales o repobladas que se encuentran en explotación.
Mar productivo	Superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana.

Transformación de los consumos en superficie biológica productiva apropiada a través de índices de productividad

Ello equivale a calcular la superficie necesaria para satisfacer el consumo medio por habitante de un determinado producto. Para ello se utilizan valores de productividad:
 $HUELLA\ ECOLÓGICA = CONSUMO / PRODUCTIVIDAD.$

Los valores de productividad pueden estar referidos a escala global, o bien se pueden calcular específicamente para un determinado territorio.

Déficit ecológico

La biocapacidad de un territorio se define como la disponibilidad de recursos sobre una superficie biológicamente productiva según categorías (cultivos, pastos, mar productivo y bosques) expresada en términos dominantes (ha) o per cápita (ha/cap).

La comparación entre los valores de la Huella Ecológica y la biocapacidad permite conocer el nivel de déficit o exceso ecológico existente en el ámbito de estudio. Si el valor de la Huella Ecológica está por encima de la capacidad de carga local, la región presenta un déficit ecológico. Si por el contrario, la capacidad de carga es igual o mayor a la Huella Ecológica, la región dispone de excedente ecológico, siempre teniendo en consideración las limitaciones del indicador.

Un déficit ecológico representa la cantidad por la cual La Huella Ecológica de una población excede la biocapacidad disponible del territorio de esta población en un determinado año. Una nación puede operar su economía con un déficit ecológico poniendo demandas a los bienes comunes y puede agotar sus propios activos ecológicos. Una población con una Huella Ecológica menor que la disponible para su biocapacidad opera como una reserva ecológica, lo opuesto a un déficit ecológico. Un planeta anual iguala la productividad total de material biológico que se puede utilizar por el planeta en un año dado. La comparación entre los valores de la Huella Ecológica y la capacidad de carga local permite conocer el nivel de autosuficiencia del ámbito de estudio. Tal y como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2: Comparación entre la Huella Ecológica y la Capacidad de Carga

Huella Ecológica	>	Capacidad de Carga	La región presenta un déficit ecológico.
Huella Ecológica	=	Capacidad de Carga	La región es autosuficiente.

En el marco de la sostenibilidad, el objetivo final de una sociedad es el de disponer de una Huella Ecológica que no sobrepase su capacidad de carga, y por tanto, que el déficit ecológico sea cero.

Para producir cualquier producto, independientemente del tipo de tecnología utilizada, se necesita un flujo de materiales y energía, producidos en última instancia por sistemas ecológicos. También estos sistemas son fundamentales para reabsorber los residuos generados durante el proceso de producción y el uso de los productos finales. Los espacios naturales son ocupados con infraestructuras, viviendas equipamientos, etc. reduciendo así las superficie de los ecosistemas productivos.

Aunque este indicador integra múltiples impactos, hay que tener en cuenta entre otros, los siguientes aspectos que subestiman el impacto ambiental real: no quedan contabilizados algunos impactos como la contaminación del suelo, la contaminación del agua, la erosión, y la contaminación atmosférica (a excepción del CO₂). Se asume que las prácticas en los sectores agrícola, ganadero y forestal son sostenible, por ejemplo, que la productividad del suelo no disminuye con el tiempo. Obviamente, con el tiempo la productividad disminuye, a causa de la erosión, contaminación, entre otros factores.

Las islas de San Andrés y Providencia están situadas en el sector occidental del mar Caribe con una extensión de 27 y 17 Km² respectivamente (Vargas 2004). Estas islas se ubican sobre una plataforma independiente de la continental, que posee entre otros ecosistemas, arrecifes ricos en recursos pesqueros y biodiversidad (Figs. 1 y 2). La población en San Andrés es de 55426 habitantes, una de las más densas en la región Caribe. La isla de Providencia que se encuentra aproximadamente a 90 km del Noreste de San Andrés presenta una población aproximada de 4147 habitantes. La principal actividad productiva es el turismo, que junto con otras actividades representa 2474 unidades económicas (DANE 2008).



Figura 1. Isla de San Andrés



Figura 2. Isla de Providencia y Santa Catalina

En el primer trimestre de 2008 se realizaron 470 encuestas en los sectores Centro, Loma y San Luis de la isla de San Andrés y 100 encuestas en la isla de Providencia. Para la recolección de datos se empleó el formato electrónico disponible en la Web <http://www.earthday.net/footprint/index.asp>, del cual se tomaron las preguntas básicas necesarias para el diseño de la encuesta. Las personas encuestadas se clasificaron por edad, sexo, ocupación y procedencia. Los datos fueron analizados según medidas de tendencia central y pruebas *t-student*. Los resultados se compararon con valores nacionales, continentales y mundiales.

RESULTADOS

El valor de Huella Ecológica obtenida para las islas de San Andrés y Providencia fue de 2.9 ($1.3 \pm D.E.$) y 2.2 ($0.6 \pm D.E.$) hectáreas globales respectivamente (Tabla 3). A primera vista se puede apreciar una diferencia entre los datos de las islas y por ende el estilo de vida. De igual manera se realizaron comparaciones estadísticas para verificar los resultados, y estos promedios reflejaron diferencias significativas (Fig. 3). Para el caso de San Andrés, los valores más bajos se obtuvieron en el sector de San Luis (2.6), seguidos por Loma (2.9) y Centro (3.0).

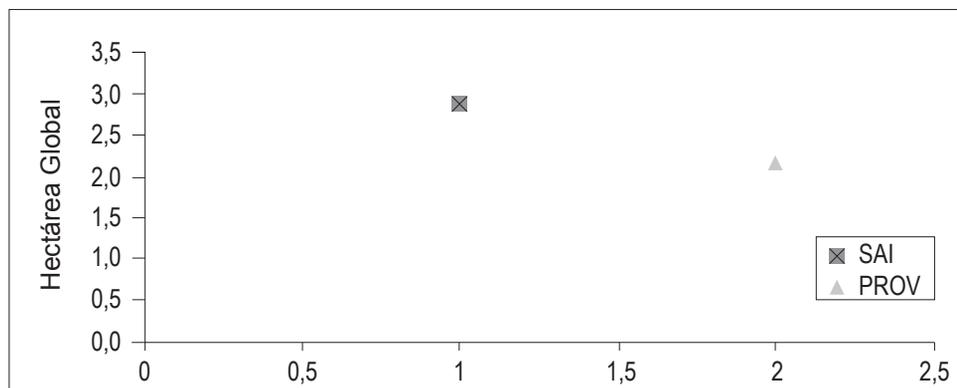


Figura 3. Promedios de la Huella Ecológica para las islas San Andrés (SAI) y Providencia (PROV). La barra de error indica el intervalo de confianza al 95%

La comparación entre sexos indicó que no existen diferencias significativas en los valores del promedio de Huella Ecológica, no obstante, el promedio en San Andrés fue mayor para los datos generales entre géneros, indicando esto que nuevamente se encuentran diferencias entre las islas (Fig. 4).

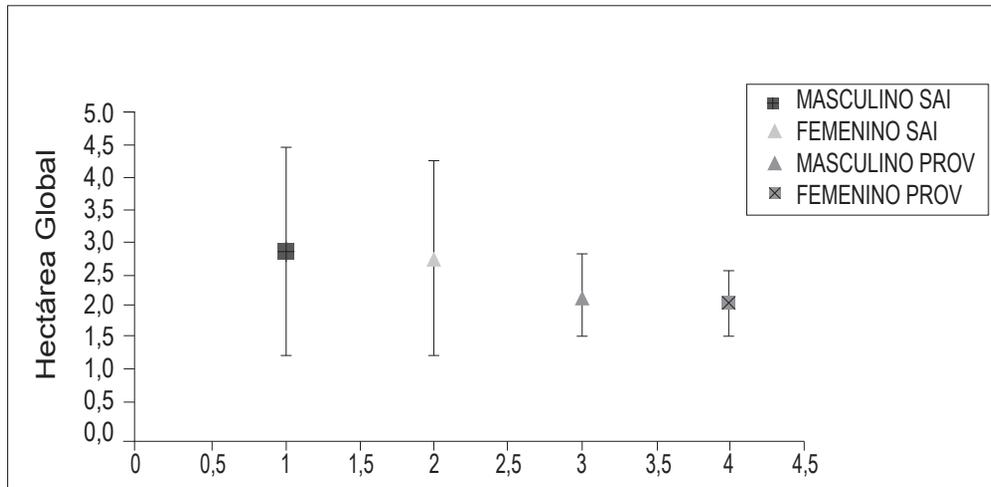


Figura 4. Promedio de la Huella Ecológica según sexo en las Islas de San Andrés y Providencia. La barra de error indica el intervalo de confianza al 95%

Los tres diferentes grupos de habitantes de la isla de San Andrés, residentes (raizales, no raizales y turistas) encuestados, arrojaron promedios de Huella Ecológica muy cercanos de 2.7, 2.9 y 3.0 respectivamente, sin que estas diferencias fueran significativas estadísticamente (Fig. 5). Observando las barras de error, se aprecia que tampoco se encuentran diferencias significativas en la comparación entre grupos de edad en cada isla (Figs. 6 y 7).

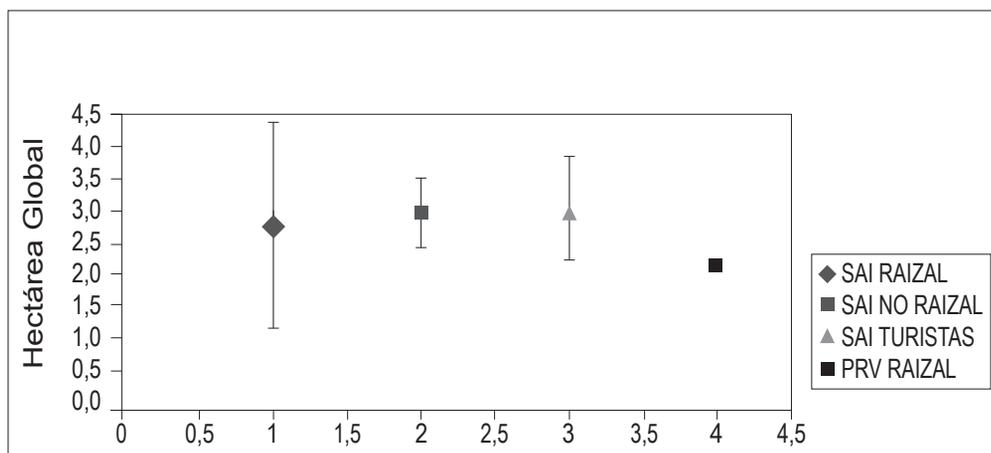


Figura 5. Promedio de la Huella Ecológica en tres (3) diferentes grupos de habitantes en la Isla de San Andrés. La barra de error indica el intervalo de confianza al 95%

Para el cálculo de la bioproduktividad de las islas, se introdujeron en un solo dato las áreas de bosques y de pastos, de igual manera se tuvo en cuenta que la agricultura en San Andrés y Providencia es principalmente de pancoger (datos obtenidos de la Secretaría de Agricultura y Pesca Departamental). De esta forma resultaron 3.4 hectáreas bioproduktivitas globales para San Andrés y 5.6 Hectáreas bioproduktivitas globales para Providencia. Siendo en ambos casos muy importante el mar productivo (Tabla 4).

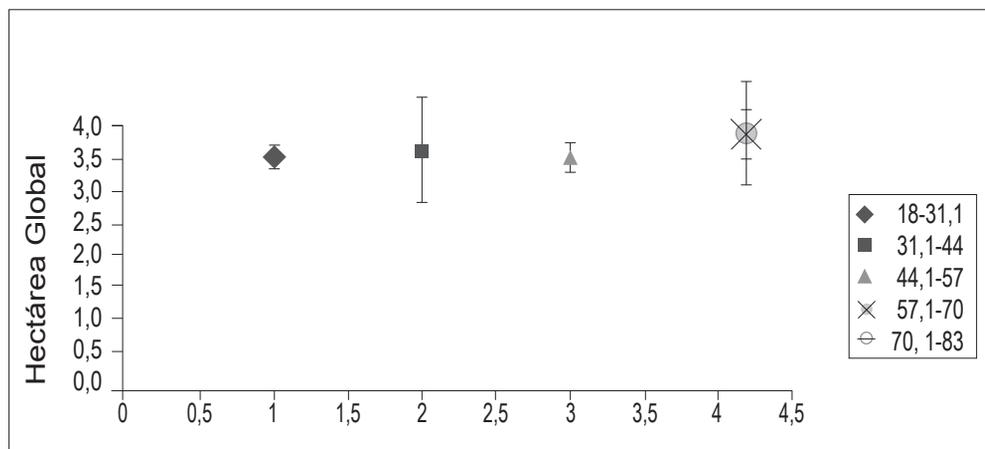


Figura 6. Promedio de la Huella Ecológica según grupo de edades en la Isla de San Andrés. La barra de error indica el intervalo de confianza al 95%

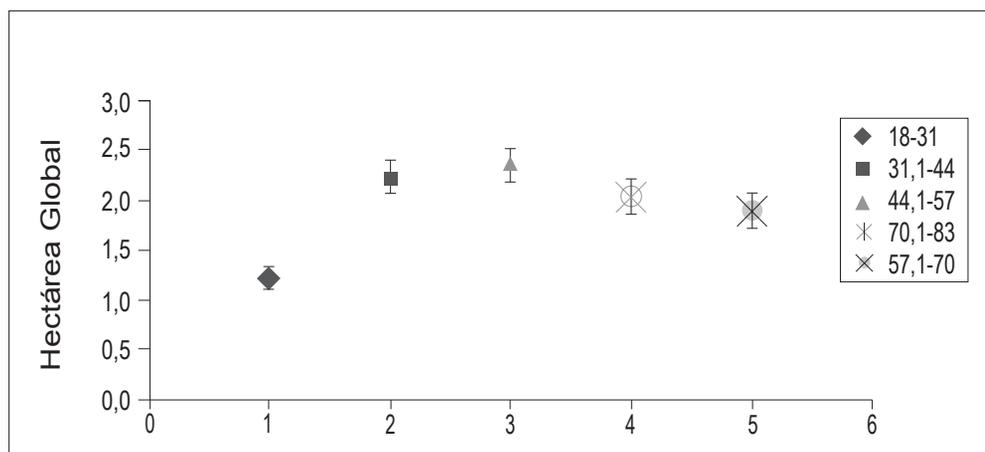


Figura 7. Promedio de la Huella Ecológica según grupo de edades en la Isla de Providencia. La barra de error indica el intervalo de confianza al 95%

El balance entre Huella Ecológica y bioproductividad arrojó valores positivos, indicando una reserva ecológica de 0.5 y 3.4 hectáreas para San Andrés y Providencia, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 3. Valores promedio de Huella Ecológica, discriminados por categorías, en hectáreas globales. P.V: Providencia (P.V); S.A.I: San Andrés isla. Para S.A.I se especifican los sectores: Centro, Loma y San Luis

	CATEGORIAS	P.V	S.A.I	CENTRO	LOMA	SAN LUIS
RESIDENCIA	RAIZAL	2.2	2.7	2.8	2.5	2.8
	NO RAIZAL	--	2.9	3.0	2.7	2.9
	TURISTA	--	3.0	--	--	3.0

	CATEGORIAS	P.V	S.A.I	CENTRO	LOMA	SAN LUIS
SEXO	MASCULINO	2.2	2.9	3.0	2.6	2.6
	FEMENINO	2.1	2.8	2.9	2.6	2.8
EDAD	18-31	1.2	2.8	3.0	2.6	3.0
	31,1-44	2.2	2.9	3.1	2.7	3.0
	44,1-57	2.4	2.8	3.0	2.9	2.7
	57,1-70	1.9	3.1	1.7	2.5	3.8
	70,1-83	2.0	3.1	2.0	--	4.2
ACTIVIDAD	Amas de Casa	2.1	2.6	2.6	2.6	2.5
	Estudiantes	2.2	2.6	2.5	2.5	3.0
	PROMEDIO	2.2	2.9	3.0	2.6	2.9
	Número encuestas	100.0	470.0	220.0	100.0	150.0
	Intervalo de confianza	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
	Desviación Estándar	0.6	1.3	1.5	0.6	1.4
	Valor Máximo	4.3	14.0	14.0	5.2	8.7
	Valor Mínimo	1.2	0.9	1.0	0.9	1.2
	Varianza	0.3	1.8	2.4	0.4	1.8

El promedio de los datos de Huella Ecológica en los parámetros analizados para las dos Islas, se mantuvieron entre un valor de 2.6 ± 0.152 hectáreas/persona (Tabla 3). Este valor indica que la demanda de la población de las Islas sobre la biosfera en comparación con la biocapacidad, (promedio de 4.5 hectáreas globales /persona) (Tabla 4), no representa tanto peligro de llegar a una deuda ecológica y que las islas pueden producir los recursos ecológicos que utilizan. El anterior análisis se aplica al conjunto de las islas; al individualizar este grupo se obtiene que para la isla de San Andrés se encuentra un déficit (-) o reserva (+) ecológica de 0.5 hectáreas globales/ persona (Tabla 5). Hay que tener en cuenta que para los resultados anteriores, se emplearon los datos obtenidos de la totalidad de personas encuestadas (570 personas).

Al realizar una inclusión de las áreas marinas de los cayos, islotes y bancos pesqueros del archipiélago en la ecuación de biocapacidad (Tabla 4a), se obtiene que esta arroja unos valores de reserva altos y al dividirlo entre el número de habitantes del archipiélago, muestra que este cuenta con una capacidad de 2.89 hectáreas bioproductivas / habitante (Fórmula.1).

Tabla 4. Cálculo de la biocapacidad (unidades en hectáreas globales)

Área	Zonas Agrícolas	Zona de bosques	Zona marítima	Total
San Andrés	0.437	0.5	2.5	3.4
Providencia	0.105	1.3	4.2	5.6

Tabla 4a. Cálculo de la biocapacidad en hectáreas regionales

Área	Zonas Agrícolas	Zona de bosques	Zona marítima	Total
Reserva de Biosfera (Incluye Área marina de los cayos)	0.55	1.8	172442.0	172444.37

Si tenemos en cuenta la productividad de la reserva de biosfera en contraste con su población, se puede obtener la capacidad de carga de la misma por medio de la siguiente fórmula (1): Biocapacidad regional / Número de Habitantes

Fórmula 1

$$\frac{172444.372}{59573} = 2.89 \frac{ha}{hab}$$

Teniendo en cuenta el resultado de la anterior ecuación, y observando que a nivel nacional los datos de Huella Ecológica son de 1.3 hectareas / hab (Tabla 12), se resta la biocapacidad del archipiélago con la Huella Ecológica nacional y esta arroja un valor de 1.59 hectareas / hab de superávit (+) en la reserva de biosfera.

El anterior método, que considera los datos de la población regional total, biocapacidad regional total y Huella Ecológica a nivel nacional, es utilizado generalmente en los informes anuales de Huella Ecológica generados por entidades gubernamentales.

Tabla 5. Huella Ecológica y Biocapacidad de San Andrés y Providencia y su comparación a nivel nacional y global (informe Planeta Vivo 2006)

	Población	Huella Ecológica Total	Biocapacidad Total	Déficit (-) o reserva (+) Ecológica
	millones	global ha/persona	global ha/persona	global ha/persona
Mundial	6301.5	2.2	1.8	-0.5
Países Ricos	955.6	6.4	3.3	-3.1
Países Pobres	2303.1	0.8	0.7	-0.1
África	846.8	1.1	1.3	0.2
Asia-Pacífico	3489.4	1.3	0.7	-0.6
Asia Central	346.8	2.2	1.0	-1.2
Norte América	325.6	9.4	5.7	-3.7
Unión Europea	454.4	4.8	2.2	-2.6
Resto de Europa	272.2	3.8	4.6	0.8
América Latina	535.2	2.0	5.4	3.4
Colombia	44.2	1.3	3.6	2.3
San Andrés	0.055	2.9	3.4	0.5
Providencia	0.004	2.2	5.6	3.4
Reserva de Biosfera	0.059	2.6	4.5	1.9

Huella Ecológica. Los promedios de Huella Ecológica para las islas de San Andrés y Providencia variaron en un rango entre 2.0 y 2.9 (Fig. 3), para una estimación con Intervalo de Confianza del 95% se obtuvo valores de 2.9 ± 0.12 para San Andrés y 2.0 ± 0.12 para Providencia (Fig. 1), Comparando con la Huella Ecológica del Mundo que es de 2.23 hectáreas/persona y la de Colombia que es de 1.3 hectáreas/persona (informe planeta vivo 2006), a nivel mundial las Islas pueden estar teniendo una deuda ecológica, pero a nivel regional se mantiene en un valor estable de sostenibilidad.

La variación según el género en las islas se presenta para la población femenina de San Andrés con un promedio de 2.89 ± 0.17 hectáreas/persona. Para la población masculina se presenta un promedio de 2.78 ± 0.10 hectáreas/persona. Para la Isla de Providencia los valores de Huella Ecológica oscilan entre 2.0 y 2.2 hectáreas/persona con un intervalo de confianza de 2.2 ± 0.17 para la población Masculina y 2.0 ± 0.16 para la población Femenina (Fig.4)

En la Figura 5, se analiza el comportamiento del promedio de Huella Ecológica para las dos islas según el lugar de procedencia de la población. Se observa que para la comunidad raizal de San Andrés se presenta un promedio de Huella Ecológica de 2.72 hectáreas/persona ± 1.63 . La población no raizal de San Andrés presentó un promedio de 2.90 ± 0.10 hectáreas/persona. La población turista de San Andrés presentó un promedio de Huella Ecológica de 2.96 ± 0.10 hectáreas/persona. En la isla de Providencia no se encuestó a ninguna comunidad no raizal de la isla (turistas). La población raizal presentó un promedio de 2.2 ± 0.12 hectáreas/persona.

En cuanto al comportamiento de la Huella Ecológica según las edades, se puede observar que para una edad entre 18-31 años hay un promedio de 2.83 ± 0.16 hectáreas/persona, para 32-44 años se presenta un promedio de 2.91 ± 0.10 hectáreas/persona, para 45-57 se presenta un promedio de 2.83 ± 0.33 hectáreas/persona, para una edad de 58-70 hay un promedio de 3.1 ± 0.56 hectáreas/persona ,y para una edad de 71-83 se presenta un promedio de 3.1 ± 1.10 hectáreas/persona (Fig. 6).

La comparación de la Huella Ecológica por edades para la isla de Providencia presentó valores promedio para la edad entre 18-31 años Huella Ecológica de 1.2 ± 0.18 hectáreas/persona, para la edad entre 31.1-44 de 2.2 hectáreas/persona ± 0.28 , para la edad entre 44.1-57 se presentó de 2.4 ± 0.35 hectáreas/persona, para la edad entre 57.1-70 años de 1.9 ± 1.03 hectáreas/persona y para la edad entre 70.1-83 años de 2.0 ± 0.23 hectáreas/persona

La Figura 8 permite ver que la Huella Ecológica de los estudiantes de San Andrés presenta un promedio de 2.6 ± 0.42 hectáreas/persona, mientras que la Huella Ecológica de los estudiantes de Providencia presenta un promedio de 2.2 ± 0.23 hectáreas/persona.

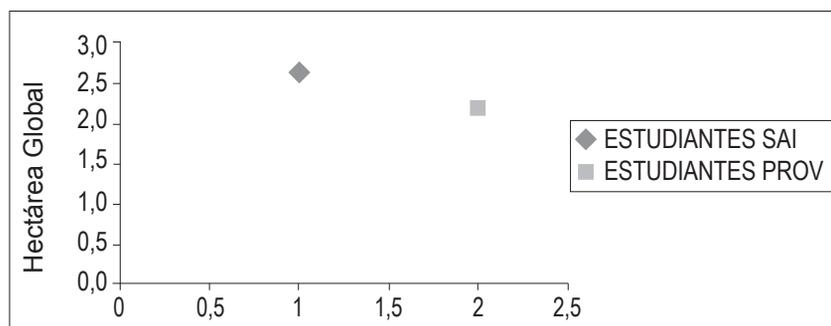


Figura. 8: Promedios de Huella Ecológica para estudiantes de San Andrés y Providencia

En la Figura 9 se relaciona a las amas de casa de tres sectores de la isla de San Andrés con sus respectivos valores de Huella Ecológica. Se observa que en el sector del centro las amas de casa presentan un promedio de Huella Ecológica de 2.63 ± 0.38 hectáreas/persona, las amas de casa del sector de la Loma presentan un Promedio de 2.6 ± 0.30 hectáreas/persona, y las amas del sector de San Luis presentan un promedio de 2.5 ± 0.26 hectáreas/persona

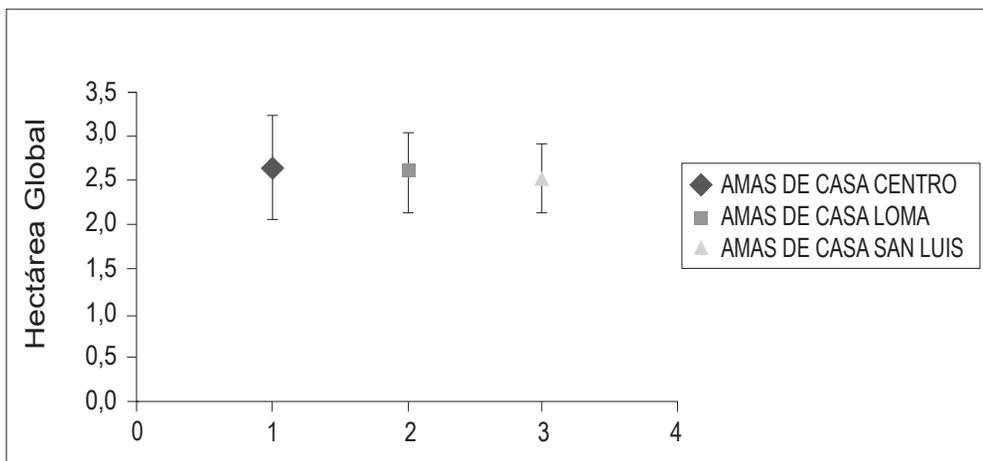


Figura 9. Promedios de Huella Ecológica por Ocupación y por sectores para San Andrés

En la Figura 10 se observa el comportamiento del promedio de Huella Ecológica de las dos islas según su ocupación. En este caso, al comparar las amas de casa de cada isla, se presenta para la isla de San Andrés un promedio de 2.96 ± 0.46 hectáreas/persona y para Providencia se presenta un promedio de 2.1 ± 0.28 hectáreas/persona.

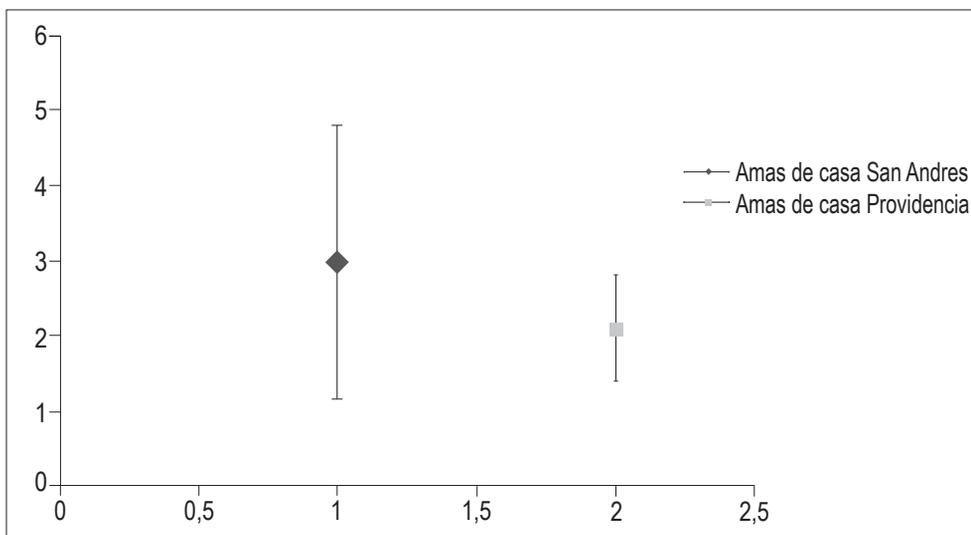


Figura 10. Promedios de Huella Ecológica por ocupación para San Andrés y Providencia

DISCUSIÓN

El análisis de Huella Ecológica, biocapacidad y el balance entre estos, da una idea de la situación de sostenibilidad ambiental en San Andrés y Providencia, al igual que el conjunto del archipiélago (Reserva de Biosfera Seaflower).

Comparando los resultados de Huella Ecológica del presente estudio con los reportados en el informe de Planeta vivo 2006 (WWF 2006), el promedio para Providencia es igual al promedio mundial, pero el de San Andrés es más elevado (Fig. 11, Tabla 5). El valor obtenido para San Andrés es más alto que para cualquier país de la región, solo comparable con Trinidad y Tobago (Fig. 12). Los valores de biocapacidad en ambas islas están por encima del valor mundial, resultando en un balance positivo (reserva), que difiere del balance negativo (déficit) estimado para el planeta en su conjunto.

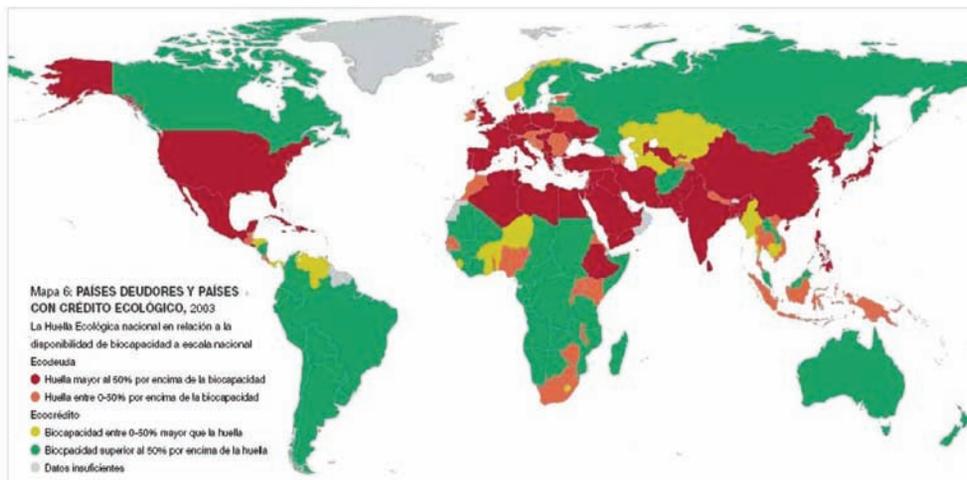


Figura 11. Distribución de la Huella Ecológica a nivel mundial. Tomado de www.wwf.org.co

País/región	Población (millones)	Huella Ecológica (hectáreas globales por persona, en hag de 2003)									Extracción de agua por persona (miles de m ³ /año) ²
		Huella Ecológica total	Tierras agrícolas	Tierras de pastoreo	Bosques: madera, pulpa y papel	Bosques: leña	Zonas pesqueras	CO ₂ de combustibles fósiles	Energía nuclear	Asentamientos humanos ¹	
Myanmar	49,5	0,9	0,50	0,02	0,02	0,15	0,09	0,04	0,00	0,08	680
Nepal	25,2	0,7	0,33	0,08	0,04	0,10	0,01	0,09	0,00	0,07	414
Nueva Zelanda	3,9	5,9	0,68	1,01	1,30	0,00	1,19	1,60	0,00	0,16	549
Pakistán	153,8	0,6	0,27	0,00	0,02	0,03	0,02	0,21	0,00	0,05	1130
Papua Nueva Guinea	5,7	2,4	0,99	0,05	0,00	0,19	0,00	1,02	0,00	0,11	13
Rep. de Corea	47,7	4,1	0,46	0,06	0,35	0,01	0,63	1,96	0,52	0,05	392
Rep. Dem. Pop. Lao	5,7	0,9	0,32	0,13	0,01	0,21	0,08	0,05	0,00	0,10	543
Rep. Pop. Dem. de Corea	22,7	1,4	0,37	0,00	0,05	0,05	0,09	0,84	0,00	0,05	400
Sri Lanka	19,1	1,0	0,29	0,03	0,02	0,08	0,28	0,27	0,00	0,05	667
Tailandia	62,8	1,4	0,30	0,02	0,05	0,06	0,24	0,64	0,00	0,06	1400
Vietnam	81,4	0,9	0,32	0,01	0,05	0,05	0,09	0,28	0,00	0,08	889
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	536,2	2,0	0,51	0,41	0,17	0,10	0,09	0,59	0,01	0,09	482
Argentina	38,4	2,3	0,60	0,59	0,12	0,02	0,08	0,69	0,04	0,11	769
Bolivia	8,8	1,3	0,38	0,43	0,05	0,05	0,01	0,34	0,00	0,08	166
Brazil	178,5	2,1	0,55	0,60	0,29	0,15	0,06	0,37	0,02	0,10	336
Colombia	44,2	1,3	0,32	0,31	0,05	0,05	0,05	0,42	0,00	0,09	246
Costa Rica	4,2	2,0	0,43	0,25	0,35	0,17	0,05	0,64	0,00	0,11	655
Cuba	11,3	1,5	0,62	0,11	0,06	0,03	0,05	0,62	0,00	0,05	728
Chile	15,8	2,3	0,48	0,30	0,51	0,16	0,15	0,60	0,00	0,14	804
Ecuador	13,0	1,5	0,29	0,34	0,08	0,08	0,09	0,55	0,00	0,06	1326
El Salvador	6,5	1,4	0,38	0,12	0,11	0,13	0,14	0,46	0,00	0,04	200
Guatemala	12,3	1,3	0,34	0,11	0,04	0,25	0,08	0,40	0,00	0,06	167
Haití	8,3	0,6	0,32	0,05	0,02	0,05	0,01	0,08	0,00	0,02	120
Honduras	6,9	1,3	0,30	0,17	0,06	0,25	0,01	0,41	0,00	0,07	127
Jamaica	2,7	1,7	0,42	0,07	0,16	0,04	0,59	0,41	0,00	0,04	156
México	103,5	2,6	0,69	0,34	0,12	0,07	0,08	1,18	0,02	0,06	767
Nicaragua	5,5	1,2	0,40	0,11	0,01	0,22	0,09	0,29	0,00	0,07	244
Panamá	3,1	1,9	0,44	0,29	0,04	0,08	0,15	0,83	0,00	0,06	288
Paraguay	5,9	1,6	0,60	0,38	0,32	0,20	0,02	0,01	0,00	0,09	85
Perú	27,2	0,9	0,39	0,16	0,04	0,05	0,12	0,00	0,00	0,10	752
Rep. Dominicana	8,7	1,6	0,37	0,19	0,07	0,01	0,34	0,57	0,00	0,05	393
Trinidad y Tobago	1,3	3,1	0,42	0,07	0,16	0,01	0,38	2,08	0,00	0,00	239
Uruguay	3,4	1,9	0,43	0,68	0,05	0,09	0,15	0,22	0,00	0,12	929
Venezuela	25,7	2,2	0,35	0,34	0,04	0,03	0,18	1,15	0,00	0,09	-
AMÉRICA DEL NORTE	325,8	9,4	1,00	0,46	1,20	0,02	0,22	5,50	0,55	0,44	1600
Canadá	31,5	7,6	1,14	0,40	1,14	0,02	0,15	4,08	0,50	0,18	1470
Estados Unidos de América	294,0	9,6	0,98	0,46	1,21	0,03	0,23	5,66	0,56	0,47	1647
EUROPA (UE)	454,4	4,8	0,80	0,21	0,48	0,02	0,27	2,45	0,44	0,16	551
Alemania	82,5	4,5	0,73	0,18	0,48	0,01	0,12	2,45	0,41	0,17	571
Austria	8,1	4,9	0,79	0,17	0,85	0,08	0,13	2,82	0,00	0,11	260
Bélgica/Luxemburgo	10,8	5,6	0,91	0,17	0,32	0,01	0,24	2,75	0,88	0,34	836
Dinamarca	5,4	5,8	0,99	0,19	0,90	0,04	0,21	3,17	0,00	0,25	237

Figura 12. Huella Ecológica América Latina y El Caribe. Tomado de www.wwf.org.co

Con relación a Colombia, los valores de Huella Ecológica están muy por encima, especialmente en el caso de San Andrés, que supera en más del doble la Huella de Colombia. Aunque esta isla no cuenta con un déficit ecológico notable aún, los resultados son preocupantes pues los hábitos de consumo y generación de residuos de la población están cercanos a la biocapacidad de los ecosistemas, por lo que no podrían ser mantenidos en el tiempo. Si se considera que el balance subestima el impacto ambiental real, al no incluir impactos como contaminación del suelo, agua, atmósfera (a excepción del CO₂), y que asume que las prácticas en los sectores agrícola, ganadero y pesquero son sostenibles, la situación es más urgente aún.

De otra parte, pese a sus limitaciones, el índice de Huella Ecológica plantea en relación a la estrategia de la sostenibilidad, oportunidades que hay que destacar. Agrupa en un solo valor la intensidad del impacto que una comunidad humana ejerce sobre los ecosistemas, tanto por el consumo de recursos como por la generación de residuos. Así mismo, la Huella Ecológica permite definir y visualizar la dependencia de las sociedades humanas respecto al funcionamiento de los ecosistemas del planeta a partir de superficies apropiadas para satisfacer un determinado nivel de consumo.

Considerando los puntos anteriores, el cálculo de la Huella Ecológica y biocapacidad de San Andrés y Providencia, es una buena aproximación al panorama actual en el que se encuentra la Reserva de Biosfera Seaflower. Así, estos cálculos son un recurso valioso para tomar medidas y acciones correctivas y preventivas de manera que se logre minimizar y evitar las posibles implicaciones de la acción antrópica sobre los ecosistemas.

RECOMENDACIONES

Para la disminución del índice de Huella Ecológica en la isla de San Andrés, se requiere realizar una activación de la cadena productiva es decir, realizar jornadas de educación e incentivación para el sector agropecuario de las islas. De esta manera se reducirían las importaciones de productos, y el aprovechamiento de los recursos naturales del Archipiélago se fomentaría con el desarrollo de la producción limpia local. Tal cambio también disminuiría la producción de CO₂ y residuos.

Incentivar la educación ambiental, vinculando las entidades educativas a los proyectos de orden ambiental para educar y concientizar a la población más joven de la isla es fundamental, dado que esta población exhibió el mayor índice de Huella Ecológica.

Se aconseja impulsar los proyectos de orden forestal, con el fin de aumentar la baja densidad forestal presente especialmente en la isla de San Andrés.

BIBLIOGRAFÍA

DANE 2008. Censo General 2005. Nivel Nacional Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Vargas, G. 2004. Geología de la Isla de San Andrés Colombia, Geología Colombiana, 29 pp.71-87,8figs, Bogotá

Wackernagel, M y Rees, W.E. 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth Gabriola Island, BC: New Society Publishers.

WWF International. 2006. Living Planet Report 2006. Gland, Switzerland

AGRADECIMIENTOS

Crédito fotos: Google Earth- Mauricio Salazar. Foto (2), Laura Aguas. Fotos (1, 6, 7,8), Anthony Rojas. Foto (9), Monica Jay. Fotos (3, 5), Alexandra Tobar. Fotos (13, 14) Johnny Walker. Fotos (10, 11, 12).

DIAGNÓSTICO Y CRITERIOS PARA UN PLAN DE MANEJO DE LA COLECCIÓN VIVA DEL JARDÍN BOTÁNICO DE SAN ANDRÉS

Eder Jair Ortiz Roca y Petter David
Lowy Ceron¹

RESUMEN

El diagnóstico de la colección viva aporta la evidencia de que existe una necesidad de sistematizar e implementar un plan de manejo que optimice los procesos. Este plan da como resultado unas plantas en crecimiento y otras para siembra, con reducidos problemas sanitarios, pero con eventuales dificultades en la práctica de tareas de jardinería que garantizan la estética y las condiciones ambientales de las plantas.

Los criterios para la implementación de un plan de manejo, aportan las pautas que servirían para la optimización de los procesos en el mantenimiento de las plantas, que tendrían en cuenta algunas variables: estéticas, como la limpieza y el orden en el jardín; fitosanitarias, como la identificación de síntomas de plagas; y técnicas, como el análisis de la conductividad eléctrica y pH en el agua para el riego y en la solución madre de fertilizantes.

ABSTRACT

The diagnosis of the living collection provides the evidence that there is a need to systematize and implement a management plan that optimizes processes. It results in plant growth and others to sow, with reduced health problems, but with any difficulties in practicing tasks gardening that guaranteeing the aesthetic and environmental conditions of plants.

The criteria for the implementation of a management plan, which provides guidelines serve to optimizing processes in the maintenance of the plants, which take into account anything variables; aesthetic as cleaning and order in the garden, phytosanitary whit the identification of pest symptoms and technical whit the analysis of the electrical conductivity and pH in the water for irrigation and stock solution of fertilizer.

INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento es realizar un diagnóstico de la condición actual del Jardín Botánico en referencia al estado de las plantas, en especial el Jardín Glosológico o Introductorio, el Sendero Principal y el Vivero. Y con base en dicho diagnóstico, trazar pautas para el manejo integral de las plantas en exposición.

¹ Universidad Nacional de Colombia sede Caribe.
Dirección de correspondencia: pdlowyc@unal.edu.co

El análisis histórico del Jardín da las pautas para explicar diferentes procesos o decisiones tomadas en un pasado próximo. Este proceso que ya lleva una década entre escritorios, y la construcción física realizada en los últimos 3 años, completan el 80% de esa idea inicial, con infraestructura física y adecuaciones en jardines, que servirán de base a nuevas oportunidades de sostenimiento y crecimiento tales como la investigación, la educación, la diversión y la conservación de una flora insular presente pero algunas veces olvidada.

Las decisiones de sembrar, manejar y sostener las plantas de exposición han sido progresivas y aceleradas en algunos casos, lo que ha conllevado ocasionalmente a problemas de crecimiento y estéticos, posiblemente explicados por abandonos a las plantas, o simplemente por malas decisiones acerca del dónde, cómo y cuándo sembrar, considerando la dificultad de disponer en un espacio reducido los ambientes propicios para cultivar las más de 400 especies vegetales en la isla.

JUSTIFICACIÓN

El Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Colombia sede Caribe ubicado en la isla de San Andrés, tiene una colección viva que actualmente consta de un jardín glosológico y de un sendero principal. Este presenta un estado inicial de adecuación y ubicación de las plantas, pero no cuenta con un plan de manejo diferenciado de sus condiciones fitosanitarias, de fertilización y abonado, las plantas que son destinadas para cultivos y que simultáneamente son tomadas con fines demostrativos y pedagógicos tienen problemas al adaptarse cuando las condiciones del ambiente no cumplen con los requisitos de los cultivos. Teniendo en cuenta que hay plantas de crecimiento lento o acelerado, transitorio o perenne, y que estas constituyen la gran diversidad vegetal que se encuentra en este espacio, las múltiples formas y sectores, típicos de un Jardín Botánico, están ligados a criterios de adecuación que tienen en cuenta las necesidades particulares de las especies, como es el caso de manejo de competencias o el diseño de una forma deseada de la planta.

OBJETIVOS

Objetivo general

Plantear los criterios para el manejo integral de la colección viva del Jardín Botánico de San Andrés isla.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado de las plantas de la colección viva Caracterización de la colección viva con miras al planteamiento del manejo integrado.
- Identificar los principales problemas fitosanitarios potenciales o actuales de la colección viva.
- Identificar las prácticas de manejo apropiadas y los criterios de utilización para el mantenimiento de la colección viva.

METODOLOGÍA

El método que se utilizó para diagnosticar la colección viva fue la observación de las diferentes partes en las que esta se halla subdividida: jardín glosológico, sendero principal, y el vivero, identificando sus plantas y mirando los factores que influyen en su crecimiento. Los factores a considerar fueron: suelo, riego, fertilidad, plagas, enfermedades, malezas, competencia por luz, prácticas de jardinería utilizadas y los antecedentes de siembra y manejo.

La descripción de los criterios a considerar para estructurar un plan de manejo de la colección viva, se basó en los siguientes pasos: 1. el diagnóstico para identificar los problemas y virtudes del manejo dado; 2. la observación e identificación de posibles soluciones a los problemas vistos, utilizando la bibliografía y el conocimiento profesional; 3. el dictamen de recomendaciones que iniciarían un proceso de experimentación para configurar un manejo adecuado para las particularidades del jardín con un monitoreo periódico.

Lugares de diagnóstico

El Jardín Botánico tiene el 80% de su infraestructura terminada y la restante en construcción, consta de un edificio principal con oficinas, dos laboratorios de herbario y microscopía, un vivero, senderos en adoquín, sistema de riego localizado, y un almacén de herramientas. Está en proceso de construcción un mirador y baños. También tiene sembrado más de 150 especies, sin incluir un bosque interior que ocupa gran parte del área del jardín. El jardín posee lugares de exhibición diferenciados como: jardín glosológico, sendero principal, vivero y jardines.

El jardín glosológico o introductorio.

Es el punto inicial de reconocimiento, que permite a los visitantes descubrir el fascinante mundo de la botánica de manera general, siendo un espacio que a lo largo de su recorrido representa de manera explícita y amena la evolución de las plantas desde aquellas menos especializadas hasta las más avanzadas, y su morfología y biotipología o formas de vida (Suárez 2006).

El sendero principal

Este sendero invita a la exploración de la botánica de nuestras islas, presentando dos aspectos fundamentales: los ecosistemas presentes en el archipiélago con sus especies representativas, y las especies de mayor utilidad e importancia económica. Todos los ejemplares se encuentran clasificados de tal manera que el sendero se presenta como un recorrido atractivo y enriquecedor (Suárez 2006).

El vivero

Este concentra las diferentes propagaciones bajo sombra, para su posterior trasplante, en estos momentos de continua siembra se hace muy importante este elemento del jardín ya que se están comprando nuevas plantas y propagando algunas semillas.

DIAGNÓSTICO

El jardín glosológico

- Este presenta una buena condición, ya que todavía está en construcción o en trasplante y el estado de las plantas es bueno y en crecimiento,
- Los triángulos más avanzados son los de plantas monocotiledóneas, presentan algunos problemas de maleza en un sentido estético.
- Existen problemas fitosanitarios en las heliconias (ave del paraíso) con síntomas de clorosis generalizada y desecaciones terminales debido a un exceso de luz.
- Los otros triángulos están en la transición entre plantas nuevas y las ya establecidas, estas últimas están sirviendo de sombra al suelo descubierto o cobertura evitando la erosión.

Sendero principal

Hay ausencia de luz generalizada por todo el sendero, variedad en los estados del suelo y crecimiento de las plantas, y ausencia del riego periódico en el estado vegetativo de las plantas.

- Ecosistema de playa. Ausencia de poda por competencia Surge la necesidad de trasplantar plantas.
- Ecosistema xerofítico. Exceso de humedad ocasionando el desarrollo de enfermedades. Se requiere la eliminación de material enfermo.
- Ecosistema de manglar. Suelo con erosión y marcada pendiente.
- Bosque de Providencia. Buen aspecto, aunque faltan podas y raleos.
- Ornamentales. Buen aspecto general. Susplantas son muy altas por competencia de luz. Se necesitan raleos, hay desechos sin limpiar, y clorosis en algunas plantas
- Maderables. Plantas muy altas por competencia por luz y se hallan dobladas
- Industriales. Se presentan desechos contaminados por hongos en el suelo. Se requieren raleos.
- Tóxicas. Presentan clorosis parcial.
- Frutales. Plantas dobladas por competencia por luz, Hay exceso de sombra y lento crecimiento en los cítricos.
- Jardín de puritanos ingleses. Aun no se ha implementado, hay otras plantas para trasplante.
- Medicinales y Aromáticas. Sólo hay algunas plantas, que además presentan problemas de enmalezamiento. Hace falta riego, lo cual ha conducido a que no se siembren más individuos.

Vivero

Es uno de los lugares con mayor disponibilidad de agua y mejor sistema de riego debido a su cercanía al reservorio. Las adecuaciones en adoquines y el encharcamiento han creado buenas condiciones de humedad para las plantas. Sin embargo el vivero está siendo subutilizado, no se le ha dado continuidad, y presenta tardanzas en el proceso de trasplante, no pero en general existen mesas o espacios destinados para la propagación por semillas.

Este lugar es de vital importancia en los montajes para investigaciones y para la propagación para conservación. Ejercicios estos, estipulados en la misión del jardín. En consecuencia, el jardín debe brindar las condiciones óptimas para el buen desempeño del vivero.

SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO

El riego en el Jardín Botánico se vuelve una necesidad cuando se quiere atender a los problemas de baja precipitación en algunas épocas del año, y cuando se pretende mostrar y mantener plantas todo el año para diferentes públicos.

El sistema de riego que a la fecha no se ha culminado en su totalidad por problemas técnicos, está compuesto por tubos que llevan el agua de una cisterna a los triángulos introductorios, al sendero principal y al vivero, y esto representa un problema estético por la visibilidad de las mangueras de goteo.

Cisterna: La cisterna está destinada para abastecerse de agua de un pozo propio localizado en el extremo suroriental de jardín, del agua lluvia recogida por los techos del edificio administrativo y por agua de otros pozos, traída en carrotanques tras una eventual deficiencia en el suministro propio.

Sistema de bombeo y filtrado: el sistema consta de una succión unida a una bomba eléctrica de 6.6 HP (caballos de fuerza) con un óptimo de 100 PSI, a su vez conectada a un hidroneumático que le brinda al presostato la presión de apagado a 100 PSI y de encendido a 75 PSI de la bomba. El agua alimenta a dos tanques de filtrado de arena, conectados en paralelo para dividir el caudal y la posibilidad del retrolavado. Posteriormente está el filtro de disco que conduce el agua al tubo principal, disminuyendo a la vez las partículas más pequeñas.

Triángulos introductorios: estos son alimentados por la tubería principal de 2" y suministran el agua por mangueras de goteo autocompensadas, y por la aspersion por Pop Ups localizados cuatro por cada triángulo, siendo el primer triángulo el de mayor necesidad de caudal y el quinto con la mayor necesidad de presión.

Sendero principal: este es alimentado en su centro por la tubería principal, a partir de la que parte la tubería secundaria a alimentar los 4 sectores de riego (2 de mangueras de goteo autocompensada y 2 de microaspersión). Esta tubería también alimenta 4 hidrantes localizados en cada una de las plazoletas del sendero.

Vivero: este sistema parte de la caseta de bombeo por el tubo principal, y se divide el área del vivero en una zona regada por aspersores y otra zona de germinación que es controlada por los nebulizadores.

Automatización: independiente del sistema presurizado de riego, pasa en paralelo una conexión eléctrica a las válvulas solenoides que están localizadas en cada sector de riego, todas conectadas a un controlador de riego que automatiza el sistema, controlando la apertura y cierre del suministro así como el tiempo de riego de cada unidad de riego.

Agua: el agua para el riego debe tener unas cualidades que no causen daño a las plantas, en este caso se analizan la conductividad eléctrica (CE) y el pH como criterios de evaluación, la conductividad eléctrica menor a 0.75 mS/cm no significa ningún peligro para las plantas, entre 0.75 y 1.5 el peligro es ligero, entre 1.5 y 3.00 el peligro es moderado y para datos mayores a 3.00 mS/cm el peligro es severo (Plaster 2000).

La recomendación en este caso es la combinación del agua lluvia de los techos con la del pozo, aunque esto signifique mejorar la captación, ampliándola para la totalidad del techo del edificio administrativo y el almacén, ya que de esta manera se bajaría la salinidad del agua. Un adecuado monitoreo de la CE y del pH del agua de riego y del suelo, garantizaría el suministro de agua y fertilizantes sin peligro de acumulación de sales en las raíces de las plantas.

FERTIRRIGACIÓN

Conectado al pie de sistema de filtrado se dispone el sistema de fertilización por riego localizado, que consta de dos tanques para la solución madre y dos inyectores venturi para alto y bajo caudal. Este sistema de fertilización, transporta los nutrientes a las mangueras de goteo, las cuales en períodos determinados se manipulan para graduar la cantidad deseada de goteo para cada sector de riego.

CRITERIOS PARA UN PLAN DE MANEJO DE LA COLECCIÓN VIVA DEL JARDÍN BOTÁNICO

Este trabajo es basado en las diferentes actividades que inciden directamente en la adecuación y crecimiento de las plantas. Los pasos a tener en cuenta en los procesos de registro, propagación, ubicación y mantenimiento son descritos para ser entendidos por el personal del jardín.

Mantenimiento del jardín.

El manejo general del jardín es dividido teniendo en cuenta su nivel de vulnerabilidad o necesidades de intervención en alto, mediano y bajo mantenimiento, con sus la diferentes actividades relacionadas.

Secciones de alto mantenimiento

- El vivero: éste se divide en el área de germinación y de sombreado
- Aromáticas y medicinales: de comportamiento transitorio y perenne con incidencia de plagas y necesidad de riego.

- Cultivos: El proyecto de huerto con usos pedagógicos
- Lombricompostero: mantenimiento continuo por la necesidad de humedad de las lombrices y alimento.
- Jardines de flores: con formas y espacios definidos, con problemas de competencia de malezas e individuos, necesidades de podas, riego y eventual control fitosanitario.

Secciones de mediano mantenimiento

- Jardín glosológico: con 5 triángulos demostrativos de la evolución de las plantas con características diferentes para cada una.
- Ecosistema de playas: manejo de un ambiente apropiado con una función estética
- Ornamentales en el sendero principal: incidencia de plagas
- Maderables, industriales y tóxicas: necesidad de espacio, y competencia por luz.
- Ecosistema xerófito: suelos aptos, buen drenaje, muchas horas luz
- Ecosistema de manglar: alta humedad, suelos aptos, poca pendiente
- Palmetum: de alta competencia y con necesidades de podas y raleos periódicos
- Frutales: cultivos poco adaptados a un habitat salvaje, con muchas necesidades debido a su condición doméstica.
- Jardín de puritanos ingleses: fidelidad en la adaptación
- Bosque de Providencia: tener la mayor cantidad de especies.

Secciones de bajo o nulo mantenimiento

- Bosque natural: Este bosque tiene unas características particulares que se quieren conservar, como su forma, su estado de desarrollo, los árboles típicos y la morfología del bosque.

Prácticas de manejo

Registro y control de entrada

Antes de aceptar o coleccionar plantas para el cultivo, debe tenerse claro y registrarse el propósito del espécimen. Cada accesión debe ser añadida a la colección si los recursos del jardín (financiamiento, tiempo, personal y espacio) son suficientes para poder ser mantenidas. Las adquisiciones deben ser evaluadas en el momento que entran al jardín y examinar sus potenciales como vectores de enfermedades y plagas, así como su potencial para convertirse en una maleza. Son fundamentales procedimientos como la cuarentena y la consulta de toda la información pertinente antes de que los nuevos ejemplares estén en contacto con el resto de la colección (BGCI 2000).

La semilla que entra al Jardín Botánico debe ser certificada o de lo contrario ser manejada con plaguicidas en cuanto sean potenciales fuentes de inóculo. En las accesiones vegetativas es importante identificar la fuente y describirla en términos de la fecha, hora y lugar de colecta, y las respectivas condiciones ambientales de este lugar. De estos datos dependerá el lugar definitivo en el jardín y su debido registro.

Manejo de malezas

Las plantas son identificadas como malezas cuando estas crecen donde no se desea que crezcan. Las malezas pueden tener las siguientes características: la habilidad de colonizar nuevas áreas, la producción de considerables cantidades de semilla que pudieran ser viables durante largos periodos en el suelo, la habilidad de reproducirse verticalmente como raíces, o secciones del tallo, y la no susceptibilidad a las plagas locales.

Estas especies pueden ser controladas mediante técnicas manuales tales como el uso de coberturas, la remoción manual y el corte de sus partes. Esta práctica debe considerar la época de dispersión de las semillas o simplemente la presencia o ausencia de las mismas (Alan *et al.* 1995). Las malezas perennes leñosas pueden ser removidas manualmente o con el uso de químicos sistémicos. La parte más externa leñosa de un corte debe ser tratada con una mezcla de herbicidas. Para los árboles con troncos múltiples, cada tronco debe ser tratado independiente y es esencial que los tratamientos de herbicidas se apliquen cuando el crecimiento de las plantas es activo (BGCI 2000).

El manejo de las densidades de siembra como se ha llevado a cabo actualmente ha traído buenos resultados, como la alta adaptación de las plantas en el trasplante y la poca influencia de malezas de hoja ancha. No obstante, ha dado cabida a las gramíneas que aunque no están, ocasionan notables problemas por competencia, deben ser cortadas por aspectos de estética, pues están en lugares no deseados del paisaje del jardín.

Las plantas que dan sombra a otras, durante el proceso de adaptación, deben ser eliminadas cuando las plantas juveniles necesiten crecer, de modo que no se altere su arquitectura por problemas de búsqueda de luz o el viento.

El monitoreo de algunos indicadores de las malezas como su cobertura o densidad, y el estudio particular de las clases de malezas que se presentan, por ejemplo gramíneas o de hoja ancha, transitorias o perennes, es importante cuando la competencia causa daños en la sanidad de las plantas. Sin embargo, en el presente estudio sobresale el criterio de la estética.

Manejo de invertebrados plaga

Los animales causantes de muchos daños a las plantas por consumo directo, o por ser vectores de patógenos, puede ser manejado con algunas prácticas según BGCI (2000):

- La introducción y uso de sólo fuentes con plantas sanas.
- Un ambiente apropiado e higiene para las plantas desde el momento en que empiezan su cultivo hasta su retiro de la colección.

- La siembra de la planta en un ambiente compatible a las condiciones de su hábitat natural.
- El mantenimiento de la fertilidad del suelo mediante minerales orgánicos o inorgánicos.
- Técnicas apropiadas en los árboles y arbustos, como podas y raleos, que reduzcan la incidencia de plagas y promuevan un crecimiento fortalecido.
- El retiro y destrucción de material y plantas infectadas de la colección.
- La conservación de enemigos naturales
- La introducción y eliminación balanceada de predadores y patógenos para que se puedan establecer niveles aceptables para control de plagas.
- El uso de tratamientos químicos en forma apropiada y únicamente cuando sea extremadamente necesario.

El Jardín Botánico además de exhibir plantas, se encarga de darles las condiciones ambientales adecuadas a estas, procurando recrear el hábitat de origen. Por lo anterior, animales como los insectos, son de mucha importancia en los procesos de reproducción. Procesos estos, que deben equilibrarse paralelamente a los de incidencia de plagas de insectos por sobreabundancia poblacional. La utilización de plaguicidas de síntesis química (Clorpirifos, Malathion, Diazinon) u orgánica es una alternativa deseable, pero aún más importante es mantener las plantas sanas, con buenas condiciones de humedad y baja competencia.

El diagnóstico de las plagas en el jardín muestra una baja influencia de los insectos, excepto por el caso de *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Orthezidae) en los crotos. La influencia futura de algunas plagas sobre las plantas domésticas deben ser evitadas con un monitoreo periódico principalmente en la época seca.

Manejo de enfermedades

La sanidad de las plantas depende de la incidencia de patógenos iniciales y de la nutrición, entonces en este sentido las plantas deben ser introducidas limpias, libres de inóculos iniciales, y ser dispuestas en un ambiente rico en nutrientes, luz, y aireación. Los suelos deben ser bien drenados y con agua disponible permanentemente. Lo anterior aseguraría el correcto suministro de C (CO₂) y el agua, elementos fundamentales en la conformación de la estructura vegetal.

Las enfermedades ya difundidas son identificadas y controladas con químicos en dosis y tiempos pertinentes, y mediante la destrucción del material infectado. Otras prácticas culturales como el uso de purinas pueden llegar a ser parcialmente efectivas en momentos iniciales de la enfermedad.

El ingreso de enfermedades al jardín se debe al mal registro y entrada de semillas o accesiones vegetativas, a la mala nutrición, los suelos no aptos, y a lugares de siembra inapropiados. Así, estas son las prácticas a evitar ejerciendo un manejo preventivo y teniendo en cuenta que este jardín es un lugar de poca influencia de fitopatógenos.

En momentos en que las enfermedades se presenten se deben tomar medidas curativas como la utilización de plaguicidas de síntesis química y la eliminación de las partes infectadas del jardín, y se deben tomar decisiones como el cambio de lugar de los especímenes y reevaluar el manejo que se le ha hecho para ver si es el pertinente

Riego

Todas las plantas necesitan agua, pero su requerimiento varía considerablemente. Algunas especies exhiben adaptaciones para el acceso y/o almacenamiento de este recurso, otras requieren constantemente de agua, y otras se adaptan a la disponibilidad estacional (período de lluvias y seco). A través de la manipulación del drenaje, irrigación y asociaciones, las plantas se pueden disponer de acuerdo a las necesidades particulares de agua (BGCI 2000).

El riego localizado, como el goteo y la microaspersión, pueden servir de apoyo a las necesidades de las plantas y surgen como una alternativa en lugares con temporadas muy secas donde la conservación del recurso es la prioridad por la capacidad de recarga de los sistemas subterráneos.

Recomendaciones para el Jardín Botánico

- El agua de riego debe tener conductividad entre 0.1 y 0.75 mS/cm o valores inferiores. Si se utilizan aguas de riego que posean una conductividad que sobrepase estos límites se incurre en el peligro de crear una salinidad alta (Plaster 2000).
- El sistema de riego localizado presupone un mantenimiento y una serie de monitoreos:
- El retrolavado de los filtros de arena que se hace cuando la diferencia de presión entre entrada y salida superen 5 psi al normal
- El lavado de tuberías cuando las diferencias de presión entre el primer y último gotero tienen una diferencia 10% mayor a la inicial, que indica obturaciones en el sistema o goteos inadvertidos. Estas diferencias en presión se detectan con la ayuda de manómetros fijos y temporales, y midiendo directamente diferencias en caudal.
- La medición experimental de los bulbos de los goteros o microaspersores, muestran indirectamente el comportamiento del agua en el suelo para determinar las diferencias de tiempos de riego en función del suelo y las necesidades de las plantas.

Suelo abonado o fertilizantes

El suelo es el sustrato por el cual las plantas se alimentan y se sostienen, este debe ser analizado para determinar su estructura y textura, y así definir la capacidad que tiene para brindar tales servicios a las plantas. A partir de este criterio, las prácticas asociadas al suelo se basan en el manejo de las condiciones de la raíz y los nutrientes.

El abono orgánico es el factor más importante en la administración y manejo del suelo, ya que mejora y mantiene la estructura de todos los tipos de suelos. Este ayuda al drenaje en arcillas

y limos, y mejora la capacidad de retención del agua. Además provee los nutrientes para los organismos del suelo, al igual que a las plantas (N, P, K y otros). Este puede ser suplido en forma descompuesta a partir de los desechos orgánicos de animales y plantas, como los composteros, el humus y coberturas, y puede ser incorporado al suelo o disponerse superficialmente.

La fertilización con minerales inorgánicos es la forma más rápida de incorporación de los nutrientes, ya que estos son administrados de tal forma que están listos para que la planta los tome, por ejemplo, mediante la aplicación de la urea o de compuestos como el 15 -15 - 15 (N-P-K).

La fertirrigación es la aplicación de elementos nutritivos a las plantas a través de los sistemas de riego. Es posible suministrar a las plantas los nutrientes en las cantidades adecuadas y en forma balanceada cuando más los necesitan de acuerdo a los estados fonológicos de las plantas (Hover 2003).

El suelo del Jardín Botánico se ha constituido a partir de la acumulación de varios sustratos de suelo, pero se pueden identificar dos sustratos iniciales, un horizonte B calcáreo de color blanco, sobresaliente en algunos lugares, y un horizonte A con acumulación de una delgada capa de materia orgánica, de color café oscuro.

Un sistema de fertirrigación para el Jardín Botánico además que ayudaría al suministro de nutrientes a las plantas, evitaría el uso de personal para la aplicación manual. Este sistema tiene muchas ventajas, pero demanda mucha responsabilidad en el uso de fertilizantes adecuados (Anexo 2) y en la regulación de indicadores como pH y conductividad eléctrica CE, lo que garantiza el efectivo suministro de nutrientes al suelo para su posterior asimilación, sin traumatismos por parte de las plantas de la colección viva.

Podas

La poda es la eliminación de cualquier parte de la planta para estimular su crecimiento, floración o fructificación. Esta presenta algunos beneficios:

- Mejora la seguridad pública o el acceso a través de la eliminación de partes muertas o materiales dañados de la planta.
- La remoción de material muerto que puede ser reconsiderado para la ubicación de organismos patógenos o insectos plaga.
- La reducción de la masa vegetal para aumentar la luminosidad.
- Mejora la forma de la planta por razones estéticas o por incrementar el bienestar de la planta al estimular la floración y remover las partes marchitas o los frutos viejos.
- Un podado intenso o drástico puede a menudo estimular el crecimiento de un espécimen que se encuentra en latencia, particularmente si es acompañado por riego y fertilización.

Las plantas se moldean o se pueden manejar dependiendo cómo se quiere que luzcan. De este modo, esta herramienta es muy importante pues permite además de regular procesos fisiológicos, darle a la planta una apariencia deseada.

También se utiliza para la grama y para las zonas donde no hay mucho peligro de dañar las colecciones vivas. El tiempo de entre podas depende del crecimiento vegetal, que a su vez está condicionado por la disponibilidad de agua. El empleo de podadoras de gasolina sugiere el empleo del respectivo equipo de seguridad, cargador, guantes, máscara, delantal y botas para evitar accidentes.

Raleos

Es la eliminación de plantas o partes de ella para que las otras que queden en pie, aprovechen mejor los recursos como el espacio, la luz, el agua y los nutrientes.

En un inicio se siembran muchos individuos para inducir la competencia y así lograr que las plantas crezcan rectas y cubran todo el espacio. Sin embargo, la competencia por agua, luz y nutrientes no debe ser excesiva, ya que esto puede perjudicar el buen desarrollo de las plantas. Por la razón anterior, al pasar el tiempo, se hace necesario reducir la cantidad de plantas mediante la ejecución del raleo.

Esta práctica se hace necesaria en lugares donde crecen plantas ornamentales, el palmetum, y en zonas que han sido sembradas con densidades mayores a las definitivas, como los árboles.

Manejo de residuos de plantas

A través de prácticas como podas, deshierbes y raleos, los desechos que se producen son parte esencial del proceso de compostaje, ya que a partir de este sustrato, la materia orgánica (MO) se inopora naturalmente al suelo de forma más ágil.

El lombricompostero que utiliza como sustrato los residuos del Jardín Botánico, cada 20 días completa el proceso de compostaje en los cuatro compartimientos, produciendo un humus que es abono para las plantas. Este se esparce alrededor del tallo para evitar que se quemem las plantas por la acidez que presenta. Y otro uso importante del compost, es su incorporación al suelo donde se piensa sembrar nuevas accesiones.

RECOMENDACIONES GENERALES

El protocolo de entrada y registro de nuevas plantas al Jardín Botánico debe considerar los peligros de accesiones enfermas o falta de información sobre su procedencia.

Para estipular un plan de manejo de las malezas, se deben considerar una serie de indicadores que suministrados periódicamente, tales como la estética y la densidad de las plantas arvenses.

La utilización de herbicidas selectivos como gramínicidas o la preemergencia a las malezas, es necesaria para las plantas del jardín, ya que las mangueras de goteo son un obstáculo para la utilización de machetes, guadaña o la misma extracción manual de las arvenses.

En el manejo químico de las plagas, lo más importante es la utilización de protección para el aplicador ya que los productos utilizados para este propósito por lo general son de categoría

toxicológica I y II dada su bajo costo y baja selectividad. El almacén Agromundo ofrece una gama de productos y la posibilidad de compra de otros por demanda (Anexo 1).

El insecticida Basudin de ingrediente activo Diazinon categoría toxicológica II, se está utilizando en dosis y tiempos pertinentes, en jardines ornamentales que presentan problemas de hemíptero, conduciendo a buenos resultados.

El anterior diagnóstico describe una situación no crítica, pero que requiere un trabajo notable, periódico y constante de jardinería para solucionar los problemas particulares del Jardín Botánico:

- Limpieza y poda para mejorar la competencia y luminosidad.
- Raleos y resiembras de algunas plantas ya atrofiadas por la competencia en su época crítica.
- Los diferentes sustratos utilizados para el trasplante deben ser homogenizados con enmiendas orgánicas como compost, en algunos lugares comunes como frutales, ornamentales y aromáticos... De esta manera se contribuiría a mejorar la estructura, la permeabilidad y la pendiente del sustrato. No obstante en ecosistemas extremos se debe viabilizar su hábitat.
- La ausencia de fertilización conlleva al bajo crecimiento y clorosis. Pero, sin luz y sin suelos aptos, las enmiendas y abonos serían inútiles
- El trasplante de algunas plantas del vivero se hace necesario debido a su estado crítico por escasos de nutrientes y espacio.

La presencia de algunas enfermedades en algunas plantas como frutales y ornamentales, no requiere necesariamente el uso de plaguicidas, si no que el manejo cultural como la limpieza, eliminación de malezas y partes enfermas, podas para mejorar aireación y el tiempo de incidencia de la luz.

El almacén de herramientas e insumos tiene agroquímicos en condiciones de vencimiento debido a su poca utilización. Los utensilios de protección al aplicador están en desconocimiento y algunos ausentes como los guantes.

El sistema de fertirrigación tiene un monitoreo constante de variables como el pH de la solución madre, el cual se debe mantenerse entre 6.0 y 7.0, pues en este rango se encuentran los óptimos para la mayoría de las plantas que pretenden ser tratadas con fertilizantes.

La propuesta para la aplicación de fertilizantes consiste en la utilización de formulaciones simples de N, P y K en igual proporción, de tal forma que el pH este dentro del rango propuesto y la tasa de inyección entre 2 y 10 l/m³; esto dependerá del tiempo de riego o de la capacidad del venturi a utilizar.

En lugares con pendiente se corre el peligro de erosión y pérdida de agua y nutrientes por escorrentía. Por tal razón, se propone la adecuación de estos terrenos con barreras físicas para detener la salida del suelo como es el caso de la zona de manglar, los tres primeros triángulos y en lugares de acumulación de humedad. La disposición de una buena iluminación en los canales de drenaje, sería una alternativa para evitar los problemas en la zona xerófila por ejemplo.

Se propone la instalación de tres mesas de plantulación de 1.2 m por 6.0 m sobre un piso en cemento, y cubrir esta instalación con plástico en el techo y paredes. Con la disposición de tres líneas de nebulización se mantendría la temperatura y humedad en unos índices aceptables para las plantas, en virtud del efecto invernadero del plástico.

CONCLUSIONES

El Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Colombia sede Caribe ha impulsado proceso de siembra y adecuación de la colección viva, interviniendo el bosque nativo en el momento y lugar adecuado teniendo en cuenta la resiliencia de del ecosistema. En los lugares despejados se ha sembrado densamente, para hacer raleos posteriores y así escoger los mejores individuos que van a ser parte de la gran gama de especímenes para mostrar al público.

El crecimiento de las plantas dependientes del ambiente competitivo de un bosque ha sido bueno, sin problemas fitosanitarios en general. Sin embargo, en el caso de las plantas domesticas, que con el mismo criterio han sido sembradas, no tuvieron tan buenos resultados y se han visto rezagadas del resto; y aunque presentan baja incidencia de plagas, la adecuación al ambiente domestico aún no es la mejor presentando algunos problemas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alan, E., Barrantes, U., Soto, A., y Agüero, R. 1995. Elementos para el manejo de malezas en agroecosistemas tropicales. Primera edición. Editorial tecnológica de Costa Rica. 224p.
- BGCI. 2000. El manual técnico Darwin para jardines botánicos. Botanic Garden Conservation International. 152 p. BIO-178.
- Hover, W. 2003. Manual técnico, Microfertiliza, Cuarta edición, Bogota D.C. 100p
- Imas, P. 2003. Fertiriego, Fertilizantes para fertirrigación, ICL Fertilizer Israel, En: instituto internacional de la Potasa, <http://www.ipipotash.org>. Consulta: Diciembre 2007.
- Plaster, E. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Editorial I.T.P-Paraninfo. España (Madrid). 419p.
- Suárez, C. 2006. Plan de adecuación y distribución de la colección viva a exhibir en el jardín glosológico y sendero principal del Jardín Botánico de San Andrés. Universidad Nacional de Colombia sede Caribe, Jardín Botánico. San Andrés Islas - Colombia. 39p.

Anexo I. "Productos del almacén agropecuario AGROMUNDO

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	INGREDIENTE ACTIVO	CASA COMERCIAL	CANTIDAD	PRECIO (\$)
	urea	N			
	fertilizante compuesto	15 - 15 - 15			
Cal agrícola	acondicionador suelos, subir pH	Calcio (CaO) 46%		10 Kg	9000
Forza	fertilizante	Nitrógeno	Fercon	2 Kg	4000
Compost	acondiciador suelo	Materia orgánica	Fercon	2 Kg	5000
Sumerizer	fertilizante compuesto	15 - 2 - 3	Green thumb		
Biosolnew	acondiciador orgánico de suelo	Materia orgánica	Kimel de Colombia	2.5 Kg	16000
Bug b gun			ORTHO	2 Kg	12000
Spectracide	funguicida		Immunox	500 ml	48000
Spot weed killer	herbicida		Green thumb	700 ml	6000
bloosom bloom	fertilizante compuesto	10 - 50 - 10	Green thumb	2,5 Kg.	25000
Daconil	funguicida		ORTHO	473 ml	45000
Bug b gun	insecticida		ORTHO	473 ml	28000
Gramafin sl	herbicida	paraquat	INVESA	1 l	30000
Gramafin sl	herbicida	paraquat	INVESA	4 l	105000
Novan 50 EC	insecticida	Diclorvos		1 l	130000
Roundup	herbicida	Glifosato		4 l	75000
Roundup	herbicida	Glifosato		1 l	21000
Malthion 57% EC	Insecticida	Malathion	Proficol	1 l	28000
Tordon 101 SL	herbicida	Dicloram	Dow Arosiences	4 l	140000
Tordon 101 SL	herbicida	Dicloram	Dow Arosiences	1 l	52000
Dermokill	insecticida	Dermatrina	Productos julio		55000
Panzer	herbicida	Glifosato	Invensa	4 l	78000
Rozion 40 EC	insecticida acaricida	Dimetoato	Basf	1 l	55000
Lorsban 4 EC	insecticida	Clorpirifos	Dow Arosiences	1 l	52000
Lorsban 2.5% EC	insecticida	Clorpirifos	Dow Arosiences	1 kl	6000
Rafaga	insecticida	Clorpirifos		1Kg	6000
Nuvan 50	insecticida	Diclorvos		1 l	130000

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	INGREDIENTE ACTIVO	CASA COMERCIAL	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Cipermetrina			Productos juliao		19000
Lannate	insecticida	metomil	du pont	1 l	55000
Nutrifoliar	fertilizante foliar	Nitrógeno	Colinagro	1 l	25000
Hormonagro 1	regulador fisiológico	acido alfa naftalenacetico	Colinagro	100 g	18000
Cicatrizante hormonal	cicatrizante hormonal	Clorpirifos, oxiclورو de cobre, acido alfa naftalenacetico	Colinagro	450 g	22000

Anexo 2. Fertilizantes sugeridos para fertirrigación

Fertilizantes nitrogenados para fertiriego				
Fertilizante	Grado	Fórmula	pH (1 g/L a 20oC)	
Urea	46 – 0 – 0	CO(NH ₂) ₂	5.8	
Nitrato de Potasio	13 – 0 – 46	KNO ₃	7.0	
Sulfato de amonio	21 – 0 – 0	(NH ₄) ₂ SO ₄	5.5	
Manufacturado para fertiriego				
Fertilizante	Grado	Fórmula	pH (1 g/L a 20oC)	
Urea nitrato de amonio	32 – 0 – 0	CO (NH ₂) ₂ . NH ₄ NO ₃		
Nitrato de amonio	34 – 0 – 0	NH ₄ NO ₃	5.7	
Mono fosfato de amonio	12 – 61 – 0	NH ₄ H ₂ PO ₄	4.9	
Nitrato de Calcio	15 – 0 – 0	Ca(NO ₃) ₂	5.8	
Nitrato de Magnesio	11 – 0 – 0	Mg(NO ₃) ₂	5.4	
Fertilizantes fosfatados para fertiriego				
Fertilizante	Grado	Fórmula	pH (1 g/L a 20oC)	
Acido fosfórico	0 – 52 – 0	H ₃ PO ₄	2.6	
Monofosfato de potasio	0 – 52 – 34	KH ₂ PO ₄	5.5	
Mono fosfato de amonio	12 – 61 – 0	NH ₄ H ₂ PO ₄	4.9	
Fertilizantes potásicos para fertilizados				
Fertilizante	Grado	Fórmula	pH (1 g/L a 20oC)	Otros nutrientes
Cloruro de potasio - blanco	0 – 0 – 60	KCl	7.0	46 % Cl
Nitrato de potasio	13 – 0 – 46	KNO ₃	7.0	13 % N
Sulfato de potasio - para fertiriego	0 – 0 – 50	K ₂ SO ₄	3.7	18 % S
Tiosulfato de potasio - liquido	0 – 0 – 25	K ₂ S ₂ O ₃		17 % S
Monofosfato de potasio	0 – 52 – 34	KH ₂ PO ₄	5.5	52 % P ₂ O ₅

Fuente: Imas (2003).

REINTRODUCCIÓN Y PROPAGACIÓN DE ESPECIES MADERABLES ESTUDIO DE CASO “CAOBA” *SWIETENIA MACROPHYLLA* KING. Y “CEDRO” *CEDRELA ODORATA* L. EN LA ISLA DE SAN ANDRÉS

Douglas Rivera García¹ y Petter David
Lowy Ceron¹

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la conservación y el manejo sostenible de los bosques es una de las premisas que tienen muchas regiones del trópico, la actual desertificación y la deforestación atentan contra estos ecosistemas, por eso se están tomando los procesos necesarios para luchar contra estos problemas ambientales que acaban más y más la riqueza natural de muchos países; se presenta entonces la reforestación por medio de la propagación de especies vegetales como medida para recuperar los bosques que brindan muchos servicios ambientales.

Trabajos académicos realizados en San Andrés isla indican que se deben tomar las acciones necesarias para conservar los recursos naturales, a esto se suma una educación activa por parte de las entidades ambientales para permitir la regeneración de los bosques y disminuir los impactos antrópicos que actualmente afectan estos.

Los árboles locales que poseían una madera apta para las construcciones de embarcaciones y casas entre otras, llamaron la atención por parte de los colonos e isleños. El aprovechamiento excesivo que se le dio a estas especies impidió los procesos naturales de regeneración, por lo que algunas no tuvieron suerte, y fueron llevadas a su desaparición en forma silvestre como la *Swietenia mahagoni* Jacq, o a la disminución poblacional como en el caso del “Cedro” (Barriga *et al.* 1969). Las anteriores especies de alto valor ecológico y comercial son actualmente una de las más conservadas y propagadas a nivel mundial por estar en peligro de extinción (OIMT 2006).

El Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Colombia sede Caribe en conjunto con la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA) gestiona la propagación y reforestación con especies maderables locales tales como “CAOBA” *Swietenia Macrophylla* King. y “CEDRO” *Cedrela odorata* L. La zona núcleo de reforestación es la cuenca “El Cove”, lugar seleccionado para adelantar parte de este trabajo, debido a los actuales índices de deforestación que se tiene allí, y a la importancia que tiene esta cuenca como abastecedora de agua para muchas familias rurales de la isla.

¹ Universidad Nacional de Colombia sede Caribe.
Dirección de correspondencia: pdlowyc@unal.edu.co

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina es una de las 507 reservas de biosfera que existen en el mundo y una de las pocas que tiene Colombia, esta característica sin duda propicia a la conservación y cuidado de los recursos naturales que la reserva *Seaflower* posee. Actualmente la Universidad Nacional de Colombia sede Caribe y las entidades ambientales, realizan estudios de investigación en pro del desarrollo sostenible de la isla. En este ámbito, el presente estudio es un aporte significativo para minimizar los índices de deforestación en San Andrés isla.

Alcances que se propone el siguiente trabajo.

1. Con la realización de diálogos en la comunidad presente en la cuenca “El Cove” se pretende la reintroducción de la “Caoba” y la propagación del “Cedro” como especies de alto valor ecológico y forestal.
2. Establecer plantaciones según las preferencias del beneficiario con las especies antes mencionadas, con base en el protocolo de reintroducción realizado en el presente documento.

ANTECEDENTES

La explotación de maderas que tuvo el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se realizó con destino para astilleros navales, propios de la época (Siglo XVII). En forma gradual se dio la explotación de maderas nobles entre las cuales estaban especies como la “Mahogany” conocida en español como “Caoba”, y “Cedar” del género *Cedrela sp.* entre otras; todas estas con destino hacia la isla de Jamaica, para luego ser llevadas a Inglaterra (Barriga *et al.* 1969). Actualmente San Andrés no exporta maderas de esas características, más bien importa maderas para construcción, y en algunos casos se extraen del bosque natural especies para reparaciones de las viviendas típicas de la isla.

Actualmente, las autoridades ambientales como CORALINA, desarrollan planes de manejo (Plan de Ordenación y manejo de la cuenca “El Cove”), en los cuales incluyen procesos como la reforestación. Lamentablemente estos planes, no han tenido los resultados esperados, ya que se han realizado con especies posiblemente no aptas para dicha finalidad. Se suma a esto el conocimiento empírico que tiene la comunidad en mantener dichas reforestaciones.

En el año 2005, el paso catastrófico del huracán Beta causó grandes daños ocasionando pérdidas en los ecosistemas de la hermana isla de Providencia; ante ello la autoridad ambiental implementó planes de recuperación y restauración para mitigar dichos daños. Se realizó por primer vez en el Archipiélago la reforestación de árboles maderables con 60 plántulas de la especie *Cedrela odorata L.* sin destino comercial. Hasta la fecha, en San Andrés no se han implementado medidas similares, pues casos como el de plantaciones de teca, no cuentan como procesos de reforestación.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Localización

La isla de San Andrés hace parte del archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, compuesto además de estas tres islas por una gran cantidad de cayos, islotes y bajos. (Barriga

et al. 1969; CORALINA 2005). San Andrés está situado a 720 km del noroeste de la costa colombiana y a 110 kilómetros de la costa nicaragüense. Tiene una forma de cordón alargado en sentido noroeste-suroeste y mide 12,6 km de longitud máxima entre North Point y South Point, con una anchura variable que alcanza un máximo de 3,17 km (Arenas y Gómez 1993).

Por su localización en la zona intertropical el archipiélago se caracteriza por una temperatura media anual de 27.4°C, con una variación aproximada de 1°C entre los meses de mayor valor (mayo a septiembre) y los de menos valor (diciembre a marzo). La precipitación total anual promedio es de 1900 mm, cantidad que se distribuye irregularmente en dos periodos: una época seca (de febrero a abril) con valores promedio mensuales inferiores a 50 mm y una época lluviosa (de junio a diciembre), con precipitación promedio mensual superior a los 150 mm.

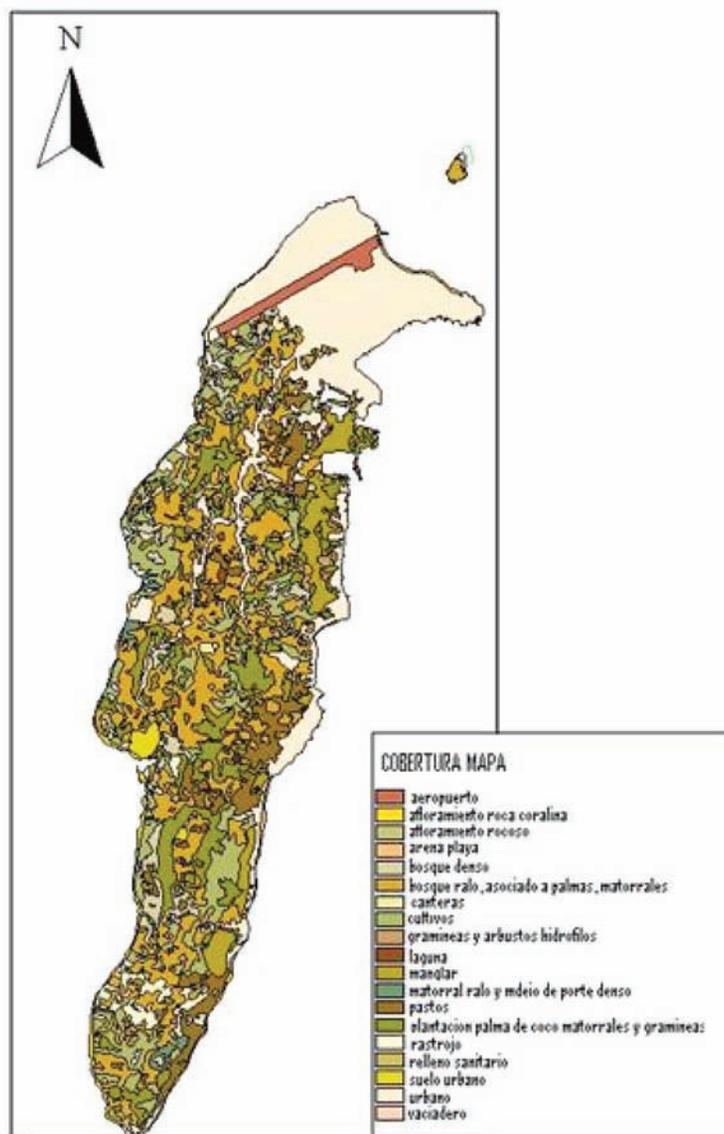


Figura 1. Mapa de la cobertura vegetal de la isla de San Andrés. Fuente (CORALINA- SIGAM 2004)

Ecosistemas estratégicos

La isla presenta pocas zonas boscosas, sus bosques son secos tropicales en transición a húmedos (Fig. 1). En cuanto a la composición de especies, estos bosques están dominados por especies pioneras, lo que concuerda con el hecho ocurrido en el siglo XIX, en el cual se deforestó gran parte de los bosques con fines agrícolas (implementación del cultivo de palma de coco), y algo de explotación maderera para fines domésticos como la construcción de embarcaciones (García 2004).

Según Sánchez, (citado por Barriga *et al.* 1969), en la isla de San Andrés pueden identificarse cuatro tipos de ambientes tales como: halo hídrico, hídrico, méxico y xérico. El ambiente méxico es el dominante en la isla, este tipo de ambiente tiene un considerable desarrollo de la vegetación debido a la suficiente provisión de humedad y a condiciones edáficas favorables, actualmente se encuentra destruido y modificado por la deforestación y el laboreo agrícola incidentes desde el siglo XVII con el objetivo de obtener madera para la construcción de barcos y para establecer agricultura (IGAC 1975). Este ambiente gradualmente se afectó por la explotación de maderas finas que eran llevadas a Jamaica y de allí remitidas a Inglaterra. Entre las especies más explotadas se encontraban *Swietenia mahogani*, *Cedrela sp.* y *Chlorophora tinctoria* (Barriga *et al.* 1969), pero no se conoce cuál de las especies forestales antes mencionadas fue la más explotada...

Área de manejo Cuenca “El COVE”

La cuenca “El Cove” se encuentra ubicada en la parte centro de la isla de San Andrés (Fig. 2), tiene una extensión aproximada de 430 hectáreas, y el límite de esta cuenca corresponde a la divisoria de aguas superficiales y subterráneas que mas se encuentre de la línea de costa (Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca El Cove 2005). Existen actualmente en la cuenca 932 predios repartidos a lo largo de cuenca, los propietarios son particulares residentes en la cuenca, algunos viven en otras partes de la isla (Plan e Ordenación y Manejo de La Cuenca El Cove 2005). Los principales usos que presenta el suelo en la cuenca son agrícolas, pecuarios y forestales, se presenta además otros usos que no representan beneficio al ecosistema tales como los cuerpos de agua, basureros y cementerios, no obstante estos están sujetos a acciones positivas y negativas.

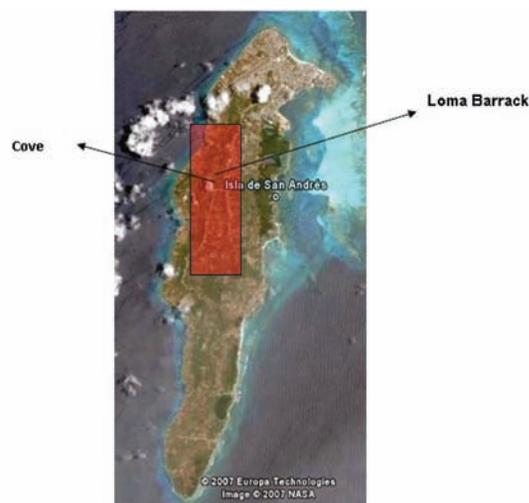


Figura 2. Ubicación de la cuenca “El Cove” en la isla de San Andrés, Caribe Colombiano. Imagen modificada de Google Earths (2006)

Cobertura vegetal terrestre

La cuenca se caracteriza por presentar áreas de vegetación de bosque secundario en buen estado sucesional. Esta vegetación contiene árboles, especies rastreras y enredaderas, siendo la palma de coco, árboles y arbustos aislados la vegetación predominante, también pastos y cultivos mixtos agroforestales son componentes importantes de la vegetación.

Bosque presente en “El COVE”

Según García (2004), la composición de especies en el “Cove” son árboles pioneros tales como *Lonchocarpus sp*, *Cecropia peltata*, *Melicoccus bijugatus*, *Spondias mombim* y *Guazuma ulmifolia*, especies que crecieron después de una intervención realizada al bosque, conocidas también como secundarias tardías. La distribución que presentan estas especies a lo largo del bosque se presenta de manera diferente, es decir, hay mayor cantidad de especies y un proceso de regeneración reciente en la parte alta del Cove, esto lo demuestra los diámetros encontrados en dicha zona.

Suelos

De acuerdo a la clasificación agroecológica establecida para el Archipiélago, la clase predominante para la cuenca, son los suelos tipo IV, considerados como suelos bastante limitados que sólo permiten algunos cultivos, siendo indispensable realizar en ellos prácticas cuidadosas de conservación, a veces difíciles de aplicar y mantener.

Calidad de sitio

Según estudios previos en la zona, la calidad de sitio, está altamente determinada por las geoformas y los suelos, ya que posee horizontes edáficos con nutrientes que son necesarios para las plantas que se pretenden establecer.

El “Cedro” y la “Caoba” son de importancia en la región no solo en el campo forestal, también lo son en el sector agrícola, pues son empleadas como sombrío para cultivos, esta razón podría ser un punto a favor para el establecimiento de estos tipos de plantaciones, pues al ser una especie reconocida en la zona, el manejo y la adaptabilidad serían mejor desarrollados.

La asociación con sistemas silvopastoriles es otra opción viable para sembrar esta clase de especies, pues son capaces de brindar sombra por un buen periodo a través del año; se tiene entonces, un sistema viable que brinda protección al suelo y refugio a los animales.

ESPECIES

Swietenia macrophylla King.

Caracterización general de la planta

Swietenia macrophylla King, conocido comúnmente como “Caoba” español y bigleaf mahogany en inglés, es un árbol de gran tamaño, a menudo alcanzando más de 30 m de altura y 1.5 m de diámetro en el tronco. Sus hojas son de color verde oscuro, pinnadas compuestas y el fuste está cubierto de una corteza áspera y de color gris pardo, con un grosor de 1 a 1.5 cm. Es una de las maderas más fáciles de trabajar, toma un acabado excelente y se le considera por muchos como la mejor madera para la ebanistería a nivel mundial.

La “Caoba” es una especie usada en reforestación y restauración. Es una especie con potencial para reforestación en zonas degradadas de selva. Se ha introducido en varios países tropicales donde ha dado resultados exitosos. (Wadsworth 2000)

Hábitat

La “Caoba” posee la más amplia distribución de las tres especies del género *Swietenia*. Crece de manera natural desde la latitud 23 °N., hasta un poco más abajo de la latitud 18°S en el Neotrópico. Es nativa en México en América del Norte; Belice, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá en la América Central; y Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia en América del Sur. Se ha plantado en “plantaciones cerradas” o en plantaciones a campo abierto, en áreas deforestadas y en tierras agrícolas abandonadas, y en plantaciones de enriquecimiento o en hileras bajo un dosel forestal degradado.

Clima

La “Caoba” crece mejor y alcanza su tamaño mayor bajo las condiciones climáticas encontradas en la zona de vida tropical seca. La zona de vida está caracterizada por una temperatura anual promedio de 24 °C, una precipitación anual promedio de 1000 - 2000 mm y una relación de evapotranspiración potencial de entre 1.00 y 2.00.

Suelos y topografía

La “Caoba” se ha adaptado a una gran variedad de condiciones de suelo. Dentro de su área de distribución natural, crece en suelos aluviales de origen mixto, en suelos volcánicos y en suelos derivados de piedra caliza, granito, andesita y otras rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Bajo condiciones de plantación, ha mostrado un crecimiento satisfactorio en suelos erosionados y deficientes en fósforo.

Cobertura forestal asociada

S. macrophylla se ha encontrado en asociación con varias especies del bosque seco tropical: *Alchornea latifolia*, *Aspidospera magalocarpon*, *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum*, *Calophyllum brasiliense*, *Guarea glabra*, *Licania platypus*, *Pithecellobium arboreum*, *Pouteria sapota*, *Quararibea funebris*, y *Sapium* sp.

Resistencia de la “Caoba” a la competencia

La “Caoba” como especie heliófita, no puede sobrevivir a la sombra. Bajo un dosel de bosque tropical denso donde la luz es débil, las plántulas de “Caoba” que germinan por lo usual mueren en unos pocos meses. Bajo una luz media o filtrada, las plántulas pueden persistir por varios años, presentándose un crecimiento lento debido a la condición suprimida en la que están. El crecimiento óptimo se da cuando la “Caoba” esta sometida a luz solar plena, donde las plántulas responden de manera rápida a la liberación de la vegetación terrestre, es decir cuando se presenta un claro.

Se han realizado plantaciones de *S. macrophylla* de manera extensa dándole uso ornamental y de sombra aprovechando su crecimiento rápido, tolerancia a la sequía y a los suelos pobres (Manual de Reforestación para America Tropical 2006).

Distribución geográfica en Colombia

Se han realizado censos de poblaciones silvestres de “Caoba”, dando como resultado individuos en los departamentos de la costa atlántica y el valle medio del río Magdalena, departamentos de Bolívar, Chocó, La Guajira, Magdalena, Santander y Sucre, a altitudes inferiores a 200 m de altitud.

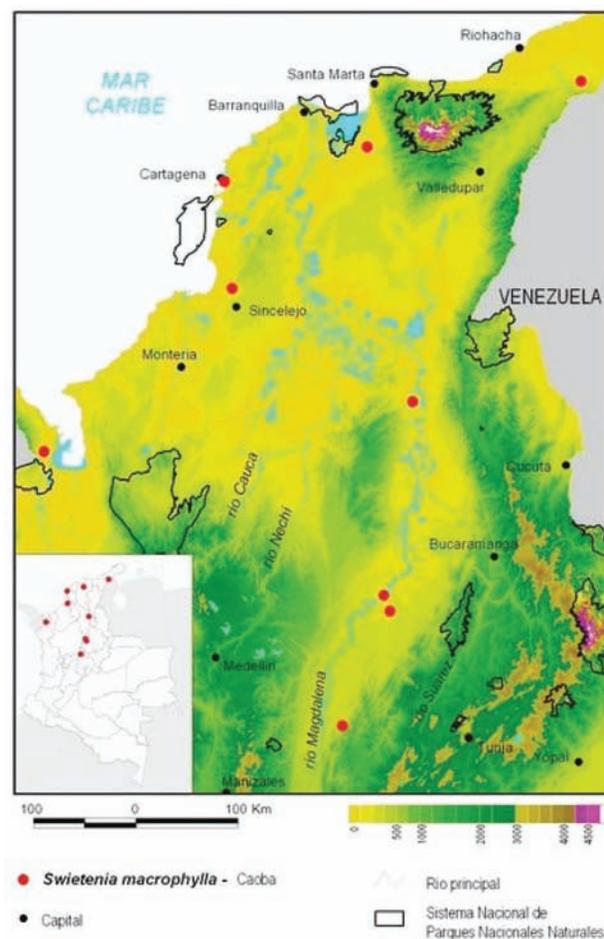


Figura 3. Poblaciones Silvestres de “Caoba” en Colombia. Fuente: Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia (2006)

Medidas de conservación

Se propone para la conservación de la "Caoba", identificar poblaciones naturales en las áreas de su distribución histórica. Así como la realización de estudios de estructura y dinámica poblacional para proponer planes de manejo que sean desarrollados conjuntamente por las corporaciones autónomas regionales, la academia y los institutos de investigación. También es importante incentivar el enriquecimiento con plántulas de la especie en áreas degradadas de su hábitat natural, y desarrollar programas de propagación en jardines botánicos (SIB 2006).

Cedrela odorata L.

Caracterización general de la planta

Cedrela odorata L., conocido como "Cedro" o cedro hembra en español, es la especie del género *Cedrela* de mayor importancia comercial, y de mayor extensión geográfica aunque no sea común a través de los bosques tropicales americanos. Su número se ve constantemente reducido debido a la explotación sin una regeneración exitosa.

Hábitat

El "Cedro" es un árbol del Neotrópico, se distribuye en los bosques de las zonas de vida subtropical o tropical húmedas o estacionalmente secas desde la latitud 26° N en la costa pacífica de México, a través de América Central y las Indias Occidentales, hasta las tierras bajas y el pie de los cerros de la mayoría de América del Sur hasta una elevación de 1.200 m, con su límite sureño alrededor de la latitud 28° S en Argentina. El "Cedro" se puede encontrar siempre de manera natural en suelos bien drenados, a menudo pero no de manera exclusiva en piedra caliza y tolera una larga temporada seca pero no prospera en las áreas con una precipitación de más de 3000 mm o en sitios con suelos densos o anegados. Los árboles individuales se encuentran por lo general esparcidos en bosques mixtos semi-siempreverdes o semi-caducifolios dominados por otras especies.

Clima

El "Cedro" es una especie generalista en cuanto al clima, tiene una vasta distribución geográfica de fajas latitudinales cálidas desde el bosque subtropical seco (en la parte transicional húmeda).

Suelos y topografía

El "Cedro" puede ser muy exigente en cuanto a sus requisitos de suelo, pero hasta ahora estos requisitos no se entienden con exactitud. La fertilidad del suelo es también importante, ya que en algunas pruebas el "Cedro" creció de mejor manera en los suelos enriquecidos con restos quemados de bosque secundario. Los síntomas de estrés ocasionado por los suelos pobres son: una apariencia quemada de las raíces o la pérdida de hojas a intervalos irregulares durante la temporada lluviosa.

Cobertura forestal asociada

Se han encontrado ejemplares de *C. odorata* en asociación con las especies *Sideroxylon foetidissimum*, *Andira inermis*, *Terebraria resinosa*, *Bucida buceras*, *Clusia rosea*, *Ochroma pyramidale*, *Thespesia grandiflora*, *Coccoloba diversifolia*, *Zanthoxylum martinicense*, *Bursera simarouba*, *Ceiba pentadra*, *Spondias purpurea*, *Gliricidia sepium* y *Hyeronima clusioides* (Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales 2000)

Reacción a la competencia

C. odorata, aunque tolerante a las malas hierbas durante la etapa de plántula se clasifica como intolerante a las malas hierbas y a la sombra durante la etapa de brinzal y después. Su copa rala y esparcida con un follaje verde claro sugiere una especie con una demanda de luz alta, al igual que un potencial de crecimiento rápido. La mejor descripción de la especie sería como de tipo sucesional tardía y con una vida moderadamente larga.

Distribución geográfica en Colombia

En Colombia, *C. odorata* se halla ampliamente distribuida a lo largo de todas las regiones bajas y de piedemonte andinos por debajo de los 2000 m de altitud. Ha sido registrada prácticamente en todos los departamentos del país, a excepción de Guainía, Norte de Santander, Vaupés y Vichada, donde no ha sido confirmada su presencia aún.

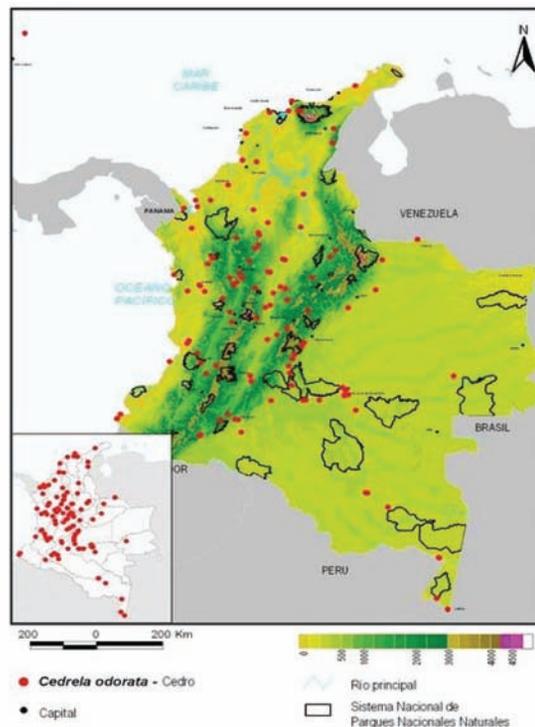


Figura 4. Poblaciones Silvestres de “Cedro” en Colombia. Fuente: Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia (2006)

PROTOCOLO DE REINTRODUCCIÓN DE SWIETENIA MACROPHYLLA KING. EN LA ISLA DE SAN ANDRÉS.

Un protocolo, se puede definir como el conjunto de técnicas (basadas en normas y usos) necesarias para el correcto desarrollo de procesos, y la buena consecución final de los mismos.

Producción de material vegetal

1. Procedencia exacta de la semilla.

La procedencia y calidad de la semilla deberá ser garantizada, estas características pueden ser evaluadas por el técnico o personal de Jardín Botánico de la Universidad Nacional sede Caribe.

2. Contenedor

Bolsa de polietileno de color negro; existen diferentes tamaños de bolsa para siembra, en el caso de semilla de "Caoba" se recomienda bolsas con medidas aproximadas de 17,2 cm de ancho (aprox. 11,0 cm de diámetro con la bolsa llena) por 24 cm de largo. Luego de dos meses, la plántula será colocada en maseta donde desarrollará las características óptimas mientras se lleva al sitio definitivo de siembra.

3. Sustrato

Se puede garantizar que el sustrato posea las propiedades físicas para el desarrollo de las plántulas por medio de pruebas de retención de humedad, textura y percolación. Aquel sustrato que drene agua rápidamente o que por el contrario lo retenga hasta el punto de formar anegamiento en la parte superior de la bolsa, debe ser descartado.

4. Pre-tratamiento de la semilla

Con el fin de obtener una germinación rápida y homogénea en vivero, la semilla se somete a un tratamiento pregerminativo con agua durante 48 horas antes de la siembra. El agua es necesario cambiarla cada 24 horas para evitar la fermentación.

5. Siembra

La semilla debe ser sembrada directamente en la bolsa hasta una profundidad no mayor de 5 cm, esta se cubre posteriormente con el mismo sustrato. Se pueden sembrar 1-2 semillas por bolsa.

6. Raleo (donde se sembraron 2 semillas por bolsa)

En la bolsa que germinen dos plántulas, se realizará una entresaca y se eliminará la menos vigorosa, este retiro se puede realizar con el uso de tijeras podadoras previamente desinfectadas teniendo el cuidado necesario para no causar lesiones a la segunda plántula.

7. Sombrío

Los germinadores deben permanecer bajo sombra durante todo el período de germinación de la semilla, se utilizará poli sombra del 60%. No se recomienda que la plántula con altura de cinco cm se encuentre bajo luz opaca ya que la "Caoba" es una especie intolerante a la sombra por lo que es de gran importancia brindarle luz plena para el crecimiento rápido.

8. Control sanitario

Se debe en la medida de lo posible el uso mínimo de productos químicos para el control sanitario de las plántulas. Un sustrato desinfectado con buena textura que permita el drenaje, además de una buena adecuación del vivero, on aspectos importantes para el buen estado y sanidad de las plántulas de “Caoba”. No obstante si llega a surgir la aparición de insectos o de hongos se pueden utilizar fungicidas o insecticidas.

9. Riego

Dependiendo de la cantidad de material que se va a producir, se debe contar con un sistema de aspersión, la razón es tratar de evitar la erosión superficial de las bolsas, que deja la raíz de la plántula al descubierto y esto conllevaría a un volcamiento de estas.

En las primeras etapas de crecimiento de las plántulas, hasta los 15 cm de altura, el riego debe aplicarse dos veces diarias (8:00 a.m. a 9:00 am y 4:00-5:00 p.m.) la modificación del anterior horario esta sujeto a las condiciones climáticas de la época.

Lineamientos de uso

A continuación se describen los lineamientos para el destino final o tipo de uso de la *Swietenia macrophylla* King. en la isla de San Andrés.

A pesar de que la “Caoba” es una especie local, debe tenerse en cuenta que es una especie extinta en San Andrés, por lo que no se tiene un fácil criterio para la elección del lugar donde se quiera sembrar; se deben tener los siguientes parámetros para la selección del sitio:

Cobertura forestal de la zona

De acuerdo a Solórzano (2004), quien reporta especies de la cuenca “El Cove”, serían adecuados para la adaptación de la *Swietenia macrophylla* King. los lugares donde se presente las siguientes especies arbóreas: *Ceiba pentandra* (cotton tree), *Ficus spp.* (árbol del caucho), *Cedrela odorata* (cedro roca), *Pithecellobium spp.*

- *Swietenia macrophylla* como enriquecimiento en bosque

El enriquecimiento del bosque con especies maderables de alto valor comercial es un método utilizado a nivel mundial, esta clase de sistema implica la realización de actividades dentro del bosque natural, tratando de minimizar el impacto sobre este.

Características de la plántula aceptada para este sistema:

- Buena lignificación: las plántulas de “Caoba” al manipularse deben permanecer o mantenerse erguidas, no pueden mostrar tendencia a torcerse
- No presentar problemas fitosanitarios: ninguna plántula a introducir al bosque debe presentar enfermedades causadas por hongos, virus o insectos, estas se pueden evidenciar por el secamiento de las hojas o podredumbre del tallo entre otras características.

- Tamaño de la plántula para trasplante: entre 30 y 45 cm. de altura, o aproximadamente entre 6 a 8 meses contados a partir del momento de siembra, y de acuerdo con el desarrollo de la plántula.

Actividades a desarrollar en este sistema:

1. Densidad de Siembra

Seleccionado el sitio en el bosque y de acuerdo a la cantidad de material a sembrar, es importante establecer la densidad de siembra, que para el caso de la "Caoba" pueden darse las distancias de 10, 6 y 3 metros de distancia entre cada ejemplar formando hileras.

2. Hoyado

Los hoyos deben cumplir con las siguientes dimensiones 40 cm (largo) x 40 cm (ancho) y 40 cm (profundidad). Si llegase a encontrarse una raíz de un árbol, trasladar el hoyo 50 cm.

3. Raleo y plateo

Se elimina cualquier vegetación alrededor de 1,50 metros que pueda generar competencia para las plántulas de "Caoba", esto con el fin de que entre luz plena al sitio donde se van a introducir.

4. Siembra.

La siembra de las plántulas de "Caoba" puede ser con el pilón de la maseta o a raíz desnuda, aunque para disminuir el estrés que se le pueda causar a la planta, se recomienda introducir la planta al hoyo con el cepellón, tratando de no herir las raicillas que sobresalen.

- *Swietenia macrophylla* como cerca viva

La intención de usar cercas vivas es debido a que algunos árboles pueden brindar buenas defensas a cultivos, fincas etc..., así como la mejora del suelo. La "Caoba" ha sido utilizada en América Central y del Sur para el establecimiento de esta clase de linderos. En términos ecológicos la siembra de árboles para cerca vivas es una forma de obtener madera en el largo plazo sin talar los bosques naturales que tiene la isla.

Características de la plántula aceptada para este sistema:

- Buena lignificación de las plántulas: estas no deberán tener tendencia a la inclinación lateral o al cabeceo.
- Buen sistema radicular: si se llegase a evacuar las raíces de la plántula, esta deberá ocupar por lo menos un 80% del volumen del sustrato, y presentar una raíz principal muy bien desarrollada.
- Tamaño de la plántula: debido a que la planta se someterá a una condición diferente a la del vivero, donde las condiciones podrían ser extremas (temperaturas altas, sequía), se recomienda una altura mayor o igual a los 50 cm.

Actividades a desarrollar en este sistema:

1. Densidad de siembra

Se recomienda una distancia entre individuos no menor de 3 m. Si existiera una mayor distancia entre estos se podrían incluir individuos de otras especies de crecimiento lento que no generen competencia para la "Caoba"

2. Plateo

Se eliminara cualquier vegetación enana en un radio no menor de 30 cm. Se debe procurar no extraer la materia orgánica que se encuentre en el primer horizonte del suelo o tamaño del plato.

3. Hoyado

Las dimensiones de los hoyos para cerca viva son similares a los utilizados en el sistema de enriquecimiento 40 cm de largo, ancho y profundidad.

4. Distribución de plántulas

Estas deberán ser distribuidas sobre el lindero, colocando cada una de estas en el sitio definitivo para la siembra, esta actividad se tiene que realizar con mucho cuidado, minimizando los daños sobre el material vegetal.

5. Siembra

La plántula debe ser sacada de la maseta antes de plantar, se debe colocar la raíz en una posición normal para evitar malformaciones de esta. Finalmente el suelo se debe presionar (puede realizarse con los zapatos) para fijar la plántula.

- *Swietenia macrophylla* como árbol urbano

La “Caoba” ha sido utilizada en muchas ciudades del Caribe como árbol ornamental en parques, hileras en isletas, plazas etc., debido a la gran sombra que este árbol brinda cuando es adulto y su follaje particular.

Se deben tener en cuenta los siguientes parámetros para la elección del sitio donde se va a plantar el árbol:

- Sin presencia de cableado: la “Caoba” es un árbol que en ciudad puede alcanzar alturas hasta de 15 metros.
- Retirado de andenes: al desarrollarse el sistema radicular del árbol, este puede causar daños a los andenes o aceras.
- Evitar exposición a fuertes vientos: si se quiere una forma del árbol con buen porte estético.

Características de la plántula aceptada para este sistema:

- Desarrollo aéreo óptimo: la apariencia o fenotipo de la plántula debe corresponder al de una planta con buena formación y vigorosa.
- Buen sistema radicular: los árboles de “Caoba” a sembrar en al ciudad deben presentar raíces sanas.
- Presentar un buen estado fitosanitario: la estructura del árbol no debe presentar registro de haber sido atacada por plagas y(o) enfermedades.
- Tamaño de la plántula: las condiciones de los ambientales de la isla en el sector urbano (contaminación, compactación, etc.,), someten al árbol a fuertes procesos de estrés, por lo que el tamaño de la plántula debe ser mayor al de los dos sistemas anteriores, en este caso se recomiendo una altura no menor a 80 cm.

Mantenimiento del árbol:

- Se debe iniciar la poda del árbol un año después de la siembra, con el fin de formar una estructura fuerte.
- Identificar los problemas estructurales que pueda presentar el árbol cuando este es adulto, se puede implementar la poda correctiva.
- Realizar regularmente limpieza de la copa. Se reduce de esta manera la resistencia del follaje al viento.

FASE DE CAMPO - EJECUCIÓN DE PROTOCOLO

Vivero

Generalidades

La fuente de las semillas de “Cedro” y “Caoba” fue diferente, ya que las primeras fueron recolectadas en campo (cuenca “El Cove”) y las segundas fueron adquiridas de la empresa “El Semillero” de Bogotá a través del vivero Pavas de San Andrés.

Las semillas de las dos especies también fueron manejadas de diferente manera, ya que las semillas de “Caoba” fueron germinadas en bolsas plásticas y las de “Cedro” en bandejas germinadoras. A su vez las dos actividades de siembra fueron hechas en épocas distintas, aclarando que la *S. macrophylla* fue la primera especie en ser propagada en el vivero del Jardín Botánico de la Universidad Nacional sede Caribe.

Características de las semillas

Semilla “Caoba”: Son semillas aladas que miden entre 7 y 9 cm de largo y de 1.8 a 2.5 cm de ancho. Las semillas presentan un color blanco cuando están inmaduras, ya en el momento de la dehiscencia se tornan de color pardo. En promedio las semillas de “Caoba” tienen un peso entre 0.40 g y 0.90 g (con alas removidas). La empresa “El Semillero” provee la semilla certificada de “Caoba” con un 90% de pureza y 60% de germinación, utilizando los tratamientos pregerminativos adecuados para la especie.

Semilla “Cedro”: La longitud de las semillas de “Cedro” es en promedio de 20 a 25 mm incluyendo el ala, estas son dispersadas por el viento. La semilla pierde la viabilidad si no es almacenada bajo condiciones secas y una temperatura baja. La semilla de “Cedro” presenta una germinación vigorosa y se ha reportado una viabilidad del 90%. La germinación es de manera rápida y usualmente se da en un periodo de 10 a 20 días. La recolección de la semilla se realizó en la cuenca “El Cove” donde se presentan ejemplares de *Cedrela*. Se recolectaron semillas de diferentes árboles para tener diversidad genética en el vivero.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN VIVERO

Actividades con la “Caoba”

Tratamiento pregerminativo

Las semillas se sumergieron en agua durante 48 horas como tratamiento pregerminativo, para evitar la fermentación del agua y no poner en riesgo la viabilidad de las semillas, ésta se cambio cada 24 horas (Fig. 5).



Figura 5. Tratamiento pregerminativo de la “Caoba”

Llenado de bolas

Se llenaron las bolsas para la germinación con tierra previamente abonada con base en lombricompost, este fue elaborado en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Colombia sede Caribe (Fig. 6).



Figura 6. Llenado de bolas de la “Caoba”

La germinación se dio a los 20 días siguientes de ser sembradas las semillas, se tuvo control sobre la germinación de las Caobas, así como el cuidado en las plántulas a posibles ataques de insectos que pudiesen afectar el sistema foliar (Fig. 7).



Figura 7. Geminación de la “Caoba”

Transplante y riego

Las plántulas se transplantaron dos meses después de la germinación, estas se llevaron a masetas donde se esperó a que alcanzaran las condiciones optimas de desarrollo antes de ser llevadas a campo: salud anatómica y una altura mínima de 50 cm (Fig. 8). Cada planta de “Caoba” fue regada en horas de la mañana.



Figura 8. Trasplante y riego de la “Caoba”

ACTIVIDADES CON EL “CEDRO”

Tratamiento pregerminativo

A pesar de que la literatura no habla sobre un tratamiento pregerminativo específico para la semilla de “Cedro”, las semillas colectadas en campo (Fig. 9) se sumergieron en agua corriente durante 24 horas con el objetivo de eliminar inhibidores y de esta manera aumentar el porcentaje de germinación (Fig. 10).



Figura 9. Semillas de “Cedro”



Figura 10. Tratamiento pregerminativo del “Cedro”

Siembra

Pasadas las 24 horas, las semillas fueron llevadas a las bandejas germinadoras. Se sembraron 2 semillas por alvéolo a una profundidad de 1 cm, tratando que el ala quedara en la superficie con el objetivo de llevar un control sobre la germinación de estas. El sustrato utilizado en las bandejas fue elaborado en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional sede Caribe. Terminada la siembra, las bandejas fueron regadas con abundante agua (Fig. 11).



Figura 11. Siembra de semillas de "Cedro"

La germinación se presentó a los 7 días de haber sido sembradas las semillas en las bandejas germinadoras con un porcentaje de germinación del 85%... Las plántulas fueron dejadas en las bandejas por los menos durante un mes (Fig. 12).



Figura 12. Bandejas para siembra de semillas de "Cedro"

Raleo

Se seleccionaron las plántulas que presentaron una mayor vigorosidad, a su vez las semillas en las cuales no se presentó germinación alguna, fueron remplazadas con las plántulas extraídas en el raleo, teniendo como resultado una bandeja con el 100% de los alvéolos ocupados por

plántulas de “Cedro” (Fig. 13).



Figura 13. Plántulas de “Cedro” extraídas por raleo

Trasplante

Se esperó que la plántula de “Cedro” alcanzara una altura mínima de 20 cm para ser llevada a la maseta, donde se esperó que desarrollara un sistema radicular y foliar óptimo para ser llevado a campo (Fig. 14).



Figura 14. Plántula de “Cedro” trasplantada

Se tuvo en cuenta la posición de la raíz a la hora del trasplante, ya que una postura correcta de ésta, puede asegurar el crecimiento y supervivencia del individuo.

EJECUCIÓN DE PROTOCOLO - FASE CAMPO: REINTRODUCCIÓN

Cumpliendo con los protocolos establecidos de reintroducción en el presente documento, se hizo la primera actividad de reforestación en la zona núcleo de la cuenca “El Cove”; el lineamiento que se utilizó para esta actividad fue *Swietenia macrophylla* como cerca viva.

Entidades colaboradoras con el programa:

- Jardín Botánico Universidad Nacional de Colombia sede Caribe
- CORALINA
- Secretaria de Agricultura
- Policía Nacional

Lugar específico de la reforestación

Con el consentimiento del rector, la reforestación con “Caoba” se realizó en las instalaciones del Colegio Modelo Adventista, ubicado en la parte sur de la cuenca en el sector llamado *Mystic Tunnel*. Existe diversificación de cultivos en el colegio tales como plátano, piña y caña (Fig 15).



Figura 15. Cultivo de plátano en el Colegio Modelo Adventista

Área de la zona reforestada

El área total del terreno es de aproximadamente 7.5 hectáreas, de las cuales se utilizarían solamente los linderos o fronteras del colegio; una medición que se realizó previamente en los linderos arrojó una distancia total de 618 metros lineales, los cuales serían utilizados para las actividades de siembra.

Cobertura Forestal

Se realizó una salida de campo previa, con el objetivo de hacer un reconocimiento dendrológico del lugar, se encontraron ejemplares de las siguientes especies:

Ficus benjamina (Laurel), *Spondias purpurea* (Árbol de Hobo), *Mangifera indica* (Mango), *Pithecelobium dulce* (Chiminango), *Terminalia catapa* (Almendro), *Bursera simaurouba* (Indio Desnudo), *Cedrela odorata* (Cedro), *Crescentia cujete* (Totumo), *Delonix regia* (Flaming Tree), *Cecropia peltata* (Yarumo), *Cocos nucifera* (Cocotero), *Guazuma ulmifolia* (Guazimo).

Entre las especies antes mencionadas, el árbol del Hobo es utilizada actualmente como cerca viva en una parte del colegio.

Material vegetal seleccionado para siembra

En función del protocolo, se seleccionaron plántulas de “Caoba” con alturas mayores a 50 cm con la demás características adecuadas de selección. No se utilizaron para esta programa de reforestación plántulas de la especie *Cedrela odorata*, pues estas aun no tienen la altura ni las características fisiológicas óptimas para transplante (Fig. 16).



Figura 16. Plántula de “Caoba” lista para transplante

Ejecución de protocolo

Se realizaron las actividades mencionadas en el protocolo del presente documento. Para asegurar lo anterior, hubo supervisión y asesoría técnica al personal que colaboró con la realización del programa.

Hoyado

Hoyos con profundidad mínima de 30 cm, en algunos casos, las condiciones del terreno no permitieron llegar a tal profundidad, por lo que se trasladaba el sitio del hoyo (Figs. 17 y 18).



Figura 17. Realización de los hoyos de siembra



Figura 18. Hoyo de siembra

Aplicación de insumos

Fueron aplicados gel hidroteneredor o suelo micorrizado (Fig. 19).

- Gel hidroteneredor: por cada hoyo se utilizaron aproximadamente 15 g.
- Suelo micorrizado: se aplicaron 25 g de suelo.



Figura 19. Aplicación de insumos en hoyos de siembra

Siembra

Antes de ser sembrada, la plántula de “Caoba”, ésta fue sacada y colocada con cuidado en el hoyo, teniendo en cuenta que la posición de la raíz quedara en forma correcta (Fig. 20).



Figura 20. Plántulas de “Caoba” sembradas

En total se sembraron 89 plántulas de “Caoba”, a una distancia aproximada de 6 metros entre individuos. Las condiciones del suelo se mostraron favorables para la siembra, pues en días anteriores a la siembra hubo varios eventos de precipitación considerables.

Mantenimiento postsiembra - Labores culturales

Riego: cuando la época de sequía sea prolongada, se deberá aplicar riego frecuentemente para evitar daños a las plántulas.

Fertilización: la fertilización a la plántula se aplicará entre 15 y 25 días después de establecida la plantación y será posterior a los deshierbes. A continuación se mencionan las dosis más utilizadas para la fertilización de “Caoba”.

- a) 10-30-10
- b) 15-15-15
- c) 10-34-6

Cada una de las dosis se puede aplicar en cantidad que varían entre los 100 a 150 gramos, se recomienda no exceder esta cantidad.

Deshierbes: la plántula de "Caoba" demanda deshierbe de manera constante, por lo menos hasta el primer año y medio, entre el año dos y año cuatro se recomienda un deshierbe anual en la zona. Se puede realizar el deshierbe manual, químico o mecánico, así como la combinación de estos.

Detección y control de plagas: es importante identificar en árboles jóvenes de "Caoba" el ataque de insectos barrenadores, especialmente cuando las plántulas están expuestas al sol.

Al detectar el ataque del insecto barrenador se deben realizar podas, eliminando completamente los brotes infestados así como las larvas de este. Para realizar la poda de control se debe realizar tomando como base el grumo de excremento que revela al barrenador, a partir de este se debe hacer un corte 15 cm abajo o antes del grumo.

Mantenimiento postsiembra - Podas

Poda de sanidad: se debe realizar esta clase de poda cuando el árbol presente algún pudrimiento en algunas de las de las ramas. Se debe direccionar el corte de abajo hacia arriba, y en orientación de 35 grados.

Podas de formación: el fin de esta clase de podas es dar una orientación y/o forma al fuste del árbol, evitando a toda costa cualquier torcedura o desviación que este pueda tener. Esta se debe realizar un año después de establecida la plantación tratando que coincida con los periodos iniciales o intermedios de lluvia.

Se debe preoeder a eliminar las ramas bajas que presente el árbol y evitar cualquier desequilibrio entre la parte aérea y radicular de este, es decir, no retirar muchas ramas u hojas.

Podas de mantenimiento: cuando la "Caoba" presente una arquitectura definida, es decir, con una copa a determinada altura y con ramas principales y secundarias, se tendrá que realizar una poda de mantenimiento en el transcurso de vida del árbol.

Método: La poda de mantenimiento consiste en dar un vistazo al árbol para eliminar cualquier elemento indeseable tal como:

- Ramas quebradas o muertas
- Rebrotos: en algunos casos la "Caoba" presenta un rebrote que puede salir desde el suelo o la misma base del árbol.
- Ramas con probabilidad de romperse: cuando la rama presenta un ángulo estrecho en relación al árbol.

Para cualquier clase de poda es imprescindible desinfectar las herramientas (machete, tijeras podadoras, motosierra) con alcohol etílico u otro elemento antiséptico, esto con el fin de evitar infecciones en las partes intervenidas del árbol.

RECOMENDACIONES FINALES

Es fundamental hacer seguimiento y monitoreo a las plántulas de “Caoba” y “Cedro” sembradas. Es importante llevar un registro del comportamiento de la plántula en cuanto a:

- Incremento en altura anual
- Aumento diamétrico de la plántula
- Registro de ataque de algún patógeno, o síntomas de enfermedad

También se sugiere:

- Para dar continuidad a esta clase de proyectos en la isla, es importante difundir entre la comunidad rural y urbana, la importancia de tener árboles maderables, especialmente en la cuenca “El Cove”.
- La propagación en vivero de otras especies maderables que aún se encuentran en el archipiélago como la *Tectona grandis*.
- La realización de trabajos interinstitucionales, buscando la conservación de poblaciones silvestres de árboles maderables en el Archipiélago.

BIBLIOGRAFIA

Barriga, E., Hernández, J., Jaramillo, I., Jaramillo, R., Mora, L.E., Pinto, P. y Ruiz, P.M. 1969. La isla de San Andrés. Contribuciones al conocimiento de su ecología, flora, fauna y pesca. Universidad Nacional de Colombia. Dirección de divulgación cultural. Bogota. 151 p.

CORALINA. 2005. Plan de Manejo de la Cuenca del Cove.

OIMT. 2006. Actualidad Forestal Tropical Boletín de la Organización de las maderas tropicales para fomentar la conservación y el desarrollo sostenible de los bosques tropicales, numero 2 vol.14.

García, C. 2004. Estructura, composición y diversidad de los bosques de la isla de San Andres, Colombia. Trabajo de grado Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Forestales, Facultad de ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 31p.

Wadsworth, H. 2000. Producción Forestal para America Tropical. United States, Department of Agriculture, 603 p.

