



Evolución de la cobertura del suelo y vegetación en San Lucas

JOSÉ CASTRO Y JOSÉ PABLO CARVAJAL

La dinámica de los bosques secos está condicionada por eventos naturales y/o por acción humana, fenómenos éstos que afectan los árboles alterando significativamente la composición de esos ecosistemas (Walker 1993). Los constantes cambios hacen que las masas boscosas transiten por diversos estados de sucesión (Scheffer y Carpenter 2003), teniendo esto como consecuencia que el desarrollo de los bosques secundarios sea un proceso paulatino (Wiegand *et al.* 1995).

La isla San Lucas (9°57'N, 84°54'0), ubicada en la costa occidental de Costa Rica, en la parte media del golfo de Nicoya, a 7 km al este de Puntarenas, posee una extensión de 434 ha, con una topografía principalmente plana (Rodríguez 1989, Sáenz 1990). De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1978), se encuentra dentro de la zona de vida de bosque seco tropical, transición a húmedo (Rodríguez 1989, Minae 2005), y presenta dos estaciones climáticas bien definidas, la lluviosa de mayo a noviembre y la seca de diciembre a abril, así como una precipitación media anual de 1.595 mm y una temperatura media anual de 27 ° C.

Debido a que en isla San Lucas (hoy Refugio de Vida Silvestre Isla San Lucas) se desarrollaron durante más de un siglo actividades humanas que afectaron fuertemente la composición, la dinámica y la estructura del bosque natural, consideramos importante realizar un estudio de los procesos de degradación y recuperación del ecosistema -por medio del uso de sistemas de información geográfica (*sig*)- para así comprender los aspectos ecológicos que incidieron en la sucesión secundaria de las masas boscosas allí presentes (Farina 2000a, Turner *et al.* 2001). Los objetivos del estudio emprendido fueron: describir la evolución de los tipos de hábitat durante los últimos 30 años en San Lucas, y determinar la distribución espacial y tamaño de los distintos tipos de cobertura presentes actualmente ahí, con el propósito de generar un mapa de uso actual.

En la determinación del cambio de uso-cobertura del suelo en la isla se realizó el proceso de ortorrectificación utilizando el programa *Ilwis v. 3.2* para las fotografías aéreas del Instituto Geográfico Nacional, las cuales, que son a distintas escalas, son correspondientes a los años 1972, 1982 y 1990 -del proyecto Terra de 1997 y de la misión Carta para el 2003 y 2005. La proyección de todas las fotos y mapas posteriores fue en Lambert Norte.

Para la ortorrectificación de las fotografías en algunos casos se trabajó con la orientación interna, donde el error no superó un píxel y el valor de sigma (RMS) no sobrepasó los 10 m, realizando esa labor antes de los muestreos en el campo, tomando como marco de referencia la imagen de la misión Carta del año 2003. Con el programa *Arc View (gis) v. 3.3*, y la extensión *3D analysis v 1.0* (1998) se construyó el modelo de elevación digital (*med*) que se utilizó para el proceso de rectificación. La cartografía base que se utilizó en el proceso fue las hojas cartográficas 3.245 IV Ne, Nw y Sw, de Ceniga (1997-1998), escala 1:25.000. Asimismo, el proceso de clasificación de los distintos tipos de cobertura para todos los años se realizó con *Arc View (gis) v. 3.3*, utilizando la extensión *MNDNR Stream Digitizing v1.06* (2000); adicionalmente se digitalizaron los caminos visibles.

El muestreo en el campo se realizó entre el 18 y el 25 de abril de 2006, utilizando un georreceptor de sistema de posicionamiento global con el que se realizaron transectos de longitud variable en distintas zonas de la isla, registrando el tipo de vegetación y señalando los cambios entre tipos de cobertura. Con el *gps* se marcaron algunos árboles remanentes de grandes dimensiones, frutales y pozos, así como la presencia de rodales puros, caminos transitables y zonas de elevación.

Se definió cuatro tipos de cobertura en la isla con el fin de generar una caracterización general de la vegetación, la cual fue utilizada para la construcción de la base de datos: tipo 1: áreas abiertas con árboles y pasto, tipo 2: sitios con árboles con diámetros a la altura de pecho de entre 5 y 10 cm y alturas de entre 6 y 8 m, tipo 3: vegetación siempreverde y tipo 4: vegetación de manglar.

En relación con el cambio de uso-cobertura se consideró seis tipos de vegetación principales, debido a que éstos son los que presentan una mayor área de ocupación espacial dentro de la isla. Entre estas categorías se destacan los siguientes: bosque caducifolio en sucesión, bosque siempreverde, manglar, pastos, pastos con árboles y vegetación de acantilado. La categoría de “otras coberturas” comprende áreas inundables, playas, plantación de panamá, plantación de teca, área administrativa, áreas de cultivos y laguna (cuadro 1).

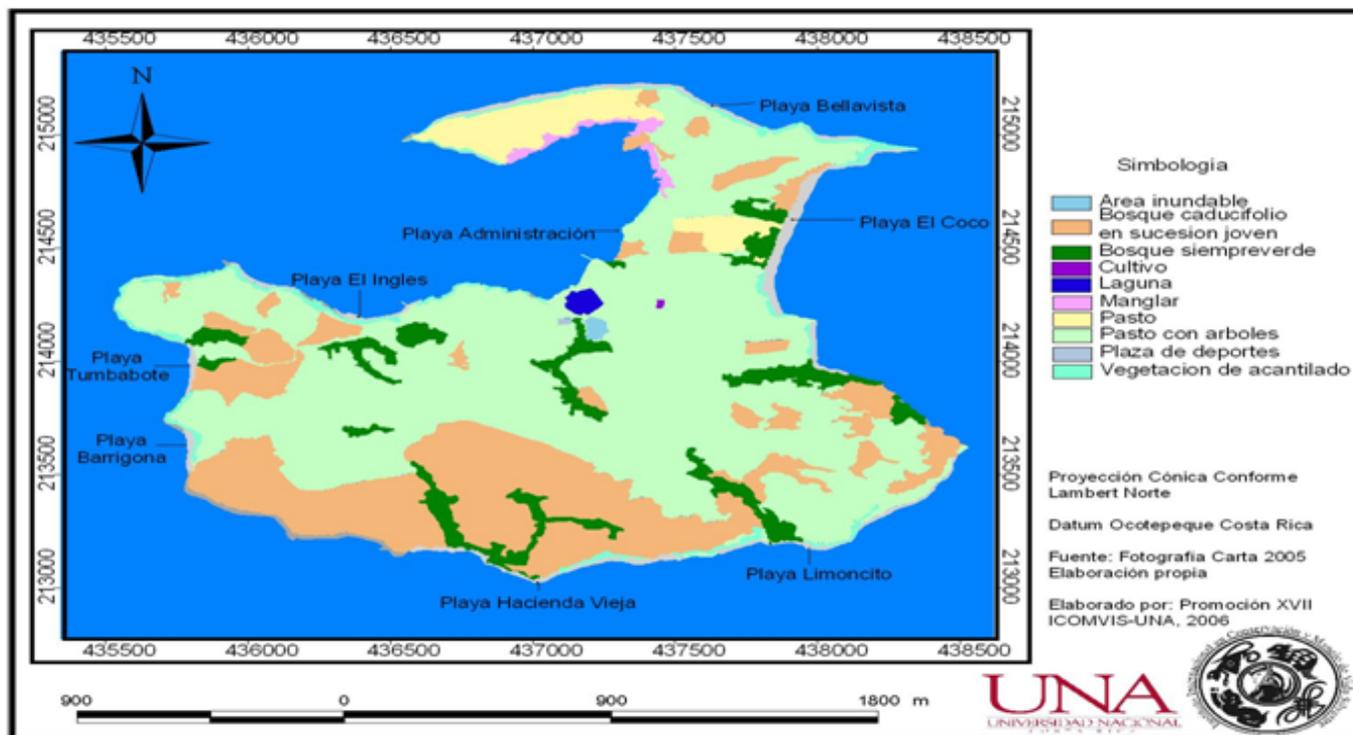
Cuadro 1. Área de seis tipos de cobertura entre 1972 y 2005 en San Lucas.

Coberturas	1972	1982	1990	1997	2003	2005
Bosque caducifolio en sucesión	114.749	138.202	154.071	257.658	353.624	353.624
Bosque siempreverde	30.403	36.058	39.022	31.396	46.893	46.893
Manglar	3.306	3.493	3.89	5.228	6.817	6.930
Pasto	19.662	4.615	3.229	0	0	0
Pasto con árboles	241.72	226.900	205.886	101.735	6.865	6.865
Vegetación de acantilado	11.513	11.563	15.54	12.074	12.074	12.074
Otras coberturas	12.717	13.239	12.432	25.979	7.797	7.684

Entre 1972 y 1982 los cambios de cobertura fueron relativamente mínimos (figura 1, cuadro 1). El bosque caducifolio en sucesión aumentó su área en un 5,4 por ciento, mientras que el bosque siempreverde solo en 1,3 por ciento. El área de pastos con árboles, que para esta época predominaba en la isla con 241,7 ha aproximadamente, disminuyó un 3,52 por ciento, y el pasto en un 3,41 por ciento. Otras coberturas, como el manglar y la vegetación de acantilados, aumentaron en 0,04 y 0,01 por ciento, respectivamente.

Entre 1982 y 1990 la isla continuaba siendo cárcel, por lo que aún prevalecía la actividad ganadera. En ese lapso el bosque caducifolio en sucesión y el bosque siempreverde aumentaron 3,66 y 0,68 por ciento respectivamente, el manglar 0,09 por ciento y la vegetación de acantilado 0,92 por ciento (cuadro 1).

Figura 1. Uso-cobertura del suelo en San Lucas, 1972.

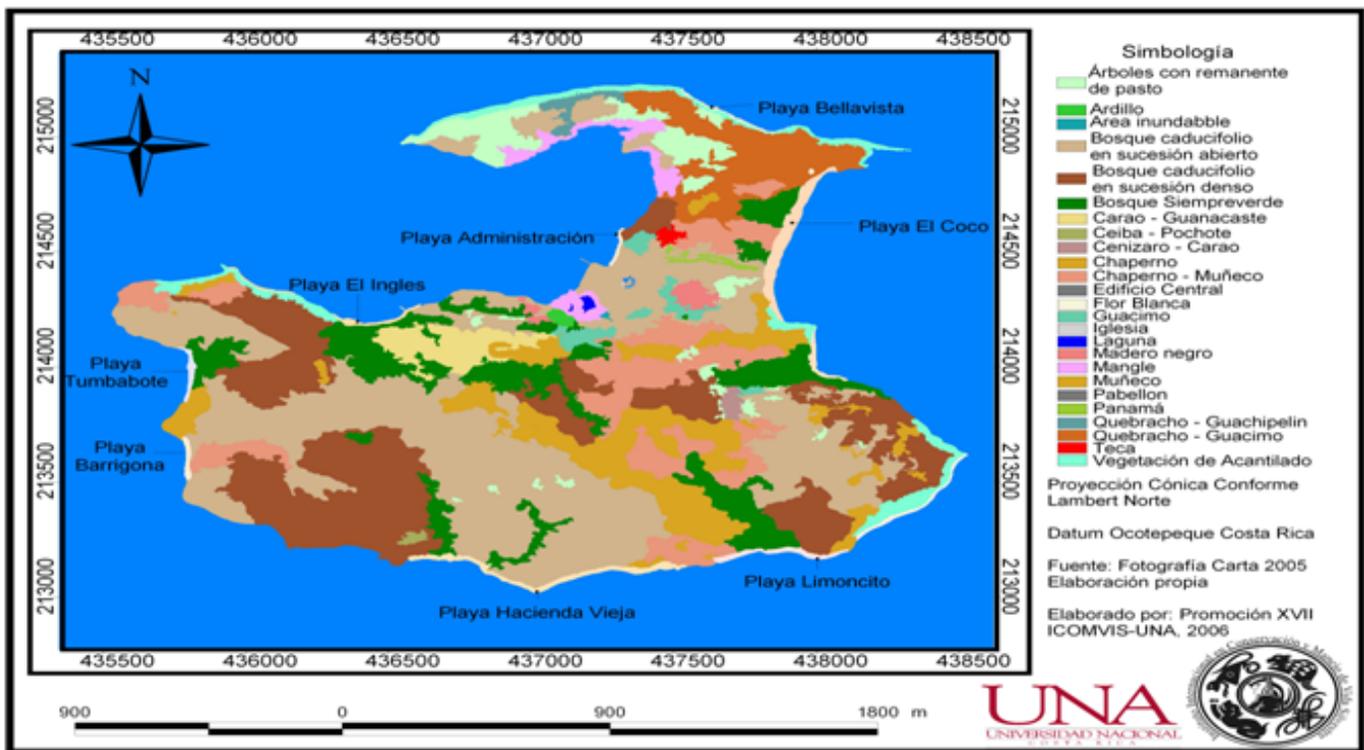


Entre 1990 y 1997 se recuperó mucha cobertura forestal en la isla. El bosque caducifolio en sucesión aumentó su área un 23,86 por ciento (257,6 ha), mientras que el bosque siempreverde disminuyó un 1,76 por ciento (31,39 ha). Áreas de pastos con árboles y de pastos presentaron su mayor decrecimiento: 23,99 por ciento y 0,74 por ciento, respectivamente, mientras que el manglar se incrementó a 3,8 ha y la vegetación de acantilado disminuyó en 0,85 por ciento.

Entre 1997 y 2003 se siguió recuperando cobertura forestal, dándose un aumento del bosque caducifolio en sucesión de 22,11 por ciento, del bosque siempreverde de 3,57 por ciento y un aumento del manglar de 0,37 por ciento. Los pastos con árboles decrecieron en un 21,86 por ciento y las zonas de vegetación de acantilado y pastos no presentaron ninguna variación. Entre 2003 y 2005, el cambio de uso-cobertura no varió significativamente.

Entre 1972 y 2005 el bosque caducifolio en sucesión aumentó su cobertura en 55,03 por ciento, el bosque siempreverde en 3,8 por ciento, el manglar y la vegetación de acantilado en 0,83 por ciento y 0,13 por ciento respectivamente. Los pastos con árboles disminuyeron 54,11 por ciento y los pastos 4,53 por ciento (figura 2). En ese periodo la tasa de recuperación del bosque caducifolio fue de aproximadamente 0,016 ha/año, y la del bosque siempreverde de 0,001 ha/año.

Figura 2. Uso-cobertura del suelo en San Lucas, 2005.



Los cambios en el uso-cobertura del suelo de la isla entre 1972 y 2005 se deben principalmente a que el sitio fue manejado como una hacienda ganadera desde 1972 hasta 1990. Al cesar ese uso, y clausurarse la cárcel en 1991, en las zonas sur y oeste se inició un proceso de regeneración de árboles: el pasto y el pasto con árboles fue sustituido por masas boscosas en sucesión de vegetación caducifolia, y hubo incremento de las áreas de bosque siempreverde. Esto gracias a que los procesos de colonización de vegetación dependen del nicho donde se desarrollan, así como de elementos relacionados con disposición de espacio, tiempo, disponibilidad y requerimientos de germinación de las semillas (Verheyen *et al.* 2003).

El patrón de desarrollo y expansión de la vegetación en San Lucas siguió una dirección sur-norte, la misma de la disposición espacial de los parches de bosques fuente y del viento. Y es que existen masas de vegetación, o grupos de árboles, que han permanecido en la isla a lo largo de 33 años sirviendo como semilleros para la regeneración del bosque. Estudios realizados por Viera y Scario (2006) en bosques secos tropicales encontraron que la estrategia de dispersión de semillas de las especies de árboles con copa es por medio del viento: 63 por ciento de las especies en Bolivia, 45 por ciento en Brasil central, 33 por ciento en Brasil norte, 30 por ciento en Costa Rica y aproximadamente 14 por ciento en San Lucas, lo que implica probablemente que muchas de las especies que presentan dominancia en el sitio poseen esa estrategia de dispersión. Sin embargo, hay que considerar también la dispersión de las especies con frutos carnosos por medio de mamíferos y aves.

En relación con los niveles de detección para la identificación y la clasificación de los tipos de cobertura en los distintos periodos de tiempo, se debe de considerar que el grado de detalle al que se puede trabajar depende de la escala y la resolución de escaneo de cada una de las fotografías utilizadas (Farina 2000b). En este proceso existe la limitante de que las fotografías e imágenes presentan distintos tipos de escala (Turner *et al.* 2001, Petit y Lambin 2001), ocasionando que los niveles de detectabilidad varíen (Saura 2002). Para San Lucas, la escala del grupo de fotografías varió entre 1:5.000 y 1:40.000, habiendo lógicamente mejor detectabilidad en imágenes con escalas menores que mayores. Otro factor que influye en el estudio de San Lucas es el espectro con el que se trabaje; para la isla se utilizaron fotografías pancromáticas (blanco y negro), en falso color (RGB) e imágenes de radar en infrarrojo, lo que hace que algunos



Foto José Castro, 2006

elementos se observen mejor que otros, lo que conlleva que en ciertos estudios no todas las etapas sucesionales puedan diferenciarse con facilidad en un bosque y, además, que no sean muy buenos estimando ciertas características estructurales como la densidad de los tallos y la biomasa (China 2002).

La clasificación de las coberturas de San Lucas se realizó *a priori*, con base en los elementos visibles en las fotografías, aun cuando se puede utilizar herramientas tecnológicas capaces de realizar una clasificación supervisada o no de las imágenes (China 2002). Por ello, los mapas presentados son preli-minares. Finalmente, debido a las limitaciones en la detectabilidad de los objetos dentro de las fotografías y los errores en la clasificación de cober-

turas, es necesario realizar trabajo en el campo más extenso, en el que la información sea calibrada y verificada (Goodchild *et al.* 1996).

Referencias bibliográficas

- China, J. "Teledetección del Bosque", en *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*, 2002. Lur. Costa Rica.
- Farina, A. 2000a. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Kluwer Academic Publishers. Holanda.
- Farina, A. 2000B. *Landscape Ecology in Action*. Kluwer Academic Publishers. Holanda.
- Goodchild, M. *et al.* 1996. *GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues*. GIS Word Books. Colorado.
- Holdridge, L. 1978. *Ecología y zonas de vida*. Iica. San José.
- Minae. 2005. *Refugio Nacional de Vida Silvestre Isla San Lucas: breve reseña del proyecto. documento técnico*. San José.
- Petit, C. C. y E. F. Lambin. "Integration of multi-source remote sensing data for land cover change detection", en *International Journal of Geographical Information Science* 15(8), 2001.
- Rodríguez, M. 1989. *Tamaño y composición de los grupos sociales del hato de venado cola blanca (Odocoileus virginianus) de la Isla San Lucas, Costa Rica*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales, Universidad Nacional. Costa Rica.
- Sáenz, J. 1990. *Ecología de dos grupos de venados cola blanca (Odocoileus virginianus) liberados en un nuevo hábitat*. Tesis de grado en Ingeniería en Ciencias Forestales, Universidad Nacional. Costa Rica.
- Saura, S. "Effects of Minimum Mapping Unit on Land Cover Data Spatial Configuration and Composition", en *International Journal of Geographical Information Science* 23(22), 2002.
- Scheffer, M. y S. Carpenter. "Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation", en *Trends in Ecology and Evolution* 18, 2003.
- Turner, M., R. Garner y R. O'Neill. 2001. *Landscape Ecology in Theory and Practice: Patterns and Process*. Springer Science Business Inc. USA.
- Verheyen, K, *et al.* "An Integrated Analysis of the Effects of Past Land Use on Forest Herb Colonization at the Landscape Scale", en *Journal of Ecology* 91, 2003.
- Vieira, D. y A. Scario. "Principles of Natural Regeneration of Tropical Dry Forests for Restoration", en *Restoration Ecology* 14(1), 2006.
- Walker, B. H. "Rangeland ecology: understanding and managing change", en *Ambio* 22, 1993.
- Wiegand, T., S. Milton y C. Wissel. "A Simulation Model for a Shrub Ecosystem in the Semi-Arid Karoo, South Africa", en *Ecology* 76, 1995.

