

# CARTOGRAFIA DE LA VEGETACION EN LAS ISLAS GALAPAGOS

Charles Huttel<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se describe la realización, en base a imágenes Landsat, fotografías aéreas y recorridos de campo, de mapas de vegetación en las islas Galápagos; los mapas son a escala 1/50,000 en las zonas de uso agrícola y a escala 1/100,000 en las zonas de Parque Nacional. Una vez establecidas las bases cartográficas, se escogió representar la cobertura vegetal con tres niveles de información: (1) la zonación climática, (2) la fisionomía y la densidad de la vegetación y (3) algunas anotaciones de plantas dominantes. Se hace la crítica del método empleado y se proponen vías para completar o continuar este primer intento de cartografía de la vegetación en el conjunto de las islas.

Para cartografiar la vegetación existen varias alternativas de acuerdo al nivel de integración al cual se quiere llegar (Ozenda, 1986). La gama va desde mapas de distribución de especies, que sólo representan una variable, presencia/ausencia de una especie, hasta mapas fitocenóticos que tratan de describir los conjuntos de plantas de una zona homogénea y sus relaciones entre ellos y los parámetros abióticos.

La elaboración de un mapa temático requiere fundamentalmente información de dos tipos; por un lado, un fondo topográfico con relieve, hidrografía, e infraestructura y, por otro, la información temática que se quiere cartografiar: información abiótica (parámetros climáticos, edafológicos . . .), biótica (vegetal o animal), o de actividades humanas.

## LA CARTOGRAFIA DE LA VEGETACION EN GALAPAGOS

### OBJETIVO Y ESCALA

No existía una cartografía homogénea que cubra todo el archipiélago, sólo habían croquis realizados a varias escalas, con criterios diversos, y sobre todo en la isla Santa Cruz (entre otros, Bowman, 1961; Itow & Weber, 1974; Colinvaux, 1974). La cartografía que se va a describir a continuación tiene varias imperfecciones que se analizarán, pero presenta la ventaja de haber sido realizada con los mismos criterios en todas las islas.

La finalidad de la cartografía solicitada no era muy clara. Para INGALA (Instituto Nacional de Galápagos), organismo que encargó y financió los trabajos, existía la necesidad de tener un mapa del tipo de uso del suelo en las zonas agrícolas, lo que correspondía también al deseo de PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agraria) de completar tal cartografía que ha emprendido este organismo a nivel nacional. En lo que a zonas del Parque Nacional se refiere, hubo un mayor interés de parte de SPNG (Servicio del Parque Nacional Galápagos) y ECChD (Estación Científica Charles Darwin). En ambas áreas, se desprendería la necesidad de poder contar con un documento descriptivo sin mayor alcance científico.

La gama de escalas de los mapas está condicionada por la escala de los documentos de base (fotografías aéreas) y la escala definitiva fue fijada por INGALA. Se establecieron las escalas de 1/50,000 en las zonas de uso agrícola y de 1/100,000 en las zonas del Parque Nacional. Las

<sup>1</sup>Misión ORSTOM, Apartado 6596 CCI, Quito, Ecuador.

Fonds Documentaire ORSTOM



010020959

MONOGR. SYST. BOT. MISSOURI BOT. GARD. 32: 117-122. 1990.

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B\*20959 Ex: *unip*

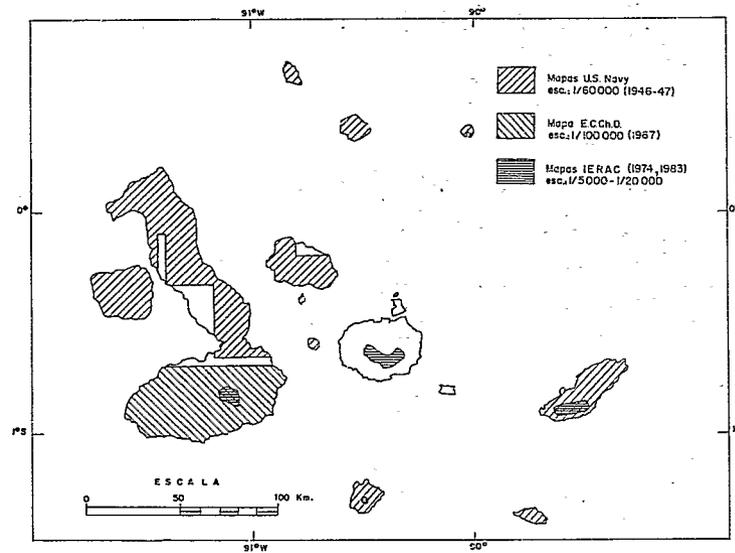


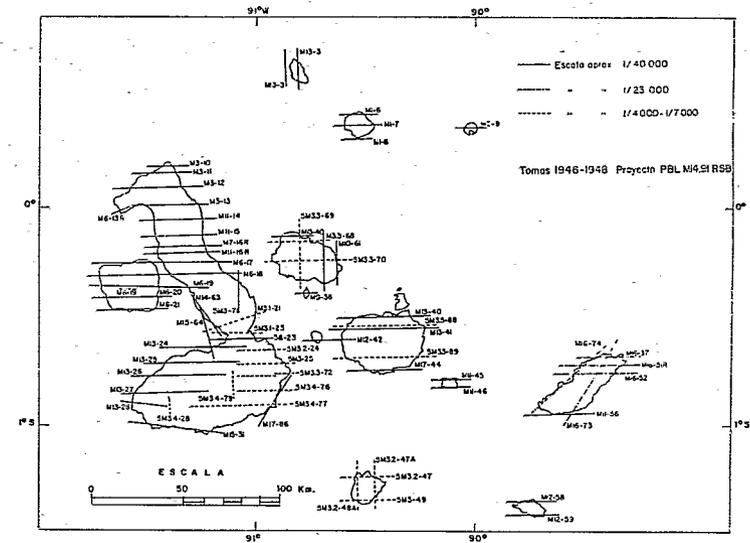
FIGURA 1. Ubicación de las zonas con información cartográfica.

fotografías aéreas no permiten, en la mayoría de los casos, pasar a una escala más grande en las zonas de uso agrícola sin cambiar totalmente los métodos de trabajo; los mapas de las zonas del Parque Nacional bien podrían reducirse a la escala de 1/200,000.

#### LOS DOCUMENTOS BASICOS DISPONIBLES

El primer paso en la elaboración de los mapas fue conseguir o elaborar un mapa base. Por encontrarse en proceso de realización, no existen mapas del IGM (Instituto Geográfico Militar) en la provincia insular, y la base tuvo que ser confeccionada a partir de mapas publicados en otras partes, principalmente los de U.S. Navy (ver la Figura 1 de las zonas cubiertas por mapas disponibles), de imágenes Landsat (RBV y MSS), y de fotografías aéreas. Este trabajo lo realizó el Departamento de Geomorfología de PRONAREG.

La información satelitaria (Landsat 2, 3, y 4) es fragmentaria y, revisando las imágenes disponibles desde 1979 hasta 1984, no hemos encontrado documentos utilizables para todas las islas. Por suerte, existen imágenes de buena calidad en la isla más difícil de recorrer, Isabela. La recopilación de las fotografías aéreas disponibles llevó algunas sorpresas; sorpresas gratas por la cantidad de tomas realizadas a varias fechas, sorpresas ingratas por la calidad irregular de las fotografías y por los gaps todavía existentes. Las fotografías disponibles para el público son tomas de los años 1959, 1960, 1963, 1982, y 1985; las escalas varían de 1/25,000 a 1/60,000 (Figura 2). A pesar de todas estas tomas, quedan dos zonas no cubiertas en el sur de la Isla Isabela: una en la zona de uso agrícola y otra en la vertiente oeste del Cerro Azul. Lastimosamente, todas estas fotografías no son aptas para una fotointerpretación de la vegetación; en particular las tomas de 1982 y algunas de 1985 no



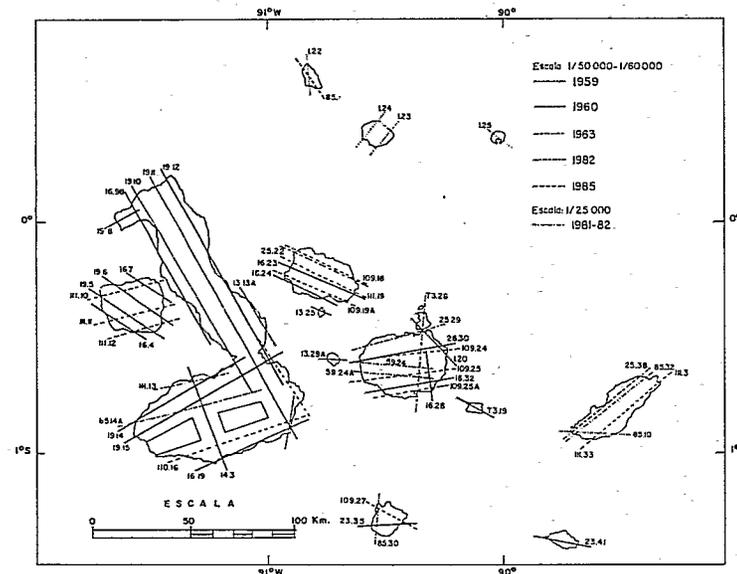


FIGURA 3. Ubicación de las líneas de vuelo de las fotografías aéreas antiguas. Cada línea representada está identificada por su número precedido del número del rollo de la película.

un mapa que represente los tipos de vegetación clasificados en formaciones vegetales diferenciadas por su fisionomía. Si tal tipo de cartografía puede ser criticada por los especialistas, presenta la ventaja de poder ser levantada rápidamente y de ser comprensible por no-especialistas. A pesar de habernos limitado a un mapa fisionómico, hemos podido integrar en su concepción tres niveles de información.

El primer nivel se refiere a las grandes zonas climáticas, de régimen de humedad principalmente. Las imágenes satelitarias sirvieron de base para la delimitación de estas zonas. La determinación de los regímenes climáticos, tales como fueron definidos en los trabajos cartográficos en la región costanera del Ecuador, se hizo principalmente en función del número de meses secos. Las escasas estaciones climatológicas se utilizaron para establecer la correlación entre régimen climático y tipo de vegetación, la cual permitió, finalmente, determinar las zonas climáticas en el campo. La zonificación propuesta no es la usualmente admitida para las islas Galápagos. La división en cinco zonas climáticas no solo tiene la ventaja de ser comparable con la zonificación realizada en el continente, sino que permite también homogeneizar los nombres de los diferentes pisos que hasta ahora tienen nombres basados en varias características. La denominación actual se refiere a criterios climáticos como en "zona arida," a plantas dominantes como en "zona a *Scalesia*" o "zona a *Miconia*" (además estas plantas no están presentes en todas las islas) a un color como en "brown zone" o finalmente a características indefinidas como en "zona de transición." La excelente correlación existente entre zonas climáticas y formaciones vegetales justificó plenamente la inclusión de un parámetro abiótico en un mapa de vegetación y la adopción de esta nueva zonificación. Este primer nivel dió resultados confiables en toda la zona cartografiada.

El segundo nivel se refiere a la fisionomía de la vegetación. Los trabajos a este nivel encontraron sus limitaciones en la escala y la calidad de las fotografías aéreas y en el recorrido parcial de campo. Si no existe ningún problema para identificar en las fotografías aéreas las formaciones arbóreas o árboles aislados, no es el caso de las formaciones arbustivas ni de las formaciones herbáceas. Las formaciones arbustivas forman, en las fotografías a 1/60,000, un velo de granulación muy fina y las formaciones herbáceas se distinguen por la ausencia de granulación. A este criterio fisionómico cualitativo se pudo añadir un criterio cuantitativo, estimando la densidad de la cobertura vegetal expresada en cuatro grados: cobertura cerrada, abierta, muy abierta, y no significativa. También fue posible representar unidades complejas donde las asociaciones entre varias fisionomías fueron reducidas a combinaciones de dos formaciones, favoreciendo sistemáticamente la vegetación leñosa.

Los resultados correspondientes a este segundo nivel pueden ser criticables en dos aspectos. Las delimitaciones de zonas homogéneas en las fotografías son confiables en los casos de contacto de dos zonas muy contrastadas, como ocurre con una colada de lava y los terrenos circundantes; en el caso de variaciones progresivas de las características observadas en las fotografías, la ubicación del límite es, obviamente, arbitraria lo que traduce muy bien el término de fotointerpretación. La segunda fuente potencial de errores es la identificación en los clichés de la fisionomía de la vegetación, siendo las formaciones arbustivas y herbáceas más sujetas a tales errores que las formaciones arbóreas. Es obvio que las limitadas comprobaciones de campo no permitieron corregir todos los errores de fotointerpretación.

El objetivo del tercer nivel solo se pudo cumplir de manera parcial; la meta era proporcionar alguna información de tipo florístico. En las fotografías es posible distinguir fácilmente, gracias a la tonalidad y al grano, los bosques de *Bursera*, de *Sapindus*, y los manglares, pero fue imposible diferenciar un bosque de *Scalesia* de un bosque de *Zanthoxylum*, por ejemplo. Estas dificultades son insuperables en las formaciones arbustivas. Por esta razón, la información florística no puede ser extraída directamente de las fotografías y sólo se han indicado las especies características o dominantes encontradas a lo largo de los recorridos de campo.

#### POSIBLES EVOLUCIONES DE ESTA CARTOGRAFIA

Los documentos realizados en el marco del convenio INGALA-PRONAREG constituyen el primer intento de una cartografía de la vegetación del archipiélago. Por el reducido tiempo de los trabajos de campo y las dificultades de acceso a muchos sitios, estos mapas no pretenden ser documentos definitivos. Por la metodología empleada se puede admitir que los límites propuestos en los mapas son confiables, pero que la identificación de algunas unidades cartográficas es dudosa.

Por tal razón, una paulatina revisión del contenido de las unidades cartografiadas sería conveniente y podría hacerse de dos maneras complementarias: primero, recogiendo la información de personas que han visitado zonas donde no se efectuaron recorridos de campo y traduciendo esta información en los términos previstos por la leyenda la que, por suerte, es abierta y permite combinaciones. La segunda manera sería conseguir información nueva en las zonas poco conocidas.

Evoluciones más interesantes se refieren a una reformulación de la información sobre las formaciones vegetales. Esto implica un cambio radical de la leyenda para que se acerque más a metas científicas clásicas. En efecto, la leyenda actual tiene un nivel descriptivo muy bajo por las razones expuestas anteriormente.

Según los objetivos propuestos podemos sugerir dos vías diferentes. La primera se refiere a un perfeccionamiento del mapa fisionómico. Una descripción fisionómica clásica de las formaciones vegetales podría utilizar la clasificación internacional elaborada por la UNESCO (1973) que señala 255 tipos de formaciones vegetales y que incluso propone una gama de colores para su representación cartográfica. Si esta clasificación es muy fácilmente aplicable en las formaciones de bosque no ocurre igual en las formaciones arbóreas abiertas, en las formaciones arbustivas, ni en las

herbáceas, particularmente cuando se encuentran asociadas, como es a menudo el caso en Galápagos. No existen suficientes datos para opinar sobre la conveniencia de la aplicación de la clasificación UNESCO en Galápagos, pero sí se puede anticipar que tal cartografía requeriría un amplio trabajo de campo ya que sólo pocos sitios se encuentran actualmente descritos con la precisión necesaria. También se puede temer que las definiciones de las formaciones conducirían a la reunificación de varias de nuestras unidades y a un consecuente empobrecimiento de la información. Por fin, una descripción fisionómica conformaría un documento descriptivo de gran valor para los usuarios de los mapas, pero no permitiría una evolución hacia trabajos más analíticos.

La cartografía de unidades definidas por su composición florística parece una vía potencialmente más excitante para los científicos, pero supone un largo trabajo de campo. Los logros de una investigación no justificarían una cartografía exhaustiva de todas las islas ya que los resultados esperados pueden lograrse en base a investigaciones en zonas previamente escogidas. La relativa pobreza florística de Galápagos y la existencia de condiciones ecológicas bien contrastadas son un aliciente para un trabajo de este tipo. Cabe indicar que estudios de esta naturaleza no serían nada nuevo en el contexto de Galápagos (Hamann, 1981) pero la representación cartográfica de los resultados sí sería novedosa.

La base para estos trabajos sería la definición de conjuntos florísticos, ya sea por el método de las asociaciones vegetales (escuela de Zurich-Montpellier) o por el método de los grupos ecológicos (Duvigneaud). Es probable que este último método sea el más adaptado para el estudio de formaciones no climáticas, formaciones frecuentes en el archipiélago y que presentan un gran interés. El ordenamiento de los levantamientos de campo y de los grupos ecológicos identificados permitiría una amplia diversificación de las conclusiones.

En primer lugar sería posible determinar con mayor precisión los conjuntos florísticos característicos de las varias zonas climáticas. Hasta ahora existen listas de plantas encontradas en varios pisos, pero la caracterización debería realizarse mediante la presencia (o la ausencia) de grupos ecológicos de plantas. Tal análisis de la vegetación permitiría también evaluar el carácter discriminatorio de las plantas más abundantes. Al mismo tiempo sería factible determinar de manera objetiva el número de pisos de vegetación, variable de acuerdo a los autores.

Levantamientos florísticos de las formaciones vegetales proveerían también datos para el análisis dinámico de la vegetación con por lo menos dos enfoques importantes para Galápagos: la antropización de la vegetación y el proceso de colonización de los terrenos de origen más reciente. Si varios trabajos, incluso con croquis cartográficos, se dedicaron al seguimiento de las plantas introducidas, todavía no se ha emprendido un estudio orientado hacia la dinámica de la vegetación pionera y de su evolución en las islas.

Tales investigaciones fueron iniciadas por varios autores, pero sin la componente cartográfica. Una cartografía permite no sólo localizar un objeto, sino también ubicarlo en un conjunto más amplio. Representar sobre mapas, aunque sean éstos parciales, las formaciones vegetales descritas en base a grupos ecológicos ilustraría las interrelaciones entre los principales factores determinantes de la repartición de las formaciones vegetales en Galápagos: el clima, la edad del sustrato, y la acción del hombre.

#### LITERATURA

- BOWMAN, R. I. 1961. Morphological differentiation and adaptation in the Galapagos finches. Univ. Calif. Publ. Zool. 58: 1-302, 74 fig., 22 pl.
- COLINVAUX, A. P. 1974. Ecological studies in the Galapagos Islands. Ohio State Univ. Res. Fund.
- HAMANN, O. 1981. Plant communities of the Galapagos Islands. Dansk Bot. Ark. 34 (2): 1-163.
- IROW, S. & D. WEBER. 1974. Ferns and bogs in the Galapagos Islands. Hikobia 7(1-2): 39-54.
- OZENDA, P. 1986. La cartographie écologique et ses applications. Masson, Paris.
- UNESCO. 1973. Classification internationale et cartographie de la végétation. Edición trilingüe inglés, francés, español. UNESCO, Paris.

## A TWO-YEAR STUDY OF POST-FIRE VEGETATION DYNAMICS ON SOUTHERN ISABELA, GALAPAGOS ISLANDS, ECUADOR<sup>1</sup>

J. Bosco Nowak<sup>2</sup>, Jonas E. Lawesson<sup>3</sup>,  
Henning Adersen<sup>4</sup> and Tjitte de Vries<sup>5</sup>

#### ABSTRACT

The succession and dynamics of the vegetation after the 1985 brush fire in a 200-km<sup>2</sup> area at the southern flanks of Sierra Negra volcano, Isabela, Galápagos Islands, were studied during two years by means of survival counts and permanent study plots. The study shows that some endemic and rare taxa had very little or no regeneration, whereas introduced species showed high degrees of survival and regeneration. The treeless grass vegetation seemed able to recover within two or three years, whereas the fern-dominated meadows regenerated slowly.

For over a century humans have been modifying the ecosystems of the Galápagos Islands: after colonization, many forest-covered areas were transformed into pastures, cropfields, and fruit tree plantations. Alien plants and animals were brought to the islands and some escaped. This had a profound impact on the natural vegetation in some areas (see Lawesson, this volume, for references).

Fire has always been a natural factor in Galápagos, given the presence of volcanoes. The frequent eruptions must have caused fires, as it was observed by one of the authors in 1988 on Volcán Fernandina, where several areas at the top burnt. Man-made fires have occurred during this century in colonized and uncolonized areas. On Santa Cruz, fires burnt in the highlands in 1934, 1946, 1947, 1959, 1965, and 1967 (de Vries, 1970; Eckhardt, 1972; Kastdalen, 1982; J. de Roy and Y. Carvajal, pers. comm.). Since the initiation of human colonization on the island, the impenetrable thick vegetation of the summit has been subject to great changes due to fires (Howell, 1942). Around Media Luna, a carpet of ferns 1.5-2 meters thick, lichens, and organic litter have been destroyed, leaving only a few centimeters of soil (de Vries, pers. obs.). On Isabela, Volcán Alcedo was ravaged by fire in the highlands in 1970 (Hamann, 1975).

The fires generally change the floristic composition into communities dominated by herbs and shrubs, whereas trees suffer due to their slower regeneration. The lack of trees and shrubs in the highlands of the populated islands may in part be the result of frequent fire. However, long-term monitoring should be undertaken to prove this theory. The great fire on the southern flank of Volcán Sierra Negra on Isabela in early 1985 was a sad event, but it presented a unique opportunity for initiating studies on fire ecology in the Galápagos. A multidisciplinary approach was set up by the

<sup>1</sup>We are indebted to the Charles Darwin Research Station and the Galápagos National Park Service for economic and logistic support. The travels were sponsored by the Danish National Natural Science Research Council (11-5471, 11-4866, 81-5005) to J. E. Lawesson. Mrs. Kirsten Tind and Anni Sloth skillfully prepared maps and photographs. Contribution No. 132 from the AAU Ecuador project.

<sup>2</sup>Calle Elia Liut 237, Cuadruela F.A.E., Quito, Ecuador.

<sup>3</sup>University of Aarhus, Botanical Institute, Nordlandsvej 68, DK-8240 Risskov, Denmark.

<sup>4</sup>University of Copenhagen, Institute of Plant Ecology, Øster Farimagsgade 2D, DK-1353 Copenhagen K, Denmark.

<sup>5</sup>Departamento de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Apartado 2184, Quito, Ecuador.