Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional
Universidad de Sevilla

Proyecto de Investigación Doctorado Cambios Ambientales y Riesgos Naturales

Sabanas de la República Dominicana: Análisis ecodinámico de patrones tipológicos y sus ecotonos

Doctorando: José Ramón Martínez Batlle
Director: Dr. Rafael Cámara Artigas

6 de mayo de 2002

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y ANÁLISIS GEOGRÁFICO REGIONAL
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DOCTORADO
CAMBIOS AMBIENTALES Y RIESGOS NATURALES

“SABANAS DE LA REPÚBLICA DOMINICANA:
ANÁLISIS ECODINÁMICO DE PATRONES TIPOLÓGICOS Y SUS ECOTONOS”

Director: Dr. Rafael Cárma Artigas
Doctorando: José Ramón Martínez Batlle

6 de mayo de 2002

Agradecimientos

Redactar unos agradecimientos para un trabajo del que no se sabe exactamente cuántas personas pueden haber colaborado directa e indirectamente, resulta, sino difícil, al menos complicado. Pero no cabe duda de que siento la necesidad personal de reconocer a todas aquellas personas a las que de alguna u otra manera les ha preocupado o afectado mi dedicación para redactar textos, salir al campo, viajar por largos períodos o leer grandes volúmenes de información.

Entre ellas la labor de mi familia en general, quienes me apoyaron y continuan apoyándome, tanto logística como espiritualmente en alcanzar este Proyecto de Investigación: Darío Nicanor Martínez Andújar, Míldred María Batlle Pérez, Darío Nicanor Martínez Batlle, Rosa Emilia de Jesús Paulino y Bianca Elízabeth Colón. A ellos se lo dedico, en especial al nuevo miembro, Vielka Martínez Colón.

Al mismo tiempo, a mi compañera Estivalia Tavares San José. Ella ha puesto toda su comprensión y paciencia para permitirme mi ocasional ausencia del hogar y, al mismo tiempo, su decidida colaboración en ayudarme con las revisiones de texto y otras tareas que resultan imposibles reseñar en tan corto espacio.

También agradecer la decidida labor de formación que han emprendido los Profesores Fernando Díaz del Olmo y Rafael Cámara Artigas del Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Sevilla, ambos mis maestros, quienes me han abierto las puertas, tanto de sus conocimientos, como de sus posibilidades logísticas. A ellos he ocupado una parte muy importante de su valioso tiempo, y espero poder retribuirles en el futuro con la misma entrega. Al Grupo de Investigación Cuaternario y Geomorfología, y a los demás profesores del Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional que me han ayudado.

Institucionalmente me complace agradecer a la Agencia Española de Cooperación Internacional, en especial al Programa de Becas Mutis por haberme permitido iniciar una formación doctoral en un país ajeno al mío con todas las garantías económicas resueltas. Al mismo tiempo, a la Subsecretaría de Áreas Protegidas y Biodiversidad de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Dominicano, por su decidido apoyo a la formación de personal investigador en el extranjero, en un claro esfuerzo por mejorar la labor institucional de sus profesionales. La mayor parte de las salidas de campo y el apoyo logístico en los espacios naturales protegidos han corrido a cargo de esta institución, enmarcadas dentro del Proyecto “Estudio Ecodinámico del Parque Nacional Lago Enriquillo: bases para el diseño de un plan de uso y gestión integrado”, una iniciativa de cooperación técnica entre dichas instituciones y la Universidad de Sevilla, financiada por la Agencia Española de Cooperación Internacional y el Ministerio de Educación y Cultura Español.

Por último, y no menos importante, al Grupo Intec-Ecológico en la persona de su responsable, Ana Mercedes Henríquez, por su decidido apoyo moral y logístico a esta iniciativa de investigación, y a los compañeros Alfonso Jiménez y Zacarías Navarro.

José Ramón Martínez Batlle

ÍNDICE

I. Introducción. República Dominicana y sus formaciones vegetales: la sabana es la formación dominante 1

1.1. Taínos, bosques y sabanas. La investigación y conservación de las sabanas: una tarea pendiente 1

1.2. Síntesis descriptiva de la República Dominicana 4

II. Bosque tropical y Sabana en el dominio tropical 14

2.1. El bosque tropical: una formación muy diversificada bioclimáticamente 14

2.1.1. Definición, composición y características ecodinámicas 14

2.1.2. Principales sistemas de clasificación de los *bosques tropicales* 18

2.2. La sabana. Una formación del dominio tropical **32**

2.2.1. Etimología, definición y diferentes significados de la "*sabana*": una palabra taína y un concepto polisémico 32

2.2.2. Principales sistemas de clasificación de las *sabanas* 36

2.3. Bosques tropicales y sabanas en América: revisión bibliográfica general 49

2.3.1. *Bosques tropicales* americanos 49

2.3.2. *Sabanas* americanas 50

2.4. El contacto bosque-sabana. Estado de la cuestión 52

III. Bosques, sabanas y sus ecotonos en el contexto del Cuaternario en Repúbica Dominicana: nuevas aportaciones a las definiciones y tipologías 60

3.1. Relación diacrónica de las principales aportaciones 60

3.1.1. *Bosques* y *sabanas* 60

3.1.2. El *Cuaternario* en República Dominicana: aportaciones arqueológicas/paleo-geográficas, y su relación con la dinámica de *bosques* y *sabanas* 66

3.2. Problemáticas abiertas. Definiciones, sistemas de clasificación, y los ecotonos 73

3.2.1. Definiciones y clasificaciones de *bosques* presentadas, equivalencias y tipología adoptada 73

3.2.2. Definiciones y clasificaciones de *sabanas* presentadas, equivalencias y tipología aportada 77

3.2.3. *Contacto bosque-sabana* y *sabana-sabana*: el caso dominicano y las nuevas aportaciones 86

IV. Análisis ecodinámico 88

4.1. Objetivos de investigación 88

4.2. El método ecodinámico 88

4.2.1. Conceptos 88

4.2.2. Esquema de actuación 90

4.3. Las técnicas fotogramétricas, cartográficas, teledetección espacial, SIG vectorial y modelización digital **94**

4.3.1. Técnicas fotogramétricas y cartográficas 94

4.3.2. Imágenes rásters y técnicas de teledetección espacial 95

4.3.3. Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Modelización Digital 97

4.4. Técnicas cuaternaristas **98**

4.5. Balance Hídrico y Diagrama Bioclimático **99**

4.5.1. Balance hídrico del Suelo 99

4.5.2. Diagrama Bioclimático 102

4.6. Fotointerpretación **104**

4.7. Diseño de base de datos: ficha de ecotonos de sabanas **104**

4.7.1 Significado de las fichas 104

4.7.2. Introducción. Herramientas auxiliares 105

4.7.3. Diseño de la ficha 106

V. Patrones de ecotonos de sabanas ***111***

5.1. Metodología de análisis y dinámica del ecotono: patrón de contacto **111**

5.2. Expresión geométrica del patrón de contacto **113**

5.3. Descripción de las fichas **113**

5.3.1. *Patrón de contacto* ondulado 116

5.3.2. *Patrón de contacto* digitado 118

5.3.3. *Patrón de contacto* rectilíneo 119

5.3.4. *Patrón de contacto* en bandas 120

5.3.5. *Patrón de contacto* festoneado 122

VI. Discusión de los resultados ***122***

6.1. Diagramas empíricos de dinámica de bosques, sabanas y sus ecotonos **122**

6.2. Procesos que actúan en el contacto **124**

6.2.1. Mantenimiento/favorecimiento (reversible) del incremento/reducción de biomasa antrópicamente 125

6.2.2. Mantenimiento/favorecimiento (irreversible) de la reducción de biomasa antrópicamente 129

6.2.3. Incremento de la aridez/estacionalidad 131

6.2.4. Decremento de la aridez/estacionalidad 133

6.2.5. Equilibrio climático, sin intervención antrópica 134

VII. Conclusiones ***136***

Anexos ***142***

FICHAS DE ECOTONOS DE SABANAS **143**

DIAGRAMAS EMPÍRICOS DE DINÁMICA DE FORMACIONES VEGETALES Y SUS ECOTONOS **160**

Bibliografía ***166***

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis de la historia de la conservación en República Dominicana (elaboración propia) ____ *4*

Tabla 2. Distribución de las unidades de vegetación y su extensión, según Tolentino y Peña ____ *9*

Tabla 3. Comparación porcentual (%) del peso de la materia orgánica entre la vegetación tropical y la templada, según Demangeot ____ *17*

Tabla 4. Tipos de árboles tropicales y características principales (según Demangeot) ____ *17*

Tabla 5. Extracto de tipos de bosques tropicales de la clasificación de formaciones vegetales de la Tierra según la clasificación de Brockman-Jerosch y Rübel (en Rubio) ____ *19*

Tabla 6. Síntesis de tipologías boscosas de América tropical según Beard ____ *21*

Tabla 7. Extracto de la síntesis de formaciones vegetales del Globo para el trópico americano, según Birot ____ *22*

Tabla 8. Síntesis de "biomas" relativos a bosques, reportados en América tropical, según Müller ____ *23*

Tabla 9. Síntesis de tipos de formaciones boscosas de las zonas tropicales siempre verde y con lluvias estivales, según Walter ____ *25*

Tabla 10. Sistema de tipologías de bosques tropicales, según Demangeot ____ *26*

Tabla 11. Clasificación ecodinámica de formaciones regionales continentales de América tropical, según Cámara ____ *31*

Tabla 12. Extracto de tipos de sabanas de la clasificación de formaciones vegetales de la Tierra según la clasificación de Brockman-Jerosch y Rübel (en Rubio) ____ *36*

Tabla 13. Síntesis de formaciones vegetales de América tropical que pueden contener sabanas según Beard ____ *37*

Tabla 14. Extracto de formaciones de sabana, según la clasificación de Birot ____ *37*

Tabla 15. Síntesis de "biomas" relativos a sabanas, existentes en América tropical, según Müller ____ *38*

Tabla 16. Extracto de los tipos de formaciones de sabanas con presencia en las zonas de la tropicales con lluvias estivales, según Walter ____ *39*

Tabla 17. Síntesis de la clasificación evolutiva de sabanas de Demangeot ____ *40*

Tabla 18. Sabanización y quema de las brousse (según Demangeot) ____ *41*

Tabla 19. Clasificación de sabanas según Johnson y Tothill ____ *42*

Tabla 20. Clasificación de sabanas de África del Este según Frost, aplicando las posibles combinaciones del modelo PAM/PAN ____ *45*

Tabla 21. Clasificación de sabanas según Furley, aplicando las posibles ____ *46*

Tabla 22. Síntesis de la clasificación ecodinámica de sabanas americanas, con aplicación a República Dominicana (según Cámara ____ *48*

Tabla 23. Equivalencias entre la clasificación ecodinámica de bosques de Cámara y las clasificaciones presentadas por otros autores _____ *76*

Tabla 24. Conjunto de sabanas según su fisonomía (elaboración propia a partir de Cámara) _____ *81*

Tabla 25. Variables indicativas (aproximadas) que caracterizan a los regímenes geoecodinámicos (elaboración propia a partir de Cámara) _____ *83*

Tabla 26. . Equivalencias entre la tipología fisonómica de sabanas aportada y las clasificaciones presentadas por otros autores _____ *85*

Tabla 27. Topónimos más destacados, patrones y formaciones en contacto de las 16 fichas preparadas en la base de datos de ecotonos de sabanas (elaboración propia) _ *114*

Tabla 28. Detalles de las 16 fichas preparadas en la base de datos de ecotonos de sabanas (elaboración propia) _____ *116*

Sabanas de la República Dominicana. Análisis ecodinámico de patrones tipológicos y sus ecotonos

I. Introducción. República Dominicana y sus *formaciones* vegetales: la *sabana* es la *formación* dominante

1.1. Taínos, bosques y sabanas. La investigación y conservación de las sabanas: una tarea pendiente

Sabana y *arcabuco*: ambas son palabras taínas. La primera es común: en sus orígenes, hacía referencia a "superficie desprovista de árboles y arbustos, o a lo sumo muy dispersos"; sería para los colonizadores un pastizal, una pradera, una dehesa. Hoy su concepto se ha ampliado en cuanto a su fisonomía, pero a la vez se ha restringido en cuanto a su distribución. La otra es un tanto menos conocida: *arcabuco*: hacía referencia a "boscaje", *bosque*, superficie cubierta por árboles, al menos densamente. **Oviedo**[1], al igual que otros cronistas de indias, perpetuaron estas palabras. Aunque *arcabuco* no paso a la posteridad, su existencia se confirma en el siguiente extracto que hace referencia a la abundancia de oro en la isla La Española:

> "Y habéis de entender que este oro virgen se halla en los ríos del agua, y en las costas dellos, y en el monte, y en las quebradas, y en *sabanas*, como agora lo iré particularizando e distinguiendo cada cosa destas por su parte. Y tenga el que lee, memoria que digo que se halla el oro en una destas tres maneras: en *sabana*, o en *arcabuco*, o dentro del río e agua (ya podría ser que el río o quebrada o arroyo estén secos e hayan mudado su curso, o por cualquier causa que sea, les falte agua; pero no por eso dejará de haber oro, si por allí lo hobo en el curso que tuvieron las aguas). Llaman *sabana* los indios, como en otro lugar lo tengo dicho, las vegas e cerros e costas de riberas, si no tienen árboles, e a todo terreno que está sin ellos, con hierba o sin ella. El *arcabuco* es boscaje de árboles, en monte alto o en lo llano: en fin, todo lo que está arbolado es *arcabuco*. Y en cualquiera destas maneras que se halle el oro, tienen la orden que agora diré, para lo sacar."

Los *bosques* y las *sabanas*, tanto los dominicanos como el resto de estas *formaciones* de la zona intertropical, han sido objeto de estudio desde antaño, y hoy se conoce bastante sobre su génesis, evolución, ecología, fenología de sus plantas, biología de sus seres vivos, diversidad, distribución, pero todavía es necesario comprender muchas particularidades en torno a estos aspectos. El *bosque tropical* contiene, hoy por hoy, la mayor diversidad biológica en relación con todos los demas ecosistemas del globo. Este es un hecho interesante, pero no justifica discriminación alguna entre una *formación* y otra. La *sabana*, por lo menos la dominicana, ha permanecido alejada de sus orígenes semánticos durante bastante tiempo y como tal, merece estudios cada vez más sistemáticos y profundos sobre su dinámica.

---

[1] Fernández de Oviedo, G.: Historia General y Natural de las Indias, 1535. En: Rueda, M.: Oviedo Las Casas, crónicas escogidas. Ediciones de la Fundación Corripio. Santo Domingo, 1988

Sin duda, la *sabana* es una *formación* dominicana, tanto como el *bosque tropical* es típicamente amazónico, o africano. Su valoración es muy baja, tanto a nivel político como técnico, considerando que en este momento es la *formación* que domina mayoritariamente el paisaje dominicano. Muchos trabajos sobre *formaciones vegetales* lo confirman, incluso el más reciente, aunque no explícitamente. Se trata del *Inventario de Vegetación y Uso de la Tierra en la República Dominicana*[2], que otorga la mayor cobertura a las siguientes *formaciones*: *bosque* seco, *bosque* latifoliado semihúmedo, matorrales, áreas de escasa vegetación, áreas agropecuarias y otros tipos de cobertura y, por último, *sabanas* propiamente. En total, estos tipos suman 88.34% del territorio nacional. Si se asume que de este subtotal, un 50% es *sabana*, sin importar que fuese antrópica o no, *boscosa*, *arbolada*, *herbácea*, o del tipo que fuere, se obtiene que la *formación* dominante de la República Dominicana es la *sabana* con un 42.17% del territorio nacional (por mayoría simple). El problema radica en su infravaloración. No se le reconoce como *formación vegetal* propiamente. Y esto provoca que en la mayoría de trabajos aparezca como una degradación del *bosque*.

La clave de este planteamiento radica en su parte final: la antropización. Ya lo valoró **Demangeot**[3] en 1976. Y esto conlleva a la siguiente cuestión, recurrente en los estudios del medio natural: ¿qué es *secundario*?, ¿qué es *primario*?. En realidad, casi todos los *bosques tropicales* han sido tocados por las sociedades humanas ya sea directa o indirectamente, a lo largo de los últimos cinco milenios de estabilidad climática, sobre todo en Asia y África.

Para este autor, *secundarios* son todos los *bosques* que han sido reestructurados desde hace algunos siglos solamente. Esto implica reconocer que la mayoría de las *formaciones vegetales* de la República Dominicana son *secundarias*. La antropización conlleva, en el mejor de los casos, a la sabanización. Una parte de las *sabanas* dominicanas es tal gracias a procesos de antropización muy recientes, otra gracias a procesos de antropización precolombinos y por último, otra parte lo es por los cambios ambientales que ha experimentado el medio de forma natural. Tanto estas últimas como las segundas son, acogiéndonos al concepto expuesto arriba, *primarias*, y no debieron ser pocas, toda vez que los cronistas de Indias las reportaron por casi todos los rincones de La Española.

La *sabana* dominicana necesita estudios profundos, ya sean factoriales, evolutivos, dinámicos, ecológicos, genéticos, sociales, biogeográficos, entre otros. Resulta de interés revalorizar la *sabana* dominicana, avanzar en su conocimiento, tanto más cuando el *bosque* tiene bastante reconocido su valor local e internacionalmente.

---

[2] Tolentino, L., Peña, M.: Inventario de la vegetación y uso de la tierra en la República Dominicana. Moscosoa, v.10, pp.179-203, 1998

[3] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

Se han retomado las aportaciones de algunas personas e instituciones que han trabajado en la República Dominicana sobre *formaciones vegetales*, tanto aquellos que han considerado a la *sabana* como *formación primaria* o *secundaria*. Destacan en os siglos XVII, XIX y primera mitad del XX las aportaciones de los siguientes científicos y técnicos: los suecos, **Schwartz**, **Regnell** y **E. Ekman**, el alemán **Urban**, el francés **B. Jacquin**, los dominicanos **E. Rodríguez Ortiz**, **R. Mososo** y **M. Fuertes**, los estadounidenses **K. Woodward**, **W. Durland**, **C. Chardon** el botánico italiano **R. Ciferri**[4]. A partir de la segunda mitad del siglo XX, destacan los trabajos elaborados por **Howard**, la **Agencia Interamericana para el Desarrollo (AID)** basado en **Holdrige**, las aportaciones de **T. Zanoni** en colaboración con los técnicos dominicanos **M. Mejía, R. García, y otros**, **D. Dod**, **A. Liogier**, **J. Haeger**; a nivel institucional los **Departamentos de Vida Silvestre e Inventario de Recursos Naturales**, así como el **Jardín Botánico Nacional Rafael Moscoso**, entre otros.

También merecen ser citados los expedicionarios como el cónsul de S.M. Británica en República Dominicana **Sir Robert Schomburgk** (de mediados del siglo XIX), **S. Hazard** y los dominicanos **M. Canela Lázaro**, **F. Lithgow** (de principios del siglo XX), entre otros, en cuyos diarios registraban importantes hallazgos o descripciones de hechos y paisajes, los cuales constituyen un valioso documento histórico sobre cambios ambientales.

Pero quizás el trabajo que mayores aportaciones ofrece, dadas las características de esta investigación, es el de **R. Cámara**[5], quien dedica una parte de su Tesis Doctoral al estudio de la dinámica de las *sabanas* y los *bosques* dominicanos. Las aportaciones del presente trabajo refuerzan su línea de investigación, y van encaminadas a que se mantenga y amplíe en el futuro con muchos más trabajos, tanto de técnicos locales como extranjeros.

Por otra parte, si se observa la historia de la conservación en República Dominicana (**Tabla 1**), se notará como las *sabanas* no han despertado el interés de los responsables de diseñar planes y establecer áreas prioritarias de conservación.

[4] Ciferri, R.: Studio Geobotanico dell'Isola Hispaniola (Antille). Instituto Botánico Giovanni Briosi y Laboratorio Crittogamico italiano. Volume VIII y serie IV, Pavia, 1936

[5] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

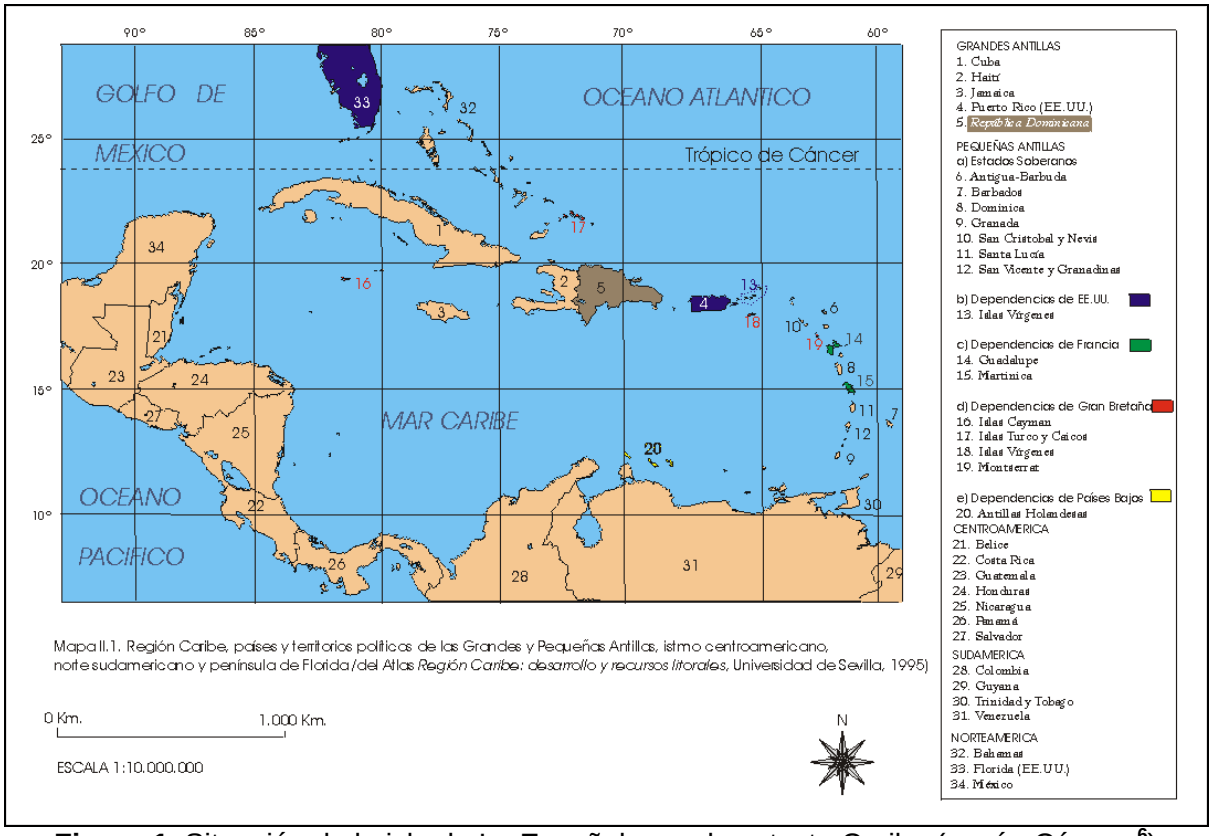
Tabla 1. Síntesis de la historia de la conservación en República Dominicana (elaboración propia)

Fases		Períodos	
Nombre	**Característica más destacada**	**Nombre**	**Descripción**
Fase Pre-Dirección Nacional de Parques (1930-1974) o Fase Temprana de la Conservación y Gestión de AAPP.	Se trata de una fase caracterizada por un sentido patriótico, promovido por una élite social y técnica	Período de "reservas hídricas" (1930-1955)	El sentido patriótico que promueve una élite militar-forestal-económica-intelectual, reconoce la necesidad de mantener las cabeceras de los grandes ríos en buen estado. Básicamente, áreas forestales.
		Período de compromisos internacionales (1956-1974)	La élite promueve la adhesión de la RD a los convenios internacionales sobre protección, con lo que se inicia la creación de áreas emblemáticas dominicanas con mucho sentido patriótico y la reivindicación de lo dominicano, todas áreas de vocación forestal.
Fase "Dirección Nacional de Parques" (1975-1999) o Fase Reciente de la Conservación y Gestión de AAPP.	Se produce un movimiento pendular: durante un período se designan AAPP, ocasionalmente mediante informes técnicos, mientras que en el otro se reducce el sistema	Período Pre-Río '92	El ensayo-error se verifica en políticas de declaración preservativa o de "declaración preventiva" de AAPP (aprox. 1975-1986) pasando eventualmente hacía políticas de fideicomiso y/o "ralentización", en la que la creación de nuevas AAPP es muy reducida. Se produce una política pendular que hace de la conservación una política gubernamental confusa (1987-1992). Se incluyen áreas de humedales en el sistema.
		Período Post-Río '92	El movimiento pendular y el ensayo-error caracterizan esta fase, que se verifica en la declaración de grandes cantidades de AAPP (1993-1996) para retornar hacia reducciones o "recortes" en el Sistema Nacional de AAPP (1997-1999).
Fase SEMARENA (2000-hoy) o Fase Contemporánea de la Conservación y Gestión de AAPP.	Se retoma la declaratoria masiva de AAPP, pero se institucionaliza más el sector	Actualidad de la conservación de AAPP en la RD. La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, una vez conformada, retorna a las posiciones de declaración excesiva, con el matiz de que esta nueva dirección podría ser irreversible. Algunas AAPP podría pasar por un proceso de transformación en cuanto a la ocupación turística, por ejemplo.	

En conclusión, se puede afirmar que **la historia de la conservación en la República Dominicana no refleja que existiese interés alguno por la protección de las *sabanas* como *formaciones* frágiles y prototípicas de dicho país**. Las peculiaridades, tanto históricas como ecológicas, evolutivas, antropológicas y paisajisticas que caracterizan a la *sabana*, se están perdiendo a un ritmo acelerado gracias a que la política de conservación no concibe ni su protección ni su manejo integrado. Las *sabanas* africanas deslumbran por la cantidad de mamíferos que acogen, pero en realidad la *sabana* es más dominicana que cualquier otra. De hecho, la palabra de una de las lenguas africanas que designa a estas *formaciones* es "serengueti", y no *sabana*, que es taína como ya se ha apuntado arriba. Se necesitan políticas claras de protección para las *sabanas* dominicanas, responsabilidad que recae directamente sobre la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Y como aporte a esa inciativa, este estudio, así como los mencionados arriba, pueden servir como bases para la elaboración de los primeros planes de ordenación de las *sabanas*, así como para sus planes de manejo. Es probable que el *arcabuco* de nuestros taínos ya esté suficientemente protegido, ahora queda la *sabana*.

1.2. Síntesis descriptiva de la República Dominicana

La Española es la segunda isla en tamaño de las Antillas Mayores y el Caribe Insular. **Se localiza en la región Caribe, en una posición central** (**Figura 1**), **entre el mar del mismo nombre o de las Antillas, el Océano Atlántico, el Canal o Paso de los Vientos y el Canal de la Mona, al S, N, W y E respectivamente** (ver **Figura 1** y **Figura 2**). Pertenece al grupo de las llamadas "Antillas Mayores". Se encuentra en la zona intertropical, entre los paralelos 17º36' N y 19º56' N, y los meridianos 68º17'W y 74º31'W.



Mapa II.1. Región Caribe, países y territorios políticos de las Grandes y Pequeñas Antillas, istmo centroamericano, norte sudamericano y península de Florida (del Atlas *Región Caribe: desarrollo y recursos litorales*, Universidad de Sevilla, 1995)

Figura 1. Situación de la isla de La Española en el contexto Caribe (según Cámara[6])

La República Dominicana ocupa las 2/3 partes orientales de la isla de la Española o de Santo Domingo con **48,442 km^2** (la isla completa, llamada Haití por sus pobladores precolombinos, tiene en total con 77,914 km^2). El tercio occidental lo ocupa la vecina República de Haití y está separada de ésta por una frontera de 275 km.

Las aguas territoriales dominicanas ocupan unos 350 km^2. Desde el punto más oriental hasta el más occidental de la isla (Cabo Engaño-Punta de Agua y Cabo Irois, respectivamente) hay una distancia de 650 km; desde el punto más oriental hasta el más occidental (Las Lajas) de la República Dominicana hay 390 km. De norte a sur la distancia máxima es de 265 km desde La Isabela hasta Cabo Beata (ver **Figura 2**). Una serie de islas adyacentes componen también el territorio dominicano, de las que destacan: Beata, Saona, Catalina, Cayos Siete Hermanos y Alto Velo, entre otras.

6 Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

Figura 2. Contexto en el Caribe, países de La Española y distancias y dimensiones axiales más relevantes (según de la Fuente[7]).

La **forma de gobierno es República**. El **nombre del país es República Dominicana** y curiosamente **no tiene forma corta de designación**, es decir, sin la utilización de la forma de gobierno, aunque convencionalmente, y constituye una costumbre histórica[8], se usa Santo Domingo, que es su capital, situada al S central. Destacan, por su población y relevancia económica (en cuanto a volumen de actividades económicas), otras ciudades como Santiago de los Caballeros, La Vega, Puerto Plata, La Romana, Barahona, San Pedro de Macorís.

Administrativamente está muy compartimentado: 29 Provincias y 1 Distrito Nacional, divididas a su vez en 110 municipios y 50 distritos municipales (ver **Figura 3**). Esto provoca una masificación de los órganos oficiales locales y nacionales, tales como ayuntamientos, delegaciones, etc., que repercute negativamente sobre la eficiencia de los gobiernos, y al mismo tiempo crea un organigrama estatal abultado y difícil de sostener.

7 de la Fuente sj, S.: Geografía Dominicana, Editorial Colegial Quisqueyana e Instituto Americano del Libro, Santo Domingo, 1976

8 El territorio ocupado hoy por el país, cuando constituía una colonia del Imperio Español, se llamó Santo Domingo, nombre que también fue dado a la isla posteriormente. Sin embargo, la Constitución Dominicana vigente no recoge dicho nombre propio para designar al país.

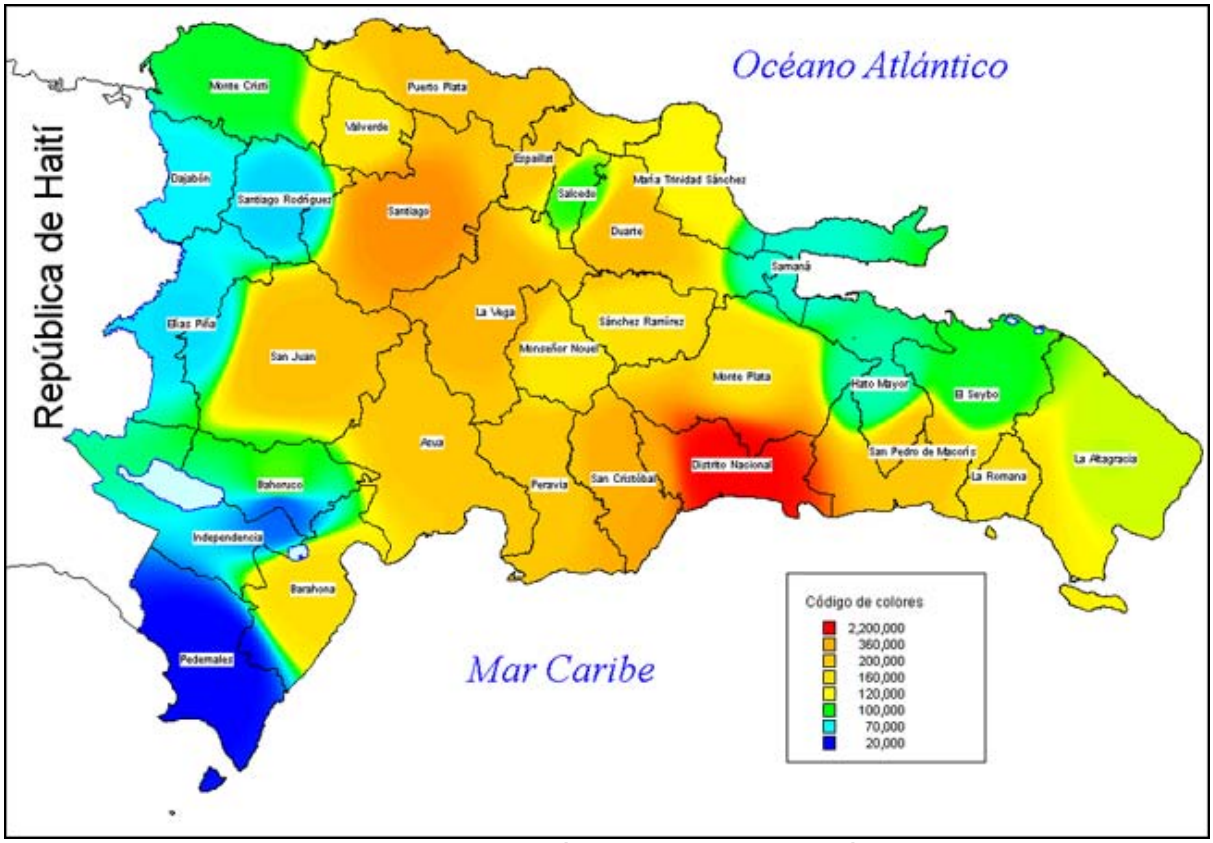


Figura 3. Mapa de población por provincias, según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993[9]

La organización estatal está constituida por tres poderes: el legislativo (bicameral, compuestos por la Cámara del Senado, la cual es territorial, y la Cámara de Diputados, la cual es representativa), el ejecutivo (Gobierno Dominicano, dirigido por la Presidencia de la República), elegidos por sufragio universal y voto popular, y el judicial o Corte Suprema de Justicia, elegida mediante un Consejo compuesto por miembros del poder legislativo y ejecutivo, presidido por el Presidente de la República.

La población dominicana estimada al 2001, según la Oficina de Censos de Estados Unidos[10] es de **8,581,477 hab**. y su densidad poblacional **151 hab/km^2** (ver **Figura 3**). La tasa de crecimiento anual en 2001 es 1.63%; la tasa de natalidad es 24.77%.; el saldo migratorio es –3.81%.; el índice sintético de fertilidad es 2.97 hijos por mujer; la esperanza de vida media al nacer es 73.44 años. La estructura de la población por edades, con unas altas natalidad y mortalidad, así como un rápido crecimiento, se reflejan en una pirámide que es claramente progresiva (ver **Figura 4**). En cuanto a los grupos étnicos un 16% es blanco, 11% negros y 73% mulatos y otros. Un 82.1% de la población estaba alfabetizada para 1995.

[9] Secretariado Técnico de la Presidencia, Oficina Nacional de Estadísticas: VII Censo Nacional de Población y Vivienda, 1993, Santo Domingo, 1996.

[10] U.S. Bureau of the Census: International Data Base, Página Web, 2002

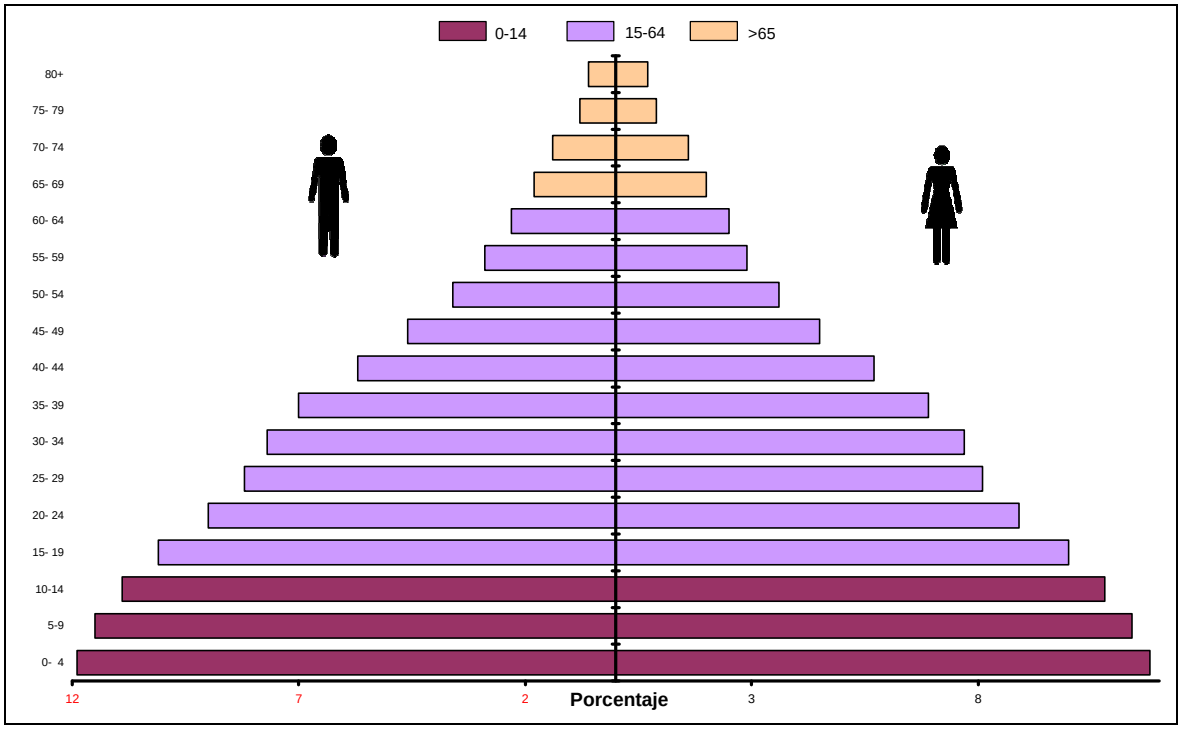


Figura 4. Pirámide de población de la República Dominicana para 2001, según proyecciones de la Oficina de Censos de Estados Unidos[11]

En cuanto al medio físico, se presentan algunas aportaciones recientes sobre **clima, vegetación y usos, fisiografía, geomorfología, hidrografía, geología y morfoestructura**. **Cámara**[12] identifica 5 tipos de climas según el sistema de clasificación climática de **Köppen**[13]: Af', clima *tropical* de pluviisilva de litoral en costas orientales; Am, clima *tropical* monzónico; Aw, clima *tropical* de estaciones constrastadas; BSh, clima seco de estepa cálida; Cwa, clima subtropical de invierno seco y lluvioso y muy cálido en las áreas de montañas. Según su propia clasificación, **Cámara**[14] establece 5 grandes regímenes climáticos en función de las características termo-pluviométricas, considerando la repartición estacional de las lluvias y la existencia o no de sequía estacional, así como sus repercusiones en el desarrollo vegetativo de las plantas: régimen *tropical* hiperhúmedo con *bosque* denso *ombrófilo*; régimen *tropical* húmedo de estaciones contrastadas con *bosque ombrófilo*; régimen *tropical* húmedo de estaciones contrastadas con *bosque mesófilo*; régimen *tropical* subhúmedo de estaciones contrastadas con *bosque tropófilo*; y régimen *tropical* seco de estaciones contrastadas con *bosque tropófilo* espinoso.

---

11 U.S. Bureau of the Census: International Data Base, 2002

12 Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

13 Köppen, W.; Geiger, R.: Handbuch der klimatologie, Berlin, 1930

14 Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

Sobre la vegetación y usos de la tierra en República Dominicana, el último inventario[15] determina que dominan las áreas dedicadas a la actividad agropecuaria. De la vegetación de *bosques*, matorrales y *sabanas* ya se ha comentado arriba un matiz particular, pues la tipología utilizada para dicho estudio excluye a la *sabana* como *formación natural*. Sin embargo, se debe señalar que el porcentaje que se otorga a *bosques* es bastante tranquilizador, pues refleja que la protección del medio natural y el incentivo al uso del gas propano ha relajado la presión sobre los *bosques*. No se entrará en la polémica desatada por las medidas impositivas al uso del *bosque* como recurso. La **Tabla 2** sintetiza estos resultados.

Tabla 2. Distribución de las unidades de vegetación y su extensión, según **Tolentino** y **Peña**[16]

Categorías	Area (km^2)	% Categoría	% Total
Bosques (subtotal)	***13,266.68***	***100.00***	***27.52***
Bosques de Coníferas	*3,025.45*	*22.80*	*6.27*
Bosque Conífera Denso	1,946.35	14.67	4.04
Bosque Conífera Abierto	1,079.10	8.13	2.24
Bosque Latifoliado	*6,306.27*	*47.54*	*13.08*
Bosque Latifoliado Nublado	1,104.87	8.33	2.29
Bosque Latifoliado Húmedo	3,151.88	23.76	6.54
Bosque Latifoliado Semihúmedo	2,049.52	15.45	4.25
Bosque Seco	*3,677.39*	*27.72*	*7.63*
Bosques de Humedales	*256.95*	*1.94*	*0.53*
Bosque Humedal Salobre Temporalmente Inundado	19.60	0.15	0.04
Bosque Humedal Salobre Permanentemente Inundado	192.55	1.45	0.40
Bosque Humedal de Agua Dulce	44.80	0.34	0.09
Matorrales (subtotal)	***6,810.17***	***100.00***	***14.12***
Matorral Latifoliado	3,033.28	44.54	6.29
Matorral Seco	3,723.79	54.68	7.72
Matorral de Humedales Salobres	53.10	0.78	0.11
Sabanas (subtotal)	***182.68***	***100.00***	***0.38***
Sabana de Humedales Salobres	93.28	51.06	0.19
Sabana de Humedales de Agua Dulce	19.79	10.83	0.04
Sabana de Pajón	69.61	38.10	0.14
Vegetación de Agua Dulce (Eneal) (subtotal)	***17.47***	***100.00***	***0.04***
Escasa Vegetación y/o Areas Erosionadas (subtotal)	***1,306.40***	***100.00***	***2.71***
Areas Agropecuarias y otros tipos de cobertura (subtotal)	***26,642.09***	***100.00***	***55.25***
TOTAL	***48,224.91***	***--***	***100.00***

En cuanto a las unidades fisiográficas de la República Dominicana, **Cámara**[17] propone una clasificación apropiada a los fines del presente trabajo, toda vez que utiliza los siguientes criterios: 1) mantenimiento de la toponimia tradicional; 2) se otorga importante peso específico a la morfología de las unidades, así como a los procesos que en ellas inciden; 3) la organización geológica de las unidades internas

[15] Tolentino, L., Peña, M.: Inventario de la vegetación y uso de la tierra en la República Dominicana. Moscosoa, v.10, pp.179-203, 1998

[16] Tolentino, L., Peña, M.: Inventario de la vegetación y uso de la tierra en la República Dominicana. Moscosoa, v.10, pp.179-203, 1998

[17] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

y periféricas del territorio. Su clasificación queda sintetizada de la siguiente manera: **unidades internas**, que incluye al Sistemas Central y Meridional de Neyba, separados por la Depresión Central del Valle de San Juan; **unidades periféricas**: Sistema Septentrional, Sistema Oriental y Sistema Suroccidental. El mapa hipsográfico de la **Figura 5** muestra estas los rasgos fisiográficos:

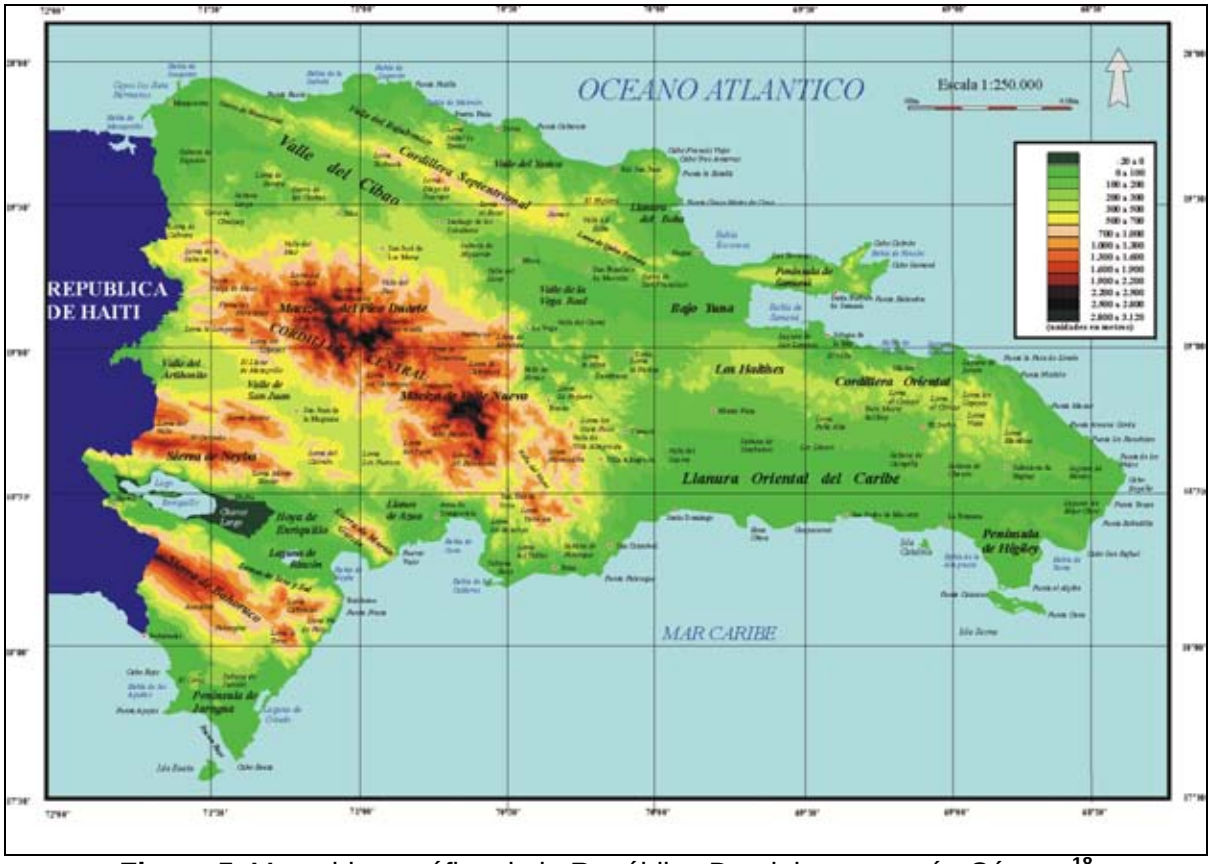


Figura 5. Mapa hipsográfico de la República Dominicana, según Cámara[18]

Siguiendo a este mismo autor, la República Dominicana está compuesta geomorfológicamente por una serie de relieves morfoestructurales y unos eventos y modelados. Así, los relieves morfoestructurales del país son:

- ☞ Sistema Central: relieves complejos de fallas en los límites del sistema;
- ☞ Relieves suroccidentales de Bahoruco, Lago Enriquillo y Neyba: alternancia de *horst* y *graben*;
- ☞ Relieves en cuencas sedimentarias, entre los que destacan los relieves aclinales de Montecristi, Cibao y La Isabela, y el relieve monoclinal de Los Haitises.

Por otra parte, los modelados, procesos y caracteres geomorfológicos que dominan en el país son: modelado kárstico, modelado cristalofílico, procesos de capturas fluviales y carácteres hidrográficos de las cuencas de los principales ríos, a saber los Yaque del Norte y Sur y el Yuna, así como los sistemas lacustres. El mapa mostrado en la **Figura 6** ilustra estas anotaciones.

[18] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

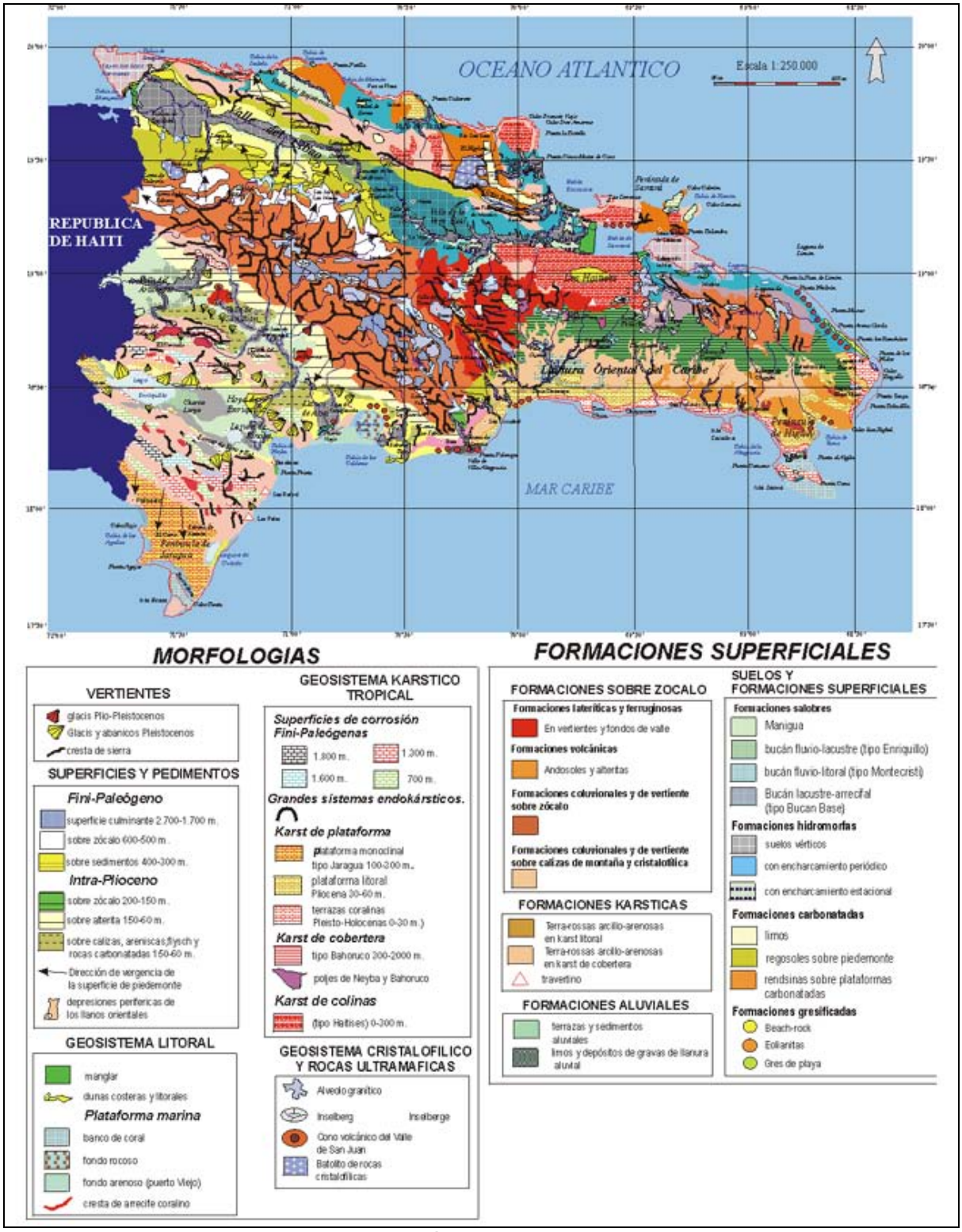


Figura 6. Mapa geomorfológico y de *formaciones superficiales* de la República Dominicana, según **Cámara**[19]

[19] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

La hidrografía dominicana podría sintetizarse en sus 14 zonas y cuencas más importantes[20], según la división tradicional de la **OEA**[21]: cuenca del Dajabón, cuenca del Yaque del Norte; zona de la Costa Norte; zona de la Península de Samaná; cuenca del Yuna; cuenca del Yaque del Sur; zona de la Sierra de Bahoruco; zona Miches y *Sabana* de la Mar; zona de Higüey; zona de San Pedro de Macorís y La Romana; cuenca del Ozama; zona de San Cristóbal, Baní y Azua; Hoya del Lago Enriquillo; y finalmente cuenca del Artibonito (ver **Figura 7**). Los ríos dominicanos son de valor desigual, según la divisoria de aguas de que procedan, según nazcan en la Cordillera Central o en las otras, dada su distinta elevación, extensión y pluviosidad. Los principales ríos son el Yaque del Norte, Yuna Nizao, Yaque del Sur, Artibonito y Ozama.

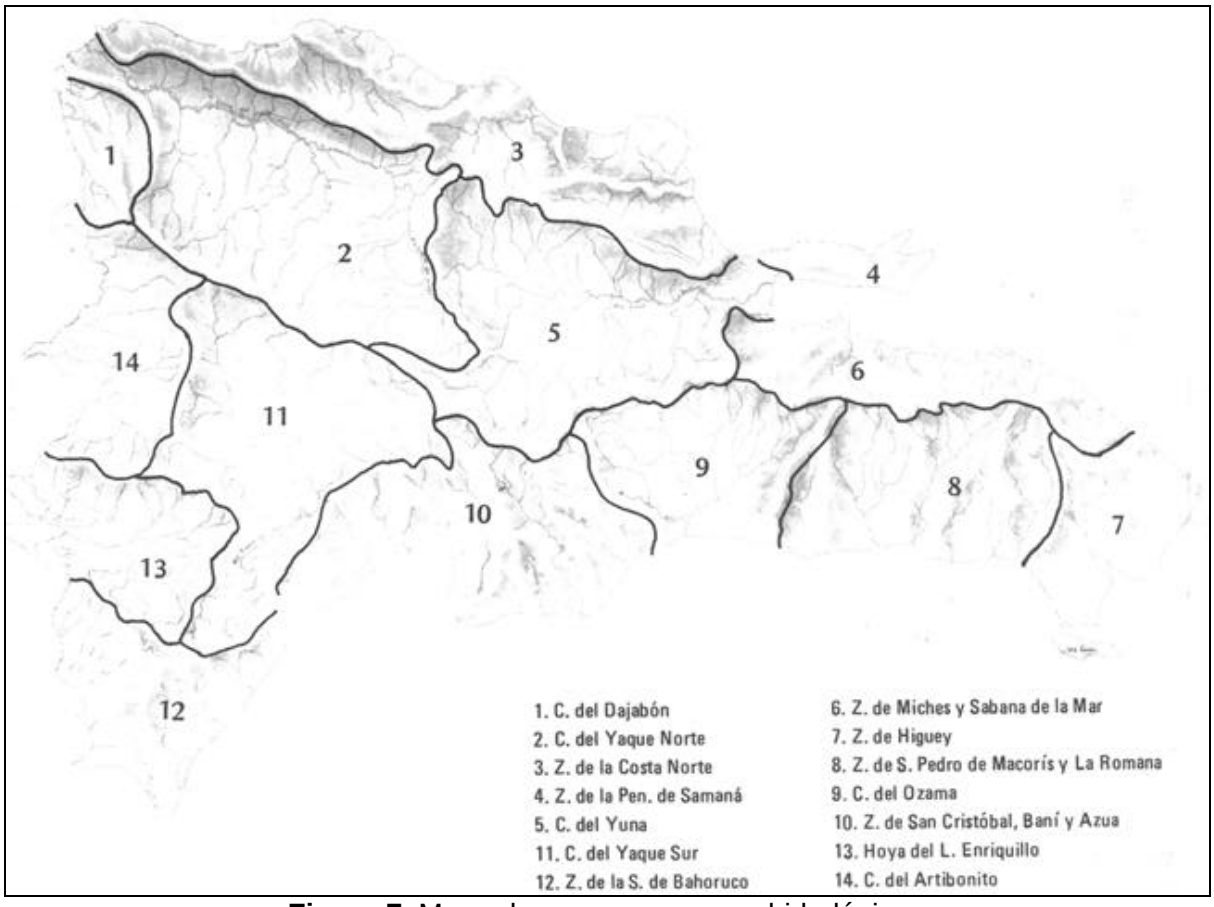


Figura 7. Mapa de cuencas y zonas hidrológicas de la República Dominicana, según la **OEA**[22]

[20] Que a su vez pueden ser subidivididas en 54 zonas hidrográficas que también pueden ser desagregadas en 108 cuencas, según los trabajos de la OEA.

[21] Organización de los Estados Americanos: Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana, 3 tomos, Washington, 1967

[22] Organización de los Estados Americanos: Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana, 3 tomos, Washington, 1967

Litológicamente el basamento de la isla está constituido de rocas cristalofílicas, con predominio de vulcano-sedimentarias, que afloran en los sistemas Central, Oriental y E del Septentrional[23]. Hay una banda de esquistos azules y mármoles que afloran en Samaná y otra de calizas dolomíticas al NW de la Depresión Central. Este conjunto es intruido por tonalitas y gabros. Cronológicamente datan del cretáceo, aunque algunos afloramientos en Bahoruco y Neyba datan del paleógeno.

A continuación, en contacto conforme y disconforme, sobremontan series sedimentarias de caliza arrecifal, margas, calizas margosas, areniscas, conglomerados y molasas que cronológicamente datados desde el eoceno hasta el plioceno. Por último, una serie de *formaciones superficiales* y elementos morfológicos, mayoritariamente terrazas marinas y fluviales, así como depósitos lacustres, completan la serie hasta el holoceno.

En cuanto a los grandes ejes de fallas y fracturas, destacan: Sistema Septentrional, compuesto de una familia de fallas de corrimiento a lo largo de la cordillera; Sistema Central: grandes mantos de cabalgamiento con dirección NE-SW, siendo más denso sobre materiales de flysch al S, y fallas en dirección E-W que atraviesan la cordillera; Cabalgamiento de Hatillo: orientados en dirección NE-SW y la falla del Yabón más al E; Sistema Oriental: estructuras anticlinales en forma de arco y fallas en dirección NW-SE y fallas NNW-SSE que limitan al E la Cordillera Oriental; Sierra de Neyba y Depresión Meridional: anticlinales y sinclinales en dirección NW-SE, así como una serie de mantos de corrimiento en dirección N-S, y finalmente fallas NW-SE; Sistema Suroccidental: domina un sistema de falla compresionales, en dirección NW-SE y sinclinales y anticlinales en la misma dirección, y algunos mantos de corrimiento que se extienden en el N de la Sierra de Bahoruco. La **Figura 8**, ilustra las características geológicas expresadas.

[23] GTZ: Cartografía geológica de República Dominicana, Escala 1:250,000, cuatro hojas, Santo Domingo, 1992

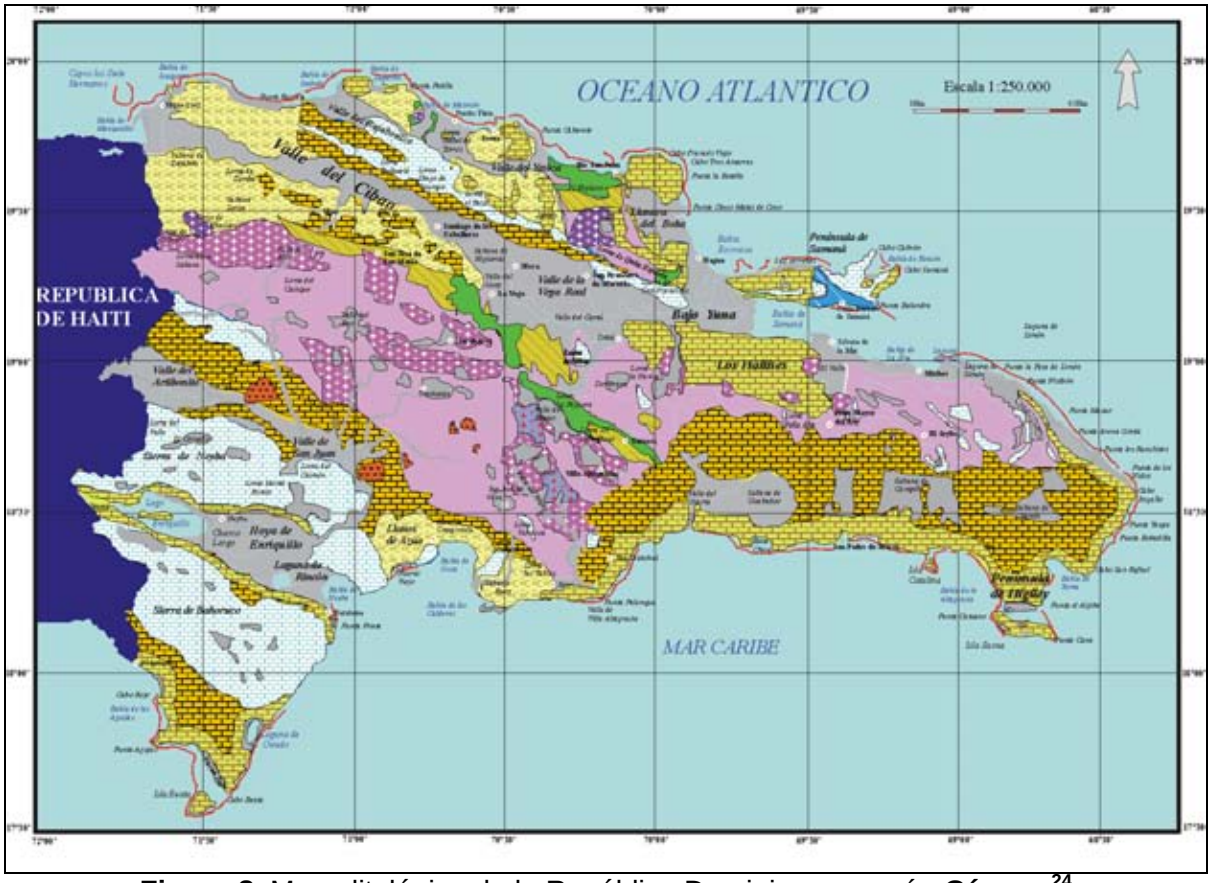


Figura 8. Mapa litológico de la República Dominicana, según **Cámara**[24]

II. *Bosque tropical* y *Sabana* en el dominio *tropical*

2.1. El bosque tropical: una formación muy diversificada bioclimáticamente

2.1.1. Definición, composición y características ecodinámicas

Demangeot[25] define el *bosque tropical* como ecosistemas enclavados en la zona intertropical, entendida de forma amplia, compuestos mayoritariamente por innumerables especies de árboles que crece desordenadamente, de fauna abundante y extremadamente variada, y que tiene la capacidad de modificar la hidrología, y la topografía indirectamente. Se trata de una definición que se puede denominar biogeográfica, con espíritu de convertirse en integrada.

Puhe[26] define el bioma *tropical* como una zona caracterizada por *bosques tropicales* siempreverdes y que en las zonas de transición hacia las *sabanas tropicales*, con menos estabilidad climática, aumenta la proporción de árboles con períodos caducos. Por otra parte, define la selva *tropical* como una *formación*

[24] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[25] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[26] Puhe, J.: Ecología y sistemas naturales. Énfasis en Sudamérica

enclavada en la zona *tropical*, donde domina una humedad más o menos permanente, generalmente las lluvias alcanzan por lo menos alrededor de los 2,000 mm sin meses áridos compuesta de una *formación boscosa* y no una *sabana*. Esta definición recurre prácticamente a un antagonismo entre *bosque* y *sabana*.

Petit[27] considera las *formaciones* forestales como el dominio de las leñosas, donde pueden existir, por una parte, *bosque tropicales* densos y húmedos compuestos de *formaciones climácicas zonales* de baja altitud (<1,000-1,500 m) con 3 a 4 meses como máximo de estación seca y azonales de altitud, litorales o continentales; por otra parte incluye también los *bosques tropicales* secos, donde el fenómeno de la caducidad estacional se presenta de forma parcial o total.

La imagen típica del ***bosque tropical*** (**Figura 9**) es aquella que donde aparecen grandes árboles, cuyas **hojas** son de **dimensiones considerables**, **raíces** muy **superficiales** y **copas que se unen** total o parcialmente entre sí. Este estéreotipo es solidario con prácticamente la mitad de los espacios *tropicales*. La otra mitad fue, durante mucho tiempo, olvidada por muchos programas de difusión científica.

Figura 9. *Bosque ombrófilo tropical* típico, destacándose un dosel cerrado-semicerrado, que permite únicamente una tenue entrada de luz, árboles de gran porte, incluso palmeras, hojas grandes y presencia de helechos. *Bosque ombrófilo* del río Yaque del Norte (segmento denominado "arroyo Los Guanos"), en la comunidad de La Ciénaga, Parque Nacional Armando Bermúdez, República Dominicana (Foto: J. Martínez, junio de 1996).

[27] Petit, M.: Geographie physique tropicale: approche aux études du milieu, Karthala y ACCT, Paris, 1990

Si bien es cierto que lo más llamativo de los trópicos es la exhuberancia de sus *bosques ombrófilos*, con sus enormes árboles y su abundante biodiversidad, incluida la fauna, no menos cierto es que **los *bosques* de régimen *tropical* estacional contrastado atesoran una importante riqueza** poco valorada, incluso poco inventariada[28].

Si a ello se añade que la mayoría de las *sabanas* (como se verá en epígrafes posteriores), comparte un *régimen geoecodinámico* similar al del *bosque tropófilo* (**Figura 10**), y debe reconocerse a su vez que **la *sabana* es una de las *formaciones vegetales* más extensamente distribuidas en la zona intertropical**, entonces se ha olvidado probablemente más de la mitad de los espacios *tropicales*.

Sin embargo, es difícil conseguir una definición apropiada de *bosque tropical* orientada al presente trabajo. Esto se debe, por una parte, a la desagregación de *formaciones vegetales tropicales* que existe en la bibliografía existente, y por otra, al punto de vista que utiliza cada autor en sus aportaciones. Como se verá en el apartado dedicado al análisis de los *patrones* y *ecotonos*, todos los casos tienen como común denominador los elementos aportados por las definiciones precedentes. Un objetivo del presente trabajo es presentar una definición integradora de los *bosques tropicales*, que incluya los diferentes ***regímenes geoecodinámicos***, **elementos evolutivos y antrópicos** observables en este tipo de *formaciones* en República Dominicana.

Figura 10. *Bosque xero-tropófilo*, con abundancia de cactáceas y pies dispersos de palma *Haitiella ekmanii*. Vista hacia el SW desde la margen occidental de la carretera Las Cuevas-Bahía de las Aguilas, Parque Nacional Jaragua, República Dominicana (Foto: J. Martínez, junio de 1996).

[28] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

Los *bosque tropicales* son muy diferentes de los templados (**Demangeot**[29]). La disposición de sus árboles, así como la propia forma y fenología de cada uno le otorgan ese sello de identidad.

Los árboles *tropicales*, fuertemente impulsados por la luz, el calor y [ocasionalmente] la presencia de abundante agua, **son más gruesos y altos**, en término medio, que los árboles de otras regiones del globo. Por tanto, su **enraizamiento es más reducido**, más superficial, de tal suerte que las tempestades les abaten fácilmente; por ejemplo, no poseen las raíces pivotantes de las coníferas boreales. Las cifras que se muestran en la **Tabla 3**:

Tabla 3. Comparación porcentual (%) del peso de la materia orgánica entre la vegetación *tropical* y la templada, según Demangeot[30]

Peso (%)	*Bosque templado*	*Bosque tropical*		*Sabana*
		seco	húmedo	
Hojas	7	15	26	18
Troncos	59	57	48	41
Raíces	40	28	26	41

A diferencia de la zona templada, **son los árboles los que portan la mayoría de las flores y no las *herbáceas***. Frecuentemente, las flores y, consecuentemente, el fruto, están directamente unidos al tronco. Algunas veces, los frutos son grandes y frecuentemente leñosos. Las hojas son generalmente pedunculadas, a menudo grandes, y raras veces pequeñas. La auxina, sustancia responsable del enrojecimiento de las hojas de los *bosque* templados en otoño, está presente todo el año en muchas hojas de árboles *tropicales*.

Sin embargo, **se constata una diferencia fisiológica y de porte entre árboles que prefieren la humedad, y aquellos que soportan una cierta sequedad al menos durante una parte del año**. **Demangeot**[31], los clasifica en *higrófilos* y *semi-xerófilos*, respectivamente, tal como se describe en la **Tabla 4**:

Tabla 4. Tipos de árboles *tropicales* y características principales (según Demangeot[32])

Tipo	Distintivos principales	Otras características
Higrófilos	**Son Altos.** pueden alcanzar los 30, 40 y hasta 50 m **La base de su tronco es tabular**, es decir, se ayuda de contrafuertes o pies de amigo para sostenerse, especialmente en épocas de tempestad **Sus hojas son de color verde oscuro y viven de uno a dos años, de tal suerte que parecen sempervirentes**	No suelen presentar anillos de crecimiento perfectamente delimitados (algo muy útil desde el punto de vista industrial). Tienen tronco cilíndrico y recto.. La corteza es lisa y generalmente de color claro. De sus raíces cuelgan a veces raíces fúlcreas, que se confunden con las lianas (estas últimas se apoyan muy a menudo sobre los árboles *higrófilos*). La estructura de la vegetación está claramente inclinada hacia una mayor cobertura y diversidad de los estratos arbóreo y arbustivo, en detrimento del herbáceo, como se puede observar en la **Figura 11**. Esto impide, como se verá más adelante, la aparición de *sabanas* bajo condiciones bioclimáticas sin estacionalidad contrastada, salvo los casos de antropización y edáficos.

[29] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

[30] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

[31] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

[32] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

Tipo	Distintivos principales	Otras características
Semi-xerófilos	**Soportan varios meses de verdadera aridez**, tienen un porte parecido al de los árboles de los *bosques* templados. **Su altura es menor que la de los árboles de medios húmedos**, ya que **el espaciamiento de las plantas**, en suelo seco, **es necesariamente mayor**	El tronco es menos recto, mayor ramificación y esta a su vez más baja. La madera a menudo desarrolla anillos. La corteza es gruesa y más rugosa; a menudo tiene espinas cónicas y largas. Hay una menor presencia de contrafuertes (pies de amigo); las hojas son gruesas y de formas más variadas que en medios constantemente húmedos, y a menudo son caducas. **El ciclo de la hoja es bastante peculiar**: en algunos casos, y es lo más frecuente, las hojas rebrotan a la llegada de la estación húmeda, pero en otros casos, lo hacen en estación seca, lo cual beneficia mucho al ganado. Los frutos son a menudo alados o "algodonosos"; las lianas son raras, y las epífitas naturalmente poco frecuentes. El mayor espaciamiento se verifica en la **Figura 12**, donde se observa una clara tendencia hacia la mayor cobertura y diversidad del estrato herbáceo, en detrimento del arbóreo, lo que favorece la aparición de *sabanas* espontáneamente, sin necesidad del condicionamiento antrópico o edáfico.

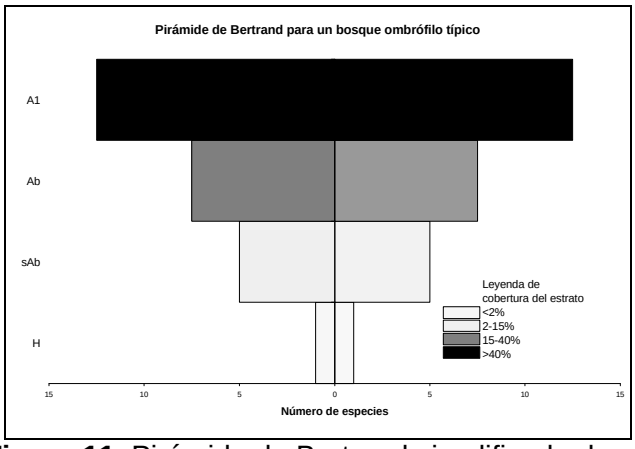


Figura 11. Pirámide de Bertrand simplificada de un *bosque ombrófilo* típico. Nótese la alta cobertura del estrato arbóreo con relación a los demás (Elaboración propia)

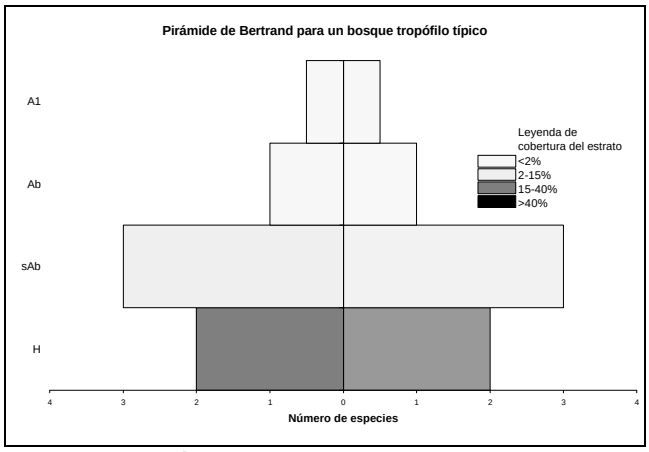


Figura 12. Pirámide de Bertrand simplificada de un *bosque tropófilo* típico. Nótese la baja cobertura del estrato arbóreo, en contraste el herbáceo (Elaboración propia)

2.1.2. Principales sistemas de clasificación de los *bosques tropicales*

El medio *tropical* es particularmente favorable a la aparición del árbol y a la cobertura forestal. Pero no es posible interpretar o clasificar las *formaciones* forestales *tropicales* desde un solo punto de vista. Por lo tanto, se presentará a continuación una serie de clasificaciones seleccionadas de diversos autores que enfocan las *formaciones tropicales*. En el siguiente apartado, se explican las ventajas y desventajas de su aplicación, se adoptará una clasificación para su uso habitual en el documento, y se presentará una tabla de equivalencias entre *formaciones*.

La clasificación fisonómica-ecológica tradicional y basada fundamentalmente en condicionantes climáticos que definen una zonalidad, y que es utilizada en distintos ámbitos por su carácter mundial es la de **Brockman-Jerosch** y **Rübel**[33],

[33] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

enriquecida por **Ellemberg** y **Müeller-Dombois**[34]. A continuación se extaen los elementos tipológicos de ámbito *tropical* en la **Tabla 5**; en la **Figura 13** se muestra la división de las *formaciones vegetales clímax* de los continentes.

Tabla 5. Extracto de tipos de *bosques tropicales* de la clasificación de *formaciones vegetales* de la Tierra según la clasificación de **Brockman-Jerosch** y **Rübel**[35] (en **Rubio**[36])

Clase	Orden	Descripción general
Pluvilignosa	Pluvisilva	Constituida por una densa masa arbórea poliespecífica, distribuida en varios estratos. Alto número de especies y familias. Los árboles crecen rápido. Dosel de copas imbricadas. Árboles de raíces superificiales y tabulares. Hay helechos y otras *herbáceas*. Hay epífitas perennes y temporales. Renovación foliar constante. Presencia de caulifloria. Saprofito muy desarrollado. Alta diversidad faunística. No hay dominancia. Poco alimento. Se distribuye en latitudes de clima ecuatorial. Un ejemplo característico puede observarse en la **Figura 9**
	Pluvifructiceta	Distribuida en costas arenosas, fangosas o coralinas ecuatoriales y extratropicales hasta los 30º en casos específicos. Medios salobres y anfibios por influencia mareal. Conocidos también por el nombre de manglares. Los árboles se apoyan en raíces fúlcreas. Presencia de pneumatóforos. Suelos anaerobios. Reproducción por viviparismo. Fauna anfibia y arborícola. Hay bastante especies de crustáceos. Abundante ornitofauna. Ver **Figura 14**
Hiemilignosa	Hiemisilva	Menor densidad y número de especies que la pluvisilva. Aparece la caducifolia. Sotobosque perennifolio. Ocurre hacia latitudes en torno y mayores a los 10º de latitud aunque su distribución está condicionada por circunstancias locales; en cualquier caso por encima de los 15º a 20º de latitud. Copas que alcanzan un máximo de 30 a 40 m, sin llegar a formar dosel continuo. Frecuencia de árboles y arbustos espinosos, que pueden ser o no de hoja perenne, gracias a la protección del estrato superior, pero con una consecuente reducción de la hoja. El estrato arbustivo puede tener mayor significación. Son escasas las lianas y epífitas. Existencia de una oscilación térmica y pluviométrica Varía el período de lluvia. Brota estrato herbáceo. Aumenta la edafofauna; se reduce a la de las copas. Ver Figura 15.
	Hiemifructiceta	Latitudes muy similares a las de la Hiemisilva. Se distribuyen en función del clima, pero también de la calidad del sustrato, aunque ocasionalmente este es una consecuencia de las circunstancias climáticas. Se le conoce localmente en Brasil como *caatinga* y *cerrado*. Es muy similar a la Hiemisilva y las diferencias están en los matices sobre la mayor o menor presencia de plantas espinosas, en especial de arbustos, que pueden conformar un estrato espeso o denso, lo que dificulta su circulación y que justifica su topónimo brasileño de *cerrado* o *caatinga*. Tiene poca variedad específica, arbustos en su mayoría, de hoja caduca. Ocasionalmente hay bromelias. La luz llega al suelo y se desarollan gramíneas duras. Hay contraste estacional. Existencia de mosaicos de vegetación Ver **Figura 10**.
Siccideserta		Se localizan al centro y oeste de los continentes apareciendo en la medida que la *sabana* empieza a perder su carácter herbáceo y comienzan a aparecer y a dominar plantas leñosas de pequeña talla, que rara vez sobrepasan los 50 cm. Es la transición hacia los desiertos. Las plantas leñosas son de hoja pequeña, a veces sustituidas por espinas, apareciendo la clorofila en ellas en las ramas. Grandes oscilaciones térmicas diarias, altos niveles de evaporación, alta radiación-irradiación. Ocasionalmente aparecen gramíneas duras. El desierto es una imagen típica, pero también los regs. Poca diversidad específica condicionada por la gran aridez climática y edáfica. En espacios con encharcamiento temporal, como waddis y sebhas puede haber vegetación más rica. Puede albergarse alguna fauna, que es capaz de soportar las condiciones extremas (mamíferos, quirópteros, aves)
Laurilignosa	Laurisilva y laurifructiceta	Dominancia de especies forestales de las lauráceas, capaces de responder a temperaturas estacionales bajas. Pantropical hasta los 40 y 50º de latitud (es un tanto azonal). Su distribución está condicionada climáticamente. Las especies que la forman son leñosas, siempre verdes y perennifolias y flores protegidas por escamas. Retienen mucha agua. Puede existir en varios pisos altitudinales. Alto endemismo

[34] Ellemberg, H.; Mueller-Dombois, C.: Tentative physiognomic-ecological classification of plant formation on the Earth, Hochschule Stiftung Rübel, Zürich, 1967

[35] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[36] Rubio Recio, J.M. et al: Geografía Física, Cátedra, Madrid, 1992

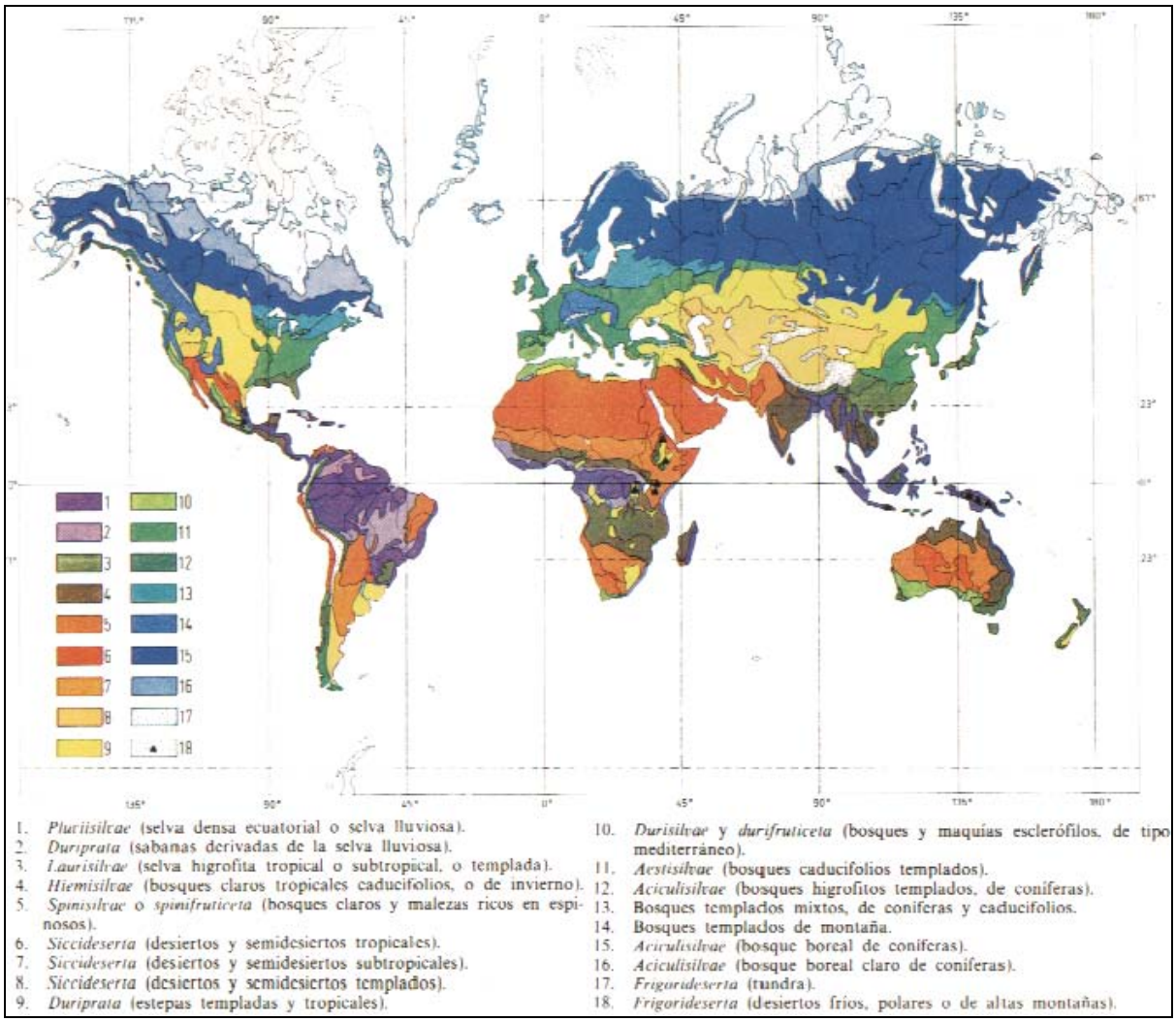


Figura 13. Mapa esquemático de las *formaciones vegetales* climax de los continentes, según **Brockman-Jerosch** y **Rübel**[37]

En su clasificación de vegetación de América, **Beard**[38] establece 5 tipos que podrían encontrarse en el dominio *tropical*. A continuación se muestran las *formaciones* que esta autor consideraba como *boscosas*, y que, como se detallará más adelante, son consideradas por otros autores como *sabanas*:

[37] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[38] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

Tabla 6. Síntesis de tipologías *boscosas* de América *tropical* según **Beard**[39]

Denominación en inglés	Taducción literal al castellano	Ejemplo
Rain forest	*Bosque* o selva: lluvioso(a), pluvial, húmedo(a)	**Figura 9**
Evergreen seasonal forest	*Bosque* o selva estacional siempre verde	-
Deciduos seasonal forest	*Bosque* deciduo, de hoja caduca	**Figura 19**
Thorn woodland	*Bosque* espinoso	**Figura 10**
Swamp vegetation	Vegetación de marisma o de pantano	**Figura 14**
Montane rain forest	*Bosque* o selva: lluviosa/pluvial/húmedo(a) de montaña	-

Figura 14. Manglar de *Rizophora mangle* en el Caño de Grand Grossier, Monte Cristi, NW de República Dominicana. Se observan las raíces fúlcreas, los árboles suavemente tendidos hacia el caño. El fondo del caño, de fangos, está ocupado por una densa pradera de *Thalassia testudinum*, una fanerógama marina muy apetecida por los manatíes. Según Rübell se trata de una Pluviifructiceta[40] (Foto: J. Martínez, 1998)

Birot[41] reúne las *formaciones vegetales* según dos grandes zonas climáticas de la Tierra, la templada y fría y la cálida no árida, formando un grupo aparte para las regiones áridas. La **Tabla 7** resume su aportación:

[39] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

[40] Desde la **Tabla 5** hasta la **Tabla 11** se muestran clasificaciones de *formaciones vegetales* según distintos autores; se recomienda buscar la referencia a esta foto según cada uno.

[41] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

Tabla 7. Extracto de la síntesis de *formaciones vegetales* del Globo para el trópico americano, según **Birot**[42]

Zona	Tipo	Descripción general
Zona cálida no árida	*Bosque* sempervirente	En el trópico húmedo la vegetación encuentra las condiciones de óptimo climático sin estación seca. Hay muchas combinaciones de vida posibles así como familias y generos muy diversos. Es un *bosque* sin estación seca, pues las variaciones térmica intra-anuales no repercuten en la fisiología de la planta, y no superan en la mayoría de los 5ºC. La estación seca dura poco y sus efectos son siempre rápidamente subsanados por la rápida reincorporación de las lluvias que nuevamente saturan el suelo. El número de meses donde la ETP es mayor que la P no debe ser superior a 4, y su repercusión hídrica no es considerable, manteniéndose una reserva en el suelo. El número de meses verdaderamente secos, sería realmente de 2. Por esta razón, el *bosque* admite algunas especies de hoja caduca. Puede haber un segundo período de déficit, más corto, y que suele tener pocas repercusiones debido a las reservas del suelo. Durante el período seco la humedad relativa disminuye por la menor transpiración de las plantas (del 90% habitual durante el año, a 60-70% en época seca). La presencia de la masa vegetal crea dos microclimas muy contrastados según la estratificación de la *formación*: en la parte externa del estrato arbóreo alto existe una variación térmica diaria de 7ºC en la húmeda y de 14ºC en la seca, y la humedad relativa es del 50% durante la estación húmeda; a ras del suelo, de 1ºC en la húmeda y 3ºC en la seca, y una humedad relativa mucho mayor que en el estrato arbóreo. Aquí se incluyen también las *formaciones* inundadas e inundables, tanto litorales como continentales: manglares, *varzeas*, *igapos*, etc.
	Bosque denso mixto	Formada en el estrato arbóreo por individuos con hoja caduca y en el estrato arbustivo, individuos de hoja perenne más o menos xeromorfas. La caída de la hoja resulta de una adaptación a la estación seca. Afecta a los árboles grandes pues son los más expuestos al sol y al viento. Se observan muchas transiciones de esta *formación* con el *bosque* sempervirente. Hay abundancia de pequeños arbustos en el inferior, toda vez que la luz entra fácilmente a este estrato por la débil cobertura del estrato arbóreo. El déficit hídrico es considerable durante la estación, que puede llegar a permanecer 4 a 5 meses, de los que 3 pueden llegar a ser rigurosos (precipitaciones por debajo de 25 mm).
	Bosque claro[43]	Cuando la estación seca sobrepasa los 5 meses, el estrato arbóreo no forma más que una cobertura discontinua, y el tamaño de los árboles no sobrepasa los 20 m. Están por lo tanto desprovisto de hojas durante varios meses. La composición florística es muy monotona. Dominan, por ejemplo en África, la leguminosas. Como el suelo está suficientemente iluminado, la cubierta de Gramíneas es importante. La descomposición química de la roca es menos profunda y menos completa que en el *bosque* denso. Los árboles y arbustos tienen hojas xeromorfas persistentes, tallo muy corto y delgado y silueta tortuosa. La precipitación anual suele ser entre 700-1000 mm, distribuidas a lo largo de 2 ó 3 meses.
	Bosque-matorral con espinosas y suculentas	*Formación* apoyada habitualmente sobre sustrato heterogéneo, compuesto de superficies rocosas, a menudo pédiments, donde el suelo es muy delgado (menos de 30 cm), salvo en alguna grieta, donde pueda alcanzar varios decímetros. Carece de una estación de lluvias regular y las precipitaciones totales anuales no suelen ser altas, presentando o dos períodos de lluvias muy concentradas, o una irregularidad bastante acusada a lo largo del año. Estos factores litológicos y climáticos tienen por efecto eliminar o reducir el rol de las Gramíneas perennes de *sabana*, que se ven en la necesidad de renovar cada año las reservas de agua de sus rizomas a partir de la infiltración superficial. A lo sumo, sobre llanuras de granulometría fina puede crecer un tapis de Gramíneas anuales durante la estación húmeda, y con la condición de que la vegetación leñosa no sea muy espesa. Sin embargo, en estas condiciones pueden desarrollarse dos tipos de coberturas arbóreas: las compuestas por árboles de hoja caduca que pasan la mayor parte del año defoliados, y las constituidas por las poblaciones de Suculentas, que pueden alcanzar el tamaño de verdaderos árboles.

Otra clasificación, tomando en cuenta también a la zoogeografía, es la que **Müller**[44] presenta, constituyéndose así en la primera síntesis que incluía a los dos reinos más grandes. A cada tipología otorgó el nombre de "bioma", identificando 9 para todo el mundo de los que sólo 4 pueden ser encontrados en América *tropical*; a continuación, la **Tabla 8** presenta una breve descripción de cada uno:

[42] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[43] Para algunos autores, como Riou (1995), el bosque claro y la brousse, pueden ser considerados como sabanas. Demangeot (1999) rechaza esta consideración

[44] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

Tabla 8. Síntesis de "biomas" relativos a *bosques*, reportados en América *tropical*, según **Müller**[45]

Bioma	Descripción general
híleo o "*bosque* lluvioso"	El *bosque* lluvioso *tropical* tiene una extraordinaria producción vegetal. Sus caracteres principales son: temperatura uniforme día y noche (25-30º), ausencia de heladas, precipitaciones altas por encima de 2,000 mm. El límite de altitud se sitúa alrededor de los 1,500 m. Sus árboles no desarrollan anillos anuales, y tienen raíces con contrafuertes. Se produce la caulifloria. Las lateritas dominan el sustrato, de pocas sustancias orgánicas. Aparecen plantas muy antiguas conviviendo con las especies recientes, como las *Cicadáceas* (en Santo Domingo, una planta de esta familia muy conocida es la *Zamia debilis* o guáyiga como se le conoce localmente). Entre los animales son especialmente dignas de mención las especies del género *Peripatus*. La fauna adaptada a las condiciones ambientales del *bosque* lluvioso no suele habitar en los espacios de *sabana*. Dominan en número de individuos, las hormigas, los termes, los insectos en general y las ranas. Se ha pensado que la presencia de especies antiguas en los *bosques* lluviosos podría ser una evidencia de una supuesta antiguedad de estos biomas. Este hecho no podría servir como evidencia, toda vez que la presencia de estas especies podría estar vinculada a los cambios climáticos del *Cuaternario*: espacios que hoy son *bosques*, pudieron ser *sabanas* en épocas áridas, espacios que permitirían el tránsito especies que no le son propias hoy. La fauna es abundante y está altamente estratificada. Ver **Figura 9**
del *bosque* monzónico	no se detalla
del *campo cerrado*[46]	no se detalla
de espinosos y suculentas[47]	no se detalla
de manglar	Sirve de frontera entre la tierra y el mar. La diversidad de fauna es pobre pero hay una importante abundancia de individuos. Se encuentra adaptada a la forma anfibia, con capacidad para tolerar fuertes oscilaciones de salinidad. Incorpora en su cadena alimentaria los abundantes desechos que se producen. Dominan los abundantes cangrejos del manglar (*Uca*, *Sesarma*, *Cardisoma*, etc.), los peces gobíidos de los géneros *Periophtalmus* y *Boleophtarmus*, adaptados a la vida tanto dentro como fuera del aguas, y las ostras arborícolas (*Ostrea arborea*), que se fijan a las raíces fúlcreas del mangle género *Rizophora*. Ver **Figura 14**

[45] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

[46] Aunque no lo detalla, explica que se encuentra entre la zona climática de la sabana húmeda y la sabana seca. Muchos autores consideran hoy el *campo cerrado* o *cerrado* simplemente como una sabana. El régimen bioclimático del *cerrado* es *tropical* de estacionalidad contrastada. Esto confirma su carácter plenamente *mesófilo*.

[47] Aunque no se detalla, lo situa entre la zona climática de la sabana seca y la espinosa, que coincide con el régimen bioclimático *xerófilo*.

Figura 15. Brousse (según **Demangeot**[48])[49] al pie del extremo oriental de El Morro, tómbolo situado al NW de la República Dominicana. Nótese la espesura del estrato arbustivo (Foto: J. Martínez, diciembre de 1998)

Otra aportación significativa en cuanto a clasificaciones de los medios o *formaciones vegetales* de América *tropical* la hace **Walter**[50]. Designa las tipologías con el nombre de "zonas" ya que fundamenta los criterios de clasificación en base a diagramas climáticos. De sus 9 "zonas", 2 son *tropicales*. En estas se desarrollan unos tipos de *formaciones boscosas* a las que Walter dedica especial atención (ver **Tabla 9**):

[48] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[49] Desde la **Tabla 5** hasta la **Tabla 11** se muestran clasificaciones de *formaciones vegetales* según distintos autores; se recomienda buscar la referencia a esta foto según cada uno.

[50] Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

Tabla 9. Síntesis de tipos de *formaciones boscosas* de las zonas *tropicales* siempre verde y con lluvias estivales, según **Walter**[51]

Zona	Tipo de *formación*	Descripción general
de pluviisilvas *tropicales* siempre verdes	Pluviisilva *tropical* siempre verde	Se trata de *bosques* densos climáticamente caracterizados por una baja amplitud térmica intraanual, lluvias abundantes e inexistencia de período de sequía, y cuando lo hay, este es muy corto. Cubren en Sudamérica las Guyanas y la cuenca del Amazonas llegando hasta la vertiente oriental de Los Andes. Los bosqes húmerdos siempre verdes se extienden en el lado oriental desde América central hasta el sur de México, a sí como en la costa oriental brasileña hasta el trópico. En África las pluviisilvas *tropicales* quedan limitadas a la costa de Guinea, la cuenca del Congo y la parte oriental de Madagascar. En Asia, se distribuyen en la región del monzón hasta las vertientes meridionales del Himalaya, en Malaya, Indonesia, las Filipinas y Nueva Guinea. Forman una estrecha banda en la costa oriental de Australia hasta más al sur del trópico (ver **Figura 9**)
	Bosques de las montañas *tropicales* (*bosque* de niebla)	*Formaciones* habituadas a inexistencia de sequía. El agua no se estanca porque las laderas en las montañas *tropicales* suelen ser muy escarpadas. Estos *bosques* aparecen entre los 1000 y 2,500 m, pero pueden aparecer desde más abajo dependiendo del contenido de humedad atmosférica. El *bosque* suele ser exhuberante y repleto de epífitas. La altura de los árboles disminuye a medida que se aumenta en altura y suelen ser más robustos. También disminuye el número de fanerógamas epifíticas y aumenta el número de helechos.
tropical con lluvias estivales	*Bosques tropicales* caducifolios	Son *bosques* secos y *sabanas* (estas últimas se detallan en el apartado siguiente). El régimen climático está caracterizado por lluvias estivales, baja amplitud térmica y extensión del período seco, favoreciendo la aparición de la caducifolia. Están distribuidos en la zona de clima *tropical* con lluvias estivales en ambos hemisferios. Tienen su máxima representación en África y gran parte de Australia (ver **Figura 10**, **Figura 15**, **Figura 16**, **Figura 19**, **Figura 22**)

Figura 16. *Bosque* ripícola (según Demangeot[52])[53] a lo largo del río Las Damas, visto desde La Zurza, orillas del Lago Enriquillo, SW de la República Dominicana. Nótese, en el rectángulo resaltado, la concentración de *Sabal domingensis* (palma cana) en el estrato arbóreo. (Foto: R. Cámara, febrero de 2001)

[51] Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

[52] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[53] Desde la **Tabla 5** hasta la **Tabla 11** se muestran clasificaciones de *formaciones vegetales* según distintos autores; se recomienda buscar la referencia a esta foto según cada uno.

Una clasificación que incluye tanto aspectos evolutivos, como ecológicos, geomorfo-edafológicos y climáticos es la aportada por **Demangeot**[54] quien clasifica los *bosques tropicales* según las siguientes grandes tipologías: ***bosques zonales***, ***bosques intrazonales***, ***bosques secundarios***, según se trate de factores ecológicos, locales y antrópicos respectivamente. En la **Figura 17** puede observarse su mapa general de vegetación del mundo. La **Tabla 10** sintetiza su aporte:

Tabla 10. Sistema de tipologías de *bosques tropicales*, según **Demangeot**[55]

Tipo	Subtipo	Descripción
Zonales	***Bosque ombrófilo***	Es la selva *tropical* típica. Recibe múltiples denominaciones según el lugar. Petit (1990) recoge algunas de ellas: *bosque ombrófilo*, *higrófilo*, pluvisilva o *bosque* pluvial, sempervirente, *bosque* siempre verde, *bosque tropical* lluvioso, *bosque* húmedo, *bosque* cerrado, *bosque tropical* de zonas bajas, regenwald, entre otras. Está compuesto fundamentalmente de árboles *higrófilos*. Exige más de 1,500 mm de precipitación anual y no se registran más de 2 ó 3 meses de sequía[56]. Ocasionalmente contiene algunos árboles de hoja caduca. Está muy estratificado, y tiene muchas lianas. Por consiguiente, la luz solar, filtrada a distintos niveles, rara vez alcanza el suelo, lo cual favorece la oscuridad que crea un ambiente propicio para las pocas especies de los estratos inferiores. Esto facilita la movilidad debajo del dosel, y dificulta la propagación de los incendios. Así, los *bosques ombrófilos* están relativamente bien conservados, aunque su regeneración es bastante difícil una vez el impacto ha sido prolongado e intenso.
	Bosque mesófilo	Se le conoce también como mixto, y en ocasiones resulta difícil distinguirlo en los mosaicos de vegetación. Sin embargo, algunas características lo identifican: soporta entre 3 y 5 meses de estación seca y por lo tanto se acerca más a unas condiciones *tropófilas*. Esta "plasticidad ecológica" se manifiesta, o es favorecida, por una fisonomía híbrida: el follaje del estrato superior es caducifolio y en los inferiores es perenne. Se le conoce en inglés como semi-deciduous forest (*bosque semi-*deciduo). Naturalmente, las lianas son menos abundantes y el suelo está menos maltratado que en el *bosque ombrófilo*. La circulación resulta un tanto difícil por lo espeso de los estratos inferiores. La existencia de estratos inferiores densos, así como la existencia una prolongada estación seca, lo hacen vulnerable a los incendios, y por ello se presenta muy degradado
	***Bosque* seco [o *tropófilo*]**	Se desarrolla en unas condiciones ambientales netamente contrastadas: menos de 1,500 mm, incluso menos de 1,000 mm de precipitación anual, y de 4 a 7 meses de sequía durante el año. Es la *formación* verdaderamente *tropófila*, donde la especie de hoja caduca pierde la totalidad o casi de su follaje. Sus árboles, lógicamente, son *semi-xerófilos*, menos elevados, menos densos y estacionalmente variables: el *bosque* bajo se desarrolla más y en estación seca arde fácilmente. Las lianas pueden ser abundantes. El enraizamiento de los árboles es menos precario. Un hecho geográficamente importante es que la composición florística es menos variada que la de los *bosques ombrófilo*, y aparecen ya las especies gregarias, como por ejemplo el *Prosopis juliflora*, *Acacia macracantha*, *Calotropis procera*, entre otras. Para una mejor comprensión de la estructura de la vegetación del *bosque ombrófilo*, *mesófilo* y seco, ver **Figura 18**
	Las brousses	Se emplea este termino para designar un arreglo polimórfico de *formaciones* forestales bajas, xerofíticas y muy diluidas, que salpican la margen seca del dominio *tropical*: la precipitación esta comprendida entre los 1,000 y los 400 mm, y la estación seca varía de 6 a 9 meses, según la región (ver **Figura 15**). En general, se distinguen dos estratos diferenciados, uno de pequeños árboles y otro de matorrales y arbustos que no emplean sus hojas más que en períodos de lluvia estacionales u ocasionales. Evidentemente, tanto por la escasa altura como por la débil cobertura del tapiz vegetal, las brousses representan una disyuntiva a resolver en cuanto a si son *bosque* o estepa semi-árida. La composición de estas *formaciones* se basa fundamentalmente en suculentas y mimosáceas. Aunque el suelo está habitualmente seco y casi desnudo, la circulación a través de estas *formaciones* es difícil y a veces imposible a causa de las espinas

[54] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[55] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[56] Estos valores son aproximativos y relativos a una escala global, y no pretenden servir de referente para trabajos de gran escala. Demangeot afirma que resulta necesario establecer un valor de precipitación para idealizar el sistema, pero éste puede cambiar según la región. Esto en la clasificación de *formaciones vegetales* de gran escala desarrollada más adelante.

Continuación Tabla 10			
Tipo	**Subtipo**	**Descripción**	
Intrazonales	***Bosques* topográficos**	Son en general los *bosques* húmedos que prosperan en clima *tropical* de estacionalidad contrastada o seca gracias a la presencia de un buen manto de agua. Se distinguen dos grandes tipos	En primer lugar, de las cortinas de grandes árboles que crecen en un área colchón de las márgenes de ciertos cursos de agua. Estas estrechas *formaciones* se denominan *bosques ripícolas* o ripisilvas: algunos ejemplos son los palmerales que bordean los afloramientos del manto freático en el Lago Enriquillo, República Dominicana, como se puede observar en la **Figura 16**. Cuando estas *formaciones* ocupan el fondo de valles enteros que, de dimensiones hectométricas o kilométricas, estas se denominan *bosques* galería. Ejemplos de este tipo existen por montones en el mundo *tropical*
			Una segunda categoría son aquellos *bosque* están adaptados a un excedente hídrico, vinculado a un drenaje deficiente, lo cual provoca generalmente una modificación de la composición florística o de la fisonomía de la *bosque* con respecto del tipo *zonal* en el cual se encuentra inmerso. Desde fuera hacia dentro, o desde menos excedente a mayor, se citan: *bosques pantanosos* o *palustres* (*turberas*); *bosques inundables*, con una media de 6 meses inundado, generalmente compuestos de árboles más bajos que el tipo *zonal* (*varzea* amazónica, compuesta de palmeras y leguminosas); finalmente los *bosques inundados* permanentemente, de los que el *igapo*[57] es el ejemplo modelo. Un último caso es el de las *formaciones* que ocupan los cauces de los barrancos[58].
	Los *bosques* edáficos	Se les llama así porque no están condicionados por el clima pero sí por las características del suelo: o es impermeable, o muy poroso o tiene una composición muy particular. Ejemplos en el trópico hay muchos. En República Dominicana se puede citar el caso del Hoyo de Pelempito, un *bosque intrazonal* edáfico, cuyo comportamiento bioclimático es más bien *mesófilo* y está condicionado por la existencia de un manto importante de arcillas y limos rojos impermeables que favorecen cierto encharcamiento en época húmeda (**Figura 19**)	
Secundarios	***Bosque* de rebrote natural**.	La capoeira en Brazil es un ejemplo. Son descendientes de *bosques primarios* y han pasado brevemente por el estado de sabanización. El incendio, causa habitual de la transformación, perdona a algunos grandes árboles, pero destruye los estratos inferiores y medios, lo que provoca un profundo traumatismo en el medio natural, cuyo suelo queda expuesto al sol. Las especies de sombra no sobreviven, mientras que las heliófilas crecen bruscamente y proliferan (especies "cicatrices" del *bosque*). Como resultado, el *bosque secundario* natural no tiene ni la composición ni la fisonomía del *bosque primario*. Desde el punto de vista florístico, el espectro es más pobre, dominan las especies de grano ligero, de diseminación fácil, y proceden de lugares bastante soleados tales como colinas y márgenes fluviales (caso del bambú en Asia o la *Cecropia peltata* en República Dominicana). Desde el punto de vista fisonómico el *bosque secundario* natural es igualmente diferente del originario: los árboles y arbustos que rebrotan tienen una madera más tierna, son menos altos, más delgados y mucho más tupidos que los del *bosque primario*.	
	***Bosques* de rebrote selectivo**	Son el resultado de una intervención voluntaria de la actividades humanas quien, al quemar, protege las especies que considera útiles. Después de repetidas quemas surge un verdadero *bosque* especializado y selectivo (pero no plantado) que reemplaza al *bosque primario*	
	***Bosques* plantados**	Son aquellos en los que se plantan antrópicamente una serie de árboles (de las cuales algunas sobreviven otras no, entran algunas no plantadas, etc) y que por lo tanto no son *formaciones naturales*. Los ejemplos típicos dominicanos son las plantaciones de *Casuarina equisetifolia* y *Azadirachta indica*, las cuales son habitualmente monoespecíficas	

[57] El *igapo* es una *formación vegetal* que vive los doce meses del año con sus contrafuertes metidos bajo 2 metros de agua, con árboles más bien pequeños y tortuosos y lianas fuertemente enredadas.

[58] Barranco en República Dominicana recibe la denominación de "cañada".

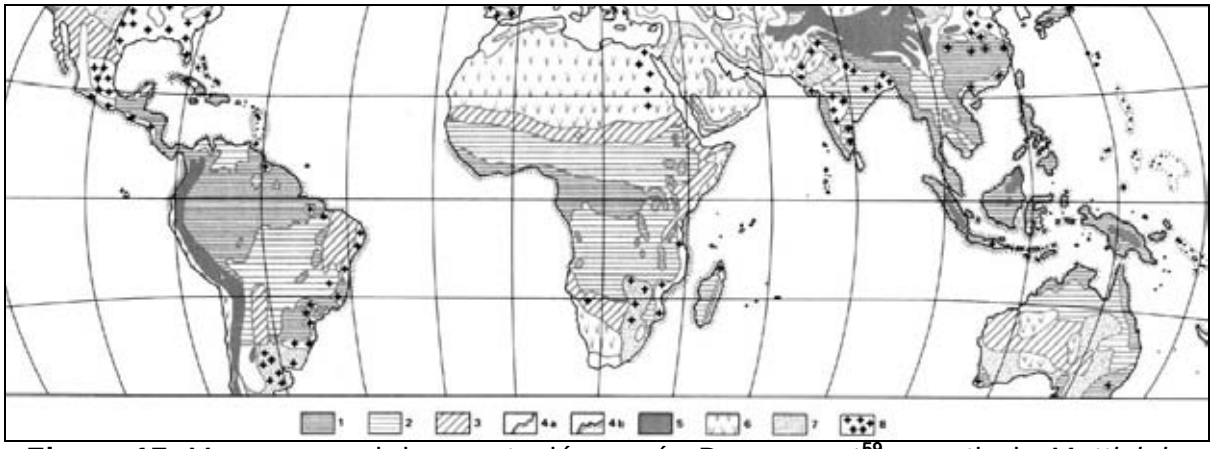


Figura 17. Mapa general de vegetación según Demangeot[59] a partir de *Mattick in Schmithüsen*. 1. *bosque* pluvial sempervirente; 2. otros *bosques tropicales* y *sabanas*; 3. brousses y espesuras espinosas; 4. manglares (ordinario, a; alto, b); 5. vegetación de alta montaña; 6. desiertos; 7. estepas no *tropicales*; 8. tierras cultivadas

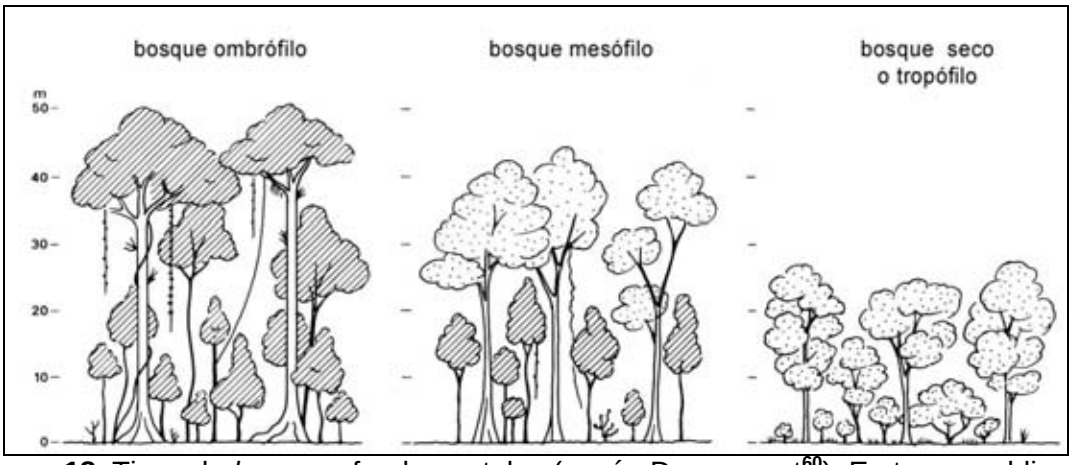


Figura 18. Tipos de *bosques* fundamentales (según Demangeot[60]). En tramas oblicuas, árboles sempervirentes; en puntos, árboles de hoja caduca.

[59] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

[60] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

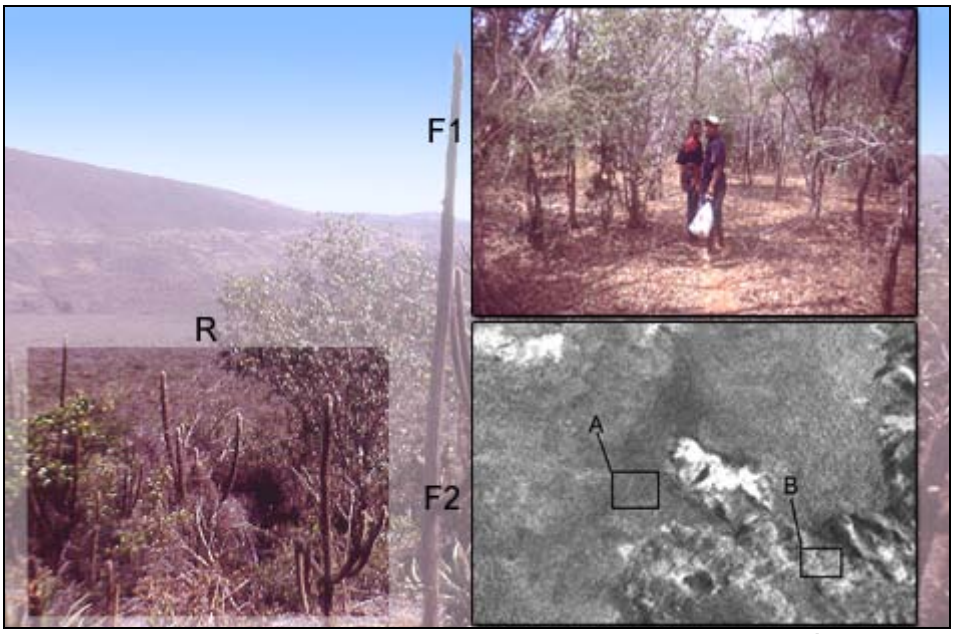


Figura 19. Hoyo de Pelempito, Sierra de Bahoruco, SW de la República Dominicana. Aplicando la clasificación de *formaciones vegetales* sugerida por Demangeot[61] esta *formación* es un *bosque intrazonal* edáfico (vease **Tabla 10**)[62]. La panorámica de fondo está atenuada. Ambas fotos color fueron tomadas en febrero de 2001. En R se resalta el área donde el *ecotono* entre el *bosque tropófilo zonal* (con cactáceas) y el *mesófilo* (al fondo, mancha marron uniforme) es más visible. En F1 se observa la vegetación del *bosque mesófilo intrazonal* desde dentro del Hoyo. F2 es una fotografía aérea vertical en b/n del 1984 (Proyecto Marena) y reproduce la situación mostrada por las oblicuas: en B el *bosque tropófilo* del cono rocoso desde donde se ha tomado la foto panorámica; en A se observa la mancha de *bosque intrazonal mesófilo* de Pelempito donde se ha tomado F1; la mancha circular oscura es una dolina sobre el cono; la mancha de color claro es una *sabana arbolada* (Fotos y composición: J. Martínez, febrero de 2001)

Furley[63] en su clasificación de *sabanas* también incorpora una clasificación de *bosques* (de **Longman** y **Jenik**) con el objetivo de delimitar una *formación* de la otra. Para ello se basa en dos factores: duración del stress hídrico y lluvia total anual. Realiza un diagrama bifactorial en donde sitúa las más importantes *formaciones boscosas tropicales* y las *sabanas*. La **Figura 20** muestra este diagrama.

61 Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

62 Desde la **Tabla 5** hasta la **Tabla 11** se muestran clasificaciones de *formaciones vegetales* según distintos autores; se recomienda buscar la referencia a esta foto según cada uno.

63 Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

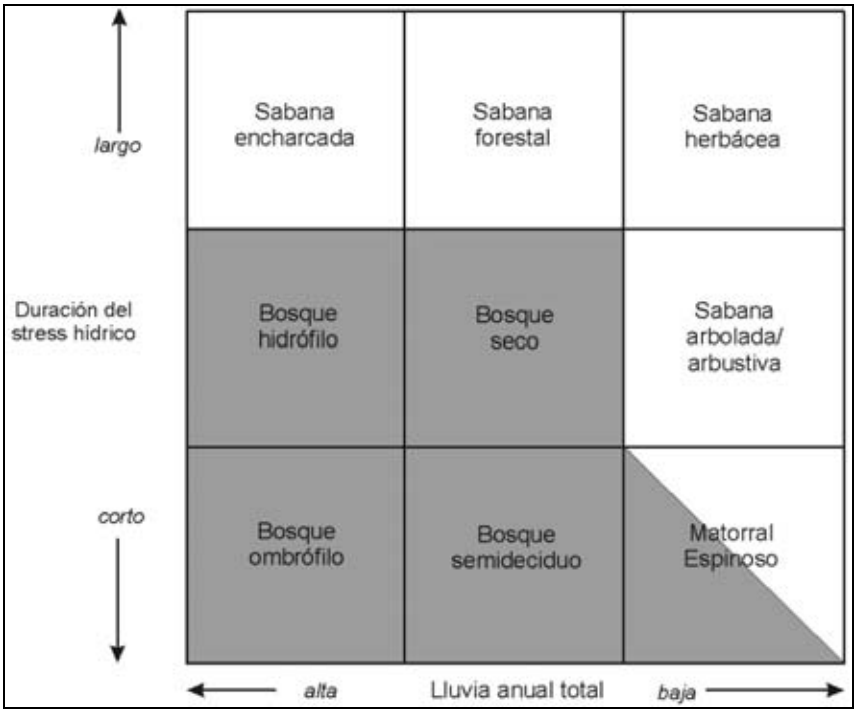


Figura 20. Modelo conceptual de *sabanas-bosques* de **Furley**, en el que se relaciona el stress hídrico con el total de precipitación anual. Se desea resaltar la clasificación de *bosques* a partir de las aportaciones de **Longman** y **Jenik**. Los nombres de todas las *formaciones* han sido traducidos literalmente (modificado a partir de **Furley**[64]).

Por último, **Cámara**[65] aporta una clasificación de *formaciones vegetales* para la República Dominicana, pero con capacidad de ser aplicadas a nivel mundial, ya que toma en cuenta aspectos muy similares a los considerados por **Demangeot**[66], incluyendo, como se verá en el siguiente epígrafe, a la *sabana* como una *formación* de carácter relevante para los medios *tropicales*. Otorga un importante peso específico a la interacción del suelo con el clima y con la cobertura vegetal, a través del balance hídrico[67] y el diagrama bioclimático[68], para desembocar en una clasificación que ha denominado "ecodinámica". Sólo se presentarán sus aportaciones respecto de las *formaciones boscosas*, las que se resumen en la **Tabla 11**.

[64] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

[65] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[66] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[67] Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R.: The water balance, Publications in Climatology, 8,1, New Jersey, 1955

[68] Montero de Burgos, J.L., González Rebollar, J.L.: Diagramas bioclimáticos. ICONA, Madrid, 1973

Tabla 11. Clasificación ecodinámica de *formaciones* regionales continentales de América *tropical*, según Cámara[69]

Tipología	Características generales
Bosque ombrófilo sempervirente	Régimen *tropical* hiperhúmedo y húmedo. No existe déficit hídrico o dura muy poco. Árboles de 30 m, que pueden llegar hasta los 80 m (según Rollet[70]). Presenta hasta 3 estratos arbóreos. El dosel impide el paso de la luz. Alta riqueza específica. Existencia de estrato arbustivo y sub-arbustivo. El arbustivo es generalmente abierto. Abundancia de lianas y epífitas (ver **Figura 21-A**)
Bosque mesófilo subsempervirente	Régimen *tropical* húmedo, donde puede haber excedente de humedad, pero el período de déficit hídrico es importante. El porte de los árboles alcanza los 10-15 m y el estrato arbustivo es algo más rico que en el *ombrófilo*, conservando la presencia de epífitas y lianas. El estrato arbóreo tiene gran desarrollo, y no permite la aparición del herbáceo. Los estratos arbustivo y subarbustivo, aunque ricos en especies, tienen una cobertura menor, llegando el arbustivo a ser bastante abierto (ver **Figura 21-B**)
Bosque tropófilo	Régimen *tropical* subhúmedo. *Bosque* bajo, de 5 a 8 m (ver **Figura 21-C**), que en sus condiciones más húmedas puede llegar hasta los 12 m. La cobertura del estrato arbustivo es densa. Sigue presentando humedad edáfica y hay un recargo parcial sin alcanzar la saturación. El déficit hídrico es más importante, pudiendo durar hasta 9 meses aunque sin alcanzarse la sequía estacional
Bosque tropófilo espinoso o *xerófilo*	Presenta una estructura que se caracteriza por un estrato arbóreo bajo (3-4 m), monoespecífico de *Prosopis juliflora* con un estrato arbustivo más diversificado y con una cobertura menos densa que el arbóreo, en donde aparecen cactáceas (**Figura 21-D**). Presenta déficit hídrico todo el año, y puede experimentar hasta dos períodos de sequía a lo largo del año
Formaciones hidrófilas (parte de las *formaciones* litorales)	La más importante es el manglar, aunque cada vez cobran más interés el estudio de otras habitualmente vinculadas a esta, formando una serie, como son la manigua y los bucanes (praderas de halófilas vinculadas a fluctuaciones de marea o presencia de sales en el suelo, dinámica de arroyada en manto y ocasionalmente actividad eólica), ambas hacia el sector continental del manglar[71]. Las condiciones bioclimáticas de los manglares pueden abarcar desde sectores donde la precipitación puede ser menor de 800 hasta 2,300 mm, y con la particularidad de que si existe sequía estacional, la serie del manglar viene acompañada hacia el continente del bucán. La ocurrencia de precipitaciones en un rango de 1,300 hasta los 2,300 mm, favorece la aparición de la manigua, que es una cienaga costera incomunicada con el mar, compuesta de plantas *hidrófilas* (como *Bucida buceras* y *Pterocarpus officinalis*)

[69] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[70] Rollet, B.: Organisation (des forets), en Écosystèmes forestiers tropicaux, -, 1979

[71] Aunque Cámara reporta las praderas marinas como formaciones litorales, no son interés del presente trabajo.

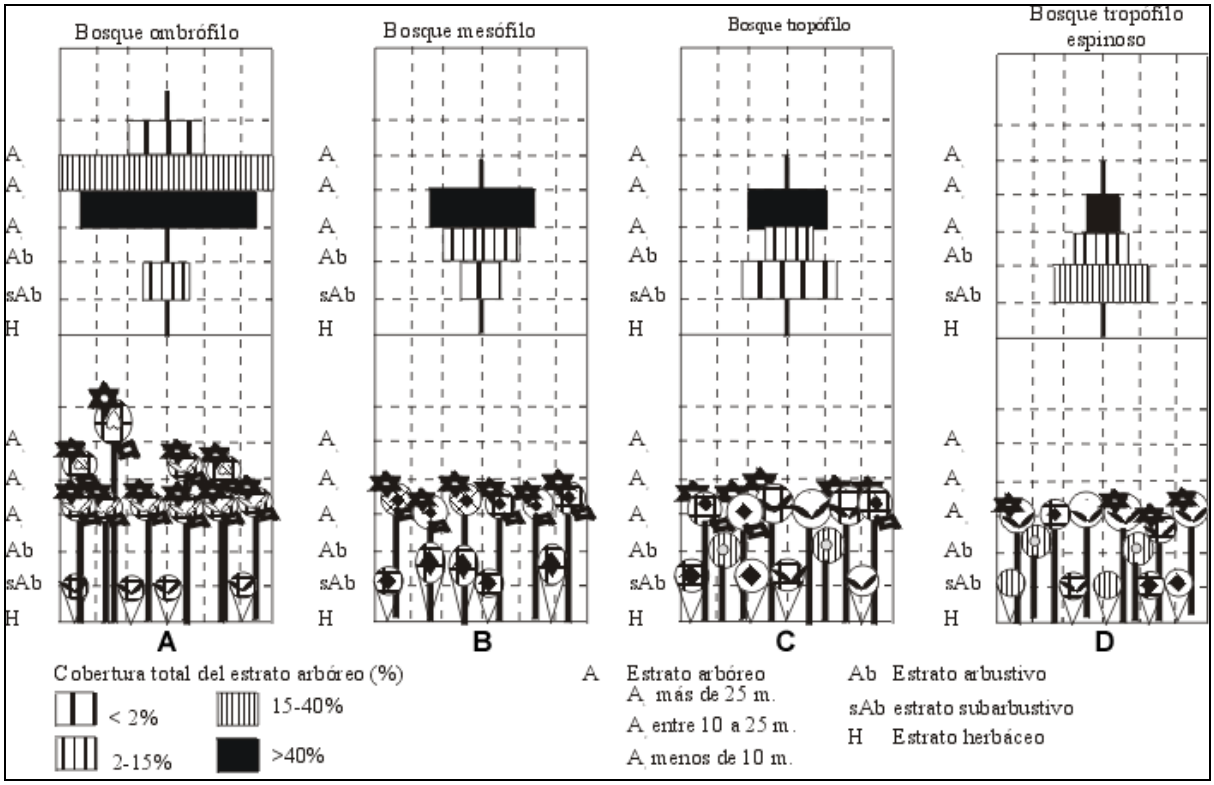


Figura 21. Esquemas de estructura de la vegetación, según los modelos de Dansereau (abajo) y Bertrand (arriba) para 4 *formaciones* de *bosque*: A) *bosque ombrófilo*; B) *bosque mesófilo*; C) *bosque tropófilo*; D) *bosque tropófilo* espinoso o *xerófilo* (según Cámara[72])

2.2. La sabana. Una formación del dominio tropical

2.2.1. Etimología, definición y diferentes significados de la "*sabana*": una palabra taína y un concepto polisémico

Quizá la primera reflexión sobre las *sabanas* debe hacerse observando una instantánea que podría considerarse típica, como la de la **Figura 22**. Las primeras referencias que utilizan el término "*sabana*", "*xabana*", "*habana*", "*zabana*" o "*çabana*", provienen de los cronistas de indias Gonzalo Fernández de Oviedo y Fray Bartolomé de las Casas, en referencia a lugares que visitaban en la isla de La Española. En el documento **Oviedo-Las Casas, crónicas escogidas** de *Ediciones de la Fundación Corripio* (Santo Domingo, 1988) se recogen la **Historia General y Natural de las Indias** del primero y **Apologética Historia** e **Historia de las Indias** del segundo. Oviedo la cita en el Capítulo V de su Libro V:

> "…(este nombre *sabana* se dice a la tierra que está sin arboledas, pero con mucha e alta hierba, o baja)"

También en el Capítulo VIII de su Libro VI, donde describe los yacimientos auríferos de La Española escribe:

[72] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

> "Llamaban *sabana* los indios, […], las vegas e cerros e costas de riberas si no tienen e a todo terreno que está sin ellos, con hierba o sin ella."

De Las Casas, refiriéndose a la provincia de "Higuey" en el Capítulo III del Libro Primero de su Apologética Historia escribe:

> "Esta provincia tiene dos partes, la una de llanos y campiñas, que los indios llamaban zabanas, de yerba, muy hermosas, como parte y fin de la Vega Real y grande, y duran diez y doce leguas algunas dellas, con algunas manchas de arboledas; la otra parte della es admirable esta manera: que al cabo de las zabanas o campiñas dichas comienzan unas peñas cuasi cortadas o tajadas,…"

El Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia, situando su origen en el Caribe, la define como:

> "Llanura, en especial si es muy dilatada, sin vegetación arbórea"

Figura 22. *Sabana* de los Candelones, Sierra de Bahoruco, SW dominicano. En primer plano un pie de *Calotropis procera* y al fondo algunos pies de *Prosopis juliflora*. El tapiz herbáceo es el *Panicum*, y alcanza los 30 cm. La separación entre los pies de *Prosopis* y *Calotropis* es tan grande que el resultado es fisonómicamente una *sabana herbácea.* (Foto: J. Martínez, febrero de 2001)

Tiene distintas derivaciones según el idioma: en inglés *savanna, savana* y *savannah*; en francés *savane*. El objeto, en otros lugares, se denomina de muy diversas formas: en África, *serengueti*, *tsavo*, *miombo*; en Brasil, *cerrado*, *caatinga*; en México, *mezquital*, *zacatal*, *chaparral*, *pastizal*, *espinal*; en Venezuela, *llanos*, *morichales*, *sabana*; en Paraguay, *pantanal*. Debe entenderse que el término *sabana* es de origen americano, exportándose primero a África, y posteriormente a la India y Australia, perdiendo su origen idiomático toda vez que en estas regiones es donde más se han desarrollado estudios desde finales de la 2da Guerra Mundial.

Birot (1962) **profundiza en el estudio de los ámbitos *tropicales* con estación seca y sitúa** potencialmente en ellas a la ***sabana* y el *bosque* seco**. La vegetación debe adaptarse a las grandes variaciones del contenido acuoso y la aparición de fenómenos de sequía estacional en el suelo (que como ya se ha dicho pueden ser importantes si las precipitaciones no exceden los 1,200 mm), siendo las soluciones adoptadas el *bosque* de hoja caduca o la *sabana*, *formación herbácea* continua salpicada de árboles más o menos *xerófilos*. Para justificar la presencia de la *sabana* en estos ámbitos, el autor explica que cuando se alarga la estación seca y el total anual de las lluvias se reduce, el manto freático desciende demasiado en los suelos espesos y permeables o en los suelos muelles, y los suelos delgados se desecan completamente. La supervivencia de un órgano vegetativo superficial se hace imposible. Es pues lógico encontrar una *formación herbácea* "análoga" a la pradera templada: la *sabana*.

Cámara[73] **caracteriza detenidamente la *sabana***, basado en su experiencia en República Dominicana, país en el que se encuentran los sitios de muestreo abordados en este trabajo. Entiende a la ***sabana*** como uno de los **medios naturales prototípicos de las regiones intertropicales**, sean estas ámbitos de áreas continentales (Africa, Asia, Australia, América) o dominios insulares (Grandes y Pequeñas Antillas, Bahamas, islas de Cabo Verde, Madagascar, etc).

En base a los **resultados de las múltiples reuniones** realizadas a nivel mundial, continental y local (otorgando mayor peso específico a la reunión en Yangambi de 1956), tomando como referencia su **origen etimológico**, atendiendo a sus **rasgos paisajísticos**, **dinámica** de las *formaciones vegetales*, **edaformorfogénesis** y **cuadro evolutivo** que presenta, la *sabana* ha sido definida por **Cámara**[74] como: "ecosistema *tropical* adaptado a una estacionalidad climática contrastada (húmedo-seco) a veces en condiciones extremas, protagonizado por gramíneas heliófilas, y a veces por árboles y arbustos de talla y proporción media, aunque variable".

Como se verá en el apartado dedicado al análisis de los *patrones* y *ecotonos* de *sabanas*, todos los casos tienen como común denominador los elementos aportados por la definición de **Cámara**. Sin embargo, las aportaciones del presente trabajo permiten establecer nuevos **elementos, tanto a nivel de procesos, como fisonómicos y evolutivos** que delimitan aun más este tipo de *formaciones* en República Dominicana.

Geógrafos, ecólogos y naturalistas han reconocido a la *sabana* desde hace ya más de 3 siglos: **Mungo Park** (1796), **Humboldt** (1798), **Barth** (1851), **Demangeot**[75], **Cole**[76] y **Young**[77]. Todos orientaron sus trabajos hacia las realidad que el medio les imponía.

---

[73] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[74] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[75] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

Cámara[78], remarca que, independientemente de este criterio, geográficamente **la *sabana* es un paisaje con una marcada polisemia** que deriva en múltiples aproximaciones. **Recoge los enfoques más destacados sobre el concepto de *sabana***:

- ☞ **Biogeográfico**. Trata a la *sabana* con un carácter corológico, taxonómico, fisionómico, evolutivo y fisiológico;
- ☞ **Ecológico**. Define sus propiedades a partir de ecosistemas y hábitats jerarquizados por la biocenosis y la dinámica del medio intertropical;
- ☞ **Climático**. Aborda a la *sabana* desde el clima *tropical* de estacionalidad contrastada, particularmente en la alternancia de los regímenes húmedo-seco[79];
- ☞ **Edafológico**. Se identifica a la *sabana* con suelos *tropicales* e *intrazonales* con déficit y superávit hídrico desde las lateritas ferruginosas a los suelos más o menos hidromorfos;
- ☞ **Geomorfológico**. La *sabana* aquí es vista como un sistema morfoclimático *tropical* de *bosques* húmedos y secos, con una evolución geomorfológica similar, sea derivada del ritmo de cambios climáticos húmedo-seco, o afectado por determinados procesos de antropización, pudiendo estar controlada por sistemas morfogenéticos de montaña, piedemonte, vertientes y fluvio lacustre, e incluso alcanzando el dominio litoral;
- ☞ **Hidrológico**. La *sabana* desde este enfoque se presenta gracias a un conjunto de caracteres procedentes de la dinámica del drenaje subsuperficial y superficial, que dan lugar a situaciones de déficit o superávit hídrico en los suelos y *formaciones superficiales* de la zona *tropical*, en los que, como se ha dicho, tiene un papel importante la evapotranspiración;
- ☞ **Geosistémico**. Hace referencia a la *sabana* desde el punto de vista del funcionamiento integral, donde el agua actúa como factor controlador y motor de la dinámica, inductor de peculiares *formaciones superficiales* (suelos entre ellas) y vegetación *herbácea* con o sin árboles y matorrales;
- ☞ **Paleoambiental**. Ve a la *sabana* como un conjunto de rasgos e indicadores de los cambios y variaciones en el medio natural *tropical* a lo largo del *Cuaternario*.

---

[76] Cole, M.: The Savannas: biogeography and geobotany, Academic Press, London, 1986

[77] Young, A.; Solbrig, O.T.: The World's Savannas. Economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use, Man and the Biosphere Series, UNESCO, New York, 1993

[78] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[79] De hecho, Köppen (1918) establece un tipo de clima *tropical* al que denomina "de sabana", por ser esta la formación típica de los ámbitos donde existía un clima de estacionalidad contrastada tipo *Aw*.

2.2.2. Principales sistemas de clasificación de las *sabanas*

La primera ocasión en la que la *sabana* aparece como una *formación vegetal* es en la clasificación de Brockman-Jerosch y Rübel[80], enriquecida posteriormente por Ellemberg y Müeller-Dombois[81]. En ella se asigna una clase particular a estas *formaciones*, aunque no se las trata como exclusivamente *tropicales*. Otras "clases" de su clasificación contienen *sabanas*, aunque no llevan el nombre explícitamente. La **Tabla 12** muestra las "clases" y "órdenes" que abarcan a las *sabanas*.

Tabla 12. Extracto de tipos de *sabanas* de la clasificación de *formaciones vegetales* de la Tierra según la clasificación de Brockman-Jerosch y Rübel[82] (en **Rubio**[83])

Clase	Orden	Descripción general
Durihersosa	Hiemiduriherbosa (*sabanas*)	*Formación tropical*, con presencia de tapiz herbáceo acomodado al ritmo estacional de las lluvias. Se llega a ellas mediante un aclareo progesivo de los árboles y arbustos, agrupándose en estos en espacios reducidos y dando lugar al "*bosque* parque". El herbazal está dominado por gramíneas vivaces y se desarrollan comenzada la estación húmeda. Hay ciperáceas y en menor proporción geofitas y terofitas que, junto a las gramíneas, compiten con los arbustos por el espacio. El suelo es un factor importante en la aparición de estas *formaciones*, tanto a nivel de su textura, como a su capacidad de acoger nutrientes. Las *formaciones superficiales*, tales como corazas, también condicionan su aparición. La fauna de vertebrados es rica cuantitiva y cualitativamente.
Hiemilignosa	Hiemifructiceta	Esta *formación* ha sido explicada en el apartado dedicado a los diferentes sistemas de clasificación de las *formaciones boscosas*. Se ha incluido también en este apartado toda vez que, según las descripciones fisonómicas y los carácteres climáticos aportados por Rübel, coincide con algunas *formaciones* de *sabana*. En el apartado anterior se ha señalado que es similar a las *caatingas* y los *cerrados*, y el matiz para calificar a una *sabana* como parte de la *Hiemifructiceta*, radica en una mayor o menor cobertura del estrato arbustivo. Sin embargo, estas *formaciones* (las *caatingas* y *cerrados*) tienden a formar las más de las veces *sabanas*. La descripción que aporta Rübel permite esta dualidad.

Previamente se ha comentado que **Beard**[84] es el primero en incluir a la *sabana* como una *formación* exclusivamente *tropical* en su clasificación de vegetación de América *tropical*. El nombre que utilizó para designar el tipo específico fue "savanna" (traducción al inglés de *sabana*"), aunque algunos de sus tipos de *bosque*, como el deciduous "seasonal forest" y el "thorn woodland" son considerados por ciertos autores como *sabana* hoy en día (Riou[85]). A continuación, en la **Tabla 13** se presentan aquellos tipos de su clasificación que pueden contener *sabanas*:

---

[80] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[81] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[82] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[83] Rubio Recio, J.M. et al: Geografía Física, Cátedra, Madrid, 1992

[84] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

[85] Riou, G.: L'herbe, l'arbre et l'homme en terres *tropicales*, Masson-Armand Collin, 1995

Tabla 13. Síntesis de *formaciones vegetales* de América *tropical* que pueden contener *sabanas* según **Beard**[86]

Denominación en inglés	Taducción literal al castellano	Ejemplo
Savanna	*Sabana*	**Figura 22**
Deciduos seasonal forest	*Bosque* deciduo, de hoja caduca	**Figura 19**
Thorn woodland	*Bosque* espinoso	**Figura 10**

Birot[87] no sólo considera a la *sabana* como una *formación vegetal tropical*, sino que también reconoce la existencia de un mosaico *bosque-sabana* condicionado por factores edafo-hidro-geomorfológicos. Para los fines del presente trabajo, su aportación constituye una verdadera fuente de resultados directos aprovechables. A continuación, la **Tabla 14**, muestra las distintas clases que pueden contener *sabanas*:

Tabla 14. Extracto de *formaciones* de *sabana*, según la clasificación de **Birot**[88]

Zona	Tipo	Descripción general
Zona cálida no árida	*Sabana herbácea*	Descrita implícitamente
	Sabana inundada	*Formaciones* sometidas a un encharcamiento o inundación periódica que enfrentan también períodos de desecación rápidos. Se apoyan sobre *formaciones superficiales* o suelos de drenaje deficiente, lo que, durante la estación, puede impedir la absorción del agua. El tapiz herbáceo es continuo y pueden existir pies de árboles de palmeras, formando un estrato arbóreo que puede ser más o menos denso.
	Sabana arbolada	Descrita implícitamente.
	Sabana espinosa	Se localizan sobre un substrato de granulometría fina y homogénea. Estos suelos son humedecidos regularmente durante 2 ó 3 meses al menos, no solamente por las lluvias locales, sino también por los aportes laterales. La humedad penetra hasta 20 a 50 cm y se agota rápidamente, tanto por evaporación, como por el aprovechamiento que hacen las raíces de las gramíneas. Las condiciones para el desarrollo del tapiz herbáceo son posibles, ya que existe un plano de discontinuidad debajo sobremontado por un suelo relativamente permeable que acumula cierta reserva. Pero aun así, el agua es escasa. Los árboles que se adaptan a estas condiciones son generalmente Leguminosas, del genero *Acacia*. Son las *caatingas* de Brásil. Ver **Figura 23**
	Bosques claros	Al igual que ocurre con la *Hiemifructiceta* de Rübel, esta *formación* ya ha sido explicada en el apartado dedicado a los diferentes sistemas de clasificación de las *formaciones boscosas*. La descripción que aporta Birot permite esta dualidad, ya que en República Dominicana existen *formaciones boscosas* que admiten esta descripción, así como *sabanas* que encajan perfectamente. En la tabla de equivalencias se le ha colocado su correspondiente tipo de *sabana* según la clasificación aportada
	Bosque-matorral con espinas y plantas suculentas	Mismo caso de los "*bosques* claros"

Ya se ha comentado en el apartado dedicado a los *bosques*, la clasificación de Müller[89] que considera por igual las aportaciones que puede hacer la zoogeografía en una clasificación tipológica, constituyéndose así en la primera síntesis que incluía a los dos reinos más grandes. De los 9 biomas, sólo uno corresponde a *sabanas*; la **Tabla 15** sintetiza su aportación:

[86] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

[87] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[88] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[89] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

Tabla 15. Síntesis de "biomas" relativos a *sabanas*, existentes en América *tropical*, según **Müller**[90]

Bioma	Descripción	
de *sabana*	*Sabana* húmeda y *campos cerrados*	Con 3 a 4.5 meses áridos al año. Las precipitaciones alcanzan todavía más de 1200 mm anuales. Durante la estación de las lluvias el suelo está totalmente cubierto por la vegetación. La proporción de árboles "ininflamables" y de plantas pirófitas es alta. Estas plantas alcanzan una altura de entre 6 y 12 metros por término medio y son de color verde, de hojas grandes y de corteza gruesa. Los *bosques* de galena que se dan en las *sabanas* húmedas no son afectados por los incendios forestales.
	Sabana árida	Con 6 a 7 meses áridos al año. En la *sabana* árida las precipitaciones son sólo de entre 500 y 1100 mm anuales. Los autores antiguos hablaban de ciertos tipos de *sabana* árida como de estepas de parque, por la cubierta arbórea dispersa que tienen. La hierba alcanza entre uno y dos metros de altura y consiste en matas separadas y de hojas duras que no forman ya una capa continua. Los árboles faltan a veces por completo en la *sabana* árida, pero cuando existen tienen una altura de entre 5 y 10 metros y pertenecen, por su crecimiento, al tipo de los de *bosque* árido deciduo. No crecen las en la *sabana* árida (ver **Figura 22)**
	Sabana espinosa	Con 8 a 9.5 meses áridos al año. En la *sabana* de espinos (estepa de espinos) las precipitaciones son sólo de entre 200 y 700 mm anuales. La capa de hierba tiene sólo entre 30 y 60 cm de altura, lo que concuerda con la larga estación seca (de 8 a 10 meses). Los arbustos espinosos, tales como acacias y mimosas son el elemento vegetal predominante. Aparecen árboles con asimilación a través de la corteza y tallos suculentos, tales como el baobab *(Adansonia digitata)* y el árbol botella *(Adenia globosa).* (ver **Figura 23**)

Figura 23. *Sabana herbácea* espinosa (según Müller[91]). El estrato herbáceo está dominado por gramíneas amacolladas que forman un tapiz discontinuo[92]. Nótese la poca cobertura del estrato arbóreo (cuando existe), básicamente dominado por suculentas o espinosas. (Foto, R. Cámara, febrero de 2001)

Aplicando diagramas climáticos, como ya se ha comentado en el apartado dedicado a los *bosques*, **Walter**[93] clasifica las "zonas" del globo, en la que incluye a las *sabanas* como una *formación* de la zona *tropical* con lluvias estivales. Su aportación se resume en la **Tabla 16**:

[90] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

[91] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

[92] En el epígrafe dedicado al comentario sobre las definiciones y clasificaciones de sabanas, se hace referencia a la idoneidad de considerar las formaciones de tapiz herbáceo discontinuo con gramíneas amacolladas como sabanas.

[93] Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

Tabla 16. Extracto de los tipos de *formaciones* de *sabanas* con presencia en las zonas de la *tropicales* con lluvias estivales, según **Walter**[94]

Zona	Tipo	Descripción general
tropical con lluvias estivales	*Sabanas* condicionadas por el clima	Se trata de *formaciones vegetales* cuyo desarrollo está condicionado meramente por factores climáticos. Diferencia entre pradera (*sabana herbácea*), *sabana* propiamente (*sabana arbolada*) y paisajes en parque (*sabana boscosa*). Rechaza la utilización del término estepa en los trópicos. Las gramíneas tienen un sistema radicular intensivo mientras que las leñosas lo tienen extensivo.
	Los Llanos del Orinoco y los *Campos cerrados*	Establece una categoría para estas *formaciones vegetales* de Sudamérica. Explica su distribución en base al papel del suelo y las *formaciones superficiales* al constituir reservas subsuperficiales de agua. Así, este autor explica la distribución de los Llanos en función de las reservas que se acumulan sobre y por debajo de los "arrecifes", que no son más que costras ferruginosas, por lo que para él, las *sabanas* de Los Llanos son naturales (ver **Figura 24**). Las raíces del arbolado llega a atravesar la costra, pues ésta ocasionalmente presenta "canalículos", y encuentran más reservas en las rocas o suelos subyacentes, mientras que el estrato herbáceo de gramíneas se desarrolla perfectamente sobre los despósitos aluviales que sellan el arrecife. Donde falta el depósito aluvial no hay estrato herbáceo o es pobre, mientras que el estrato arbóreo (sólo existe cuando las raíces son capaces de atravesar la costra, aunque a veces puede faltar si no ocurre este fenómeno) se vuelve muy abierto, incluso llega a ser arbustivo. Puede llegar a desarrollarse *bosque* cuando existen espacios desprovisto de la costra, o se encuentra muy profunda. De esta forma, el *bosque* es un reflejo de la distribución del arrecife, que constituye un factor favorable a la reserva hídrica, aunque desafavorable a la presencia de nutrientes. Lo mismo ocurre en el "*cerrado*", que debe su desarrollo a la falta de nutrientes de la arena blancas subproducto de la erosión de las areniscas.
	Pradera *tropical* sobre suelo de humedad variable y en terreno de inundación	Por condicionantes edáficos, donde el suelo presenta una humedad variable, se desarrollan praderas (*sabanas herbáceas*), cuyas especie dominante son gramíneas capaces de soportar los pasos de excesivo excedente a excesivo déficit. También pueden desarrollarse algunas palmas capaces de soportar este régimen, como la *Copernicia tectorum*, conformándose así los "palmares". Por otra parte, en sectores donde lo que domina es un régimen de excedente hídrico, se conforman las "praderas", que pueden ser de tres tipos en África oriental: praderas de la vertiente hidrográfica entre el océano Índico y el Atlántico en cabeceras de río denominadas "dambos"; las praderas en depresiones con suelo negro, rico en Na, denominadas "mbuga"; y las praderas inundadas durante las crecidas de los ríos y lagos.
	Zonas pantanosas *tropicales*	En los sectores llanos de la zona intertropical donde la precipitación es elevada y la evapotranspiración potencial es relativamente pequeña, se produce el fenómeno del encharcamiento permanente, donde pueden desarrollarse gramíneas *Vossia* y *Papyrus*. Son zonas típicamente pantanosas, cuyos máximos representantes son las desembocaduras fluviales.

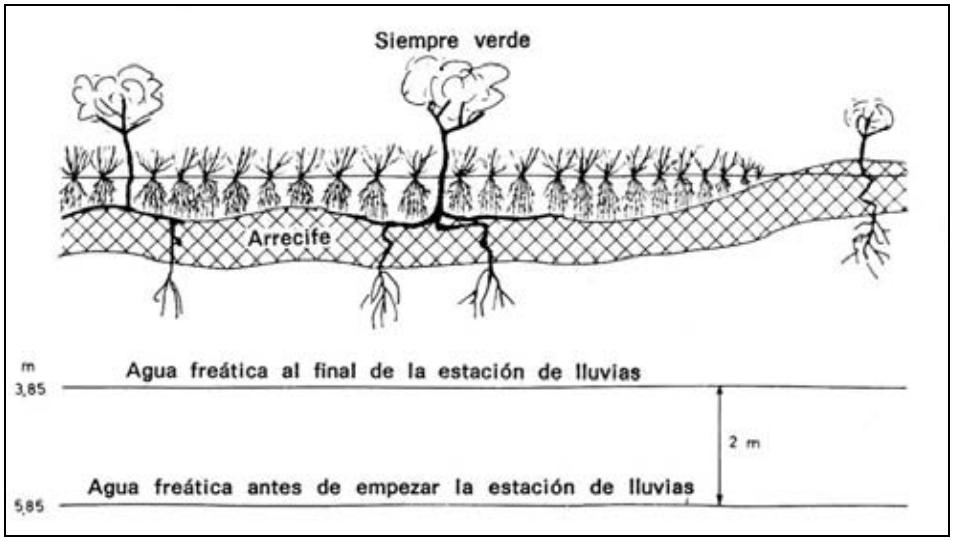


Figura 24. Esquema de la interpretación de las relaciones en los Llanos del Orinoco (según Walter[95])

[94] Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

[95] Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

Demangeot[96], al igual que lo hace con el *bosque*, desarrolla una clasificación basada en aspectos evolutivos, como ecológicos, geomorfo-edafológicos y climáticos. Por ello agrupa a las *sabanas* en dos grandes conjuntos: *formaciones primarias* y *secundarias*. Las *formaciones primarias* pueden ser del tipo: *climácica*, *edáfica*, *relicta*. Las *formaciones secundarias* pueder ser el resultado de: la sabanización, el aclareo de los *bosques* o el mantenimiento de las *sabanas primarias*. Como puede observarse, el factor humano resulta para él de gran relevancia. A continuación se sintetiza esta clasificación en la **Tabla 17**:

Tabla 17. Síntesis de la clasificación evolutiva de *sabanas* de **Demangeot**[97]

Tipo	Sub-tipo	Características
Sabanas primarias[98]	*Sabanas climácicas*	Se atribuye este calificativo a las *sabanas* que están en equilibrio, o mejor dicho, estables en el ámbito bioclimático en el que hoy se encuentran. Son escasas, pero las hay
	Sabanas edáficas	Todo suelo *tropical* desfavorable al *bosque* está predispuesto a ser cubierto por una *sabana*. La prueba más clara es que, en un mismo clima, dos espacios con suelos diferenciados están ocupados por un *bosque* y una *sabana* respectivamente. Un caso típico sería la *sabana* de Bahía de las Aguilas en el Parque Nacional Jaragua (República Dominicana). Esta *formación* es *primaria* y se apoya sobre un depósito lumaquelas. Por encima de este depósito se encuentran plataformas de abrasión y superficies de erosión dominadas por lapiaces y cubiertas de un *bosque tropo-xerófilo*. La **Figura 25** ilustra este ejemplo
	Sabanas relictas	Son un caso particular de las *sabanas primarias*, e incluya a todas aquellas que se han adaptado a condiciones climáticas pasadas que han desaparecido, y estas sobreviven en desequilibrio bajo el clima actual. Es el caso de las grandes islas de *sabana* dispersa en la selva amazónica
Sabanas secundarias	*Sabanización*	Ocasional o regularmente, gracias a las actividades humanas, el fuego quema extensiones de nosque, respetando algunos espacios involuntariamente o respetando voluntariamente, otros que se convierten en *regugio*. Esto produce una *sabana* con vegetación pirófila
	Aclareo de los *bosques*	Proceso en el cual interviene la antropización directamente para la recolección de unos determinados productos del *bosque*, utilizando fuego o no, obteniéndose como resultado una *sabana secundaria* peculiar. Este proceso se lleva a cabo de dos formas distintas: - **Aclareo agrícola.** Se mata el soto-*bosque* y luego se le prende fuego. Los grandes árboles se encienden. Se retiran los restos, los maderables se aprovechan o se hace carbón. Es la agricultura de roza o de tumba y quema. - **Bûcheronnage (leñería y carboneo)**. Desmonte selectivo de maderas preciosas para carpintería, o leña para fuego o desmonte moderno de maderas para la industria del papel
	Mantenimiento de *sabanas primarias*	Mediante el uso de fuego se mantienen *sabanas primarias* o brousse que pudieran estar en fase de ser absorbidas por el *bosque*, lo cual puede conllevar a la sabanización definitiva

[96] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[97] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[98] Según Demangeot (1976), las sabanas *primarias* existen desde mucho antes que la intervención antrópica las favoreciera. Lo demuestran los registros de costras previas a su existencia que suponen la existencia de una cobertura de sabana como única *formación vegetal* capaz de adaptarse a las condiciones hídricas y bioclimáticas que ellas imponen. De todas formas, hay diversos tipos de sabanas *primarias*:

Figura 25. Bahía de las Aguilas, fotografiada desde la carretera que pasa por el poblado de La Cueva. Vista hacia el S. *Sabana herbácea* de *Leptochloopsis virgata* sobre lumaquela en frente; hacia el E se observa el conjunto de la paleo-plataforma de abrasión (en primer plano, a la izquierda se observa un sector) y las superficies de erosión (detrás, hacia la izquierda). La pista pasa sobre la *sabana herbácea*; hacia el W de la pista se observa una *sabana arbolada* con *Guaiacum officinale* (Foto: J. Martínez, junio de 1996)

Sin duda, la clasificación de *sabanas* planteada por Demangeot está más directamente relacionada con factores evolutivos, y una aportación destacada radica en el concepto de "reversibilidad de la transformación" de la *sabana*. Al hilo de esto último, la inclusión de la antropización como un factor que favorece la aparición o desaparición de las *sabanas*, resulta fundamental. Una síntesis de esta reflexión se presenta en la **Tabla 18**.

Tabla 18. Sabanización y quema de las brousse (según Demangeot[99])

Sabanas		**Quemas escasas**	**Quemas frecuentes**
Primarias	*climácicas*	*Sabanas* irreversibles	
	relictas	*Sabanas* reversibles	
Secundarias	de *bosque* climácico		
	de *bosque relicto*		

Bourlière[100] diferencia fisonómicamente 4 tipos: savanna grassland, campo limpio o *sabana* de pastizal; wooded savanna, *campo cerrado*, *caatinga* o *sabana cerrada*; savanna woodland, *cerrado* o *sabana boscosas*; savanna parkland o *sabana* parqueada.

[99] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

[100] Bourlière, F.: *Tropical* savannas. Ecosystems of the World, Elsevier, Paris, 1983

Johnson y **Tothill**[101] presentan un modelo tridimensional de factores que condicionan a las *sabanas*. Los factores considerados son: pluviometría, relación agua suelo y textura del suelo. El diagrama que representa este modelo puede ser observado en la **Figura 26**. De este modelo se desprenden las *formaciones* de *sabanas* que se presenta a continuación en la **Tabla 19**:

Tabla 19. Clasificación de *sabanas* según **Johnson y Tothill**[102]

Nombre inglés	Traducción literal	Características según el diagrama tri-factorial
swamp savanna	*sabana* encharcada	Humedad del suelo alta, precipitación alta-media, suelo arcilloso
wet savanna	*sabana* húmeda	Humedad del suelo alta-media, precipitación alta, suelo arcilloso-limoso
savanna woodland	*sabana-bosque*	Humedad del suelo baja-media, precipitación media-alta, suelo arcilloso
savanna parkland	*sabana*-parque	Humedad del suelo alta-media, precipitación media-alta, suelo limoso-arcilloso
savanna grassland	*sabana herbácea*	Humedad del suelo alta, precipitación media, suelo arcilloso
low tree and shrub savanna	*sabanas* con árboles bajos y arbustos	Humedad del suelo baja, precipitación baja, suelo arenoso-limoso

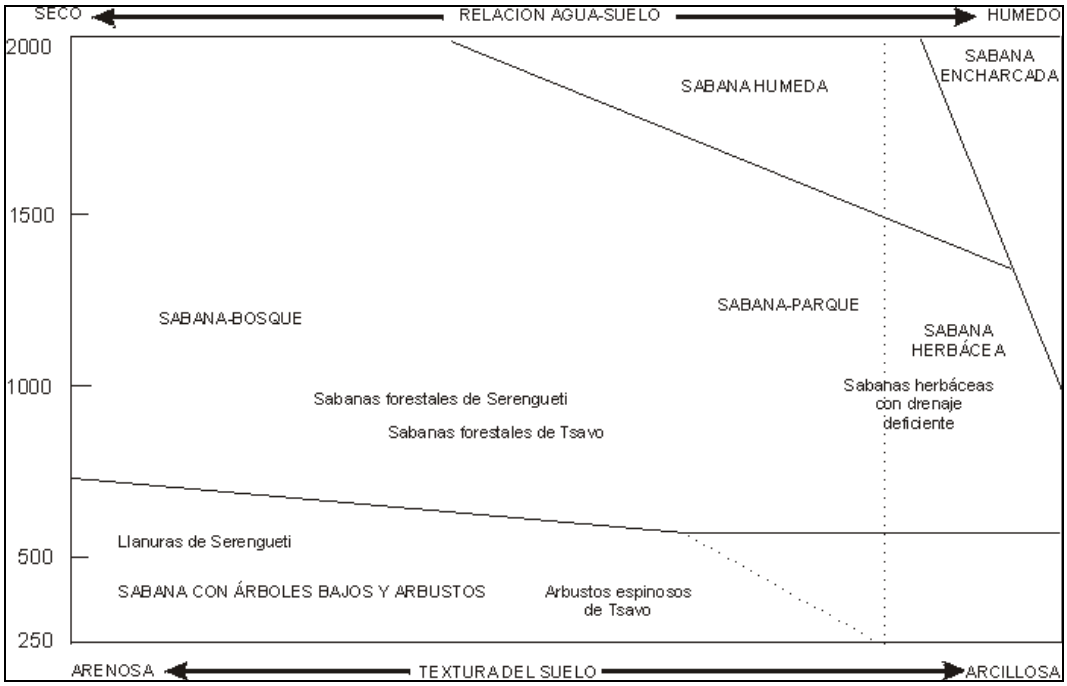


Figura 26. Modelo conceptual tridimensional para las *sabanas* de **R.W**. **Johnson** y **J. C. Tothill**[103] (modificado a partir de **Cámara**[104]; en **Walker**[105])

[101] Johnson, R.W.; Tothill, J.C.: Definitions and broad geographic outline of savanna lands. Ecology and management of the world's savannas, Australian Academic of Sciences, Camberra, 1985

[102] Johnson, R.W.; Tothill, J.C.: Definitions and broad geographic outline of savanna lands. Ecology and management of the world's savannas, Australian Academic of Sciences, Camberra, 1985

[103] Johnson, R.W.; Tothill, J.C.: Definitions and broad geographic outline of savanna lands. Ecology and management of the world's savannas, Australian Academic of Sciences, Camberra, 1985

[104] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[105] Walker, B.H.: Determinants of *tropical* savannas, IUBS Monograph Series 3, 1987, 156 págs

Por otra parte, los trabajos iniciales de **Goldstein**, **Menaut** y **Noble**[106] ofrecen una clasificación de **árboles de *sabanas*** de Sudamérica que resulta interesante incorporar en esta revisión de clasificaciones de *sabanas*, toda vez que emplea variables poco usuales. Su aportación se basa en un diagrama bifactorial cuyas variables son humedad y nutrientes disponibles para las plantas (PAM: *plant available moisture*; PAN: *plant available nutrients*, respectivamente). El resultado es una clasificación fenológica y fisonómica de árboles que se muestra en la **Figura 27**.

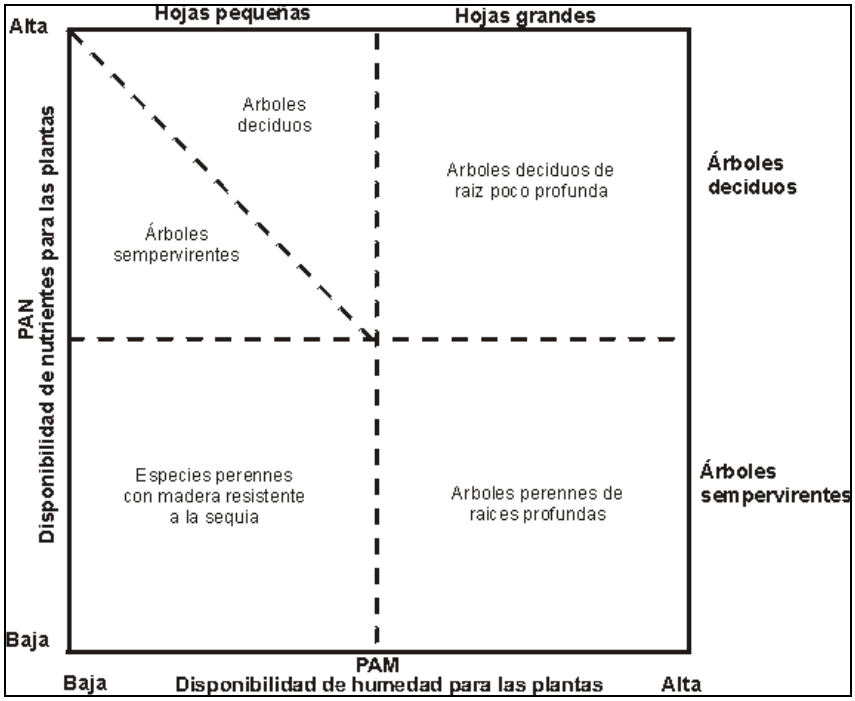


Figura 27. Clasificación feonológica y fisonómica de árboles de *sabana* de Sudamérica en ejes PAM/PAN (**Goldstein**, **Menaut** y **Noble**[107] en **Stott**[108]). Los nombres de los tipos de árboles han sido traducidos literalmente (modificado a partir de **Stott**[109])

[106] Goldstein, G.; Menaut, J-C.; Noble, I.: Exploratory research, en Walker, B-H.; Menaut, J-C. (ed): Research procedure and experimental design for savanna ecology and management, RSSD publication, Melbourne, 1988

[107] Goldstein, G.; Menaut, J-C.; Noble, I.: Exploratory research, en Walker, B-H.; Menaut, J-C. (ed): Research procedure and experimental design for savanna ecology and management, RSSD publication, Melbourne, 1988, en Stott, P.: Recent trends in the ecology and management of the World's savannas formations, Progress in Physical Geography, 15, 1, 1991

[108] Stott, P.: Recent trends in the ecology and management of the World's savannas formations, Progress in Physical Geography, 15, 1, 1991

[109] Stott, P.: Recent trends in the ecology and management of the World's savannas formations, Progress in Physical Geography, 15, 1, 1991

Trabajos posteriores de estos 3 autores, co-elaborados por **Frost**[110], (en **Stott**[111]) aportan una clasificación depurada de *sabanas* basada en los mismos factores de la clasificación inicial de árboles: PAM/PAN. La **Figura 28** muestra el diagrama PAM/AN aplicado a *sabanas*; la **Tabla 20** resume las relaciones PAM/PAN posibles y los resultados que estas generan:

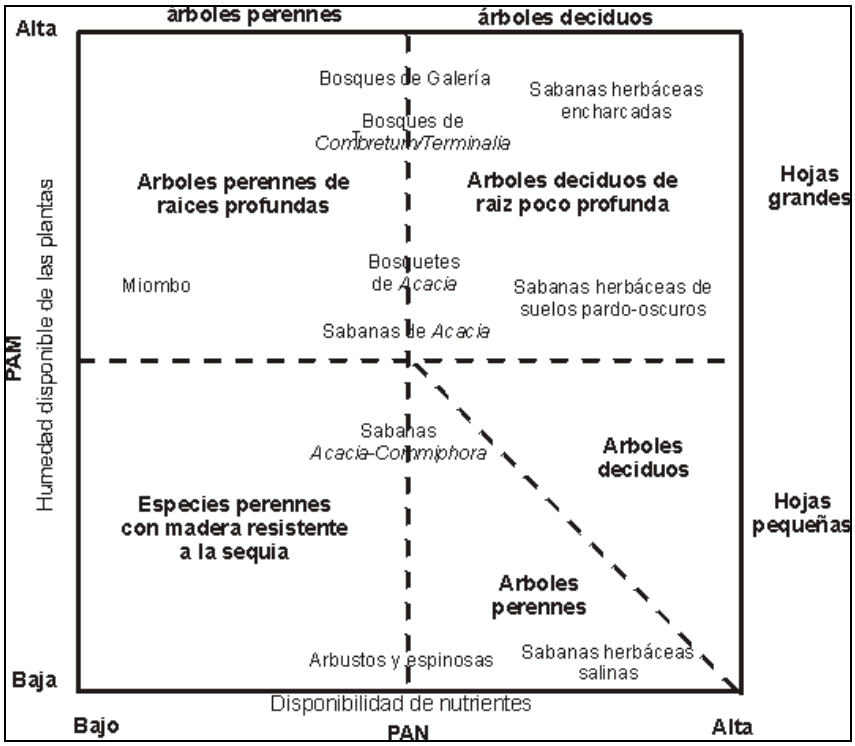


Figura 28. Modelo funcional en el que se relaciona la disponibilidad de humedad de las plantas (PAM) y la disponibilidad de nutrientes (PAN). Se han situado las tipologías de *sabanas* de Africa del Este (tomado de **Cámara**[112]: en **Frost**[113], modificado a partir de **Walker**[114])

[110] Frost, P.; Medina, E.; Menaut, J.C.; Solbrig, O.; Swift, M.; Walker, M.B.: Responses of savannas to stress and disturbance. A proposal for a colaborative Programme of Research. Biology International, Special Issue-10. IUBS, Paris, 1986

[111] Stott, P.: Recent trends in the ecology and management of the World's savannas formations, Progress in Physical Geography, 15, 1, 1991

[112] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[113] Frost, P.; Medina, E.; Menaut, J.C.; Solbrig, O.; Swift, M.; Walker, M.B.: Responses of savannas to stress and disturbance. A proposal for a colaborative Programme of Research. Biology International, Special Issue-10. IUBS, Paris, 1986

[114] Walker, B.H.: Determinants of *tropical* savannas, IUBS Monograph Series 3, 1987, 156 págs

Tabla 20. Clasificación de *sabanas* de África del Este según **Frost**[115], aplicando las posibles combinaciones del modelo PAM/PAN

Tipo de *sabana*	PAN/PAM
Miombo	PAN bajo/PAM medio alto
Sabanas herbáceas encharcadas	PAN alto/PAM alto
Sabanas herbáceas salinas	PAN alto/PAM bajo
Sabanas de *Acacia*	PAN medio/PAM medio alto
Sabanas de *Acacia-Commiphora*	PAN medio/PAM medio bajo
Sabanas herbáceas en suelo pardo oscuro	PAN alto/PAM medio alta

Furley[116], presenta una clasificación de *sabanas* ligada a la interacción entre la duración del stress hídrico y la precitipitación total anual. Ya en el apartado dedicado a los *bosque tropicales* se ha expuesto el modelo de este autor, sin hacer referencias al componente *sabanas*. De este modelo cabe señalar que, al igual que otros autores, el parámetro delimitador entre el *bosque* seco o *tropo-xerófilo* o brousse y la *sabana tropófila* es ambigua, lo cual se evidencia en esa delimitación diagonalmente trazada en el matorral espinoso que divide en dos *subformaciones* a esta *formación* (**Figura 29**).

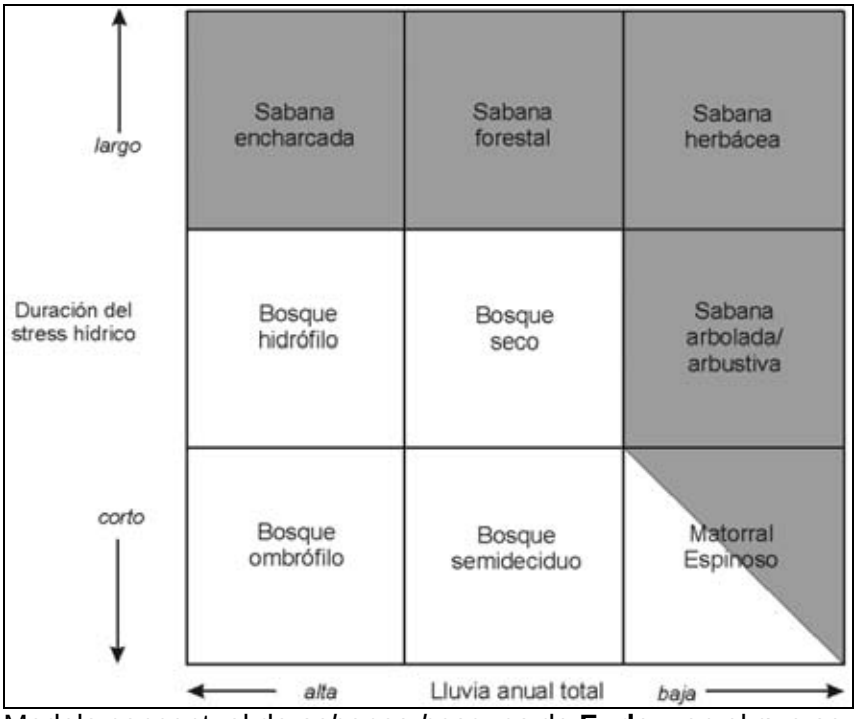


Figura 29. Modelo conceptual de *sabanas-bosques* de **Furley**, en el que se relaciona el stress hídrico con el total de precipitación anual. Se desea resaltar la clasificación de *sabanas*. Los nombres de todas las *formaciones* han sido traducidos literalmente (modificado a partir de **Furley**[117])

[115] Frost, P.; Medina, E.; Menaut, J.C.; Solbrig, O.; Swift, M.; Walker, M.B.: Responses of savannas to stress and disturbance. A proposal for a colaborative Programme of Research. Biology International, Special Issue-10. IUBS, Paris, 1986

[116] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

[117] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

La **Tabla 21** resume las características que cumple cada una de las *formaciones* de *sabana* del modelo, en función de los 2 factores considerados por el autor que son: lluvia total anual y duración del stress hídrico:

Tabla 21. Clasificación de *sabanas* según **Furley**[118], aplicando las posibles combinaciones de duración de stress hídrico/precipitación

Denominación en inglés	Tipo de *sabana*	Relación duración stress hídrico/precipitación
Flooded savanna	*Sabana* encharcada/inundada	Stress durable/Pluviometría alta
Savanna woodland	*Sabana forestal*	Stress durable/Pluviometría media
Grass savanna	*Sabana herbácea*	Stress durable/Pluviometría baja
Tree/shrub savanna	*Sabana arboladalarbustiva*	Stress medio/Pluviometría baja
Scrub	Matorral (espinoso)	Stress corto/Pluviometría baja

Cámara[119] propone dos tipologías para el ordenamiento de las *sabanas*:

- **Clasificación paisajística**, basada en tres aspectos geoecológicos: la *formación vegetal*, el tipo de sustrato y *formaciones superficiales* asociadas al mismo y por último el ritmo de las condiciones hídricas. Atendiendo a estos factores las *sabanas* se ordenan en torno a dos grandes grupos:
  - **Las que se derivan de la relación vegetación-litología-*formaciones superficiales***: aquí se incluyen los siguientes: paisajes de *formaciones vegetales* constituidos por *herbáceas* de gramíneas; paisajes con palmera o palmas diversas; paisajes abiertos arbolados con o sin matorral; *formaciones* forestales de sociabilidad media y alta; grupos de vegetación relacionados con el escalonamiento bioclimático.
  - **Las que se ordenan en función del excedente hídrico, sequía y recargo estacional**: aquí se encuentran las siguientes familias: *sabanas* con excedente hídrico, pudiendo presentar encharcamiento; *sabanas* sin excedente pero con recargo de humedad; *sabanas* sin recargo y sin sequía estacional; *sabanas* con sequía estacional y sin recargo.
- **Clasificación ecodinámica**, en la que recurre a los caracteres de las *formaciones vegetales* y el ritmo hidrológico que afecta a las *sabanas*, estableciendo una tipología basada fundamentalmente a 4 factores específicos. Realiza una síntesis de las principales *sabanas* del continente americano entre las latitudes 23ºN y los 26ºS, sin entender estos paralelos como una frontera rígida. Su clasificación aplica para todas las *sabanas* americanas. Basado en esta clasificación, a continuación, la **Figura 30** muestra la distribución ecológica mediante un diagrama tetrafactorial de las *sabanas* dominicanas, el cual es

[118] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

[119] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

extrapolable a América *tropical*. La **Tabla 22** presenta, de forma sintética, los tipos y subtipos con indicación resumida de sus manifestaciones geo-ecológicas e hídricas principales, así como su representación, en República Dominicana.

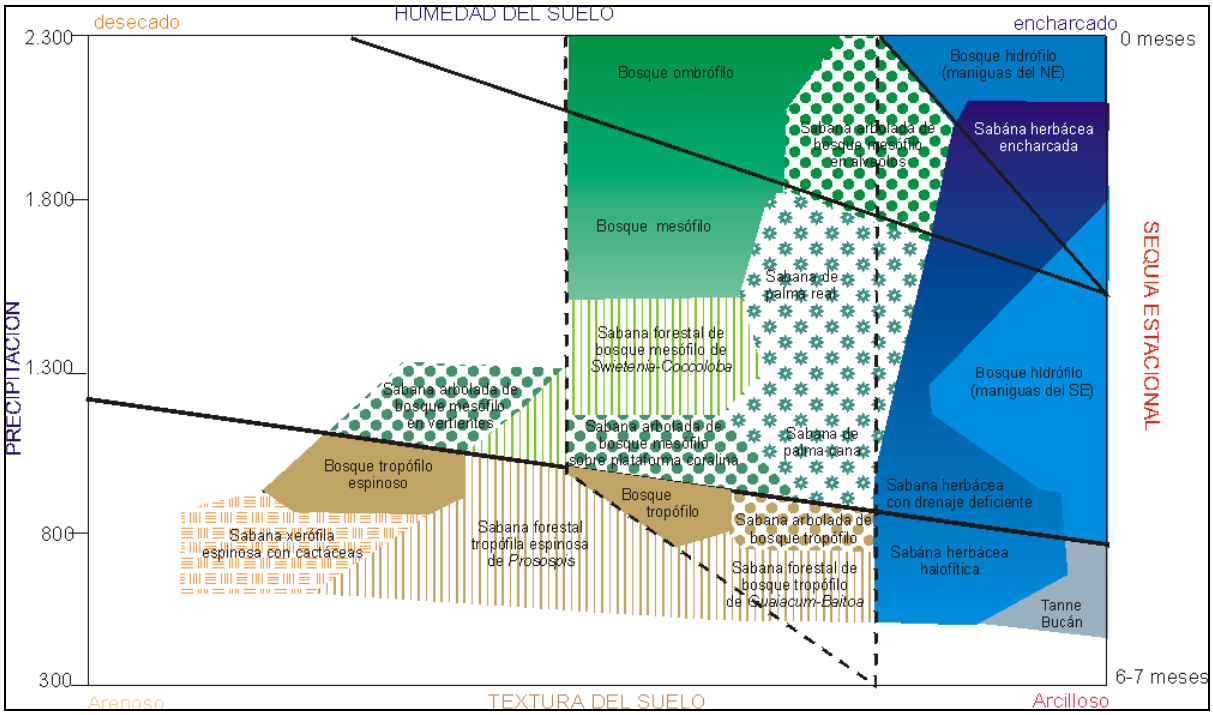


Figura 30. Distribución ecológica de las *formaciones vegetales* dominicanas, incluidas las *sabanas*, en función de cuatro factores: humedad edáfica, sequía estacional, textura del suelo y precipitación. Una diagonal central desde las menores precipitaciones en texturas arenosas a situaciones de encharcamiento sin sequía estacional, situa a los *bosques* y *sabanas forestales*. Las *sabanas arboladas* quedan a los lados de estas *formaciones* y las *herbáceas* en el extremo derecho del diagrama, en situaciones de encharcamiento y con texturas arcillosas pero en diferentes situaciones de sequía estacional (elaborado por **Cámara**[120] a partir del modelo de **Johnson** y **Tothill**[121], diciembre de 1997)

[120] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[121] Johnson, R.W.; Tothill, J.C.: Definitions and broad geographic outline of savanna lands. Ecology and management of the world's savannas, Australian Academic of Sciences, Camberra, 1985

Tabla 22. Síntesis de la clasificación ecodinámica de *sabanas* americanas, con aplicación a República Dominicana (según Cámara[122])
(T=temperatura en ºC; P=precipitación en mm; IBR=intensidad bioclimático real en UBC; D=déficit en mm; S=sobrante en mm; Se=meses sequía)

***Sabanas* americanas y dominicanas**					***Sabanas* dominicanas**						
					Subtipo dominicano	**Parám. termo-pluvio-hídricos y bioclimáticos**					
Tipo	*Fisonomía*	*Formaciones superficiales*	*Subtipo*			*T*	*P*	*IBR*	*D*	*S*	*Se*
Herbácea	Tapiz herbáceo continuo o discontinuo de altura variable, aunque el grado está en discusión	Drenaje deficiente o impedido; Drenaje suficiente	de *Cyperus sp., Imperata sp.* y *Panicum elephantipes* y *P. tereum*		mismo subtipo	25-27	1,700-2,300	42.59	50	500-700	0
			de *Panicum sp.*, *Paspalum sp.*, *Sporobolus sp.*, *Chamaesyce sp.*		mismo subtipo	26-28	600-800	7-16	>600 y 800	0	1-5
			de *Imperata sp.*, *Sporobolus sp.*, *Panicum sp.*, *Paspalum sp.* y *Cyperus sp.*		con *Batis sp.* (bucán)	26.77	1,050	18.75	1,050	0	1
					con *Imperata sp.* (maniguas)	25-27	2000	42.59	<50	600	0
			de *Sesuvium sp.*, *Salicornia sp.* y *Sporobolus sp.*		mismo subtipo	28	553	6	>553	0	5
De palmas	*Arboladas* con tapiz herbáceo en las que la especie arbórea dominante es la palma	Drenaje deficiente o impedido	con *Euterpe so., Mauritia flexuosa*, *Guillielma sp.*		no reportada						
			con *Mauritia cerifera*, *Butia sp.*, *Roysthonea hispaniolana* y *R. regia*		de *R. hispaniolana*	26	1,400-1,900	40	120-180	260-300	0
			con *Sabal domingensis*, *Mauritia vinifera*, *Copernicia australis*, *Sabal mexicana*, *Brahea dulcis* y *Orbignya cohume*		de *S. domingensis*, *Coccothrinax sp*. y *Euterpe sp.*	26	1,000	24	615	0	0
Arboladas	*Arboladas* con tapiz herbáceo uniforme, ocasionalmente con predominio de arbustivas	Litomargas de zócalo; Vertientes Terrazas fluviales; Limo-arenas; Alteritas de zócalo; Plataformas coralinas	de *bosques mesófilos*	con *Panicum sp.* y *Cyperus sp.* sobre litomargas	mismo subtipo	25.5	2,100-2,200	40.84	<10	600-700	0
				con *Setaria sp.*, *Sporobolus sp.*, *Andropogon sp.*, y *Sida sp.* y *Abutilon sp.* sobre vertientes	mismo subtipo	25	1,250	35.4	200	0	0
				con *Andropogon sp.*, *Setaria sp.* y *Sporobolus sp.* sobre plataformas coralinas	mismo subtipo	27	1,200	28	400	0	0
			de *bosque tropófilo*	con *Andropogon sp.* en piedemontes, vertientes y terrazas fluviales con déficit hídrico	+ *Panicum sp*., *Sporobolus sp.* y *Paspalum sp.*	27-28	800	10	>800	0	5
			espinosas con cactáceas *Andropogon sp.*, *Setaria sp.* y *Sporobolus sp.*	sobre sustrato limo-arenoso	mismo subtipo	27	650	12	>650	0	2-4
				sobre alteritas, zócalo cristalino y metamórfico	no reportada						
				sobre plataformas coralinas	no reportada						
Forestales	La cobertura forestal domina, aunque las copas de los árboles no llegan a cerrarse, permitiendo el tapiz herbáceo.	Alteritas sobre zócalo; Alteritas areniscas calcáreas	con déficit hídrico por condicionamiento kársitco		de *Swietenia-Coccoloba*	25-27	800-2,000	16-39	800	524	0
			con déficit hídrico derivado de procesos climato-geomorfológico sobre sustrato de zócalo cristalino-metamórfico								
			con déficit hídrico por condicionante climato-geomorfológico sobre sustrato de alteritas de areniscas calcáreas		de *Guaiacum-Baitoa*	26.5	672	14	>672	0	2
			con déficit hídrico por condicionante climato-geomorfológico con *Prosopis*		de *Prosospis juliflora*	27	600-800	13	>700	0	2-5

[122] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

Sin embargo, aún aplicando cualquiera de los sistemas de clasificación vistos, ya sea de *bosque* o *sabana*, surgirán muchos casos que no podrán ser resueltos con una simple designación. Como ejemplo se retoma el caso antes mostrado en la **Figura 10**: el Parque Nacional Jaragua. Situado en el SW de la República Dominicana, un karst con escasos o nulos perfiles de suelos, dominado por un lapiaz en casi toda su extensión y cuyas condiciones bioclimáticas son tropo-*xerofilia* (precipitación alrededor de los 550 mm anuales), y que está cubierto por un *bosque tropo-xerófilo zonal*. Bioclimáticamente, se trata de un espacio muy parecido al de las *sabanas* sudanesas. ¿Por qué no domina aquí una *sabana*?, ¿Se trata de un juego evolutivo?, o ¿o se trata del *bosque tropo-xerófilo zonal*?, o ¿la no existencia de *formaciones superficiales* dificulta la expansión de la *sabana*?

Cada caso que se plantee tendrá una respuesta particular, pero por regla general habría que considerar una serie de generalidades. La clave que permite interpretar la distribución tanto de los *bosques* como de las *sabanas*, es decir, el mosaico *bosque-sabana*, y al mismo tiempo, el mosaico *sabana-sabana* (aun menos conocido), radica en estudiar en detalle el *ecotono*, la zona de *contacto* entre ambas unidades.

2.3. Bosques tropicales y sabanas en América: revisión bibliográfica general

2.3.1. *Bosques tropicales* americanos

Desde los trabajos de **Rübel**[123], quien sistematiza una clasificación de *formaciones* del mundo, revisada posteriormente por Ellemberg y Mueller-Dombois[124] hasta los aportes de **Holdrige**[125], sobre su clasificación basada en la biotemperatura, las investigaciones sistematizadas y de detalle sobre los *bosques* en América *tropical*, y en general sobre *formaciones vegetales*, han sido escasas. En ambos trabajos se realiza un trabajo de reconocimiento de los *bosques* del mundo y se resalta el caso americano con la debida precisión el caso americano.

Beard[126] realiza una clasificación de *formaciones vegetales* de América *Tropical* (allí incluye a la *sabana* como una *formación tropical*). Su clasificación incluía doce grupos de los cuales los *bosques* eran la mitad, las que finalmente fueron incorporadas en la publicación de **Rzedowski**[127]. **Birot**[128], sintetiza las *formaciones vegetales* del globo, incluyendo allí a los *bosques* americanos

[123] Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[124] Ellemberg, H.; Mueller-Dombois, C.: Tentative physiognomic-ecological classification of plant formation on the Earth, Hochschule Stiftung Rübel, Zürich, 1967

[125] Holdrige, L.R.:Determination of World plant formations form simple climatic data, Sciences, 105, 1947

[126] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

[127] Rzedowsky, J.: Vegetación de México, Editorial Limusa, México, 1986

[128] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

tropicales. **Muller**[129], con sus aportes en zoogeografía da lugar a los biomas, tipologías que recogen el reino vegetal y el animal, como los dos grandes conjuntos de seres vivos; aporta 9 tipos fundamentales, entre los que destaca, para el caso particular de la América *tropical*, el bioma de *bosque* lluvioso, de manglar y el de *sabana*.

Whittaker[130] estableció una clasificación basada en parámetros bioclimáticos dando lugar a una representación gráfica muy parecida a la de **Holdrige**[131]. Destaca de su clasificación en cuanto a la América *tropical* las *formaciones* de *bosque* lluvioso *tropical*, *tropical* estacional y *sabana*.

Finalmente se cita la aportación de **Demangeot**[132], en la cual, como ya se ha dicho, se diferencia hace una diferenciación entre *bosques zonales*, azonales e intervenidos, y que en lo referente a la América *tropical* resulta de gran interés por su aplicabilidad a la mayoría de las situaciones identificadas en el campo. Entre los medios boscosos relativos a América *tropical* destaca el medio de *bosques tropicales*, de *sabana* y litoral.

2.3.2. *Sabanas* americanas

Quizás la más apropiada recopilación sobre *sabanas* americanas que pueda servir para un trabajo de estas características es la realizada por **Cámara**[133] sintetiza los antecedentes más destacados de la bibliografía en cuanto las *sabanas* americanas. De la bibliografía general y monográfica más clásica, en las que se trata el tema de las *sabanas* desde la búsqueda de interpretaciones conceptuales de la dinámica de *sabanas* y el *contacto bosque-sabana*, los autores más destacados son: **Rübel**, **Beard**, **Birot**, **Tricart**, **Müller** y **Whittaker**, **Walter** y **Demangeot**, **Rzedowski**[134], **Sarmiento**, **Bourlière**. Sorprende asimismo la no inclusión por parte de **Holdrige**[135] de la *sabana* como una *formación vegetal* en su clasificación. Cree que es una *formación* que surge como el resultado de un *bosque* alterado.

Como se ha expresado en apartados anteriores, **Rübel**[136] es el primero en reconocer la existencia de *sabanas* pero no las enmarca únicamente en el trópico, y las contabiliza dentro de su clasificación, incluyendo también en categorías que no llevaban el nombre implícito algunas *formaciones* de este tipo. **Beard**[137] es el

---

[129] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

[130] Whittaker, R.H.; Communities and ecosystems, Macmillan, New York, 1975, 385 págs

[131] Holdrige, L.R.:Determination of World plant formations form simple climatic data, Sciences, 105, 1947

[132] Demangeot, J.: Los medios naturales del Globo, Masson, Barcelona, 1986

[133] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[134] Rzedowsky, J.: Vegetación de México, Editorial Limusa, México, 1986

[135] Holdrige, L.R.:Determination of World plant formations form simple climatic data, Sciences, 105, 1947

[136] Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[137] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

primero en considerar a la *sabana* como una *formación* exclusivamente *tropical* y desarrolla un apartado sobre las *sabanas* americanas.

Birot[138], ve a la *sabana* como una *formación* particular del trópico incluyéndola dentro de su clasificación en la zona cálida no árida. Plantea, como ya se ha comentado, la existencia de un mosaico *bosque-sabana* en el cual, factores geomorfológicos, hidrológicos y edafológicos juegan un papel fundamental en su configuración. Considera al *bosque* claro como una *sabana forestal* en su clasificación. Esta aportación supone un gran avance en el modelo conceptual de *sabanas*, ya que plantea los parámetros determinantes básicos de la distribución actual de las *sabanas*.

Tricart[139] aporta la mayor parte del conocimiento base sobre el modelado en climas de *sabana* en su obra. **Müller**[140], como ya se ha dicho, incorpora en su clasificación a las *sabanas* como un bioma con diferentes matices. Destaca la importancia en valor absoluto y relativo de la fauna fundamental de las *sabanas* (vertebrados ungulados e invertebrados insectos). **Whittaker**[141], en su clasificación bioclimática incorpora también a la *sabana* dentro de su clasificación de *formaciones vegetales*, haciendo referencia a las americanas. Lo mismo hace **Walter**[142], en su clasificación de las zonas de la Tierra mediante diagramas climáticos; incorpora a la *sabana* en la zona *tropical* como vegetación típica junto a los *bosques* caducifolios, presentando a las *sabanas* americanas en el conjunto. **Demangeot**[143], en sus dos trabajos relativos al trópico, hace mención de las *sabanas* americanas aportando, como ya se ha expuesto anteriormente, una clasificación de *sabanas*.

También se citan trabajos más recientes como los de **Johnson** y **Tothill**, **Frost**[144], **Walker**[145], **Furley**[146] que han servido de base para los trabajos posteriores de **Cole**[147], **Belsky**[148] y **Stott**[149]. Todos estos trabajos, como se ha expuesto arriba, se centraban en el la búsqueda de los factores que determinan la dinámica de las

---

[138] Birot, P.: Les formations végétales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[139] Tricart, J.; Cailleux, A.: Le modelé des régions chaudes (forêts et savanes), en Traite de Géomorphologie, SEDES, V, 1969, 321 págs.

[140] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

[141] Whittaker, R.H.; Communities and ecosystems, Macmilla, New York, 1975, 385 págs

[142] Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

[143] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976;
_____: Los medios naturales del Globo, Masson, Barcelona, 1986

[144] Frost, P.; Medina, E.; Menaut, J.C.; Solbrig, O.; Swift, M.; Walker, M.B.: Responses of savannas to stress and disturbance. A proposal for a colaborative Programme of Research. Biology International, Special Issue-10. IUBS, Paris, 1986

[145] Walker, B.H.: Determinants of *tropical* savannas, IUBS Monograph Series 3, 1987, 156 págs

[146] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

[147] Cole, M.: The savannas biogeography and geobotany, Academic Press, London, 1986

[148] Belsky, A.J.: Tree/grass ratios in East African Savannas: a comparison of existing models, Journal of Biogeography, 17, 4/5

[149] Stott, P.: Recent trends in the ecology and management of the World's savannas formations, Progress in Physical Geography, 15, 1, 1991

sabanas poniendo énfasis en los planteamientos integrados con ejemplos particulares americanos en muchos casos. Destaca el modelo de **Johnson** y **Tothill**[150], en particular porque ha servido de base a **Cámara**[151] para establecer un modelo tetrafactorial para el ordenamiento de las *sabanas* dominicanas, el cual se ha abordado en el epígrafe dedicado a la clasificación de estas *formaciones* (**Figura 26**).

Acerca de las clasificaciones de *sabanas* exclusivamente americanas, se han presentado algunos trabajos. Por un lado está la de **Sarmiento**[152], quien las clasifica según límites macroclimáticos, obteniendo así las siguientes tipologías: *sabanas tropicales*, *sabanas* subtropicales y *sabanas* templadas. Desde un punto de vista ecológico y fisonómico estructural, las *sabanas* americanas o neotropicales se recogen en cuatro categorías: *sabanas* semi-estacionales, *sabanas* estacionales, *sabanas* hiper-estacionales y esteros.

Por último destacar que en cuanto a reuniones de carácter científico sobre las *sabanas* destaca la de Guanare (Venezuela, 1987), donde se regionalizó la problemática a América del Sur bajo el tema "Ecología y manejo de *sabanas* neotropicales". En él se evaluó el estado actual de los conocimientos sobre aspectos biológicos, ecológicos y ambientales.

2.4. El contacto bosque-sabana. Estado de la cuestión

Tanto más se ha profundizado en el conocimiento de la *sabana* y del *bosque*, tanto más interés despierta la interacción entre ambas *formaciones*. Es importante conocer una serie de factores que favorecen la aparición de un determinado tipo de *sabana* o de *bosque* en un lugar determinado, pero resulta necesario conocer la dinámica entre cada *formación* para establecer como se distribuyen.

Se ha confirmado a lo largo de las múltiples clasificaciones y por los innumerables autores, que no se puede desvincular la dinámica de la *sabana* de la del *bosque*. Es así como aparece un concepto que busca establecer esa síntesis evolutiva entre *bosque* y *sabana* llamado "mosaico *bosque-sabana*", que no es más que el arreglo conformado por la distribución espacial de ambas *formaciones*.

Birot[153] es quizás el máximo exponente de este concepto. Vincula la existencia de un mosaico *bosque-sabana* a la interacción de 3 factores que él considera fundamentales:

---

[150] Johnson, R.W.; Tothill, J.C.: Definitions and broad geographic outline of savanna lands. Ecology and management of the world's savannas, Australian Academic of Sciences, Camberra, 1985

[151] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[152] Sarmiento, G.: The savannas of *Tropical* America, en *Tropical* savannas. (Bourlière ed.) Elsevier, Ecosystems of the World 13, Paris, 1983

[153] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

- **Geomorfológicos**, situando ejemplos concretos en los que las las costras ferruginosas condicionan la distribución de las *sabanas*, llegando a considerar el sistema costras-*sabana* como interdependiente, es decir, a un favorecimiento mutuo entre cada una;
- **Hidrológicos**, como la inundación en llanuras donde, tratándose de *formaciones superficiales* impermeables y régimen bioclimático *tropófilo* o *mesófilo*, favorecen el encharcamiento estacional e impiden el desarrollo, impiden la extracción del agua acumulada entre las arcillas a las plantas, a excepción de ciertas palmeras y por supuesto de ciertas gramíneas.
- **Edafológicos**, como la fertilidad del suelo, llegando a considerar que los suelos jóvenes fértiles pueden favorecer la existencia de *bosque* denso mixto y que un empobrecimiento puede conducir a la *sabana*, aun cuando no existe estación seca.

Una de las aportaciones más relevantes de **Birot** es considerar que, en vista de que el suelo evolucionado tiende a hacerse cada vez más pobre a nivel de nutrientes, y más encostrado, esto favorece un proceso de sabanización natural. Este hecho, confirmado por muchos autores, obliga a situar a las *sabanas* en su contexto temporal. Sin embargo, la explicación del mosaico *bosque-sabana* no puede partir únicamente de esta consideración. Se requiere incluir más factores en el modelo para poder determinar la génesis de todas las *sabanas* reportadas.

Por ello, como antes se ha comentado, **Demangeot**[154], en sus primeros trabajos, incluye las actividades humanas como un factor destacado en la génesis y evolución de las *sabanas*. En sus más recientes trabajos[155], otorga una mayor importancia a la intervención antrópica, considerando que el mosaico *bosque-sabana* está en constante evolución y que la *sabana* que más predomina actualmente en el trópico es la antropizada o "*secundaria*". Cita como ejemplo la Gran *Sabana* de Venezuela, que considera evidentemente antrópica, por la presencia de una *herbácea* que el denomina "esterilizante" (*Tephrosia sp.*) y que inhibe cualquier rebrote forestal.

Resulta necesario exponer su aportación en cuanto a la dinámica *bosque-sabana* en el marco de este epígrafe: se trata de un modelo aproximativo, y a la vez una clasificación de *patrones* de *contactos bosque-sabana* si se quiere, que relaciona a ambas *formaciones* en función de dos variables: por una parte el estado del *contacto*, ya sea equilibrio-desequilibrio, y por otra, las causas de dicho estado, ya sean naturales o antrópicas. A continuación se resumen estos conceptos, haciendo referencias a la **Figura 31**:

- **Dinámica de equilibrio** (**Figura 31**, **1**, **2**, **3** y **4**): correspondería al equilibrio bruto, es decir, en un medio donde la intervención humana es nula o muy escaso. Este equilibrio puede ser:

[154] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

[155] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

- **Estático o estable**, y como ejemplo cita la dinámica entre el *bosque* y la *sabana* en la Amazonía, que puede ser a su vez climático y edafico (**Figura 31**, **1** y **2** respectivamente);
- **Móvil**: se trata de un equilibrio armónico entre la antropización y el medio natural, que es posible encontrar en las sociedades *tropicales* tradicionales de baja densidad poblacional. Cita como ejemplos los *contactos bosque-sabana secundarios*, es decir, que ambas *formaciones* han sido manipuladas por la intervención humana; al igual que el caso anterior, puede ser climático o edáfico (**Figura 31**, **3** y **4** respectivamente).

☞ **Dimámica de desequilibrio**. No es específica de la intervención antrópica, toda vez que, por las variaciones climáticas del *Cuaternario*, los *bosques relictos* pueden encontrarse en regresión, asediados por una sabanización climática (**Figura 31**, **5**), mientras que, en otros sectores, las *sabanas relictas* pueden verse absorbidas por lo *bosques* que se encuentran en una situación *climácica* (**Figura 31**, **6**). El resto, donde la actividad humana es el factor más importante, puede tratarse de una situación en la que el éste favorece o mantiene un proceso de sabanización en retroceso, por lo tanto reversible (**Figura 31**, **7**), o una situación en la que mantiene o favorece una sabanización en progreso, o irreversible (**Figura 31**, **8**).

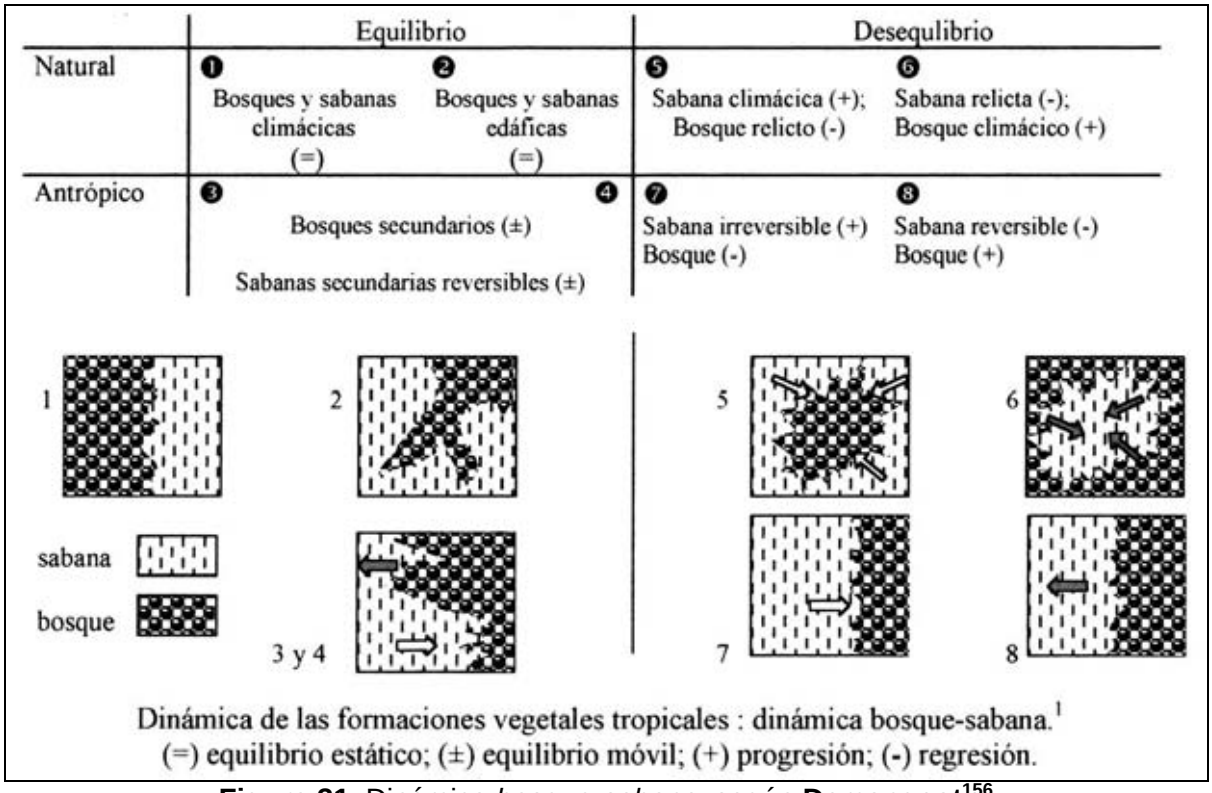


Figura 31. Dinámica *bosque-sabana*, según **Demangeot**[156]

[156] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

Sin embargo, la forma del *contacto bosque-sabana*, o lo que es lo mismo, el *patrón*, propuesto por Demangeot es orientativa y de escala muy pequeña, pues no en todos los casos de *contacto* entre distintas *formaciones* es posible certificar la presencia de una determinada forma de *contacto*. Por ejemplo, el equilibrio antrópico no siempre corresponde con un *patrón* "festoneado" entre *bosque* y *sabana*. Tampoco se consideran otras *formaciones* que entran en *contacto*, como la *sabana boscosa* y la *sabana herbácea*. Además, se ha comprobado que existen otros *patrones* de *contacto* entre *bosques* y *sabanas* que no han sido del todo contempladas, como el *patrón* en bandas, por ejemplo.

De todas maneras, el modelo de **Demangeot** es quizás la primera aportación dirigida a ordenar el *contacto bosque-sabana* y a concentrarse en él desde una aproximación que mezcle los factores y el *patrón* del *contacto*, por lo que resulta de gran utilidad para los fines del presente trabajo contar con esta primera aproximación evolutiva, toda vez que otorga a los factores climáticos, edáficos y antrópicos un importante peso específico. A partir de esta primera aportación, **Cámara** y **Díaz del Olmo**[157] realizan una revisión de la propuesta de **Demangeot**, y producen un diagrama (**Figura 32**) acerca de la dinámica *bosque-sabana*:

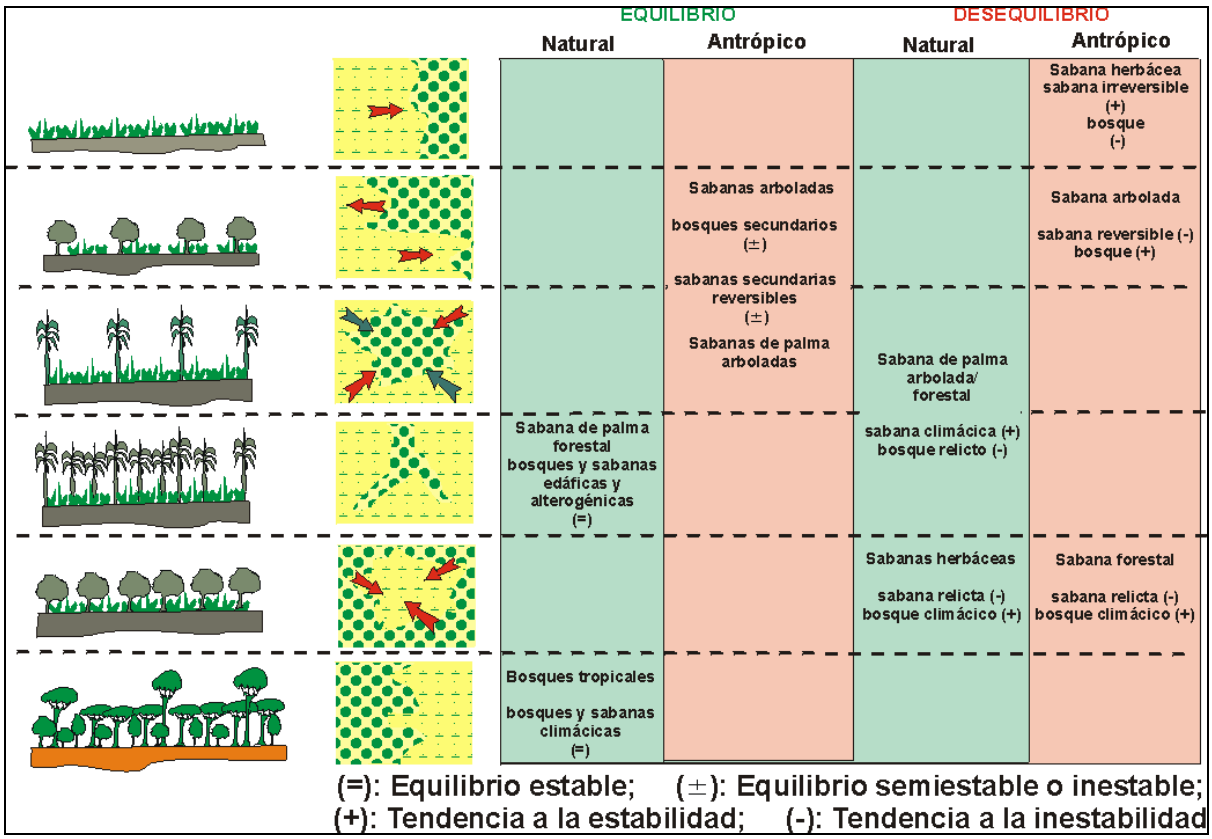


Figura 32. Dinámica de las *formaciones vegetales tropicales*: dinámica *bosque-sabana* (según **Cámara** y **Díaz del Olmo**[158])

[157] Cámara, R.; Díaz del Olmo, F.: Dinamica de las *formaciones vegetales tropicales*: dinamica bosque-sabana, diagrama inédito, 2001

[158] Cámara, R.; Díaz del Olmo, F.: Dinamica de las *formaciones vegetales tropicales*: dinamica bosque-sabana, diagrama inédito, 2000

El diagrama se basa en la clasificación de *sabanas* americanas de **Cámara** (ver **Tabla 22**); sitúa el *contacto* entre el tipo de *sabana* en cuestión y el *bosque*, sea este *secundario* o climácico, en un lugar determinado del diagrama, en función de las mismas variables aplicadas por **Demangeot**, y señalando el *patrón* de dicho *contacto*. Así, el desequilibrio antrópico entre *bosque* y *sabana herbácea* es ondulado y coloca a la *sabana* en una situación de irreversibilidad.

Al mismo tiempo, este modelo de dinámica *bosque-sabana* es aplicado por **Cámara y de la Cruz**[159] para el caso de la depresión Soto La Marina en Tamaulipas, México (ver **Figura 33**). En este caso, la sabanización se muestra como un proceso importante en la transformación del paisaje tamaulipeco, siendo la antropización el elemento dinamizador. Destaca la marcada tendencia hacia el desarrollo del matorral espinoso mediante un continuado proceso de sabanización. También destaca la alta reversibilidad potencial de las *formaciones vegetales* al ser sometidas a intervenciones de baja intensidad, como la extracción paulatina de algunos pies arbóreos, aunque por otra parte se observa una clara tendencia a la irreversibilidad cuando los procesos son más intensivos, como el fuego o la dedicación permanente a pasto.

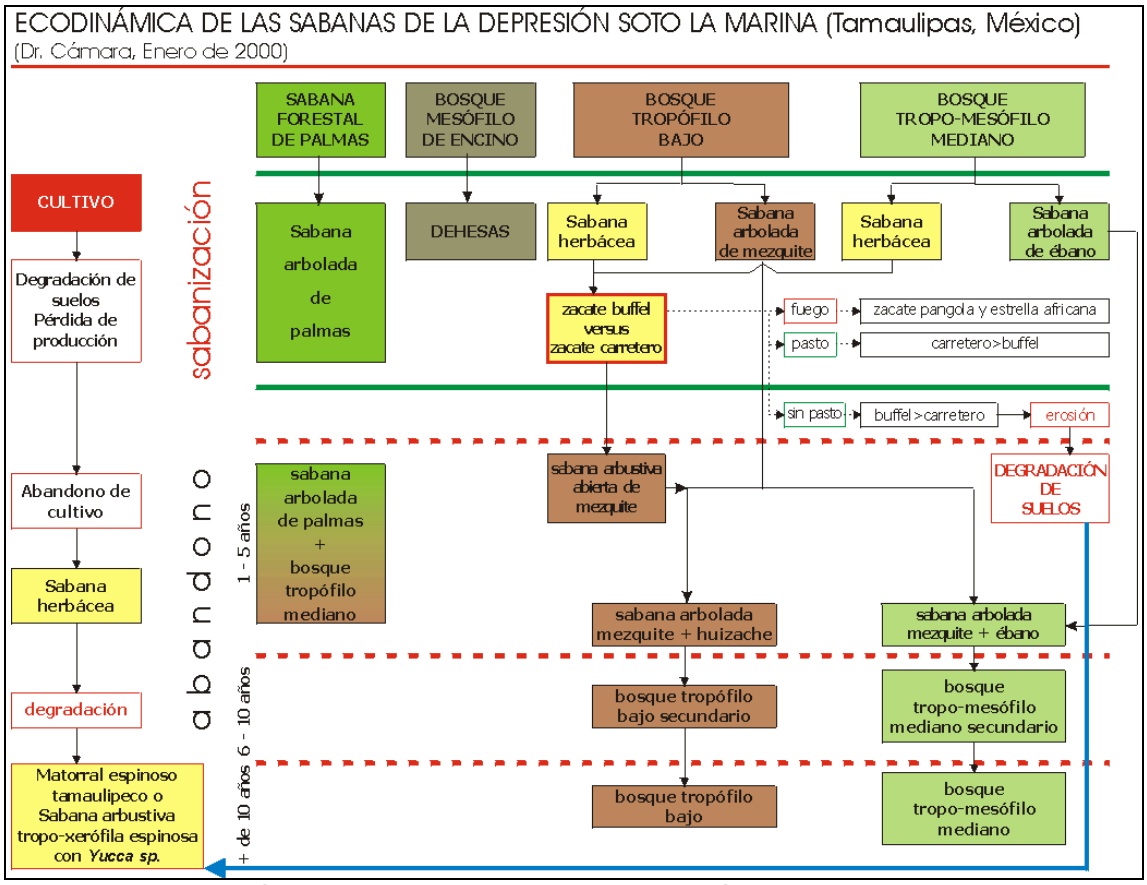


Figura 33. Ecodinámica de las *sabanas* de la depresión Soto La Marina, Tamaulipas, México, según **Cámara y de la Cruz**[160]

[159] Cámara A., R.: Las sabanas tamaulipecas (México): Cambios ambientales por acción antrópica, en: Márquez F., D.; Navarro L., J.; García G., A.: Territorio y Cooperación, 2000.

[160] Cámara A., R.: Las sabanas tamaulipecas (México): Cambios ambientales por acción antrópica, en: Márquez F., D.; Navarro L., J.; García G., A.: Territorio y Cooperación, 2000.

La aplicabilidad de las aportaciones de **Cámara** son suficientes para iniciar un ordenamiento de *patrones* de *contacto*. La base de los *patrones* de *contacto* se apoya inicialmente en este modelo, pero la observación de campo obliga a ampliar tanto el concepto, como la diversidad de *patrones* y *formaciones* que pueden entrar en *contacto*.

Otras aportaciones sobre el *contacto bosque-sabana* desarrollan aspectos más vinculados a los factores y la génesis del *contacto* y no tanto a su forma. Las más relevantes surgieron en forma de comunicaciones del taller sobre la naturaleza y dinámica del *contacto bosque-sabana* celebrado en Glasgow en 1990. Destaca el trabajo de **Cross**[161], aunque sería de gran utilidad disponer de todas las comunicaciones al completo. Otros estudios relacionan el mosaico *bosque-sabana* con la evolución del clima durante el *Cuaternario* por **Thomas** y **Thorp**[162].

Furley[163] realiza una completa recopilación de investigaciones sobre el límite *bosque-sabana*. Destaca que el estudio del *contacto* aporta nuevas conclusiones sobre las *formaciones vegetales tropicales*. Entre ellas destaca: los límites rara vez son estables; reflejan constantemente el cambio en sus alrededores; su monitoreo provee de información sobre el retroceso/avance de una *formación* sobre otra; pueden ser de diversa naturaleza: netos y difusos; reflejan el cambio ambiental y la intervención humana y pueden así, ser estudiados como registros del estado del medio. En su recopilación destaca 6 temas relevantes:

- **Procesos que actúan en el límite**: señala los trabajos de **Longman** y **Jenik**, desde una perspectiva orientativa sobre la cuestión; y **Hopkins**, quien presta atención a la movilidad del límite en función de distintos factores: cambio climático, topografía y drenaje, etc.
- **El medio físico y el cambio paleo-ambiental**: cita los trabajos metodológicos de **Millington et al.**, que usa técnicas metodológicas como la teledetección de alta resolución para el inventario de la distribución de las *formaciones tropicales*. También destaca los trabajos de **O'Neill** en esta misma materia; **Furley**, relativos a la suelo-vegetación; **Cole**, relativos a los controles morfológicos; **Eden** y **McGregor**, sobre la relación nutrientes-*sabana*, mientras **Ross** señala el papel de la hojarasca contra la erosión; **Felfili** y **da Silva**, sobre fitosociología; sobre los *bosque* riparios de **Allen Jones**.
- **Vegetación**. Importantes resultados se han conocido en esta materia. Se ha destacado que la familia *Chrysobalanaceae* domina en los *contactos*, por ser plantas habituadas a amplios rangos; para **Adjejuwon** y **Adesina**, el factor más importante, durante tiempo histórico, en la dinámica del límite es la antropización; sobre **Sarmiento** destaca la importancia que

[161] Cross, A.M.: Deforestation monitoring in Amazonia using weather satellite data, 1990, en, Proc. Workshop on the Nature and Dynamics of the Forest/Savanna Boundary, Glasgow, 1990 (sólo resumen).

[162] Thomas M.F. & Thorp M.B.: Landscape dynamics and surface deposits arising from Late Quaternary fluctuations in the forest-savanna boundary, en: Furley, P.A. (ed.): Nature and Dynamics of Forest Savanna Boundaries, Chapman & Hall, London, 1992

[163] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

este autor otorga al drenaje del suelo como el factor determinante; de los trabajos de **Ratter** destaca su interesante aportación sobre el reconocimiento del límite, quien establece una serie de especie indicadoras del mismo, facilitando así conocer la posición del mismo en otros momentos.

- **Actividad animal**. La relación entre la actividad de las termitas en inmovilizar/movilizar nutrientes mediante la construcción de termiteros es referida por el autor como aportaciones de **Abbadie et al.** y **Howse**; además otros resultados poco conocidos como el **Raw** relativo a la abundante actividad de algunas especies de avispas en el límite; los trabajos de **Cavalcanti** sobre la actividad de las aves en relación con el límite; por último, cita los trabajos de **Medellin** y **Redford** relativos a la actividad de ciertos mamíferos, y su rol como importantes polinizadores, dispersos y predadores.

- **Modelización factorial del *contacto***. Según el autor, los más recientes trabajos se concentran en la modelización factorial del *contacto*. Destaca los trabajos de **Grace**, sobre los flujos de energía; **Ellery et al.** sobre índices climáticos en la modelización; por último se refiere a la aportación sintética de **Sarmiento**, un interesante modelo factorial sobre la dinámica *bosque-sabana* que puede consultarse en la **Figura 34**;

- **Cambio ambiental e historia de la vegetación**. Reconoce el control que ejerce el cambio climático y las condiciones paleoambientales sobre la dinámica del límite *bosque-sabana*; cita como ejemplo la abundancia de la vegetación ^{4}C reportada por **Cerling**; también los trabajos de **Whitmore** y **Prance** y de **van der Hammen**, sobre la evidencia de la expansión de la *sabana* durante máximos glaciales; **Webb** revisa el amplio intercambio de fauna que pasa por el "puente natural" centroamericano; las aportaciones de **Gautier**, relativos al avance del *bosque* sobre la *sabana* durante los últimos años; sobre el origen de los "pastizales" cita a **Retallack**, quien sitúa a las *sabanas* durante la pulsación fría y seca del Mioceno de hace algunos 15 Ma; refiere a **Ghats** y **Caratini et al.** por sus trabajos de la evolución del límite durante el *Cuaternario*; sobre el cambio altitudinal del límite cita a **Ambrose** y **Sikes**; cita las aportaciones de **Ellery** y **Mentis** relativas al origen de las *sabanas* australianas, vinculadas al uso del fuego por parte de los aborígenes. Pero quizás la aportación recopilada por Furley más relacionada con los fines del presente trabajo, es la de Thomas y Thorpe. Estos autores señalan que resulta erróneo relacionar la distribución de los climas actuales con la distribución de las *formaciones vegetales*, dado nuesto estrecho conocimiento de los climas del pasado. De todas maneras, concluyen que el incremento de las precipitaciones intensas que tuvo lugar sobre paisajes de *bosque* abierto y *sabana* (propios del término del último máximo glacial) a principios del Holoceno, debió significar un cambio importante en las morfologías y las *formaciones superficiales*: en fases húmedas tuvo lugar un incremento en la descarga de cauces y la sedimentación aluvial, mientras que durante fases más áridas se formaron líneas de cantos, extensiones de arena, pedimentos y hasta dunas. En las observaciones de campo hechas en República Dominicana

se reporta la existencia de una fase seca que debió ocurrir muy recientemente, seguida de una fase húmeda que se mantiene hasta hoy; en muchos lugares del país se han encontrado *formaciones mesófilas* que no son solidarias con *regímenes geoecodinámicos ombrófilos*.

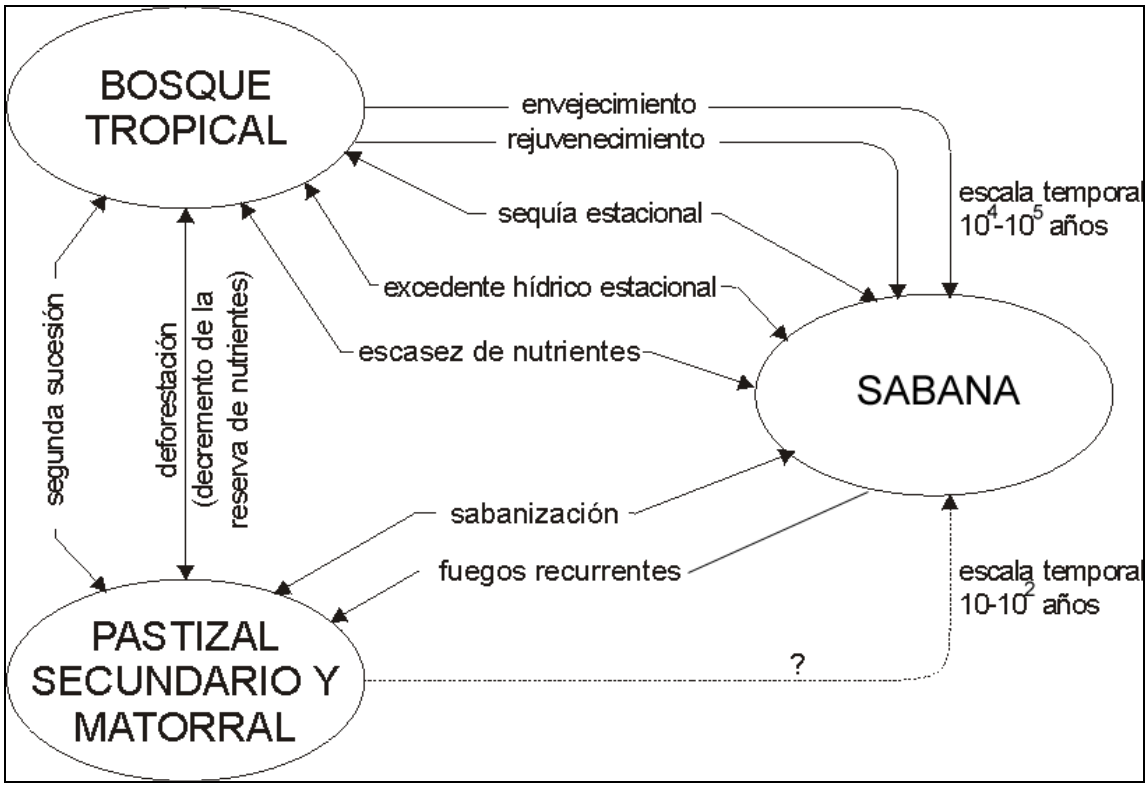


Figura 34. Principales factores que afectan al *bosque tropical*, *sabana* y *formaciones secundarias*, y procesos implicados en la conversión de una *formación* a otra (según **Sarmiento**, en **Furley**[164])

También recientes, aunque no específicamente sobre la dinámica *bosque-sabana* pero que son de utilidad para el presente trabajo, son las investigaciones relacionadas con la fragmentación. Muchos de estos trabajos, vinculados a una pujante disciplina conocida como ecología del paisaje, se interesan por conocer en que medida la fragmentación afecta al mantenimiento de unos determinados procesos, fundamentalmente ecológicos, en un sistema. Destacan los trabajos generales sobre mosaicos, *contactos*, "islas" y ecología del paisaje (**Forman**[165],**McArthur** y **Wilson**[166], **Jeanjean**, **Fontes**, **Puig**, **Husson**, **Achard**[167]), los que relacionan la fragmentación y se interesan por sus efectos sobre la flora y la fauna (**McIntyre**[168], **Lauga**[169], **Saunders**, **Hobbs** y **Margules**[170], **Schieck**,

[164] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

[165] Forman R., T.T.: Land mosaics, the ecology of landscapes and regions, Cambridge University Press, 1994

[166] McArthur, R.H.; Wilson, E.O.: The theory of island biogeography, Princeton University Press, Princeton, 1967

[167] Jeanjean H, C.M.; Fontes, J.; Puig, H.; Husson, A.; Achard, F.: Étude de l'interface forêt, typologie de la fragmentation du domaine forestier *tropical*, étude morphologique et catalogue, contrat no. 5396-93-07, ISPF, JRC, Ispra, Italia, pp.85-87, 1994

[168] McIntyre, N.E.: Effects of forest patch siza on avian diversity, Landscape Ecology, 2, pp. 85-99, 1995

Lertzman, **Nyberg** y **Page**[171], **Turner**[172]) y los que describen los métodos y técnicas para la aplicación y medición de los parámetros que caracterizan la fragmentación, como el índice de forma, aislamiento, efecto de borde (**Turner** y **Gardner**[173], **McGarigal** y **Marks**[174]).

III. *Bosques*, *sabanas* y sus *ecotonos* en el contexto del *Cuaternario* en Repúbica Dominicana: nuevas aportaciones a las definiciones y tipologías

3.1. Relación diacrónica de las principales aportaciones

3.1.1. *Bosques* y *sabanas*

Quizás el trabajo que mejor recopila la evolución del estudio de las *formaciones vegetales* en República Dominicana sea el de Moscoso[175]. Inicialmente las aportaciones, no tanto científicas, aunque sí descriptivas, fueron las de los Cronistas de Indias Fray Bartolomé de las Casas[176] y Gonzalo Fernández de Oviedo[177] durante la primera mitad del siglo XVI. De las Casas se interesó más por los hechos históricos, pero ponía especial atención en describir el medio donde se desarrollaba el acotencimiento. Oviedo se preocupa más por las descripciones, tanto de las plantas como de los animales, así como de los usos que los indígenas les daban.

Posteriormente destacan las expediciones científicas durante el siglo XVII de los franceses Plumier y Surian, quienes realizaron un viaje a las Antillas en 1689 para estudiar sus producciones naturales. Sus trabajos se conservan en el *Museo de Historia Natural de París.* Dibujaron seis mil plantas, entre ellas algunos ejemplares de los géneros *Caesalpinia, Cordia, Dorstenia, Fuchsia, Hippomane,* etc. y años más tarde Linneo establecería el género *Plumería* en honor del científico marsellés.

---

[169] Lauga, J.; J.,J.: Modelling effects of forest fragmentation on certain species of forest-breeding birds, Landscape Ecology, 6, pp. 183-193, 1992

[170] Saunders, D.A.; Hobbs, R.J.; Margules, C.R.: Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review, Conservation Biology, 5, pp. 18-32, 1991

[171] Schieck, J.; Lertzman, K.; Nyberg, B.; Page, R.: Effects of patch size on birds in old-growth montane forests, Conservation Biology, 9, pp. 1072-1084, 1995

[172] Turner, I.M.: Species loss in fragments of *tropical* rain forest: a review of the evidence, Journal of Applied Ecology, 33, pp. 200-209, 1996

[173] Turner, M.G.; Gardner, R.H. (eds): Quantitative methods in landscape ecology, Spinger, New York, 1991

[174] McGarigal, K.; Marks, B.J.: FRAGSTATS, Spatial pattern analysis programa for quatifying landscape structure, Oregon State University, 1994

[175] Moscoso, R. M.: Las exploraciones botánicas en Santo Domingo. Revista EME. Estudios dominicanos III (13) 1974.

[176] de las Casas, Bartolomé: Historia de las Indias, 1522. En: Rueda, M.: Oviedo-Las Casas, crónicas escogidas. Ediciones de la Fundación Corripio. Santo Domingo, 1988

[177] Fernández de Oviedo, G.: Historia General y Natural de las Indias, 1535. En: Rueda, M.: Oviedo-Las Casas, crónicas escogidas. Ediciones de la Fundación Corripio. Santo Domingo, 1988

Más tarde, Labat en 1700 visitó Montecristi, isla Saona y la isla Catalina, a cuya memoria posteriormente Schwartz y Parrier dedicaron los géneros antillanos *Labattia* y *Paralabattia* de las *Sapotáceas*. En 1707 fue Louis Feuillée quien visitó las Antillas.

Luego visitaron la isla Jacquin (1757-58) y Nicolson (1778). Durante este siglo destaca la aportación de Schwartz, quien visitó la isla en 1784-85 y su aportación quedó plasmada en la obra *Flora Indiae ocidentalis.*

El final del siglo XVIII se caracterizó por la continuidad de las exploraciones botánicas iniciadas por Austria con Maerter en 1785, y Francia con Richard en 1786 y Tussac en 1786, así como la exploración científica de 1795 para la *Revista Enciclopédica de París,* y los trabajos y estudios de Descourtilz en 1799.

Más recientemente se continuó con exploraciones personales y puntuales como las del inglés Hamilton en 1814, la del italiano Bertero en 1819, la del austríaco Ritter en 1820, el francés Jacquemont en 1827, y en ese mismo año el ruso Jaeger. En 1828 el botánico Ehrenberg.

Hacia la primera mitad del siglo XIX las aportaciones continúan siendo personales: Schomburgk en 1848, alemán de nacionalidad y cónsul general de S.M. Británica en República Dominicana, el alemán Schwanecke en 1849, y el francés Prenleloup que ejerció de farmacéutico en Santo Domingo entre 1853-69.

En 1857 el Dr. Elias Rodríguez y Ortíz es el primer dominicano que escribe una obra de botánica de la isla. En 1871 llegó a la isla una expedición botánica procedente de los Estados Unidos de América, la segunda que se hacía en la ésta desde la francesa de 1795. La integraban Brummel, Parry y Wright. Años más tarde, en 1887 se hizo el primer gran recorrido botánico a cargo del danés Enrique Francisco Alejandro, Barón de Eggers, y en 1897, el segundo gran botánico dominicano, Rafael Moscoso, publica su libro *Las Familias Vegetales representadas en la flora de Santo Domingo.*

El siglo XX se inició con la exploración en 1906 del danés Dr. Christian Rannkraw. Continúan las expediciones personales: Taylor, Conde Von Türckheim, Miguel Fuertes. Destaca Woodward, quien en la década de los 10's, hizo el primer informe técnico de los *bosques* dominicanos sobre las condiciones forestales de República Dominicana, dividiéndolas en tres regiones:

- ☞ Región húmeda de madera dura, que ocupaba la mayor parte del país;
- ☞ Región seca de madera dura, en el NW, Montecristi, y en el SW, desde Azua hasta la frontera haitiana, y una pequeña porción en la costa S de la península de Jaragua;
- ☞ Región del pino, partes altas del sistema Central.

Ekman viajó en 1917 a la isla. Su principal colección se encuentra en *el Museo Imperial de Estocolmo.* Tres años más tarde, el profesor estadounidense Abbot realizó una expedición botánica para la Institución Smithsoniana de Washington.

En 1922 el ingeniero forestal Durland publica su obra *Los bosques de la*

República Dominicana, con la elaboración de la segunda cartografía que se conoce en del país. Partiendo de una división fisiográfica del país y de las temperaturas y lluvias, establece unas relaciones generales de la vegetación forestal:

- *Bosques* de fronda perenne y madera dura, península de Samaná, y sistema Oriental de E a W, SE del sistema Central, sierra de Bahoruco y sistema Septentrional;
- *Bosques* de follaje parcialmente perenne y madera dura, la mitad oriental del país, y península de Jaragua;
- *Bosques* de Pinos, en las áreas más altas de la Cordillera Central;
- *Bosque* espinosos, en el Valle de Enriquillo y Azua, y el bajo Yaque Norte;
- *Sabanas*, en el Valle de San Juan;
- *Bosques* de fronda mudable, en la laderas N y S del sistema Central en su área occidental, y en la Sierra de Neyba;
- *Bosque* del litoral, que agrupa a manglares y palmas de coco, ocupando el área costera entre Nagua y la península de Samaná, la costas N y S del la península de Samaná, la desembocadura del Yuna, y la costa de los Haitises. En la costa S de la isla se encuentra desde Baní, hasta la desembocadura del Yuma;

Chardon da continuidad a la obra de Durland, a finales de la década de los 30, recogiendo las características forestales del país en aquel momento, y reelaborando la cartografía anterior. Parte de una crítica a Durland, asegurando que olvidó la gran *sabana* de Guabatico y los pinares de Bahoruco, además confundió la vegetación espinosa del Valle de San Juan con una *sabana*. También critica sus hipótesis sobre el origen de los pinares del sistema Central. Propone la siguiente clasificación:

- *Bosques* de espinares de la región árida;
- *Bosques* del litoral del Llano costero;
- Selvas húmedas o Rain Forest;
- Selvas de Montaña o Mountain Forest;
- Manaclares;
- Selvas musgosas;
- Pinares del interior.

La *Carta Geobotánica de Ciferri* de 1936 publicada en *"Studio Geobotánica dell'Isola Hispaniola"* en la *Universidad de Pavía,* supone la primera carta botánica de República Dominicana, donde localiza ecosistemas *tropicales* y ecosistemas templados en las áreas de montaña:

- *Bosque* hiperxerofítico, al NW, al SW en Pedernales, y en la cuenca de Enriquillo-Azua;

- *Bosque* subxerofítico, en el valle del Cibao occidental, procurrente de Barahona, valle de San Juan, y costa E incluyendo el procurrente de Higüey;
- *Bosque* mesofítico, en el Cibao central y llanura costera del Caribe;
- *Bosque* húmedo, en el NE, valle oriental del Cibao, península de Samaná, Haitises y cordillera Oriental;
- *Sabana* húmeda, al S de los Haitises, valle de Bonao, valle del Boba, *Sabana* de la Mar-El Valle, valle del Yuna en Cotui-Pimentel;
- Manglares en Montecristi-Buen Hombre, Bajo Yuna, Miches-Macao, S del procurrente de Higüey, San Pedro de Macoris, Puerto Viejo en Azua, Barahona y S y W del procurrente de Barahona;
- *Bosque* húmedo montano, ea el N, E, y S del sistema Central, sierra de Neyba y sierra de Bahoruco;
- Pinares, en Bahoruco y sistema Central;

Más recientemente, Howard entre 1946-50 y Liogier de 1963 a 1974 han trabajado sistemáticamente en botánica. En 1967 un equipo multidisciplinar de especialistas de la OEA levantó un informe que se conoció como *Reconocimiento de los Recursos Naturales de República Dominicana,* una cartografía general del país en la que solo se diferencia entre:

- *Bosque* de coniferas;
- *Bosque* de latifoliadas;
- *Bosque* Mixto;
- *Bosque* bajo de latifoliadas.

En la década de los 80 destaca el esfuerzo cartográfico que hizo la AID norteamericana, basado en el sistema de *Zonas de Vida* de L.R. Holdrige:

- Monte espinoso subtropical;
- *Bosque* seco subtropical;
- *Bosque* húmedo subtropical;
- *Bosque* muy húmedo subtropical;
- *Bosque* pluvial subtropical;
- *Bosque* húmedo montano bajo;
- *Bosque* muy húmedo montano bajo;
- *Bosque* pluvial montano bajo;
- *Bosque* muy húmedo montano.

Actualmente destacan los trabajos de inventario de Zanoni en los Haitises y en la Loma Diego de Ocampo, así como los de Hager en la Loma Quita Espuela y de Dod en orquídeas, publicados estos últimos en la *Revista Moscosoa* del *Jardín*

Botánico de Santo Domingo.

Las únicas obras que catalogan hasta la fecha la flora dominicana son la *Flora Domingensis* de Urban en 1921, el *Catalogus Florae Domingenesis* de Moscoso publicado en 1943, y *La Flora de La Española* de Liogier en varios volúmenes, así como las contribuciones que aparecen en la revista *Moscosoa* desde 1982.

El penúltimo trabajo de sistematización de las *formaciones vegetales* de República Dominicana ha sido realizado por la *Secretaria de Estado de Agricultura* con con asesoría técnica de la *Cooperación Técnica Alemana al Desarrollo (GTZ),* aportando la siguiente clasificación:

- Litoral:
  - Costa rocosa;
  - Costa arenosa;
  - Dunas;
  - Manglares y salados asociados;
  - Vegetación halofítica interior.
- *Bosques* semideciduos:
  - Llanura costera;
  - *Swietenia-Coccoloba*;
  - Seco.
- *Bosques* latifoliados siempre verdes:
  - *Bosques ombrófilos*
  - *Bosque* latifoliados nublados
- Pinares:
  - Pinares de elevación intermedia;
  - Pinares de elevación alta;
  - *Sabana* montañosa.
- Vegetación de humedales de agua dulce.
  - Vegetación acuática
  - *Bosques* ribereños

Durante los años 90's, Cámara y Díaz del Olmo aplican el método ecodinámico al estudio de las *formaciones vegetales* de la República Dominicana, haciendo especial hincapié en la relación existente entre elementos morfológicos, *formaciones superficiales* y vegetación, desde una perspectiva evolutiva, basada fundamentalmente en los cambios ambientales acaecidos durante el *Cuaternario*. Destacan la relación causal entre los distintos elementos (edafo-hidro-geomorfológicos y biogeográficos), obteniendo resultados cuyo principal aporte consiste en una interpretación sistemática de la distribución de las *formaciones*

vegetales en República Dominicana, apoyándose transversalmente en las repercusiones de los cambios ambientales cuaternarios sobre dichas *formaciones*. En vista de la aplicabilidad y los resultados óptimos obtenidos, se ha aplicado el método ecodinámico en el presente trabajo.

El último trabajo que atañe directamente a las *formaciones vegetales* de la República Dominicana, se ha comentado en la introducción a modo de primera aproximación. Se trata del *Inventario de la vegetación y uso de la tierra en la República Dominicana*, realizado por la Dirección de Inventario de Recursos Naturales. Este trabajo se basa la tipología de *formaciones vegetales* de Holdrige.

Resulta necesario realizar un breve comentario sobre las distintas orientaciones que se han desarrollado en los trabajos que atañen al reino vegetal en la República Dominicana. Las primeras aportaciones tienen un carácter descriptivo, pero constituyen un documento histórico de primera mano al que se ha recurrido muchas veces en el presente trabajo. Los trabajos de Oviedo y de las Casas destacan como la aportación más detallada de las más antiguas que pueden servir de documento histórico; las aportaciones del presente trabajo en materia evolutiva toman como referencia muchas de las descripciones de Oviedo, y son las que en general han permitido traer hasta hoy el término "*sabana*".

Los trabajos realizados durante los siglos XVII, XVIII y XIX van encaminados hacia la descripción de las especies y sus usos. Destacan entre ellos las aportaciones Labatt, Jacquin y Bertero, por la profundidad en la identificación y herborización de especies nuevas para la ciencia. Estos trabajos, aunque han sido consultados en menor medida para el presente trabajo, son de gran utilidad a nivel botánico. A nivel descriptivo destaca el trabajo de Schomburgk, quien sistematiza muy detalladamente su visión sobre los paisajes que visitaba, especialmente en las áreas de montaña, a las que dedicó especial atención. Sus descripciones son de gran utilidad por lo detallado de su prosa, y porque durante la época en que Schomburgk escribió, las montañas se encontraban prácticamente despobladas.

Destacan, a finales del s. XIX, los trabajos de Rodríguez Ortiz y Moscoso, por ser los dos primeros dominicanos que realizan descripciones botánicas en la isla. Moscoso es quizás el más importante por su sistemática obra *Las familias vegetales representadas en la flora de Santo Domingo*.

De principios de siglo XX son importantes las aportaciones de Woodward y Durland como documentos históricos, pero quizás la más útil para establecer comparaciones con los paisajes actuales es la *Carta Geobotánica de Ciferri*. Este autor dedica especial interés a las asociaciones vegetales, pero también a las *formaciones superficiales* sobre las que se apoyan los *bosques* y *sabanas*. Reconoce la existencia de la *sabana* como una unidad, natural o antrópica, y recoge nombres locales de *formaciones vegetales* como es el "peralejal" (*bosque mesófilo*, *cerrado*), que constituía para entonces una *formación* bastante habitual en la República Dominicana.

De la segunda mitad del siglo XX destaca como hito importante en el estudio sistemático de las *formaciones vegetales* y su dinámica, los trabajos de **Cámara y Díaz del Olmo**, de los que el presente trabajo constituye una continuidad a la línea de investigación abierta por estos investigadores durante los años 90.

3.1.2. El *Cuaternario* en República Dominicana: aportaciones arqueológicas/paleo-geográficas, y su relación con la dinámica de *bosques* y *sabanas*

El *Cuaternario* dominicano está pobremente conocido. Resulta preocupante iniciar un epígrafe con esta afirmación, lo cual no quiere decir que no existan estudios sistemáticos que hayan aportado conocimientos a la evolución paleoambiental de los últimos 2 ma.

En este contexto de carencia, los trabajos bien hechos son muy exquisitos, totalmente aprovechables y de un valor incalculable. Quizás el propio desconocimiento de los ambientes cuaternarios obliga a considerar muchas aportaciones como buenas y válidas, pues son todo lo que hoy se conoce, aunque todavía la República Dominicana acoge múltiples yacimientos sin explotar. El estudio de las terrazas fluviales, tanto a nivel arqueológico como a nivel geomorfológico, arrojará muchas pistas en el futuro sobre el *Cuaternario* dominicano; asimismo, la largas series coralinas plio-pleistocenas de la ciudad de Santo Domingo y de casi todo el litoral oriental de la isla, todavia no han desvelado los miles de datos que guardan listos para ser interpretados; los karsts dominicanos, tanto Los Haitises, como los de Samaná, Jamao, Jaragua, Baoruco, Neyba y otros dispersos por el país, conservan importantes restos y depósitos; los registros conservados en las series lacustres de Enriquillo y otros cuerpos de aguas interiores de la isla, como el Lago Sumatre, guardan muchos indicadores relevantes para encadenar los pocos sucesos dispersos que hoy se conocen del *Cuaternario* dominicano, especialmente los acontecimientos más recientes desde el Sub-boreal hasta hoy.

En definitiva, queda mucho por hacer. Pero no es objetivo ser pesimistas y presentar una imagen de desconocimiento total, por lo que es necesario detallar las aportaciones sistemáticas que algunos científicos han proporcionado a la sociedad durante años de esfuerzos, muchas veces poco retribuidos. Resulta necesario citar, en primer lugar, los trabajos de Veloz Maggiolo[178], del que su obra más destacada es “Arqueología Prehistórica de Santo Domingo”. Este libro describe minuciosamente la historia del poblamiento prehistórico de Las Antillas, las culturas precerámicas y cerámicas, y los yacimientos arqueológicos de La Española, lo que le permite construir un esquema histórico-cultural de las sociedades precolombinas de la isla. Los objetivos principales de este trabajo son: hacer un estudio integrador desde un punto de vista integrador; informar sobre la posible existencia de una serie de costumbres y rasgos culturales desconocidos hasta entonces; presentar un esquema organizado de la arqueología de República Dominicana; y completar en lo posible los yacimientos más importantes de la isla de Santo Domingo, con bibliografía, mapas y esquemas.

Antes que Maggiolo, otros científicos, más interesados por la historia post-colombina que por la arqueología, recogieron datos y esbozaron interpretaciones pioneras sobre las costumbres de los indígenas y los posibles orígenes de su

[178] Veloz Maggiolo, M.: Arqueología Prehistórica de Santo Domingo, Fundación de Crédito Educativo, República Dominicana (impresión: MacGraw-Hill Far Eastern Publishers, Singapur), 1972

poblamiento. Destacan, Rocheforts con su *Histoire naturelle et morale des Iles Antilles de L'Amerique*; de 1666, *History of the Caribby Islands*, de John Davies; el interesante trabajo de Charlevoix *Histoire de L'Isle Espagnole ou de Saint Domingue*. Ya a mediados del siglo XIX, nuevamente debe hacerse mención de Robert Schomburgk, quien en sus viajes por el país recogía también información importante sobre yacimientos arqueológicos desconocidos, como el denominado "Corral de los Indios" de San Juan de la Maguana. En 1876, José Gabriel García publica su *Historia de Quisqueya* que más tarde (1893) convertiría en *Compendio de la Historia de Santo Domingo*. En 1881 se elabora el primer informe con carácter oficial de un yacimiento arqueológico en el país; se trata del informe de L. Pinart, encargado por el Ministerio de Justicia, Fomento e Instrucción Pública de la República Dominicana, sobre restos de osamentas en cuevas del litoral de Los Haitises, Bahía de Samaná. En esta misma fecha Alvaro Reinosos publica en París el estudio titulado *Agricultura de los indígenas de Cuba y Haití*, y posteriormente, en 1897, Roth Ling publica en Londres un trabajo sobre los aborígenes de la isla La Española. En *American Anthropologist*, Holmes publicó en 1888 un estudio sobre las influencias de la cerámica del área del Caribe sobre otras zonas del Continente. Posteriormente en 1894 B. Nau publica en París *Histoire des Caciques d'Haiti*.

A principios del siglo XX, destacan los trabajos de Fewkes, Joyce, T. de Booy, Narciso Alberti Bosch (dominicano, médico e incansable aficionado a las labores de campo de la arqueología), Rivet, Fisher, Padilla de Onís, Remy Bastien y R. Dóaz Niese. Estos trabajos se caracterizaron por ser de una minuciosa descripción de piezas arqueológicas, localización de yacimientos y planteamiento de hipótesis más fundamentadas sobre las relaciones de los indígenas antillanos con otros grupos aborígenes americanos.

Cruxent marca un hito en los estudios arqueológicos del Caribe, iniciando con su publicación *Venezuela: A strategic center for Caribbean archaeology* en 1945. Realizó innumerables incursiones en la arqueología sudamericana y particularmente en la Caribeña, quien también trabajó en La Isabela, la primera ciudad Colombina del Nuevo Mundo, situada en la Costa Norte de la República Dominicana. Además realizó estudios con los investigadores Emile de Boyrie Moya, Luis Chanlatte Baik y Elpidio Ortega en 1969. A mediados de siglo también destacan F. Pérez Sánchez y Rivero de la Calle. De estos, Emile de Boyrie hizo excelentes descripciones de yacimientos arqueológicos, y dieron un poco de orden a innumerables piezas. Con él trabajó y dio continuidad a su trabajo en materia de relaciones de los grupos indígenas antillanos Ricardo Alegría.

Mucho más recientemente, ya en la década de los 80's, destacan los últimos trabajos de J. Mª Cruxent en La Isabela, como ya se ha comentado, y la sistemática excavación de esta Ciudad Histórica dominicana por parte de arqueólogos españoles en el marco del proyecto de Puesta en Valor de La Isabela a finales de esta década. Entre ellos, destacan J. Campos y F. Pozo.

En conclusión, en materia arqueológica, las aportaciones relacionadas precedentemente concluyen, a grandes rasgos y en el ámbito de La Española, las siguientes tesis e hipótesis en constante discusión:

- ☞ Las Antillas Mayores y Menores fueron ocupadas desde el 2,000 yr BP por tribus agrícolas, pero antes habían sido ocupadas por grupos

indígenas pre-agrícolas y con carácter de cazadores-recolectores-pescadores, desde aproximadamente 4,500 yr BP;

- ☞ Los tres poblamientos de las Antillas son, en orden de aparición, ciboney, arawaco y caribe;
- ☞ De estos tres poblamientos, el arawaco, por su cultura agrícola, es el más importante en las Antillas Mayores, diviéndose sus manifestaciones en dos tipos de cultura determinados por el sistema decorativo de la cerámica: el igneri (cerámica pintada) y el taíno (que a su vez incluye el período subtaíno como período cultural más simple y ausente de complicaciones rituales como cerámicas), cuyo florecimiento y mayor auge se produce con la aparición de la cerámica Boca Chica (en RD);
- ☞ La mayoría de los habitantes de La Española, así como del resto del arco antillano, procede de Sudamérica, no obstante, no puede ser descartada la teoría de ciertas influencias centro o meso-americanas.

En conclusión, los aspectos arqueológicos del *Cuaternario* dominicano que hasta hoy se conocen son: a) escasos; b) concentrados en la identificación y clasificación de industrias líticas y cerámica; c) orientados hacia la relación de costumbres, usos de los recursos naturales, poblamiento y otros aspectos socio-demográficos; d) recientes, ya que el poblamiento más lejano de La Española se atribuye al 4,500 yr BP, con lo que las aportaciones se concentran casi exclusivamente desde el Sub-boreal, hasta hoy, lo cual no es desdeñable, pero se requiere montar una serie cuaternaria paleo-ambiental más antigua que evidentemente no puede apoyarse en la geo-arqueología.

En materia de reconstrucción paleo-ambiental los trabajos son igualmente escasos, aunque de rigor metodológico y algunos en revisión y discusión por parte de la comunidad científica. Las primeras de estas investigaciones en República Dominicana son autoría de **Carlos Schubert y Ernesto Medina**[179], quienes en 1982, mediante un reconocimiento por fotografía aérea, identificaron unos supuestos circos y valles glaciares, morrenas y bog-filled depressions (ombilic). Este trabajo sólo alcanzó el nivel de reconocimiento de elementos morfológicos mediante fotointerpretación. Nunca hicieron campo sobre sus hipótesis. Posteriormente, en 1996, los investigadores **Kenneth Orvis, Sally Horn y otros**[180] realizan unas investigaciones de campo en las que caracterizan depósitos y morfologías, discuten las fotoidentificaciones de Schubert y Medina, y proponen unos modelos de evolución paleoclimática. Se ha revisado el conjunto de estas aportaciones y los lugares donde se han realizado las investigaciones, por lo que deben plantearse las siguientes cuestiones:

---

[179] Schubert, C.; Medina, E.: Evidence of quaternary glaciation in the Dominican Republic: some implications for Caribbean Palaeo-climatology, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol 39, pp. 281-294, 1982

[180] Orvis, K.H.; Clark, M.; Horn, S.; Kennedy, L.: Geomorphic traces of quaternary climates in the Coridllera Central, Dominican Republic, Mountain Research and Development, vol. 17, pp. 323-331, 1997
Horn, S.; Orvis, K.; Kennedy, L.; Clark, M.: Prehistoric fires in the highlands of the Dominican Republic: evidence from charcoal in soils and sediments, Caribbean Journal of science, ?

- El gradiente altitudinal de temperatura de –8.5ºC/km, utilizado por Orvis permite establecer a 2500 metros sobre el nivel actual del mar (2,600 sería la altura corregida de esta cota con respecto al nivel del mar durante el 14,000-18,000 yr BP, debido a la bajada glacioeustática de dicho nivel) la cota a partir de la cual las temperaturas medias estuvieron por debajo de los 0ºC durante el 18,000-14,000 yr BP. Para la construcción de este gradiente, oportunamente se ha considerado la inversión de los alisios, pero se ha excluido el uso de las estaciones termopluviométricas de Santo Domingo y Valle Nuevo; de utilizarse dichas estaciones el gradiente sería de –6.5ºC/km. Siendo La Española una isla sometida climáticamente a la influencia marina (la distancia mínima entre el Pico Duarte y el mar en la Bahía de Ocoa es de 70 km aproximadamente; hacia el N es igual de corta esta distancia mínima, 100 km aproximadamente). Además, **es escaso el relieve situado por encima de 2,500 msnm**, salvo el Pico Duarte, y una parte de Valle Nuevo;

- El límite periglaciar actual (definido conceptualmente como la altura donde la temperatura media de las mínimas anuales llega a 0ºC), situado por Schubert y Medina a 2,800 msnm, no supone unas repercusiones morfológicas actuales con tal régimen morfoclimático, toda vez que los procesos periglaciares no están vigentes en la actualidad en la Cordillera Central (no se ha comprobado la existencia, en la actualidad, de crioclastia y otros fenómenos periglaciares; tampoco se constatan acontecimentos nivales);

- Dos observaciones empíricas ilustran la dificultad de que se hayan producido procesos glaciares en el sector Pico Duarte-Valle Nuevo:

  - Los glaciares de Sierra Nevada, en Andalucía. Los Pico Mulhacén y Veleta, con alturas que alcanzan los 3,400 msnm, durante el 18,000 yr BP vieron el desarrollo de glaciares, que no descendieron por debajo de los 2,800 msnm. Estos picos se sitúan a aproximadamente 37º de latitud Norte, mientras que el **Pico Duarte y Valle Nuevo se sitúan a 19º de latitud Norte**. Resulta complejo considerar que el sistema Pico Duarte-Valle Nuevo pudiera experimentar condiciones semejantes o tan siquiera parecidas a las de Sierra Nevada, cuando entre ellos existe una diferencia latitudinal de 18º. Además, en el trabajo de Schubert y Medina, la cota más baja a la que se supone llegaron los glaciares, a juzgar por los “depósitos de morrenas” del Valle de Bao, es de 1,800 msnm, cosa que ni siquiera en Sierra Nevada ocurrió.

  - Los episodios glaciares de Sierra Nevada, México, un sistema montañoso situado a aproximadamente 19º30’ de latitud Norte, compuesto de una serie de volcanes como el Popocateptl, Iztaccihuatl, entre otros, y de clima marcadamente continental (la distancia más corta entre el Popocatepetl y el mar es de aproximadamente 300 km). En la vertiente occidental del volcán Iztaccihuatl (a 5,286 msnm, segundo más alto después del Popocatepetl que alcanza 5,452 msnm) el máximo avance glaciar ha sido hasta aproximadamente 3,000 msnm, justo la altura del Pico

Duarte. Por debajo de esta cota no se registran otros avances. Este dato resulta significativo, pues a la misma latitud que el Pico Duarte, con caracteres climáticos marcadamente continentales, sobre una cadena montañosa amplia, el máximo avance glaciar sólo alcanza la cota del Pico Duarte. Además, el avance glaciar llega tan bajo gracias a la alimentación que suministra una serie de picos con cotas muy elevadas. El Pico Duarte, junto a La Pelona, son los únicos picos que sobrepasan la cota de los 3,000 msnm y la superficie que se sitúa a dicha altura sobre ambos es muy reducida. También es necesario considerar que ambos picos, Duarte y La Pelona se encuentran a unos 85 km de distancia media mínima con respecto de la línea de costa favoreciendo una influencia marina, mientras que el Popocatepetl y el Iztaccihuatl se encuentran a una distancia mucho mayor, favoreciendo la continentalidad y por lo tanto el contraste térmico.

En conclusión, estas aportaciones científicas en la isla La Española se concentraron en la determinación de si hubo o no glaciarismo en el Pico Duarte-Valle Nuevo durante el pleistoceno tardío. Sin embargo, existe la posibilidad de desarrollo de periglaciarismo o fenómenos nivales durante el Último Máximo Glacial o el Younger Dryas. Orvis plantea que estas propuestas oscurecen el surgimiento de otras cuestiones todavía más interesantes. Esto es cierto, pues podrían desarrollarse trabajos sobre cambios a nivel de *bosques* y *sabanas*, desarrollo o recogimiento de las *sabana*, efectos sobre el poblamiento humano, entre otros.

Otro dato importante de los estudios de Orvis es que plantea la posibilidad de que, a nivel pluviométrico, hubiesen existido ambos tipos de regímenes durante las fases frías: frío/áridez frío/húmedad. Esto permite plantear consideraciones de tipo bioclimático de gran trascendencia, que en múltiples ocasiones surge como conclusión de los estudios paleoambientales en la zona intertropical: ¿hubo expansión de la *sabana* en República Dominicana durante el Último Máximo Glacial?.

También durante la década de los 80's se realizaron otras investigaciones paleo-ambientales, con interesantes aportaciones para el conocimiento del *Cuaternario* dominicano. Destacan los trabajos de Paul Mann, F. W. Taylor y otros[181], orientados a temas de neotectónica, pero con una sistemática reconstrucción de condiciones paleoambientales. De sus múltiples investigaciones en República Dominicana, dos se concentran en la reconstrucción de la actividad sismica de dos importantes zonas dominicanas: la falla septentrional y la falla de Enriquillo. En el primer caso se trata de una reconstrucción de la actividad sísimica durante los últimos 730 años. En el segundo caso, los dos artículos publicados reconstruyen las condiciones paleo-geográficas de la Hoya de Enriquillo desde el

[181] Mann, P.; Taylor, F.W.; Burke, K.; Kulstad, R.: Subaerially exposed Holecen coral reef, Enriquillo Valley, Dominican Republic, Geological Society of America Bulletin, vol 95, pp. 1084-1092, 1984
Taylor, F.W.; Mann, P.; Valastro, S.; Burke, K.: Stratigraphy and radiocarbon chronology of a subaeriallly exposed holocen coral reef, Dominican Republic, Journal of Geology, vol. 93, pp. 311-332, 1985;
Prentice, C.; Mann, P.; Taylor, F.W.; Burr, G.; Valastro, S.: Paleoseismicity of the North American-Caribbean plate boundary (Septentrional fault), Dominican Republic, Geology, vol. 21, pp. 49-52, 1993;

120,000 yr BP, una cuenca sedimentaria con conexión marina, repleta de múltiples indicadores y elementos morfológicos, entre ellos, arrecifes de coral, abanicos aluviales, glacis-conos, entre otros. Estos indicadores registran muy bien los cambios eustáticos del nivel del mar, actividad tectónica, cambio climático, entre otros. Se utilizan dataciones isotópicas fiables que coinciden con las de otros trabajos científicos que se verán a continuación.

Los más recientes trabajos del *Cuaternario* dominicano los han realizado Cámara y Díaz del Olmo. Sus primeras publicaciones nacen de sus proyectos de cooperación en la República Dominicana. En Karstología publican *Niveaux marins, chronologie isotopique U/Th et karstification en Republique Dominicaine*[182]. En este trabajo esbozan una secuencia de 400, 000 años de niveles marinos y las respectivas karstificaciones asociadas a las terrazas coralinas de las costas dominicanas. En conclusión, proponen que existe una dinámica cuaternaria ligada a los cambios climáticos con repercusión directa en las variaciones del nivel del mar en el Caribe, que son a su vez correlacionables con los registros isotópicos del oxígeno. Destacan la importancia de los estadios 1, 5 y 7 en la conformación de terrazas coralinas. Uno de los resultados que mayor repercusión tienen sobre la dinámica de la vegetación radica en que los niveles de terrazas más bajos presentan desarrollo de corazas ferruginosas, lo que delata la tendencia del clima hacia un régimen cada vez más seco. Esto, como se ha comentado anteriormente, favorece el avance de la *sabana* sobre el *bosque*.

En 1997 Cámara y Díaz del Olmo publican “Manglares y modificaciones en líneas de costas *tropicales* (Bahía de Samaná, República Dominicana)”[183]. En este artículo desarrollan la evolución de 3 líneas de costa de la Bahía de Samaná, al NE del país. Los tres casos tratan la progradación en 200 años de líneas de costas de desembocaduras fluviales con manglar, provocada por el régimen mesomareal y la deriva costera, así como por el incremento del aporte sedimentario, que también condiciona la distribución de las *formaciones hidrófilas* a lo largo de la línea de costa. Sus aportes, en cuanto a las *formaciones vegetales*, derivan de sus conclusiones en cuanto a la progradación del manglar, forzando al sistema en su conjunto a desplazarse hacia el mar, lo que favorece la aparición de las *sabanas* pioneras en los sectores desocupados por el bucán.

Una interesante publicación realiza Cámara posteriormente sobre *formaciones* gresificadas costeras[184], en la que reporta los *beach-rock*, *grès de playa* y *eolianitas* de la República Dominicana. En todos los casos, detalla la repercusión de estos registros como indicadores ambientales de un cambio geomofológico, derivado de variaciones eustáticas del nivel del mar y de los cambios en los regímenes pluviométricos.

---

[182] Díaz del Olmo, F.; Cámara Artigas, R.: Niveaux marins, chronologie isotopique U/TH et karstification en Republique Dominicaine, Karstologia, Num. 22(2), 1993

[183] Cámara Artigas, C.; Díaz del Olmo, F.: Manglares y modificaciones en líneas de costas *tropicales* (Bahía de Samaná, República Dominicana), Geogaceta, Num. 21, 1997

[184] Cámara Artigas, R.: Formaciones gresificadas costeras: indicadores de cambios geomorfológicos en la interfase marino-continental, Cuaternario del litoral y entorno continental del Mar de Alborán (comunicación de ponencia), ?

En 1997, Cámara y Díaz del Olmo publican un artículo sobre "*tannes, bucanes y* maniguas"[185], en el que desarrollan una caracterización, tanto morfoclimática, ecodinámica y evolutiva, de las *formaciones* geomorfológicas típicas que acompañan a los manglares: bucanes y maniguas. En cuanto a la caracterización y origen, para el primer caso, se trata de una génesis morfoclimática donde dominan los procesos de salinización y para el segundo, una génesis morfoedáfica con rasgos de acidificación. En ambos casos, la evolución de estas unidades post-manglar, son recientes, siendo tan jóvenes que en algunos casos pueden ser de no más de 200 años. Responden a procesos de transgresión que, como ya se ha comentado, han sido fechados en el 5,000 yr BP (Díaz del Olmo y Cámara[186]). Las repercusiones de este trabajo sobre las *formaciones vegetales* son interesantes, toda vez que permite considerar a la *sabana* como una *formación* posterior al desarrollo del bucán; esta afirmación es válida en los casos de regímenes de estacionalidad contrastada que favorezca la aparición de la *sabana* una vez desaparece el bucán. Así, en un ámbito en el que se produce una transgresión marina seguida de una constante regresión, se produciría una intensa actividad morfogenética de bucanes, la cual a su vez propiciaría una intensa actividad de aparición de *sabanas* pioneras en la línea de costa.

Posteriormente, en 2000, Cámara presenta una comunicación sobre los indicadores ambientales del máximo transgresivo Holoceno[187] en el Caribe, con énfasis en República Dominicana. En este trabajo retoma los datos presentado en su trabajo de 1993[188], ordena otras aportaciones de otros autores sobre la evolución del nivel eustático del mar en el Caribe y lo focaliza en República Dominicana, mediante la presentación de los indicadores ambientales del Máximo Transgresivo Holoceno, fechado en 5,000 yr BP. Como colofón, aporta también los resultados de sus reflexiones sobre la dinámica de *sabana*-tanne, en donde confirma que los terrenos desocupados por el tanne se ven invadidos rápidamente por la *sabana*. Estas aportaciones revisten importantes resultados para los fines del presente trabajo.

De este conjunto de publicaciones, las previas a 1997 fueron incorporadas a la tesis doctoral de Cámara[189], y las posteriores a 1997 constituyeron una revisión a los resultados planteados en la tesis. Desafortunadamente, los resultados íntegros de esta tesis doctoral no han podido ser publicados. En un futuro cercano dicho trabajo podrá ser impreso en su totalidad para que, en principio, sirva de base a investigaciones de tipo integral que pudieran desarrollarse en República Dominicana.

---

[185] Cámara Artigas, C.; Díaz del Olmo, F.: Tannes, bucanes y maniguas: tránsito marino-continental en marismas intertropicales con manglares (República Dominicana), Cuaternario Ibérico, Librería Andaluza, Sevilla, 1997

[186] Díaz del Olmo, F.; Cámara Artigas, R.: Niveaux marins, chronologie isotopique U/TH et karstification en Republique Dominicaine, Karstologia, Num. 22(2), 1993

[187] Cámara Artigas, R.: Environmental indicators of the Holocen Transgressive Maximun (HTM) in the Caribbean Area (Dominican Republic), Actas de la Reunión de la Comisión de Holoceno (INQUA), Librería Andaluza, Sevilla, 2000

[188] Díaz del Olmo, F.; Cámara Artigas, R.: Niveaux marins, chronologie isotopique U/TH et karstification en Republique Dominicaine, Karstologia, Num. 22(2), 1993

[189] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

3.2. Problemáticas abiertas. Definiciones, sistemas de clasificación, y los ecotonos

En este epígrafe se desarrollarán unos breves comentarios sobre distintos aspectos relacionados con la ideoneidad de las definiciones de *bosques* y *sabanas*, así como la factibilidad de uso de ciertas tipologías para el caso dominicano. Este comentario servirá de base para apoyar la definición y la clasificación aportadas sobre estas *formaciones* dominicanas, lo que permitirá establecer un sistema aplicable a los casos específicos que se analizarán. La ventaja de un sistema propio permite desarrollar con mayor fluidez el tema central del trabajo, que consiste en los *patrones* de *sabanas* y sus *ecotonos*.

3.2.1. Definiciones y clasificaciones de *bosques* presentadas, equivalencias y tipología adoptada

Si bien es cierto que **Brockman-Jerosch** y **Rübel**[190] dieron un paso importante en la clasificación de las *formaciones vegetales*, hoy se confirma que dicho sistema presenta inconvenientes prácticos a los fines de su aplicación, tanto en el dominio *tropical* como en otros. Además, la naturaleza de esta tipología era precisamente de servir de síntesis mundial, y como tal resultaba apropiada para trabajos a esa escala; otra limitación era que, en vista del carácter fisonómico de la clasificación, la comparación ente *formaciones* en distintos puntos de la Tierra presentaba ciertos inconvenientes.

En cuanto a **Beard**[191], da un paso importante al desagregar bastante los tipos de *bosques* que pueden ser encontrados en el dominio *tropical*. Establece los parámetros termopluviométricos aproximados que condicionan a cada tipo de *bosque*, aunque se apoya ocasionalmente en criterios fisonómicos. Es el primero en incluir a la *sabana* como específica de la zona intertropical, aportación que se presentará con detalle en el apartado dedicado a estas *formaciones*.

Birot[192], en su clasificación, intentó recoger los caracteres fisonómico-fenológicos más destacados de las *formaciones zonales* de vegetación. Por ello, sus tipologías recogen nombres como “sempervirente”, o “denso mixto”. Su aplicabilidad resulta de interés, toda vez que resulta sencilla su aplicación sin lugar a equivocarse, pero peca de generalista. Para trabajos de escala pequeña, resulta factible este sistema.

La clasificación de biomas de **Müller**[193] representa, como ya se ha comentado, una importante aportación no sólo por el aspecto zoogeográfico que da a las *formaciones vegetales* del globo, sino también por sus múltiples referencias a

---

[190] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[191] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

[192] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[193] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

la evolución de la distribución de los seres vivos a lo largo del Pre-cuaternario y del *Cuaternario*. Sin embargo, destaca la ausencia de de factores específicos que permitan diferenciar con mayor precisión cada bioma. Además, se requiere una descripción y delimitación más precisa de *formaciones* tan particulares como el *bosque tropófilo* y *mesófilo*, o al menos su inclusión explícita dentro de algún bioma.

La clasificación propuesta por **Demangeot**[194] aporta importantes avances en la designación e identificación de *formaciones vegetales* del trópico, pues fundamenta sus criterios en factores relevantes para el caso de las *formaciones zonales*: por un lado reconoce los caracteres fisonómicos de los *bosques* y por otro, y es esta la característica que utiliza para la colocación del sufijo (generalmente, una raíz griega), el régimen climático y ecodinámico al que está sometido la *formación*. Por otra parte, considera relevante el factor humano así como el condicionamiento azonal que puede favorecer una determinada situación topográfica o un determinado perfil de suelo: son las *formaciones secundarias* y los *bosques* azonales, respectivamente. Son muy útiles estas aportaciones, toda vez que están basadas en características como el comportamiento climático, ecodinámico, fisonomía, intervención, posición geomorfológica, *formaciones superficiales*.

En cuanto a la clasificación propuesta por **Longman** y **Jenik** adoptada por **Furley**, los factores considerados son importantes, pero su aplicación a las *formaciones boscosas* de la República Dominicana presenta algunas limitaciones. La clasificación considera dos factores importantes: duración del stress hídrico y precipitación total anual. El diagrama presentado da por sentado algunos hechos que podrían en muchos casos, servir para discriminar una *formación* de otra; por ejemplo, una baja duración del stress hídrico combinada con una alta precipitación no necesariamente implica un encharcamiento que favorezca una *formación hidrófila*; o el caso contrario, una baja precipitación anual y un corto stress hídrico no implican necesariamente un matorral espinoso. En muchos casos dominicanos se requiere contar con factores locales, como la textura de las *formaciones superficiales*, o la duración de la paralización vegetativa. Como aproximación inicial, adimensional y subjetiva, constituye una importante aportación.

Por último, de cara al presente trabajo resulta útil la tipología de *bosques* aplicada por **Cámara**[195] en virtud de su aplicabilidad, toda vez que se basa en parámetros bastante palpables y dada su probada eficacia en el campo. **Cámara** utiliza los mismos nombres que **Demangeot**[196] y les otorga todavía una mayor carga ecodinámica. Para ello, caracteriza cada una de las *formaciones vegetales* según el balance hídrico de **Thornthwaite**[197] encadenado al diagrama bioclimático de Montero de Burgos y González Rebollar[198]. Esta aproximación tiene importantes ventajas sobre las aportaciones anteriores: por un lado, resuelve con parámetros claramente medibles, las insuficiencias que se pueden derivar de las clasificaciones más cualitativas; también, al

[194] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[195] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[196] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[197] Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R.: The water balance, Publications in Climatology, 8,1, New Jersey, 1955

[198] Montero de Burgos, J.L., González Rebollar, J.L.: Diagramas bioclimáticos. ICONA, Madrid, 1973

incorporar el balance hídrico de Thornthwaite se le otorga especial atención a los valores de precipitación, temperatura, evapotranspiranción, déficit, sobrante, escorrentía, todo lo cual está transversalmente condicionado por la clase textural del suelo o *formación superficial* sobre la que se apoya la *formación* en cuestión; además aplica los conceptos de paralización vegetativa, factores que inciden directamente en la fenología de los individuos, y a su vez en la cantidad de radiación que llega al suelo, lo que a su vez favorece la aparición estratos bajos, como el herbáceo con gramíneas heliófilas. Como clasificación de *formaciones boscosas*, es la más apropiada para los fines del presente trabajo.

A modo de síntesis se presenta, de forma ordenada y sintética, una tabla de equivalencias entre la clasificación ecodinámica de **Cámara**[199] (la cual se ha asumido en el presente trabajo por las razones expuestas arriba) y las clasificaciones presentadas por otros autores (ver **Tabla 23**). Así, a toda referencia de *formación boscosa* en el presente trabajo, puede aplicársele su respectiva equivalencia a la *formación* correspondiente según el autor que se desee, siempre desde un punto de vista muy subjetivo.

En la **Figura 35** se resume el conjunto de *sabanas* en función tanto del *régimen geoecodinámico* como de los conjuntos fisonómicos. De esta forma, se obtiene finalmente un total de 26 tipos de *sabanas* en función de estas dos variables. Se han ordenado ascendentemente, tanto a nivel de la precipitación media para el *régimen geoecodinámico*, como para el grado de cobertura, de arriba a abajo y de izquierda a derecha respectivamente.

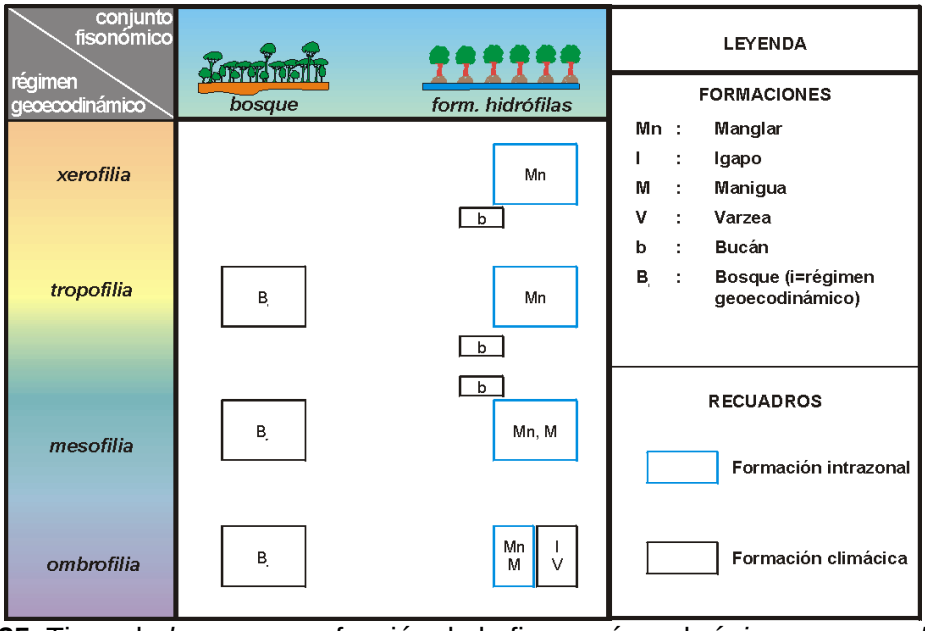


Figura 35. Tipos de *bosques*, en función de la fisonomía y el *régimen geoecodinámico* (elaboración propia a partir de **Cámara**[200])

[199] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[200] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

Tabla 23. Equivalencias entre la clasificación ecodinámica de *bosques* de **Cámara**[201] y las clasificaciones presentadas por otros autores

Según Cámara (clasificación adoptada)	**Según Brockman-Jerosch y Rübel**[202]	**Según Beard**[203]	**Según Birot**[204]	**Según Müller**[205]	**Según Walter**[206]	**Según Demangeot**[207]	**Según Longman y Jenik**[208]
Bosque ombrófilo sempervirente	Pluvisilva	*Bosque* o selva: lluvioso(a), pluvial, húmedo(a)	*Bosque* sempervirente	Bioma híleo o "*bosque* lluvioso" o "monzónico"	Zona de pluvisiisilvas *tropicales* siempre verdes	*Bosque ombrófilo*	*Bosque ombrófilo*
Bosque mesófilo subsempervirente	Hiemisilva	*Bosque* o selva estacional siempre verde	*Bosque* denso mixto	Bioma del *campo cerrado*?	Zona *tropical* con lluvias estivales	*Bosque mesófilo*	*Bosque* seco
Bosque tropófilo	Hiemifructiceta (y por condicionamiento local la Siccideserta[209]	*Bosque* deciduo, de hoja caduca	*Bosque* claro	Bioma de espinosos y suculentas?		*Bosque tropófilo*	*Bosque* semideciduo
Bosque tropófilo espinoso o *xerófilo*		*Bosque* espinoso	*Bosque*-matorral con espinas y suculentas			Brousses	Matorral espinoso
Bosque hidrófilo	Pluvifructiceta	Vegetación de marisma o de pantano	*Bosque* sempervirente	Bioma de manglar	Manglares	Manglares	*Bosque hidrófilo*

[201] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[202] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[203] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

[204] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[205] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

[206] Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

[207] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[208] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

[209] La *Siccideserta* es la formación que más se aproxima, fisonómicamente, a aquellas de régimen *xerófilo*, aun cuando, según Rübel, zonalmente la *Siccideserta* se encuentra siempre hacia afuera de aquellas zonas climáticas donde domina la sabana. Manteniendo una dirección en progresivo distanciamiento del Ecuador y pasada la *Pluvisilva*, la *Hiemisilva* y la *Hiemifructiceta*, lo común sería encontrar la *Siccideserta*, **lo cual no excluye la posibilidad de encontrar condiciones xerófilas fuera de esta serie típica**, como es el caso del Lago Enriquillo en República Dominicana. Por ello, se ha colocado como equivalente del bosque *xerófilo*.

3.2.2. Definiciones y clasificaciones de *sabanas* presentadas, equivalencias y tipología aportada

El nacimiento de un concepto científico implica su ampliación y a la vez su restricción del objeto al que originalmente hace referencia. En Geografía, esto ocurre generalmente cuando, en el campo, se abordan procesos o paisajes que guardan cierto parecido con la definición estricta; de aquí surgen las tipologías y los subtipos del concepto en cuestión. Este es el caso de la *sabana*. Ya se ha visto que, si se sigue al pie de la letra la definición que recogieron los **Cronistas de Indias**[210] sobre *sabana*, el ámbito de aplicación del término se reduciría únicamente a paisajes de superficies *herbáceas*, sin arbolado o escasamente con él, sin importar los procesos que en estas ocurriesen.

En el caso dominicano, esto limitaría mucho la aplicación del concepto y lo haría científicamente inviable para agrupar dentro de él a una serie de *formaciones* que guardan muchos aspectos comunes. Por ello, se hace necesario tomar ciertas licencias en la definición de la *sabana*, cosa que no es nueva y que muchos autores han hecho desde hace bastante tiempo.

Se intenta focalizar la definición propuesta al caso dominicano, y ante esto se requiere conocer qué considera la comunidad como *sabana*. En ese caso, una referencia obligada es la definición adoptada en la reunión de Yangambi: "*formación* herbosa abierta, a veces salpicada de plantas leñosa, en conjunto no recorridas por el fuego y compuesta por gramíneas vivaces muy espaciadas que no sobrepasan los 80 cm, con hojas estrechas, plegadas y enrolladas [amacollada], principalmente basilares. Esta definición es muy fisonómica, aun cuando se sabe que el concepto hace referencia en sus orígenes a la forma y no a los procesos. Si se aborda la cuestión desde perspectivas variadas, es decir, extremas, la discusión se complejiza. De todas maneras, se intentará presentar una definición sencilla, completa y adapatada a las *sabanas* dominicanas.

El siguiente constituye el primer problema: diferentes procesos pueden dar lugar a espacios de *sabana* muy parecidos, y vicerversa, paisajes tipo *sabana* muy diferenciados pueden estar conformados por procesos muy similares. Esta convergencia, tanto de procesos como de paisajes, obliga a ordenar a la *sabana* en función de ambas variables.

[210] Fernández de Oviedo, G.: Historia General y Natural de las Indias, 1535. En: Rueda, M.: Oviedo Las Casas, crónicas escogidas. Ediciones de la Fundación Corripio. Santo Domingo, 1988
de las Casas, Bartolomé: Historia de las Indias, 1522. En: Rueda, M.: Oviedo-Las Casas, crónicas escogidas. Ediciones de la Fundación Corripio. Santo Domingo, 1988

Las aportaciones presentadas en epígrafes anteriores, destacan los siguientes procesos: geo-ecodinámicos (**Cámara**[211]; **Furley**[212]), donde se incluye la interacción de las variables termopluviométricas, textura de del suelo, sequía estacional y humedad edáfica); edafo-morfogenéticos (**Birot**[213]); de génesis y concentración/distribución de nutrientes (**Stott**[214]); antrópicos (**Demangeot**[215]); y los relacionados con la actividad animal (**Furley**[216]).

Así, la *sabana* se diferencia de las demás *formaciones vegetales*, a nivel de procesos, por la peculiar forma en que cada uno de ellos interactúa. A partir de esta interacción, se pretende explicar los tipos de *sabanas*. Para **Cámara**, la *sabana arbolada* aparece siempre que existan texturas de suelo arcilloso-limosas, bajas precipitaciones, elevada sequía estacional y encharcamiento medio. **Frost**[217] considera que la *sabana arbolada* de *Acacias* aparece con valores medios de disponibilidad de humedad y nutrientes en el suelo.

El ejemplo precedente de la *sabana arbolada*, ejemplifica los distintos puntos de vista factoriales desde donde pueden ser catalogadas las *sabanas*, lo que demuestra que el hecho de considerar un único factor o proceso (o un grupo de ellos) para caracterizar a la *sabana* resulta insuficiente. Profundizando más en la crítica, si se consideraran todos los procesos que inciden en la conformación de la *sabana*, no sería posible caracterizarla únicamente con arreglo a éstos, porque de ser así, se dejaría de lado el resultado fisonómico que se conoce como "*sabana*", lo que la alejaría de la motivación inicial que propició su formulación por parte de los taínos.

Lo dicho puede ser ejemplificado de la siguiente manera: por una parte, no se deben considerar como *sabanas* las *formaciones tropicales* amacolladas de tapiz herbáceo discontinuo, **porque fisonómicamente son muy parecidas a las estepas**, aun cuando los procesos que las generan son los habituales de las *formaciones* consideradas típicamente *sabanas*, es decir, estacionalidad contrastada, paralización vegetativa por déficit hídrico, etc. Por otra parte, y aplicando un razonamiento similar pero inverso, tampoco se deberían considerar como *sabanas* a aquellas *formaciones tropicales* que, aun teniendo un tapiz continuo de *herbáceas* no amacolladas, sufren procesos de paralización vegetativa

---

[211] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997;

[212] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

[213] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[214] Stott, P.: Recent trends in the ecology and management of the World's savannas formations, Progress in Physical Geography, 15, 1, 1991

[215] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[216] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

[217] Frost, P.; Medina, E.; Menaut, J.C.; Solbrig, O.; Swift, M.; Walker, M.B.: Responses of savannas to stress and disturbance. A proposal for a colaborative Programme of Research. Biology International, Special Issue-10. IUBS, Paris, 1986

por frío, como los páramos, por ejemplo. En conclusión, ambas se excluyen y parece más apropiado pensar en los dos enfoques para construir una definición con carga científica que englobe a todas las *formaciones* que tienen algo en común.

Por ello, una definición basada únicamente en lo fisonómico o en los factores que inciden en la aparición de la *sabana*, sería inadecuada. La cuestión, tal y como se ha planteado, es más compleja de lo que parece. La definición de Yangambi es muy fisonómica, contempla algún proceso aislado, y por eso no parece suficiente.

Para superar las deficiencias de esta definición y de las demás presentadas en los epígrafes anteriores, se propone la inclusión de procesos típicamente conocidos en las *sabanas*, dejando abierta la posibilidad de incluir nuevos procesos en la medida que se vaya conociendo la dinámica de estas *formaciones*. Dichos procesos los se resumen a continuación:

- **Procesos geoecodinámicos**: donde se incluyen:
  - **Procesos ligados a los factores climáticos**: estacionalidad contrastada y paralización vegetativa por déficit hídrico o por frío, encharcamiento estacional; etc.;
  - **Procesos geomorfológicos**: incluidos aquí, por una parte, los **morfogenéticos**: desarrollo de vertientes, glacis, abanicos, etc., y por otra los **edafo-alterológicos**: génesis de costras calcáreas o ferruginosas, concentración/distribución de nutrientes, presencia o ausencia de nutrientes disponibles para las plantas, etc.;
- **Procesos antrópicos**: aclareo agrícola, carboneo, fuego, etc.;
- **Procesos relacionados con la actividad animal**: pastoreo, colonias de termitas, etc.

En definitiva, tanto los aspectos fisonómicos como los procesos actuales deben servir de base para estructurar una definición de *sabana* que sea aplicable al caso de la *sabana* dominicana. Pero precisamente en el caso dominicano existe un elemento adicional. Se trata de los aspectos relativos a la evolución y la génesis de la *sabana* en sí, es decir, la síntesis de su conformación en el tiempo con arreglo, por un lado a los cambios ambientales, y por otro a los procesos actuales que la definen como una *formación* climácicamente estable o no. Esta cuestión es muy importante, porque conlleva a la siguiente pregunta, **¿es la *sabana* dominicana solidaria con su clima, con las *formaciones superficiales* y las morfologías sobre las que se apoya, con los procesos relativos a la actividad animal y humana que experimenta actualmente?**.

Una *sabana* no siempre está adaptada a las condiciones edafo-morfoclimáticas, y a una serie de procesos que hoy actúan sobre ella. Este tipo de *sabana* no es solidaria con las circunstancias en las que se encuentra actualmente y es considerada por lo tanto como una *sabana relicta*, o utilizando una palabra más dinámica, una "*sabana regugio*".

Desde el punto de vista ecodinámico, esta cuestión tiene importantes repercusiones sobre el análisis de la *sabana*, y es un elemento a considerar en la definición de la misma. En la discusión se aborda este tema a fondo y se presentan los correspondientes diagramas que explican gráficamente este interesante tópico relativo a la evolución.

Tomando como referencia los distintos autores mencionados, las reflexiones precedentes y el caso dominicano, se propone la siguiente definición de ***sabana***: **ecosistema *tropical*, climácicamente estable o no, generalmente adaptado a unas condiciones bioclimáticas de estacionalidad contrastada y/o a condiciones hídricas extremas, a unos procesos geomorfológicos, tanto edafoalterológicos (concentración/distribución de nutrientes, costras, etc) como morfogenéticos, y a unos procesos biológicos (actividades humanas, seres vivos), cuya fisonomía responde a una superficie de gramíneas generalmente de porte herbáceo salpicada de especies leñosas de porte arbustivo y/o arbóreo más o menos dispersos y ocasionalmente sin ellas.**

Es también objetivo del presente trabajo presentar una nueva tipología de *sabanas* basándonos en las clasificaciones presentadas y tomando como referente el caso dominicano. Se utilizará como apoyo la tipología ecodinámica de **Cámara** toda vez que, al igual que en el caso de los *bosques*, utiliza las variables más apropiadas de cara al resultado fisonómico final. Sin embargo, en vista de los avances y las nuevas observaciones expuestas arriba, la tipología que se aporta contiene nuevos elementos.

Cada tipo es identificado por sus rasgos fisonómicos evidentes utilizando, siempre que sea necesario, el calificativo que hace referencia al *régimen geoecodinámico*. Así, se hablará de *sabana herbácea tropófila*: la primera parte hace referencia a los rasgos fisonómicos de la *formación* y la segunda parte al *régimen geoecodinámico*.

En cuanto a los rasgos fisonómicos, se considerarán 2 grandes conjuntos de *sabanas*: *herbáceas* (*intrazonales*) y leñosas (*zonales*). Las *herbáceas* o *intrazonales* serán un único conjunto mientras que las leñosas o *zonales* estarán sudivididas en dos grandes tipos: *abiertas* y *cerradas*. La **Tabla 24** muestra los conjuntos fisonómicos de *sabanas* considerados en el presente trabajo.

Tabla 24. Conjunto de *sabanas* según su fisonomía
(elaboración propia a partir de **Cámara**[218])

	Descripción	*Tipos*	*Descripción*	*Subtipos*	*Descripción*
Sabanas intrazonales o herbáceas	Un tapiz de gramíneas de porte herbáceo cubre la superficie completamente. Eventualmente, el porte de las gramíneas puede llegar a ser arbustivo, sin perjuicio de que se le considere *sabana herbácea*, caso de los sectores donde predomina la caña de azucar, por ejemplo. Son *sabanas intrazonales* porque su desarrollo está condicionado por la presencia de excendente hídrico alimentado por aporte laterales o por un drenaje impedido, que crea unas condiciones locales que la diferencian de su entorno. Esto explica el por qué suelen encontrarse sólo pequeñas manchas de éstas, a excepción de Los Llanos del Orinoco, donde extensas superficies llanas son inundadas por aporte lateral. En cualquier caso, en República Dominicana su representación es bastante reducida. A diferencia de las *sabanas herbáceas* africanas, las dominicanas no se desarrollan extensamente porque no existe una actividad animal suficiente como para impedir el rebrote del estrato arbóreo y arbustivo. Existe un conjunto de *formaciones* exclusivamente *herbáceas* en los límites de la zona intertropical que ocasionalmente son denominadas *sabanas*, y las más de las veces como estepas. Son *formaciones* claramente *zonales*, toda vez que su desarrollo es eventualmente extenso (desierto de Taberna, la Pampa). Ésta no deben considerarse como *sabanas*, y por lo tanto se excluyen de este conjunto. Suelen ser *formaciones* cuya fisonomía está representada por gramíneas amacolladas formando un tapiz discontinuo. Sin embargo, se deja la problemática abierta sobre su definición, toda vez que en República Dominicana, en regímenes *xerófilos*, éstas existen, aunque habitualmente ocupan extensiones muy reducidas (Hoya de Enriquillo)				
Sabanas zonales o leñosas	Presencia de plantas leñosas en mayor o menor porcentaje de cobertura. Son *sabanas zonales* y aunque existe déficit hídrico, debe existir una reserva subsuperficial que permita el desarrollo de plantas leñosas.	*abiertas*	grado de cobertura entre el 5 y el 25%	*arbustiva*	Leñosas de porte arbustivo. El caso dominicano está vinculado a la intervención antrópica y a procesos eólicos, pero se ha observado casos en los que los factores naturales condicionan a esta *formación* de forma espontánea, por ejemplo, en el caso de las costras ferruginosas y carbonatadas, que impiden el desarrollo de un estrato arbóreo pero su capacidad de retención hídrica les hace favorable al desarrollo de leñosas de porte arbustivo.
				de palmas	Con estrato arbóreo de *Palmáceas*. Su desarrollo está vinculado a sectores con drenaje impedido o aporte lateral, generalmente en un *régimen geoecodinámico ombrófilo* o *mesófilo*. En un régimen *tropófilo*, dominan las especies habituadas al déficit hídrico, por lo que el fenómeno de la caducifolia es lo más generalizado. Sin embargo, los pies de *palmas* no reaccionan ante dicho déficit, toda vez que la distribución de los individuos de *palmas* son un reflejo de la localización de las *formaciones superficiales* con mayor capacidad de campo y cuya dispoción favorece la acumulación de reservas hídricas. En algunos casos, cuando el impedimento al drenaje es muy acusado, la *formación superficial* suele ser cohesiva y la extracción de agua por parte de las plantas resulta muy complicada, favoreciendo así el que la distribución de los pies de *palmas* sea baja
				arbolada	Existe un estrato con leñosas de porte arbóreo, condicionado por la distribución de unas *formaciones superficiales* capaces de retener al menos una pequeña reserva de agua. En un *régimen geoecodinámico ombrófilo* y *mesófilo*, suelen ser *formaciones* que tienden hacia el *bosque*, mientras que en regímenes *tropófilo* y *xerófilo*, la *sabana* tiende a hacerse reliente.
		cerradas	grado de cobertura entre 25 y 40%	*arbustiva*	Al tapiz de gramíneas de porte herbáceo se suma un porcentaje entre leñosas de porte arbustivo. Al igual que en el caso de las *abiertas*, su distribución está condicionado por la localización de reservas hídricas durante la estación seca, que son a su vez una función directa de la distribución de las *formaciones superficiales* que las albergan. Así, en la medida que las *formaciones superficiales* se dispongan en favor de la acumulación de agua subsuperficial, en esa medida se cerrará la cobertura arbustiva. Las *brousses* son un buen ejemplo.
				de palmas	Al igual que en las *abiertas*, las *sabanas de palmas cerradas* están condicionadas por la presencia de unas *formaciones superficiales* que tengan una mayor capacidad de impedir el drenaje.
				boscosa	Es un caso similar a la *sabana arbolada*, pero las *formaciones superficiales* capaces de almacenar una reserva hídrica son o más potentes o están dispuestas de forma tal que las raíces de las leñosas les alcanzan en el punto donde mayor es la reserva. Es el caso de los *campos cerrados*, o la *caatinga*.

[218] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

Una vez que se conocen los conjuntos fisonómicos de *sabanas*, es posible definir los *regímenes geoecodinámicos*, estableciendo un cruce entre ambas variables. El *régimen geoecodinámico* es el **conjunto de limitaciones y facilidades que imponen y ofrecen al desarrollo de la vida** (especialmente la vegetal) **el conjunto de factores climáticos** (temperatura y precipitación), **edafo-alterológicos** (costras, perfiles de alteración, nutrientes, *formaciones superficiales*), **y morfogenéticos** (elementos morfológicos condicionantes), **que se desarrollan en un contexto espacial y temporal en constante cambio ambiental** (cambios durante el *Cuaternario*).

En vista de que esta tipología de *sabanas* es amplia en el ámbito espacial, se caracteriza cada *régimen geoecodinámico* en función de los factores climáticos y edafoalterológicos, cuyos resultados son a su vez cuantificables mediante el balance hídrico del suelo (toda vez que considera los valores termopluviométricos de la estación meteorológica más cercana, y al mismo tiempo tiene en cuenta la capacidad de campo, que es a su vez una función de las *formaciones superficiales*) y los diagramas bioclimáticos (que consideran, en función de la cobertura vegetal dominante, la respuesta de ésta ante los factores, en especial, la paralización vegetativa).

Para ello se utilizan los límites convencionales establecidos por **Cámara**[219] en su diagrama tetrafactorial de clasificación de *formaciones vegetales* dominicanas (ver **Figura 30**). Se han identificado 7 *regímenes geoecodinámicos* agrupados en dos grandes tipos (ver **Tabla 25**):

- ***Zonales***: en el que se incluyen todos aquellos regímenes cuya distribución se dispone dentro de la zona intertropical, en función del progresivo aumento de la estacionalidad y el déficit hídrico desde el Ecuador hacia los Trópicos. De esta forma, los *regímenes geoecodinámicos ombrófilos* y *mesófilos* se disponen, de forma muy general, alrededor del Ecuador, mientras que los *hidrotropófilos* e *hidroxerófilos* lo hacen hacia afuera de los anteriores hasta alcanzar los trópicos, donde la estacionalidad y el déficit suele hacerse mayor, salvo situaciones especiales. Se ha empleado el sufijo hidro- para los dos últimos, dado que el factor que favorece la aparición de la estacionalidad, o factor condicionante principal, es el déficit hídrico[220];

[219] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[220] Por lo mismo, se entiende que existen *regímenes geoecodinámicos* termotropófilos y termoxerófilos, cuando el factor condicionante que favorece la aparición de la estacionalidad es el descenso de temperatura, caso de la estepa rusa, por ejemplo.

☞ ***Intrazonales***: son aquellos regímenes que, dentro de la zona intertropical, aparecen por condiciones locales, como puede ser:

- Encharcamiento estacional o permanente favorecidos por la existencia de *formaciones superficiales* con drenaje impedido, situados dentro o en las proximidades de lagunas estacionales, ríos, afloramientos de acuíferos, desembocaduras fluviales, entre otros, que favorecen la aparición de una alta humedad edáfica (*helofilia* e *hidrofilia*);

- Exposición de una vertiente a los vientos dominantes cargados de humedad, lo que favorece la aparición de unos altos valores de humedad ambiental (*higrofilia*);

Tabla 25. Variables indicativas (aproximadas) que caracterizan a los *regímenes geoecodinámicos* (elaboración propia a partir de **Cámara**[221])

Régimen geoecodinámico		Precipitación media indicativa (aprox. en mm)	Meses de paralización vegetativa	Meses de déficit hídrico	Textura del suelo
Zonales	*Hidroxerofilia*	<600	>5	12	arenosa
	Hidrotropofilia	600-1,300	2-5	6-12	arcillosa hasta arenosa
	Mesofilia	1,300-2,000	0-1	1-6	limosa a arcillosa
	Ombrofilia	>2,000	0	0-1	arcillosa
Intrazonales	*Hidrofilia*	-	0	0	arcillosa
	Helófilia	-	0	0	arcillosa
	Higrofilia	-	0	0	arcillosa

En la **Figura 36** se resume el conjunto de *sabanas* en función tanto del *régimen geoecodinámico* como de los conjuntos fisonómicos. De esta forma, se obtiene finalmente un total de 26 tipos de *sabanas* en función de estas dos variables. El orden que se ha seguido es de mayor a menor (de arriba hacia abajo) estacionalidad para el *régimen geoecodinámico*, y para el conjunto fisonómico de menor a mayor (de izquierda a derecha) grado de cobertura.

[221] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

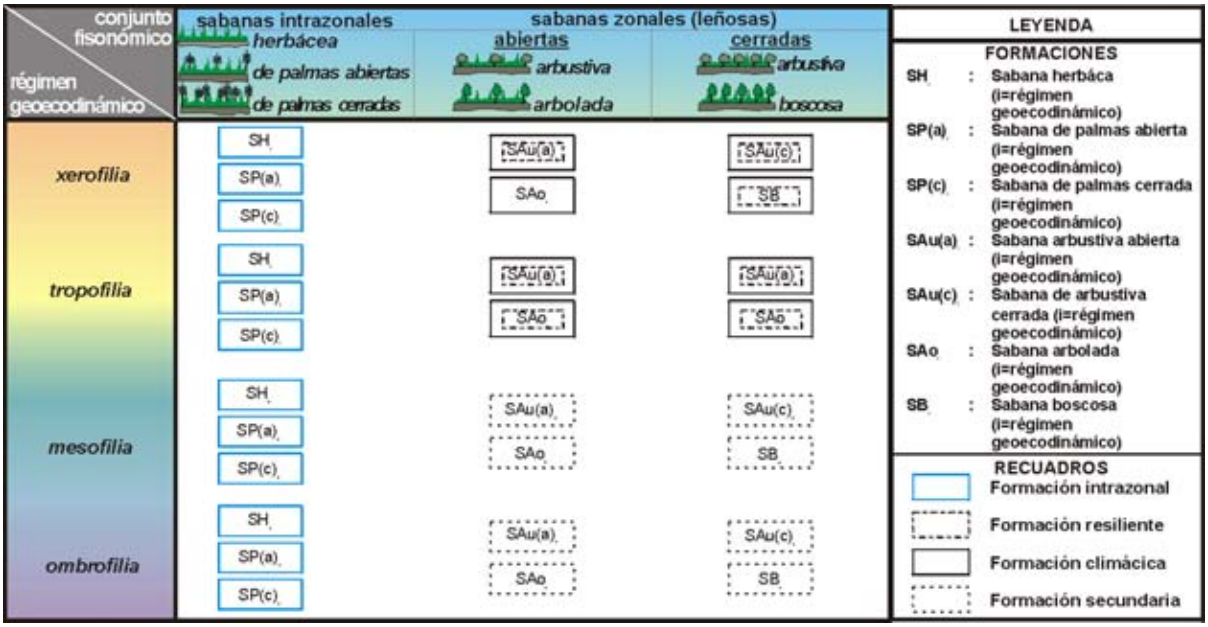


Figura 36. Tipos de *sabanas*, en función de la fisonomía y el *régimen geoecodinámico* (elaboración propia)

La naturaleza del presente trabajo obliga a considerar un número reducido de factores. En trabajos posteriores deberá desarrollarse una tipología que considere otros factores, tanto en lo relativo a la disponiblidad de nutrientes y elementos morfológicos, así como a la influencia de las actividades humana y animal sobre las *formaciones vegetales*.

Por el momento, se abordará esta clasificación en base a los datos existentes, dejando planteada la necesidad e idoneidad de ampliar el conjunto de factores a considerar. Sin embargo, en la discusión se presenta la influencia que tienen los procesos inducidos por la antropización sobre el medio natural y otros factores, como los naturales, apoyándonos en una serie de diagramas empíricos de dinámica de *formaciones vegetales*.

Tabla 26. . Equivalencias entre la tipología fisonómica de *sabanas* aportada y las clasificaciones presentadas por otros autores

Tipología aportada			*Según Cámara*[222]	*Según Brockman-Jerosch y Rübel*[223]	*Según Beard*[224]	*Según Birot*[225]	*Según Müller*[226]	*Según Walter*[227]	*Según Demangeot*[228]	*Según Johnson y Tothill*[229]	*Según Frost*[230]	*Según Furley*[231]
sabanas intrazonales		*herbácea*	*sabana herbácea*	duriherbosa	*sabana*	*sabana herbácea*; *sabana* inundada	*sabana* húmeda	llanos del Orinoco; *sabana* condicionada por el clima; pradera *tropical*	*sabanas primarias* y *sabanas secundarias*	*sabana* encharcada; *sabana herbácea*; *sabana* húmeda	*sabana herbácea* encharcada; *sabana herbácea* en suelo pardo oscuro	*sabana herbácea*; *sabana* encharcada;
		de palmas	*sabana de palmas*	-	-	*sabana* inundada	*sabana* húmeda	pradera *tropical*		*sabana* encharcada; *sabana* húmeda	-	*sabana* encharcada
		de palmas	*sabana de palmas*	-	-	*sabana* inundada	*sabana* húmeda	pradera *tropical*		*sabana* encharcada; *sabana* húmeda	-	*sabana* encharcada
sabanas zonales (leñosas)	*abiertas*	*arbustiva*	-	-	-	-	-	llanos del Orinoco		*sabana* con árboles bajos y arbustos	-	*Sabana arbolada/arbustiva*
		arbolada	*sabana arbolada*	duriherbosa	*sabana*	*sabana* espinosa; *sabana arbolada*	*sabana* árida; *sabana* espinosa	*sabana* condicionada por el clima		*sabana*-parque	*sabana* de *Acacia*	*Sabana arbolada/arbustiva*
	cerradas	*arbustiva*	-	hiemilignosa	*bosque* espinoso	-	-	llanos del Orinoco		saban con árboles bajos y arbustos	-	*Sabana arbolada/arbustiva*
		boscosa	*sabana forestal*	hiemilignosa	*bosque* deciduo de hoja caduca	*bosque* claro; *bosque*-matorral con espinas y plantas suculentas	*sabana* árida; *sabana* espinosa; campos "*cerrados*"	*sabana* condicionada por el clima; campos "*cerrados*"		*sabana-bosque*	*Sabana* de *Acacia-Commiphora*; Miombo	*sabana forestal*; matorral espinoso

[222] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[223] Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912
Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

[224] Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

[225] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[226] Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

[227] Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

[228] Demangeot, J.: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

[229] Johnson, R.W.; Tothill, J.C.: Definitions and broad geographic outline of savanna lands. Ecology and management of the world's savannas, Australian Academic of Sciences, Camberra, 1985

[230] Frost, P.; Medina, E.; Menaut, J.C.; Solbrig, O.; Swift, M.; Walker, M.B.: Responses of savannas to stress and disturbance. A proposal for a colaborative Programme of Research. Biology International, Special Issue-10. IUBS, Paris, 1986

[231] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

3.2.3. *Contacto bosque-sabana* y *sabana-sabana*: el caso dominicano y las nuevas aportaciones

La aplicación de las fichas en el campo, para el caso dominicano, ha permitido certificar que el *contacto* entre el *bosque* y la *sabana*, y entre *sabana* y *sabana* es, las más de las veces, muy dinámico. Los autores revisados plantean diferentes puntos vista del *contacto* entre el *bosque* y la *sabana*. En principio, no se ha encontrado ninguna aportación al *contacto* entre dos *formaciones* distintas de *sabanas*, caso que en la aplicación de la ficha de *ecotonos* de *sabanas* se ha verificado.

El análisis de la dinámica entre dos *formaciones* se apoyará en una mayor caracterización de la secuencia evolutiva. Se prestará especial atención en su posible evolución durante el Holoceno esbozando, mediante una serie de técnicas, unas hipótesis. Posteriormente, en la discusión se ordenan los *contactos*, y se otorga a los procesos una carga temporal que permitirá comprender la dinamicidad del *contacto*.

Las aportaciones de **Birot**[232] resultan útiles para encuadrar el problema. El *contacto* entre el *bosque* y la *sabana* (y entre *sabanas*) se enmarca siempre en el "mosaico *bosque-sabana*", considerado por el autor a escalas del orden 1:1,000,000. La escala, evidentemente, es pequeña en este tipo de consideraciones y, aunque en el presente trabajo se ha requerido aumentarla muchas veces (hasta 1:10,000, por ejemplo), la aproximación inicial de **Birot** tiene un sentido más bien factorial, toda vez que le interesaba explicar cuáles condicionantes geomorfológicos incidían en la distribución espacial de una serie de *formaciones*. Indirectamente modelizaba el *contacto* entre las *formaciones*. El presente trabajo, en parte, se apoya en ese tipo de consideraciones: los factores, especialmente los geomorfológicos, que explican la distribución espacial de la *formaciones*. Pero las aportaciones de **Birot**, como ya se ha referido, se hacen a una escala muy pequeña, y el hecho de trabajar a una escala muy grande conlleva la necesidad de aumentar el número de factores, procesos y modelos interpretativos, donde la evolución durante el *Cuaternario*, especialmente en el Holoceno, juega un papel fundamental.

Por eso, en vista de lo pequeño de los sectores caracterizados en las fichas, se propone una serie de factores que expliquen, por un lado, la situación del *contacto* en el contexto espacial en cuanto a su forma, y por otro, en el contexto temporal en cuanto a su procedencia y su destino. Aquí el factor humano juega un papel fundamental y por ello, las aportaciones de **Demangeot**[233] en cuanto al *contacto bosque-sabana* y su relación con la actividad antrópica tienen gran relevancia. El problema sigue siendo el mismo, que la escala de trabajo planteada por este autor es pequeña, y para estudios como éste se requiere aumentarla. Sin embargo, tanto los factores que Demangeot considera, así como la evolución que

[232] Birot, P.: Les formations végetales du Globe, SEDES, Paris, 1965

[233] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

plantea constituyen una aportación fundamental en la definición de los procesos que actúan sobre el *contacto*. En realidad, lo que se ha hecho ha sido desagregar un conjunto de procesos que Demangeot engloba bajo la designación de "equilibrio antrópico", o "equilibrio natural". Como se ha visto, esta desagregación afecta también a las *formaciones* que entran en *contacto*, pues no es lo mismo un *contacto* "festoneado" entre una *sabana herbácea* y un *bosque*, que el mismo tipo de *contacto* pero entre una *sabana boscosa* y una *sabana abierta de palmas*. En el caso dominicano, existen muchos ejemplos que certifican lo oportuno que resulta el modelo de *contacto* de *formaciones* de Demangeot, pero el aumento de escala obliga a hacer esta desagregación. Por ello se aprota una tipología para caracterizar en la mayor medida posible todos los *contactos* analizados.

Los planteamientos de **Cámara y Díaz del Olmo**[234] a partir del trabajo de **Demangeot** son también muy útiles, pero el problema de la escala en relación con la forma de los *contactos* limita su aplicación. Sin embargo, estos autores amplian el número de *formaciones* que pueden entrar en *contacto*, y aplican la tipología de *sabanas* dominicanas que **Cámara** había propuesto, aunque para la tipología de *patrones* de *contacto* utiliza los mismos tipos propuestos por **Demangeot**. Constituye un paso importante aplicar la propuesta genérica de *sabanas*, a casos específicos de *sabanas* dominicanas, toda vez que su idoneidad se ha comprobado en el campo en repetidas ocasiones.

Por último, la recopilación realizada por **Furley**[235] sobre el *contacto bosque-sabana* es apropiada para conocer el estado de la cuestión. Sin embargo, se observa una clara tendencia de los autores hacia la modelización del *contacto* mediante diagramas factoriales de funcionalidad. Cita también las aportaciones de **Cerling, Whitmore y Prance y van der Hammen**, que confirman que durante los períodos de máximo avance glaciar la *sabana* se expande; entre estos también cita las aportaciones de **Ellery y Mentis**. En el caso dominicano se ha comprobado la existencia de indicadores, tanto geomorfológicos como biogeográficos, que marcan la existencia de un período árido que, como ya se ha dicho, ha debido de ocurrir no mucho tiempo antes del Holoceno, o quizás dentro de este mismo período; además, el diagrama de procesos y factores de **Sarmiento** (ver **Figura 34**) es una aportación de primera mano que se ha aplicado a los ensayos evolutivos empíricos sobre la dinámica *bosque-sabana* en República Dominicana, pues este autor se refiere a la evolución del *contacto bosque-sabana* a escalas temporales como las que se manejarán en la discusión (10^2-10^3 años). En esta recopilación de **Furley** destaca la ausencia de trabajos sobre la modelización de la forma del *contacto* entre *bosque* y *sabana*.

[234] Cámara, R.; Díaz del Olmo, F.: Dinamica de las *formaciones vegetales tropicales*: dinamica bosque-sabana, diagrama inédito, 2001

[235] Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

IV. Análisis ecodinámico

4.1. Objetivos de investigación

Es objetivo general del presente trabajo:

- ☞ Conocer, sistematizar, interpretar y ordenar, a nivel tipológico, funcional, genético y evolutivo, los *contactos bosque-sabana* y *sabana-sabana*

Los objetivos específicos planteados son:

- ☞ Realizar una revisión bibliográfica sobre la génesis, dinámica y evolución de los *bosques tropicales*, así como de sus principales sistemas de clasificación;
- ☞ Realizar una revisión bibliográfica sobre la génesis, dinámica y evolución de las *sabanas*, así como de sus principales sistemas de clasificación;
- ☞ Inventariar diversas aportaciones sobre el estudio del *contacto bosque-sabana*;
- ☞ Desarrollar una tipología del *contacto bosque-sabana* y *sabana-sabana*, basada en criterios funcionales, evolutivos y genéticos;
- ☞ Aplicar la metodología ecodinámica al estudio del *contacto bosque-sabana* y *sabana-sabana*
- ☞ Implementar técnicas específicas de análisis espacial y de gestión de base de datos para inventariar distintos *contactos bosque-sabana* y *sabana-sabana*.

4.2. El método ecodinámico

4.2.1. Conceptos

Se ha aplicado una metodología de trabajo en la que la geomorfología y la biogeografía, así como el factor climático, se mantienen directamente vinculadas. Se trata pues, de aprovechar la sinergia de todos los elementos de un mismo sistema, cuya expresión es el medio físico. Dichos elementos son:

- ☞ **Elementos morfológicos**. Son aquellos elementos de la superficie terrestre que mantienen una integridad topológica gracias a la concurrencia de un variado conjunto de características comunes, aunque no siempre todas a la vez, como pueden ser genéticas, fisiográficas, espaciales, topográficas, litológicas, estructurales, entre otras.
- ☞ ***Formaciones superficiales***. Según Campy y Macaire (**de Pedraza**[236]), son aquellos materiales de litología y composición variable, a veces ricos en arcilla, otras organógenos y lo más frecuente detríticos que se forman en la interfase Geosfera-Atmósfera; son por tanto aflorantes o

[236] De Pedraza Gilsanz, J. et al: Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones, Rueda, Madrid, 1996

subaflorantes y están asociadas a los ambientes bioclimáticos, morfológicos, edafológicos y antrópicos, es decir, se derivan de los procesos exógenos continentales, actuales y recientes.

- ***Formaciones vegetales***. Según **Strahler**[237], son las subdivisiones que se analizan dentro de un bioma, basado en la medida, configuración y estructura de las plantas que dominan en un espacio. Son unidades topológicas de la superficie terrestre cuya especificidad está basada en el estudio no sólo fisonómico, sino también dinámico. Por lo tanto, el estudio de la dinámica de una *formación* con respecto de otra(s) reviste un importante interés para el conocimiento del conjunto, razón por la que se hace imprescindible investigar sobre los factores que regulan las actividades vitales de las plantas como son: disponibilidad de nutrientes, déficit y excedente hídrico, temperatura, humedad relativa, posición geomorfológica, textura del suelo, entre otros. Como se verá a continuación, la metodología aplicada contempla, por razones técnicas, sólo algunos de estos factores.

- **Asentamientos humanos**. Son aquellos poblamientos, de tamaño y densidad variables, que se localizan dentro o en la periferia del sector estudiado y que hace uso de sus recursos naturales. La información sobre el tipo de uso y recursos, así como la intensidad del mismo, es de vital importancia para conocer la dinámica de dichos asentamientos con relación al medio físico que se desea estudiar ecodinámicamente.

- **Datos climáticos**. Según **Thornwaitte**[238], mediante los valores de precipitación, temperatura del aire, latitud, capacidad de campo y cobertura vegetal, se puede establecer empíricamente el balance hídrico del suelo, el cual permite conocer el comportamiento hídrico de una unidad de superficie a lo largo del año. Mediante el encadenamiento del balance hídrico con el diagrama bioclimático (**Cámara**[239]) de **Montero de Burgos y González Rebollar**[240] es posible, mediante un modelo de aproximación empírica, conocer el comportamiento bioclimático de la vegetación en función de las mismas variables de entrada (temperatura y precipitación, fundamentalmente) manejadas en el balance hídrico. Más adelante, en el apartado dedicado al Balance Hídrico y el Diagrama Bioclimático, se tratan en profundidad estos temas.

- **Información base o temática del lugar**. Cualquier repertorio, levantado de forma aislada o sistemáticamente, que contenga información textual, gráficos, diagramas, esquemas, sobre alguna o varias variables del territorio (investigaciones sobre crecidas, series evolutivas de dinámica de cultivo-vegetación, etc.), o simplemente datos estadísticos sin

[237] Strahler, A.N.; Strahler, A.H.: Geografía física, 3ra Ed., Omega, Barcelona, 1997

[238] Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R.: The water balance, Publications in Climatology, 8,1, New Jersey, 1955

[239] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[240] Montero de Burgos, J.L., González Rebollar, J.L.: Diagramas bioclimáticos. ICONA, Madrid, 1973

expresión espacial (encuestas o censos brutos, datos sobre actividad pesquera, agrícola, ganadera, etc.)

- ☞ **Información espacial base o temática del lugar**. Son todas aquellas fuentes, sistemáticas o no, que expresan información espacial a distintos niveles, ya sea básica, o sobre el comportamiento de una o unas determinadas variables. Las fuentes más comunes son: cartografías, fotos aéreas, imágenes de satélite, croquis, mapas o planos históricos, levantamientos topográficos planimétricos o altimétricos, modelos digitales del terreno, mapas de *formaciones vegetales*, de isotermas, de isoyetas, de densidad de población, de uso del suelo, etc.

4.2.2. Esquema de actuación

Conocer la dinámica del medio físico, considerando el clima como factor, requiere concentrar los esfuerzos por conocer las relaciones y las causas de la distribución de los fenómenos físicos, biológicos y humanos que ocurren dentro de este medio (**de Martonne**[241]). La implementación de toda esta conceptualización se concreta llevando el siguiente esquema de actuación:

- ☞ **Recopilación y revisión de información**. información de carácter territorial y metodológica, documentos históricos, cartografía básica y temática[242], esbozo de modelos generales de interpretación, tanto geomorfológicos como geobotánicos.
- ☞ **Análisis biomorfoedáfico (campo y cartografía)**. En este punto se recoge y analiza todo aquel dato o información, frecuentemente de carácter muy local, relativo a:
  - ❑ ***Formaciones vegetales***: localización estado de la vegetación como conjunto y como individuos, presencia de *ecotonos*, evidencia de cambios recientes o antiguos, especies de flora y fauna dominantes, usos del *bosque* e impactos causados al mismo, posibles tensores, posibles unidades ecológicas y su jerarquización, aplicación de fichas de *ecotonos*, entre otros;
  - ❑ **Elementos morfológicos y *formaciones superficiales***: recogida de muestras para datación (técnicas cuaternaristas ya explicadas en el apartado dedicado a ese tema), confección de láminas, análisis físico-químico de sedimentos, observación directa de procesos geomorfológicos, indicadores de cambios ambientales, así como sus posibles registros, evidencia de cambios abruptos, entre otros;
  - ❑ **Factor humano**: conocer la situación general de la población en cuanto al uso de los recursos naturales de la zona, estimación u observación del nivel de vida y tipos de actividades económicas

[241] de Martonne, E.: Tratado de geografía física, Tomo I. Juventud, Barcelona, 1964

[242] Se rechaza el uso de clasificaciones no supervisadas de imágenes de satélite y se opta mejor por impresión de composiciones en falso color para su posterior interpretación visual en el campo mediante la toma de sitios de muestreo (training sites).

principales (lo cual condiciona mucho el paisaje y aporta datos importantes para su posterior interpretación), preguntas directas a los habitantes sobre cambios que han ocurrido en el pasado, entre otros;

- **Cartografía temática**. La cartografía local existente a la fecha, tales como mapas geológicos locales, mapas de riesgo, mapas de suelo, mapas hidrogeológicos, entre otros. Esta información se enlaza con los demás tópicos de interés, analizando las relaciones que tiene cada uno de los aspectos cartografiados con las *formaciones vegetales* y los elementos geomorfológicos;
- **Aspectos evolutivos**. Interesa todo tipo de información relativa a las repercusiones de los cambios ambientales acaecidos durante el *Cuaternario*, tanto a nivel de *formaciones vegetales* como en cuanto a los elementos morfológicos y *formaciones superficiales*. Esta información es de vital importancia para establecer el modelo de funcionalidad.

☞ **Interpretación.** Una vez recogida la información de campo se revisan nuevamente los documentos obtenidos durante la etapa de recopilación, y se cotejan estos con los datos de campo y las cartografías temáticas, buscando conectar todo el sistema para obtener un modelo de funcionalidad unitario. Se producen nuevas cartografías, diagramas, esquemas, gráficos para sustentar el modelo propuesto. Conocidas las *formaciones superficiales*, se hace posible el cálculo del balance hídrico (**Thornwaitte**[243]) y el diagrama bioclimático (**Montero de Burgos y González Rebollar**[244]). Posteriormente se pasa a su representación espacial, mediante mapas coro-isoplético basados en las múltiples variables que se desprenden del cálculo del balance y el diagrama. Ya en este punto es posible contar con varias hipótesis sobre el modelo funcional del sistema. Se producen cartografías temáticas propias, modelos, diagramas, gráficas, bases de datos, de forma que se dispone de las hipótesis y las evidencias que la sostienen. En este punto resulta necesario enlazar el sistema con los cambios ambientales cuaternarios, para que la hipótesis tenga un carácter evolutivo, garantizan una interpretación fiable.

☞ **Contrastación del análisis biomorfoedáfico de campo y cartografía**. En esta ocasión se intenta ver hasta qué punto las hipótesis de funcionalidad del sistema se cumplen, buscando evidencias y planteando nuevas posibles hipótesis que permitan explicar los fenómenos, de forma que todo encaje. Si no se cumplen las hipótesis se requiere explicar el por qué y, en su defecto, plantear nuevas hipótesis de partida. El balance hídrico y el diagrama bioclimático deben reflejarse claramente en las *formaciones vegetales*, y de no ser así, se requiere explicar por qué no existe dicha relación.

---

[243] Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R.: The water balance, Publications in Climatology, 8,1, New Jersey, 1955

[244] Montero de Burgos, J.L., González Rebollar, J.L.: Diagramas bioclimáticos. ICONA, Madrid, 1973

- **Interpretación ecodinámica**. Conocidas las discrepancias entre las hipótesis de partida se plantea su rectificación y/o la propuesta de otras que se adecúen mucho más a la realidad observada en los dos reconocimientos anteriores, así como en su relación con la información base y generada por el grupo de trabajo. De aquí debe surgir un modelo general que satisfaga la funcionalidad del sistema en su conjunto. Para ello, no se requiere otro reconocimiento de campo, pero de ser posible, es mucho más recomendable. La publicación y discusión de los resultados resulta muy útil para establecer nuevas aportaciones e integrar más elementos a la investigación. La **Figura 37** sintetiza el esquema de actuación a seguir en la aplicación del método ecodinámico para estudios del medio físico.

Figura 37. Esquema de actuación en la aplicación del método ecodinámico para el estudio del medio físico (Elaboración propia, a partir de **Cámara**[245])

[245] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

4.3. Las técnicas fotogramétricas, cartográficas, teledetección espacial, SIG vectorial y modelización digital

4.3.1. Técnicas fotogramétricas y cartográficas

Se han empleado técnicas cartográficas y fotogramétricas tradicionales. La utilización de los mapas base, así como la producción de mapas propios, ha requerido la utilización de las siguientes herramientas:

- **Elaboración de mosaicos semi-controlados**: conjunto de fotografías aéreas individuales ensambladas formando una vista global del territorio en cuestión. Los mosaicos semi-controlados se preparan con control de tierra, por lo general empleando fotografías que no han sido ni rectificadas ni transformadas de escala; alternativamente, puede hacerse con fotografía que han sido rectificadas o transformadas de escalas, pero que han sido situadas sin control de tierra. Pueden ser utilizadas como mapas en terrenos llanos o con poco desnivel[246]. La incorporación de herramientas informáticas en la elaboración de estos útiles instrumentos, ha sido muy provechosa.
- **Ortofotos y ortoimágenes**: para terreno montañoso, los mosaicos presentan notables limitaciones, debido al cambio de escala que se produce por la diferencia de altura. Hasta los años 80s las ortofotos se hacían con complicados instrumentos de cambio de escala que poryectaban una pequeña sección de la fotografía a rectificar hacia la ranura con un cambio continuo de aumento y rotación. La información del aumento y de la rotación se obtienen de informaciones sobre la orientación de la cámara en el momento de tomar la fotografía, y de datos sobre la elevación del terreno. Hoy en día, este procedimiento se ha facilitado enormemente con la utilización potentes ordenadores personales que, mediante el uso de aplicaciones diseñadas para estos fines, y previo escaneo de las fotos a rectificar y confección del modelo digital del terreno, permiten obtener resultados razonablemente rápido, fáciles de producir y con una precisión aceptable.
- **Traslados de escala y datums**: la información base y temática disponible (mapas topográficos, geológico, etc.) responde a fechas de elaboración y objetivos distintos, y los datums, así como las escalas, han variado conforme los cartógrafos han reconocido la importancia de contar con un datum de carácter global. Para poder integrar su uso, ha sido necesaria la implementación de técnicas de traslado de escala y datums, hoy en día, muy facilitadas por los sistemas de información geográfica.
- **Representación cartográfica**. La elección de la escala apropiada, así como los colores, tramas, líneas y rotulación de mapas constituye un importante paso en la representación espacial de la información. Se han aprovechado al máximo los técnicas semiológicas para la representación

[246] Graham, R., Read, R.E.: Manual de fotografía aérea, Omega, Barcelona, 1990

de la información. La escala se ha elegido en cada caso en función de múltiples condinicionantes, como son la información disponible, el tipo particular de *ecotono*, el nivel de detalle que se desea, el tipo de terreno, entre otros.

4.3.2. Imágenes rásters y técnicas de teledetección espacial

Las imágenes rásters que se han utilizado son las imágenes de satélite de enero de 1986 de LandSat Tm, así como fotos aéreas y mapas base y temáticos que han sido convertidos a este formato utilizando equipos y técnicas de captura por escáner, para su posterior restitución y tratamiento mediante las técnicas fotogramétricas asistidas por computador que se comentaron en el apartado anterior[247].

Las técnicas de teledetección empleadas han sido básicamente aquellas relacionadas con el tratamiento visual y estadístico de las imágenes de satélites disponibles. Mediante la elaboración de composiciones en falso color, utilizando las bandas 2, 3 y 4 (falso color típico), así como las bandas 4, 5 y 7, se adquieren imágenes compuestas donde se resaltan distintos tipos de *formaciones vegetales*.

Particularmente, la composición en falso color de las bandas 4, 5 y 7 ofrece resultados interesantes para el área en cuestión, especialmente por el contraste que ofrece entre los espacios que están ocupados por el agua (aun someramente) y los que no. El falso color típico destaca de forma directa las grandes *formaciones vegetales*, el cultivo y las grandes superficies desprovistas de vegetación. Esta información visual resulta muy útil como elemento base para realizar interpretación en el campo (**Chuvieco**[248]).

En cuanto a la clasificación digital de las imágenes, se ha optado por el método de clasificación supervisada. Se ha ensayado el método de clasificación no supervisada, pero este presentó dificultades importantes. La clasificación no supervisada para espacios muy heterogéneos es bastante inexacta. Siguiendo los lineamientos fundamentales de teledetección espacial, se ha optado por aplicar el esquema tradicional de fases en la clasificación de imágenes de satélite mostrado en la **Figura 38**.

[247] El programa informático utilizado para estos fines ha sido el IDRISI

[248] Chuvieco Salinero, C.: Fundamentos de teledetección espacial. Rialp. Madrid, 1996

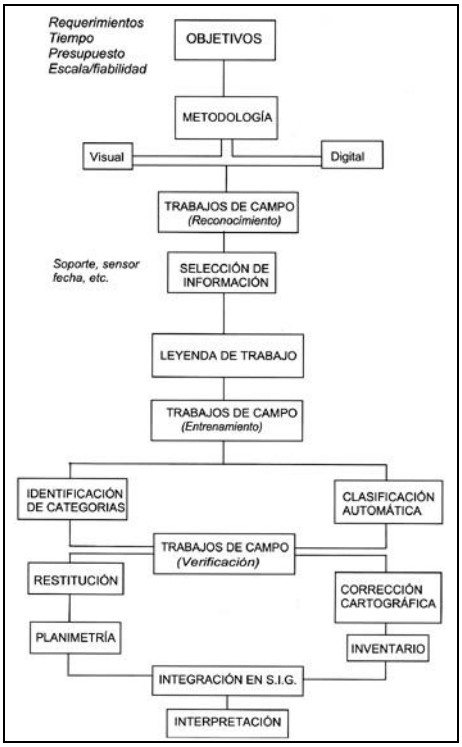


Figura 38. Fases de un proyecto de clasificación de imágenes (según **Chuvieco**[249])

Se ha hecho especial hincapié en los trabajos de campo y verificación, ya que el proceso de clasificación de imágenes no es exacto, y produce innumerables errores de diversa índole. La técnica está completamente supeditada a las hipótesis de trabajo, por lo que los errores técnicos son filtrados en la medida de lo posible.

Para los estudios de caso presentados en las fichas, tanto las técnicas fotogramétricas y cartográfica, como la interpretación de las imágenes de satélite, ha sido muy útil porque han permitido identificar con bastante rapidez y exactitud *sabanas*, *bosques* y sus *ecotonos*, así como para modelizar la forma de estos *contactos*. La aplicación de técnicas de restitución visual, como expansión de contraste, filtros, entre otras, facilita la visualización más rapidamente los elementos deseados. Las imágenes que se han trabajado, según el caso, han sido transferidas a las fichas de *ecotonos*, remarcándosele los sectores de interés en cuanto a *contactos* de *bosque-sabana* y *sabana-sabana*, lo que permite al usuario de la base de datos que gestiona dichas fichas observar con rapidez lo que se ha interpretado en las fichas. La **Figura 39** muestra un ejemplo de imagen de satélite restituida visualmente y un mapa interpretado a partir de una foto aérea, donde se han señalado las áreas de interés.

[249] Chuvieco Salinero, C.: Fundamentos de teledetección espacial. Rialp. Madrid, 1996

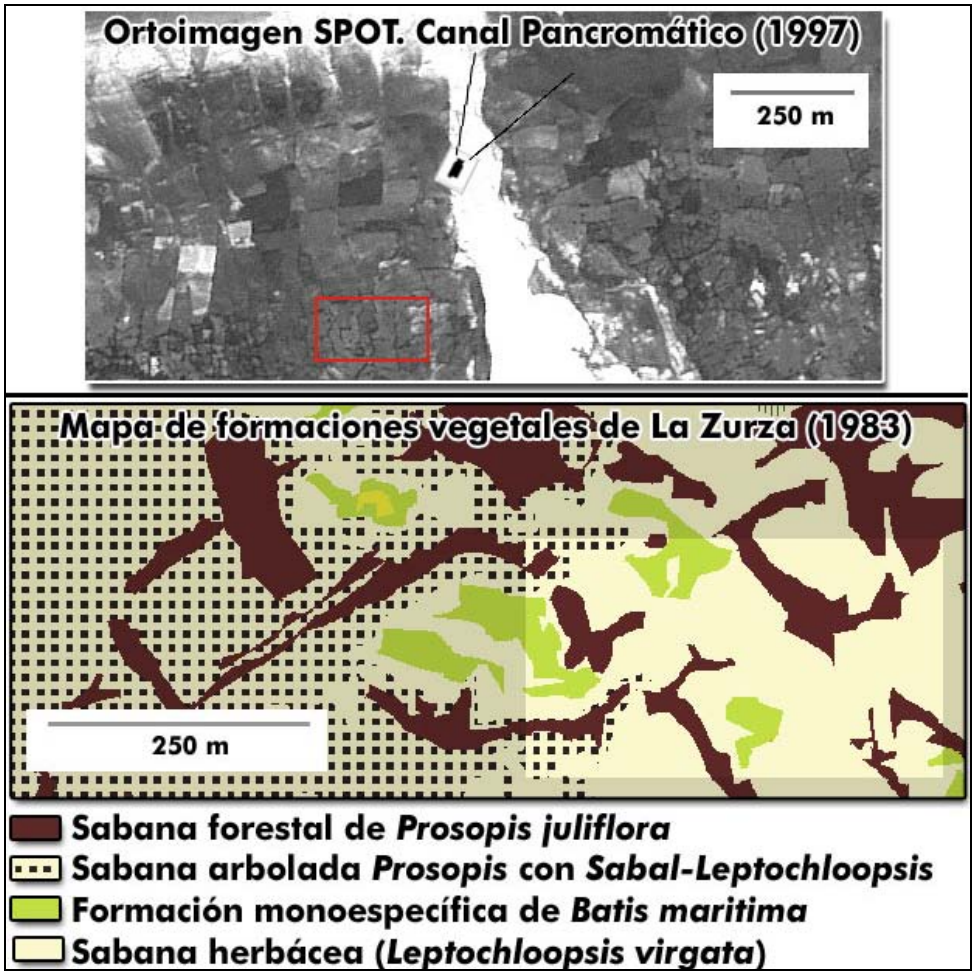


Figura 39. Ortoimagen SPOT, canal pancromático, de 1997, y mapa de *formaciones vegetales* a partir de fotos aéreas de 1983, mostrando un conjunto de *formaciones vegetales* y sus *ecotonos* (mapa según **Camara**; imagen: **SPOT Imagery**).

4.3.3. Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Modelización Digital

Se han empleado, al igual que en el caso anterior, los sistemas de información geográfica (SIG). Su utilidad ha sido relevante para el levantamiento de información y posterior producción de mapas y elaboración de cálculos y consultas.

Las imágenes rásters, aparte de recibir el tratamiento comentado en el apartado anterior, han sido utilizadas en el proceso de digitalización de información vectorial a través del programa de SIG empleado[250]. Así, se dispone de información de primera mano, en formato vectorial y susceptibles de ser consultadas mediante poderosas herramientas como es, por ejemplo, el lenguaje de consulta selectiva (SQL).

Además se ha hecho uso de modelos de elevación digital para la visualización de la topografía, tanto en perspectiva como en planta. Se han utilizado modelos digitales matriciales, donde la información de la altura se archiva por celdas

[250] En este caso MapInfo

de 50x50 m de dimensión. Estos modelo se importan desde la aplicación informática[251] y se generan posteriormente mapa topográficas coropléticos. Los resultados que se obtienen de estos trabajos son sólo para uso interno, por lo que en raras ocasiones se introducen en las fichas de *ecotonos*.

4.4. Técnicas cuaternaristas

Se han utilizado algunas técnicas cuaternaristas no instrumentales como los indicadores geomorfológicos para detectar la evolución de un determinado conjunto en base a aportaciones anteriores. Es el caso de niveles de terrazas coralinas que, una vez establecida la cronología relativa y absoluta por **Díaz del Olmo y Cámara**[252] en varios sectores de la República Dominicana, se ha aplicado dicha cronología para establecer la serie relativa de los sectores en cuestión. Es el caso de las series que se ha estructurado en la Hoya de Enriquillo (SW de la RD), donde una serie de niveles de terrazas coralinas se suceden replicando el modelo ya propuesto por ambos autores.

Otra técnica a la que se ha recurrido consiste en la revisión de crónicas y mapas históricos, de los que se han obtenido informaciones relativas a:

- ☞ Trazados generales de cauces fluviales, caso del río Yaque del Norte a partir de la comunidad de las Matas de Santa Cruz en el NW de la RD, donde el río ha abandonado una serie de brazos haciendo que la desembocadura pierda su conformación delta-estuarina;
- ☞ Variación de la lámina de agua del Lago Enriquillo (SW de RD), donde se han verificado importantes variaciones del nivel hidrostático de hasta 40 m;
- ☞ Evolución de la extensión de las superficies de *sabanas* y *bosques*, como es el caso de la Llanura Oriental dominicana, cuya variación durante los últimos 400 años ha reconstruido **Cámara**[253] y la que se ha podido utilizar en la elaboración de fichas específicas en estos sectores;
- ☞ Variaciones en la línea de costa. Ya Cámara había utilizado esta técnica en su estudio sobre la variación de la línea de costa en la desemobocadura del río Yuna; se ha utilizado esta técnica para un trabajo similar, pero en la desembocadura del río Yaque del Norte.

[251] En este caso Idrisi

[252] Díaz del Olmo, F.; Cámara Artigas, R.: Niveaux marins, chronologie isotopique U/TH et karstification en Republique Dominicaine, Karstologia, Num. 22(2), 1993

[253] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

4.5. Balance Hídrico y Diagrama Bioclimático

4.5.1. Balance hídrico del Suelo

El balance hídrico del suelo de **Thronthwaite-Matter**, permite conocer las entradas y salidas de una sección de suelo, utilizando sólo una serie de valores, propios de cualquier estación termopluviométrica. Utilizando únicamente los valores medios mensuales de temperatura y el total de precipitación, la capacidad de campo del suelo, la cobertura vegetal que sobre él se apoya y la latitud donde se localiza la sección de suelo a la que se desea calcular su balance, se obtienen los valores de evapotranspiración real y potencial, el excedente, el déficit, el recargo, la escorrentía, entre otras variables.

Es aquí donde radica su gran ventaja. Otros métodos para el cálculo del balance hídrico del suelo, mucho más precisos, requieren de una serie de datos que muchas veces no es posible obtener de las estaciones termopluviométricas convencionales. De esta manera, el balance de **Thornthwaite-Matter** se convierte en la herramienta más manejable. Además, al encadernar el balance hídrico del suelo[254] con el diagrama bioclimático de Montero de Burgos y González Rebollar, como se verá a continuación, se puede determinar la actividad vegetal potencial así como la paralización vegetativa.

La **Figura 40** es un diagrama de flujos que ilustra los componentes del balance hídrico. Según **Strahler**[255], la *reserva* (*S*), la cantidad de agua retenida en la zona del agua de infiltración, es incrementada mediante el recargo efectuado por la precipitación (*P*), pero al mismo tiempo disminuye a través de la evapotranspiración (*E*). Cualquier *excedente de agua* (*R*) se dispone para la percolación hacia la zona del agua de saturación o bien para el flujo superficial.

[254] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

[255] Strahler, A.N.; Strahler, A.H.: Geografía física, 3ra Ed., Omega, Barcelona, 1997

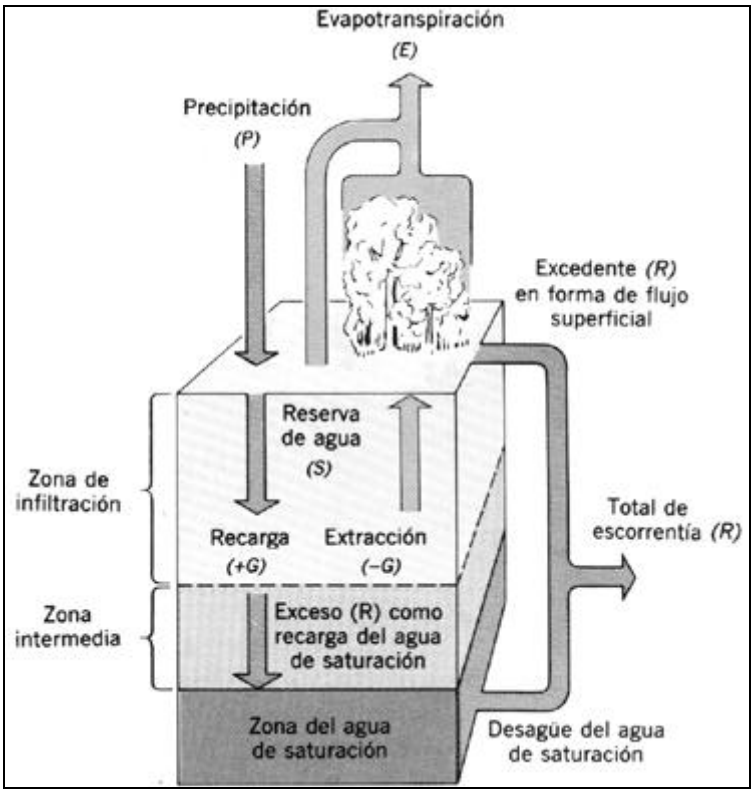


Figura 40. Esquema del balance hídrico en una columna de suelo (según **Strahler**[256])

La columna de suelo tiene una sección transversal teórica de 1 cm^2. De este modo se pueden utilizar unidades de flujo de carga por unidad de tiempo (por ejemplo cm/mes, mm/mes, o cm/año, mm/año). La ecuación del balance hidrico es la siguiente:

$$P = E + G + R$$

donde P = Precipitación
E = Evaporación
G = Cambios en las reservas de agua
R = Excedente hidrico

Para proceder al cálculo del balance se debe, ante todo, reconocer dos tipos de evapotranspiración. La primera es la *evapotranspiración real* (E_r), la cual es la proporción real de agua devuelta a la atmósfera a partir del suelo y de la cobertura vegetal. La segunda es la *evapotranspiración potencial* (E_p) que es el flujo de vapor de agua que se establece bajo unas condiciones iniciales ideales como por ejemplo una cobertura vegetal completa con hojas verdes y la no existencia de un ápice de tierra desprovista de ella. La cobertura foliar se supone que se encuentra a una altura uniforme sobre el suelo —tanto si la vegetación es arborescente, arbustiva o herbácea—. Una segunda condición es que haya un adecuado suministro de agua, tal que la retención de este elemento líquido en el suelo sea siempre la misma. Este último punto se podría cumplir de forma natural con una precipitación abundante, o bien de forma artificial, más corriente, por irrigación. Para simplificar estos conceptos, es preferible transformarlos en los siguientes axiomas:

[256] Strahler, A.N.; Strahler, A.H.: Geografía física, 3ra Ed., Omega, Barcelona, 1997

"evapotranspiración real" es el *agua destilada* (E_r)

"evapotranspiración potencial" es el *agua requerida* (E_p)

La palabra "requerida" significa la cantidad de agua del suelo que hay que aportar si el crecimiento de la planta se llevase a un máximo nivel en todas las condiciones que ella necesita: radiación solar, temperatura y posibilidad de suministro de nutrientes. En definitiva, el agua requerida es una medida de la máxima capacidad que una superficie continental posee para devolver energía a la atmósfera a través del mecanismo del calor latente bajo unas condiciones definidas de cobertura vegetal y recursos hídricos.

La diferencia básica entre el agua utilizada y la necesitada es el *déficit hídrico del suelo* (*D*). Esta es la cantidad de agua que debe ser suministrada por irrigación para conseguir un máximo crecimiento de los cultivos en un sistema agrícola.

Todos los términos utilizados en el balance hídrico del suelo se expresan en unidades de centímetros o milímetros de altura de agua, las mismas que las utilizadas para la precipitación. A fin de estimar el agua mensual necesitada (evapotranspiración potencial) en cualquier localidad del planeta han sido ideados varios y rigurosos métodos.

En las fichas de *ecotonos* de *sabanas*, se presenta el diagrama del balance hídrico del suelo para cada sector tratado. Tanto los resultados analíticos que ofrece mediante tablas, así como su expresión visual mediante el diagrama de balance hídrico (ver **Figura 41**), son muy útiles para comprender las relaciones entre las *formaciones vegetales*, los parámetros climáticos de temperatura y precipitación, así como con las *formaciones superficiales* del área en cuestión.

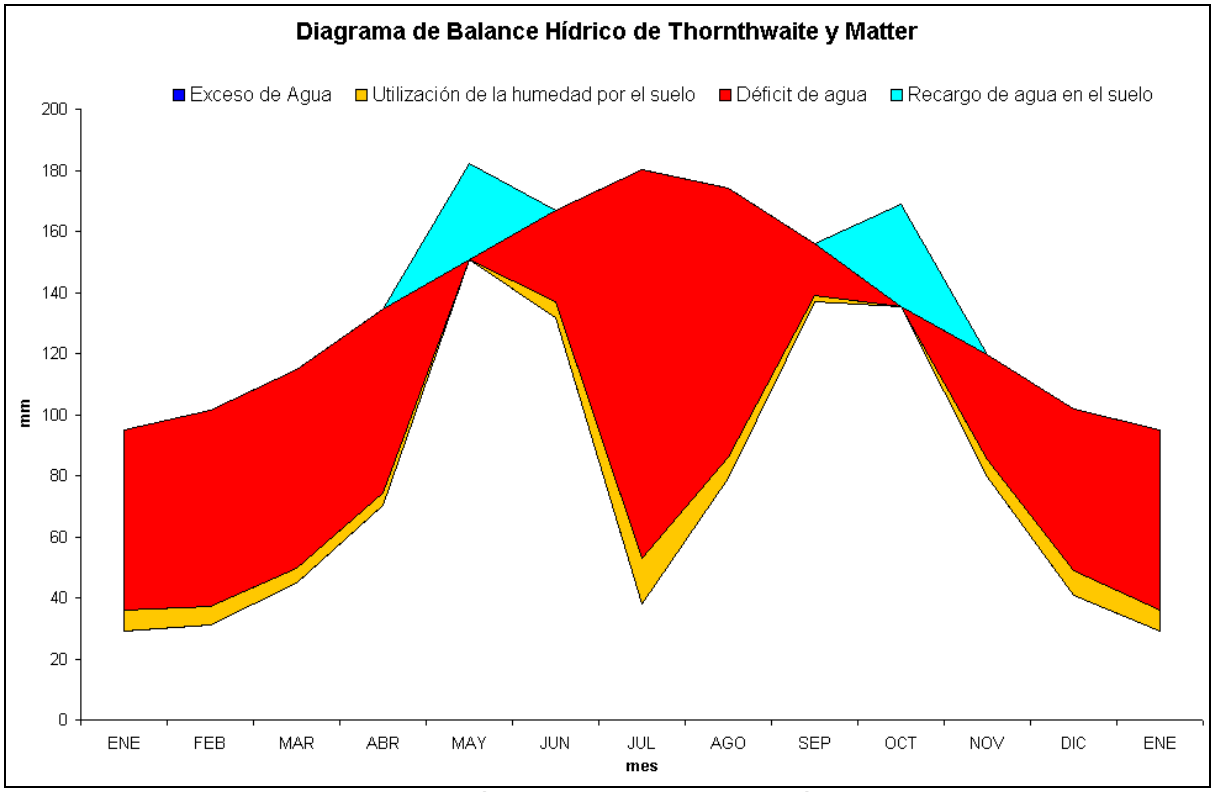


Figura 41. Diagrama de Balance Hídrico de Barahona, República Dominicana, aplicado al sector Puerto Alejandro en la desembocadura del río Yaque del Sur (elaboración propia)

4.5.2. Diagrama Bioclimático

El diagrama bioclimático de **Montero de Burgos y González Rebollar**[257] constituye un claro intento de captar de forma aproximada, la dinámica biológica de la vegetación en relación con los factores climáticos, de forma que esta dinámica tenga representación gráfica, obteniendo así unos índices manejables cuantitativamente. Estos ingenieros de montes, basan su modelo matemático en 7 hipótesis fundamentales que son las siguientes[258]:

- Intensidad bioclimática potencia (*IBP*): superficie comprendida entre el área de las temperaturas medias mensuales y la recta representativa de la temperatura 7.5 ºC;
- La evapotranspiración como media de las necesidad hídricas: se tiene en cuenta que cuando la evapotranspiración (*E*) es menor que las disponibilidades hídricas (*D*) la actividad vegetativa puede ser plena, no hay limitaciones por agua. Por el contrario, si $D<E$, la actividad vegetativa ha de ser menor que la máxima posible;
- La evapotranspiración residual (*e*): es una evapotranspiración potencial a savia parada y, de acuerdo con controles experimentales, a efectos del Diagrama, se estima como su valor la quinta parte de *E*, es decir: $e=0.2E$;
- El coeficiente de pluviosidad (C_p) o coeficiente de disponibilidad hídrica: cuantifica, mediante una relación lineal, la actividad vegetativa real, que se denomina Intensidad Bioclimática Real (*IBR*) cuando es menor que IBP, lo que se efectúa a través de *D*, *E* y *e*, mediante el cociente entre las diferencias de *D* y *E* respecto a *e*, o lo que es lo mismo: $C_p=(D-e)/(E-e)$;
- La compensación hídrica tras la sequía, efectuada mediante la evapotranspiración residual: como fitológicamente, tras una sequía, es necesaria una recuperación de la humedad perdida en exceso por la vegetación, el diagrama lo que intenta simular es esta compensación, tomando como base la evapotranspiración residual, cuyo déficit acumulado ha de compensarse antes de que se reinicie la actividad vegetativa. Así aparece una *IBR* descompuesta en dos: intensidad bioclimática conidicionada o *IBC* (justo al salir de la sequía) y la intensidad bioclimática libre o *IBL* (una vez superada la compensación tras la sequía);
- La transferencia de agua en el tiempo mediante el balance hídrico de *D* con *E* y *e*: la *D* es la disponibilidad de agua que puede ser obtenida mediante el balance hídrico. También la *E* se toma de dicho balance;
- La irregularidad climática como medio de adjetivar un diagrama: la teoría del diagrama bioclimático considera que (y esto constituye un gran acierto) dos estaciones distintas y alejadas geográficamente, que estuvieran representadas por un mismo diagrama, podrían ser

[257] Montero de Burgos, J.L., González Rebollar, J.L.: Diagramas bioclimáticos. ICONA, Madrid, 1973

[258] Montero de Burgos, J.L.; García Salmerón, J.: Atmósfera: el clima, en: Universidad Politécnica de Madrid; CEOTMA; INIA; ICONA: Tratado del medio natural, Tomo II, Madrid, 1981

bioclimáticamente distintas si la irregularidad de las lluvias es distinta en las respectivas estaciones.

Sin embargo, el cálculo de la disponibilidad de agua (*D*) del diagrama bioclimático original de Montero de Burgos y González Rebollar utiliza como base unos valores propios que se calculaban en función de la pendiente. **Cámara**[259] aporta un método diferente para la determinación de la disponibilidad de agua, encadenando está con los valores de sobrante del balance hídrico, el cual no está en función de la pendiente. Esta aportación significa un avance importante, toda vez que se ha determinado que una *formación superficial* determinada no produce escorrentía hasta tanto no se supera su capacidad de campo, con independencia de la pendiente del terreno. De esta manera se evidencia que la *D*, más que depender de la pendiente, está perfectamente encadenada con el sobrante del balance hídrico, que a su vez depende, entre otras cosas, de la capacidad de campo. Los diagramas bioclimáticos presentados en las fichas, han sido efectuados implementando esta aportación.

En resumen, con los diagramas bioclimáticos se pretende representar el clima, no sólo a través de sus factores puramente climatológicos, sino también por las diferentes y posibles respuestas del suelo y de la topografía, determinando finalmente las repercusiones teóricas que dichos resultados tienen sobre una cobertura vegetal determinada en el caso de que esta existiese. Para los fines del presente trabajo ha sido de mucha utilidad el cálculo del diagrama bioclimático para cada uno de los casos presentados en las fichas y se contempla, junto con el balance hídrico, su aplicación en estudios posteriores. La **Figura 42** presenta un ejemplo de un diagrama bioclimático:

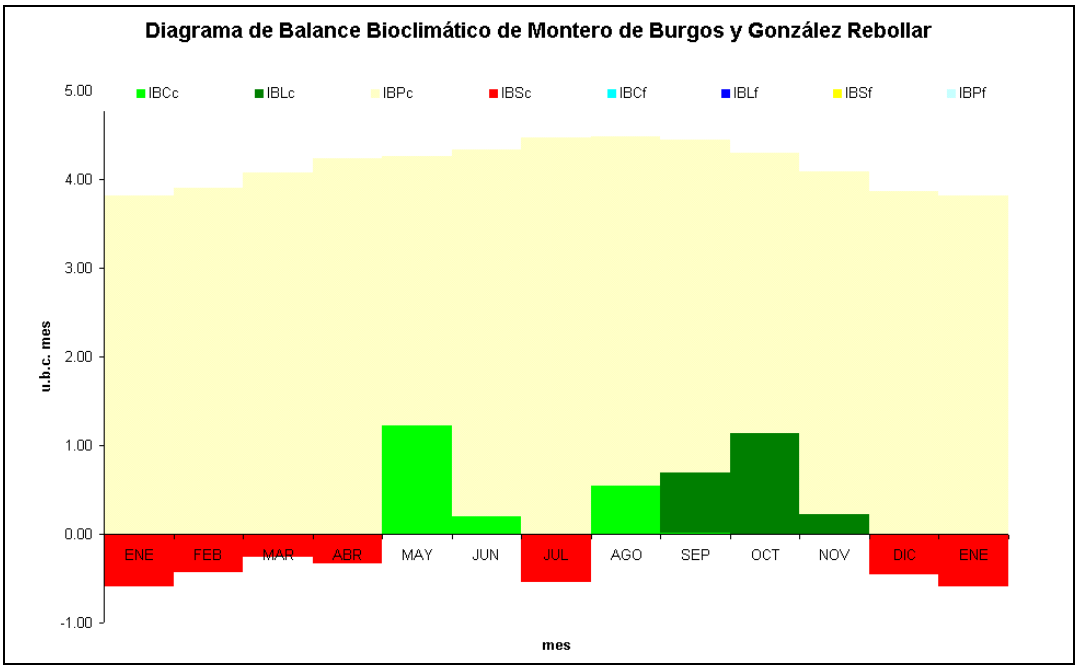


Figura 42. Diagrama bioclimático de la estación termopluviométrica de Duvergé, República Dominicana, aplicado al sector de La Zurza (elaboración propia)

[259] Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, sabanas y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

4.6. Fotointerpretación

Esta técnica se ha aplicado en su más amplio y correcto significado, es decir, a partir de pares estereoscópicos se ha identificado, analizado y finalmente interpretado una serie de *ecotonos* de *sabanas* en su contexto morfométrico, fisiográfico y geomorfológico. Las posibilidades que brinda esta técnica son insustituibles, toda vez que permite reconocer el contexto geomorfológico de una *formación vegetal* o cualquier ecosistema, que a su vez permite esbozar unas hipótesis iniciales, tanto evolutivas como de funcionalidad de lo que se observa.

La fotointerpretación resulta útil de cara al presente trabajo pues muchos *ecotonos* de *sabanas* se disponen en función de ciertas morfologías, configurando un *patrón de contacto* que responde a la forma de dichos elementos. Un ejemplo que ilustra esta cuestión ocurre en la ribera del Lago Enriquillo en el SW de RD, donde una serie de *sabanas herbáceas* y *bosques tropófilos* se disponen en banda siguiendo los *patrones* de los distintas crestas/gaps de playa y sus respectivas bermas que marcan los distintos niveles del Lago en momentos anteriores, y que son perfectamente visibles en la fotointerpretación. De esta manera, se puede reconstruir la dinámica de las *sabanas*, *bosques*, y *ecotonos*, así como la evolución de la lámina de agua del Lago. Posteriormente se requiere de la confirmación de campo y los respectivos transectos geomorfológicos y de vegetación para apoyar la fotointerpretación inicial.

En conclusión, la técnica de la fotointerpretación ha sido muy útil en la identificación del contexto geomorfológico de las *sabanas*, *bosques* y sus *ecotonos* seleccionados, y al mismo tiempo facilita la elaboración de hipótesis evolutivas sobre los mismos. Esta técnica es fundamental para el desarrollo de nuevos estudios puntuales sobre *contactos bosque-sabana* y *sabana-sabana*.

4.7. Diseño de base de datos: ficha de ecotonos de sabanas

En este epígrafe se describen las herramientas y criterios técnicos específicos utilizados en el diseño de las fichas de *ecotonos* de *sabanas*. En general, se presentan las herramientas auxiliares y de base de datos utilizadas, y cómo éstas han sido puestas en común para obtener una salida adaptada al método ecodinámico. Finalmente se presenta la aplicabilidad de la ficha en el ámbito de la geografía física, toda vez que se conoce su alta capacidad de reunir información analítica destinada a la interpretación ecodinámica. En realidad, la denominada "ficha" es algo más complejo que un registro de base de datos, **es un elemento descriptivo compuesto de una serie de datos analíticos y espaciales sobre la dinámica del medio**. Aunque integra una serie de herremientas informáticas y cartográficas, se trata de un resultado donde lo que se desea obtener es una interpretación de la dinámica del medio físico mediante un único objeto.

4.7.1 Significado de las fichas

Un registro de la base de datos representa una *ficha*, la que a su vez está acotada espacial y tipológicamente según el tipo de *contacto*. Cada una de las fichas se refiere a un *contacto entre bosque y sabana*, o entre *sabana y sabana* para cada uno lugares determinado. Este es el significado principal, pero existe una

gran cantidad de información análitica adicional que debe aportarse para su correcta caracterización. Por último, una serie de informaciones auxiliares completan el trabajo introducción de datos. Por lo tanto, lo fundamental que una ficha define es el tipo de *contacto* al que se hace referencia y las *formaciones vegetales* que entran en *contacto*.

4.7.2. Introducción. Herramientas auxiliares

Las herramientas auxiliares son un conjunto de aplicaciones informáticas en las que el usuario genera información que luego es finalmente reunida dentro de la gestora de base de datos. Dichas herramientas son utilizadas para la producción de cartografías, balance hídrico y diagrama bioclimático, producción y retoque de imágenes rásters no espaciales, tales como fotos, ilustraciones rásters, o ilustraciones vectoriales, tales como diagramas empíricos, entre otros. A continuación se relacionan estas herramientas y su utilidad específica en el ámbito de la ficha:

- **Herramientas para la producción de cartografías rásters y vectoriales**. En el primer caso, el programa Idrisi permite importar imágenes de satélite ortorrectificadas del satélite SPOT del canal pancromático, así como la generación de composiciones en color o clasificaciones supervisadas para identificar las *formaciones vegetales* en cuestión. En el segundo caso, los mapas vectoriales son desarrollados mediante el programa MapInfo; esta aplicación facilita la determinación de superficies y permite el desarrollo de álgebra de mapas mediante el lenguaje de consulta selectiva (SQL), con gran capacidad para el manejo de los atributos de los elementos; al mismo tiempo, es útil en la producción de salidas escaladas;

- **Herramientas para la producción de balances hídricos y diagramas bioclimáticos**. A partir de la plantilla semi-automática diseñada por **Cámara** en el programa Excel para facilitar los cálculos del balance hídrico de Thorntwaite-Matter y el diagrama bioclimático de Montero de Burgos y González Rebollar, se ha preparado una plantilla, en el mismo paquete informático, que automatiza totalmente el proceso de cálculo de ambos, balance y diagrama. Esta nueva herramienta facilita y agiliza aun más los tediosos cálculos del balance hídrico, para los que anteriormente el usuario se veía obligado a recurrir a tablas de datos empíricos. Con la nueva herramienta, el cálculo del balance hídrico se hace en unos 10 segundos, mientras que el cálculo del diagrama bioclimático se realiza en otros 10, contra los 20 a 30 minutos que requería el cálculo y representación totalmente manual, o los 10 a 15 minutos que se empleaban en dichos cálculos utilizando la plantilla semi-automática. La representación gráfica de ambos diagramas resulta también mucho más comprensiva;

- **Herramientas para la producción y retoque de imágenes rásters no espaciales e ilustraciones vectoriales**. Las fotos y las imágenes rásters no espaciales son diseñadas utilizando el programa informático Adobe Phtoshop. Este programa permite generar imágenes en las que se expande el contraste, se limpian manchas, se resalta un elemento

destacado en una foto, se cambia el brillo, entre otras muchas posibilidades. Las ilustraciones vectoriales, tales como diagramas empíricos, de flujos, de relaciones, son diseñados mediante el programa informático Corel Draw. Esta aplicación facilita la alineación y distribución de los elementos de un diagrama, permite la combinación de elementos vectoriales y rásters, facilita las labores de conexión de objetos, entre otras capacidades.

Como se explicaba al inicio de este epígrafe, el conjunto de resultados que se generan mediante la utilización de estas herramientas informáticas, son unificados en la ficha mediante una aplicación que gestiona la base de datos analíticos, cuya configuración final, se detalla a continuación.

4.7.3. Diseño de la ficha

La ficha en sí se genera mediante la gestora de base de datos Microsoft Access. Una base de datos es un sistema cuya estructura ha sido diseñada por un programador, que contiene una colección de datos relativos a un sujeto o un propósito determinado, fácilmente consultable y organizable mediante unos criterios definidos por un usuario y con capacidad, eventualmente, para generar datos analíticos novedosos. En realidad, las fichas de *ecotonos* de *sabanas* en el presente documento y que servirán de analítica para el desarrollo de múltiples interpretaciones, son únicamente la salida impresa de la base de datos, y no la base de datos en sí.

El diseño de bases de datos que permite Access está orientado al objeto y es, en la mayoría de los casos, mediante una interfase gráfica que facilita al programador dicha labor. Cuenta también con poderosos lenguajes, tanto de consulta (lenguaje de consulta selectiva) como de programación en sí (Visual Basic), ambos mediante interfases gráficos, que facilitan mucho más el trabajo del programador. Además permite el establecimiento de relaciones entre distintas unidades de datos (tablas), lo que favorece la integración, en un mismo archivo, de conjuntos de datos de diversa naturaleza, pero que merecen estar relacionados porque comparten aspectos comunes. Gracias a todas estas capacidades, el usuario final se ve beneficiado, pues se dispone de una serie de herramientas como listas de desplegables y cuadros de selección que pueden ser delicadamente organizados en formularios de fácil manejo. Por otra parte, se dispone también de un conjunto de herramientas sencillas y visualmente agradables para la organización de informes vistosos, teniéndose la capacidad de generar salidas donde, a primera vista, se intuye lo que se desea transmitir. Así, tanto la programación, la consulta e introducción de datos, como la impresión de informes, se hace bastante sencilla para cualquier persona. Todas estas herramientas han sido utilizadas en el diseño de la base de datos de ficha de *ecotonos* de *sabanas*, que consta, para los fines del usuario de tres partes:

- **Interfase de introducción de datos**. Se trata de un formulario donde se introducen los datos de un determinado *ecotono*. Dicho formulario consta de 10 pestañas, organizadas de izquierda a derecha como sigue:
  - **Signaturas** (ver **Figura 43**). Tiene dos partes: **1) Signatura topográfica**: aquí se introduce un código que identifica al registro,

que se compone de tres partes: indicativo de la región del país donde se sitúa el *ecotono* (NW, SE, etc.); dos siglas que resumen el topónimo más cercano; un número de 2 dígitos que permite la diferenciación con respecto de otros eventuales *ecotonos* en el mismo sector. **2) Signatura temática**: hace referencia al tipo (tema) de ficha que se va a introducir, mediante la selección de cualquiera de los dos botones circulares y mutuamente excluyentes, que hacen referencia a: **a) Modelo**: se elige esta opción cuando se trata de una *sabana* modélica, y no de un *ecotono* en sí. Posteriormente se debe elegir el tipo de modelo desde una lista desplegable; **b) *Ecotono***: se elige esta opción cuando se trata de una ficha sobre un *ecotono* y posteriormente se debe especificar qué tipo de *ecotono* es (ver la pestaña "Modelización"). Con estos datos, la base de datos genera automáticamente una signatura temática que servirá de identificador único del registro. Finalmente, 3 botones facilitan la labor de introducción de los datos: uno para crear un registro nuevo, el segundo para habilitar la edición (por seguridad, deshabilitada por defecto), el tercero para deshabilitar la edición;

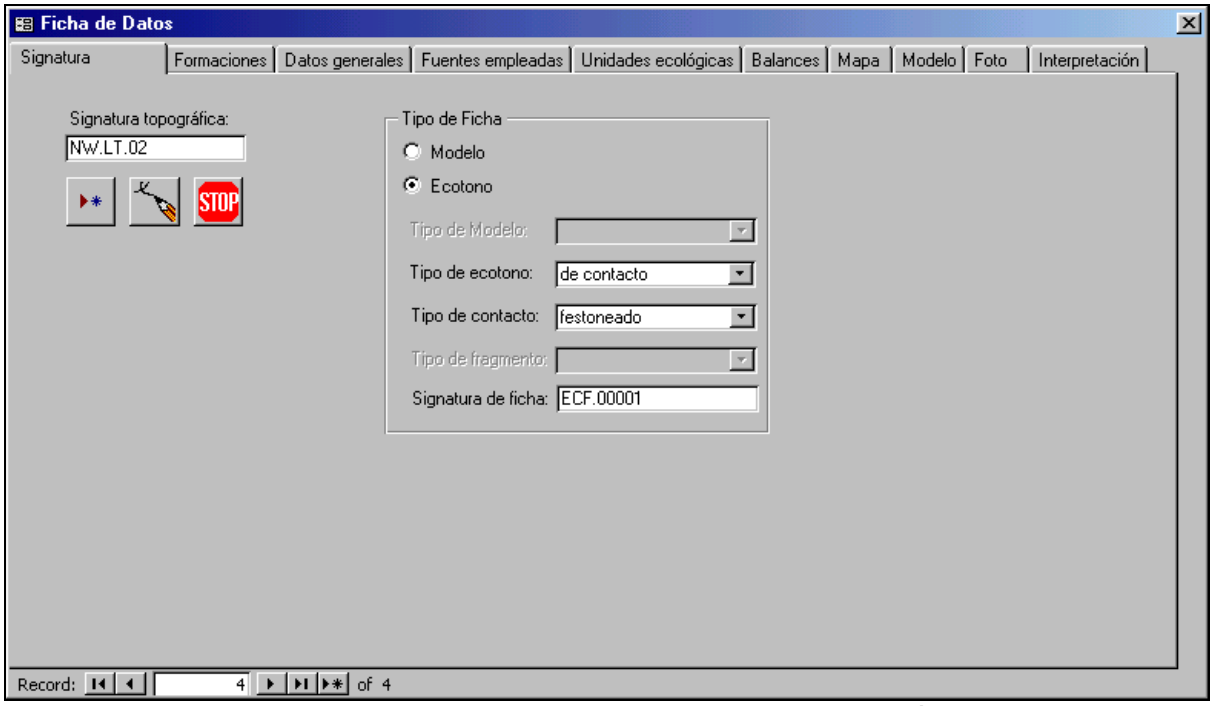


Figura 43. Muestra de la pestaña "Signaturas" (elaboración propia)

- ***Formaciones***. Cuando se trata de un *ecotono*, debe especificarse qué tipos fisonómicos de *formaciones* entran en *contacto*. Para ello se dispone de listas desplegables que facilitan al usuario esta labor. Aquí sólo se especifican los tipos fisonómicos de *formaciones*, por ejemplo, *sabana herbácea* y *sabana arbolada*;
- **Datos generales** (ver **Figura 44**). Es la pestaña donde se introducen los datos genéricos de localización, escala trabajo, fecha de observación. Por otra parte, una serie de sub-formularios sirve para describir lo relativo a los aspectos físicos del medio: *formaciones vegetales* específicas, por ejemplo, *sabana herbácea* de *Panicum*;

datos termopluviométricos, balance hídrico y diagrama bioclimático; un último sub-formulario permite elegir el o los tipos de suelos que existen en el *ecotono*;

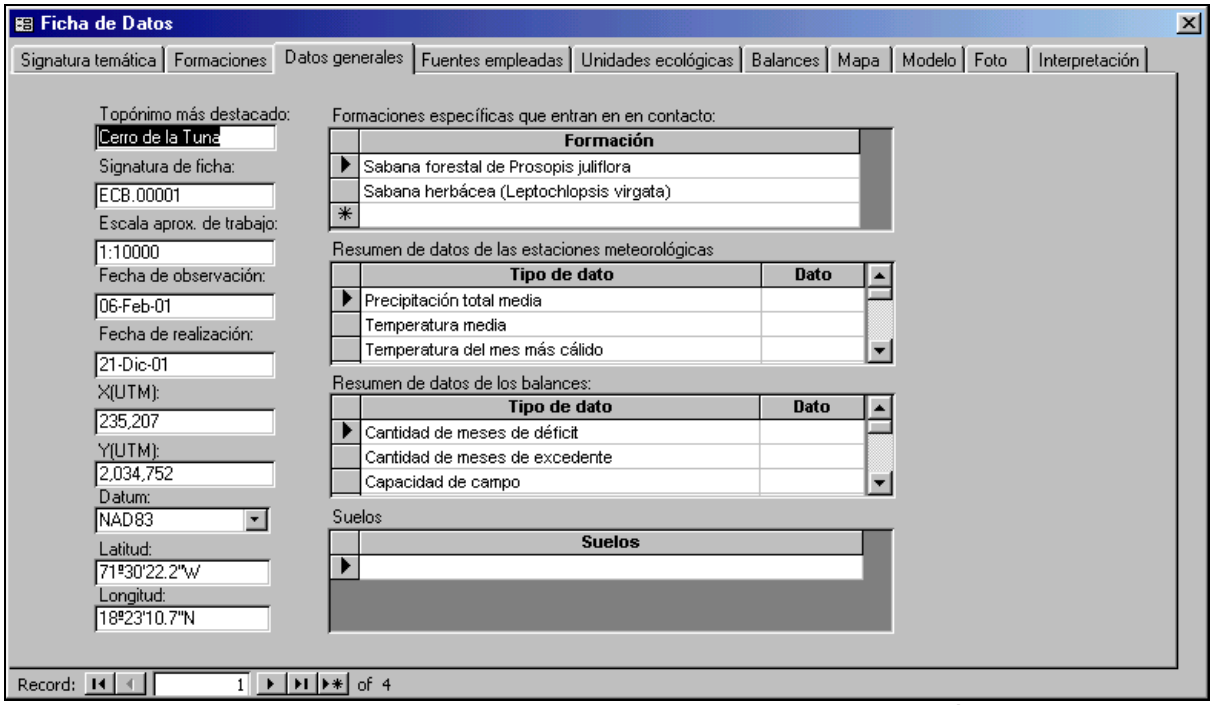


Figura 44. Muestra de la pestaña "Datos generales" (elaboración propia)

- **Fuentes empleadas**. En este pestaña se indican las fuentes utilizadas y las fechas de las mismas seleccionando las opciones deseadas desde una batería de listas desplegables. Aquí se puede especificar cualquier tipo de fuente, desde fotos aéreas, mapas, imágenes de satélite, datos termopluviométricos, entre otros;
- **Unidades ecológicas**. Aplicando la jerarquización de unidades ecológicas, de mayor a menor, debe seleccionarse el nombre para cada una de ellas: ecozona, ecoprovincia, ecorregión, ecodistrito, ecosección, ecoserie y ecotopo. Esta labor se efectúa mediante listas desplegables;
- **Balances**. Aquí se introducen los diagramas ombrotérmico, de balance hídrico y bioclimático, previamente calculados en la ya descrita plantilla de balance hídrico y diagrama bioclimático de Excel. Para ello, debe abrirse la plantilla, y efectuar el siguiente proceso con cada uno de los diagramas: seleccionar el diagrama deseado, copiarlo al portapapeles, entrar en la pestaña "balances" y pegarlo en el campo correspondiente;
- **Cartografías** (ver **Figura 45**). Esta pestaña es el interfase diseñado para insertar la información cartográfica previamente preparada en las aplicaciones mencionadas arriba. Se habilita espacio para dos documentos cartográficos del tipo imagen de satélite, fotografía aérea, mapa, etc., y un campo para hacer una síntesis analítica de los documentos cartográficos;

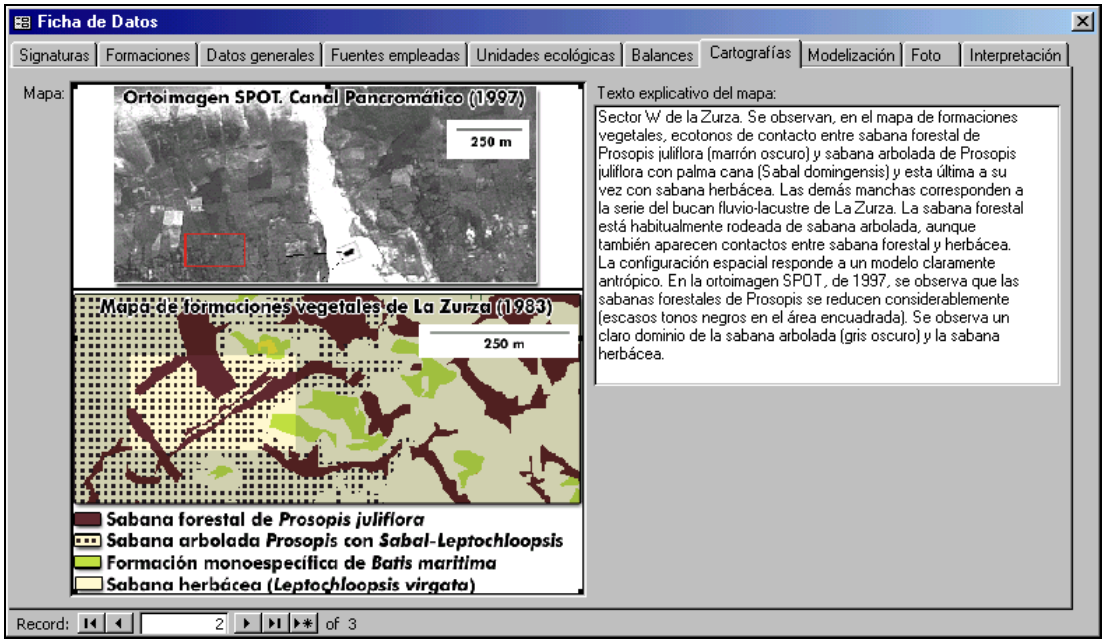


Figura 45. Muestra de la pestaña "Cartografías" (elaboración propia)

- **Modelización** (ver **Figura 46**). Este espacio es semi-automático. Aquí se presenta una modelización del *patrón de contacto* (festoneado, digitado, etc.), que es definido por la propia base de datos automáticamente, desde el momento en que se define la signatura temática (pestaña "Signaturas"). El campo "tipo de modelización del *ecotono*" es generado también automáticamente en dicho proceso, por lo que el usuario no puede acceder a él. El usuario sí debe definir el tipo de desequilibrio-equilibrio que existe entre las *formaciones vegetales*. Por último, se habilita un campo donde se debe explicar qué significa, para el caso del registro en cuestión, la modelización del *patrón* específico de ese *ecotono*;

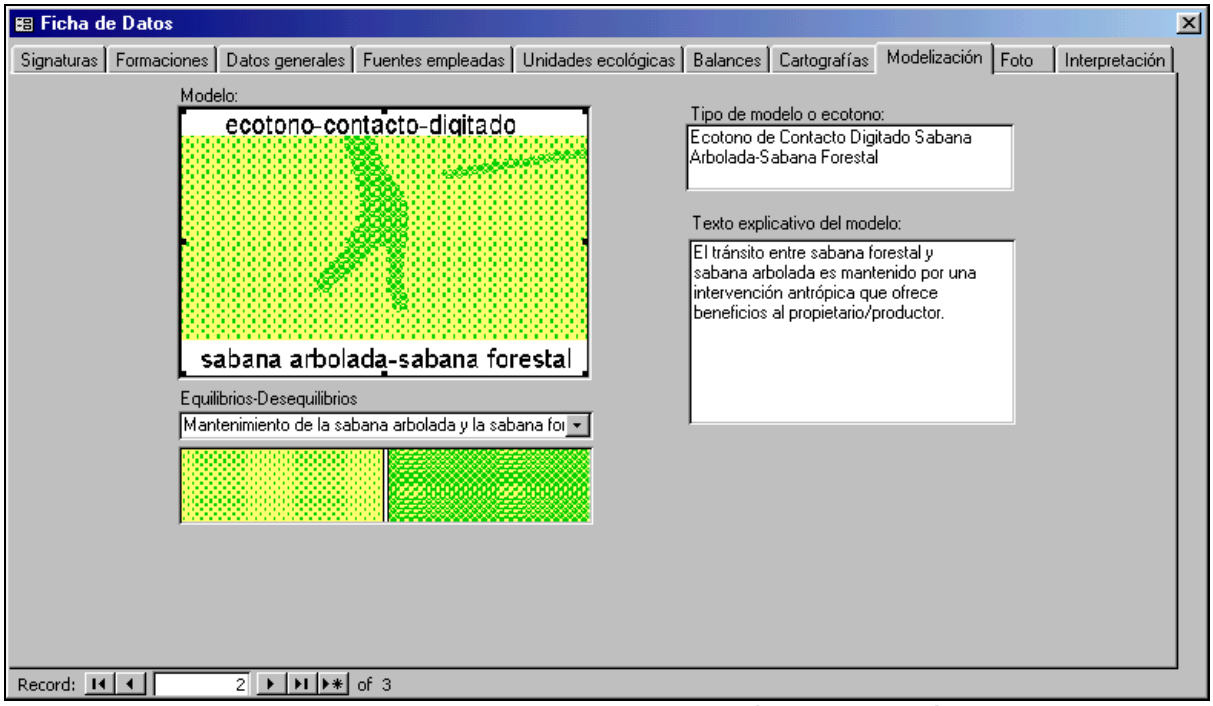


Figura 46. Muestra de la pestaña "Modelización" (elaboración propia)

- **Foto**. Pestaña dispuesta para que el usuario introduzca alguna fotografía que muestre, con la mayor nitidez posible, el *ecotono* correspondiente al registro en cuestión. Como ya se ha comentado, se han introducido fotografías que han sido retocadas previamente en Adobe Photoshop, para resaltar los aspectos que se consideran de interés. Un campo libre también se habilita para explicar la foto y relacionarla con los demás componentes de la ficha;

- **Interpretación**. Es una pestaña compuesta de un solo campo donde el usuario expresa detalladamente lo que entiende como modelo de funcionalidad del sistema al que hace referencia el registro en cuestión. Se habilita suficiente espacio para permitir al usuario expresar aquí su interpretación personal basada en los datos analíticos obtenidos.

☞ **Interfase de consulta de datos**. Una vez se han introducido cada registro de ficha, el usuario requerirá un servicio de consulta que le permita, mediante unos criterios establecidos por él, filtrar los registros de su interés. De esta manera podrá concentrar su atención en un número reducido de ellos, con los que podrá desarrollar una interpretación más focalizada. Para facilitar esta labor, el interfase de consulta de datos habilita una serie de opciones que facilita la consulta, pudiendo el usuario definir búsquedas según los siguientes criterios: 1) signatura topográfica; 2) signatura temática; 3) *patrón* de *ecotono*; 4) forma de desequilibrio-equilibrio; 5) topónimo; 6) *formaciones* en *contacto*; 7) unidades ecológicas; 8) palabra clave en cualquiera de los campos descriptivos; 9) palabra clave en cualquier campo de la base de datos; 10) fecha de observación; 11) fecha de realización de la ficha;

☞ **Interfase de impresión de fichas**. Mediante esta interfase es posible imprimir todas las fichas o una selección de ellas. Una vez definidos los criterios de consulta se produce un informe que puede imprimirse o no. Existe la posibilida de imprimir todas las fichas (o registros). Una muestra se presenta en la **Figura 47**;

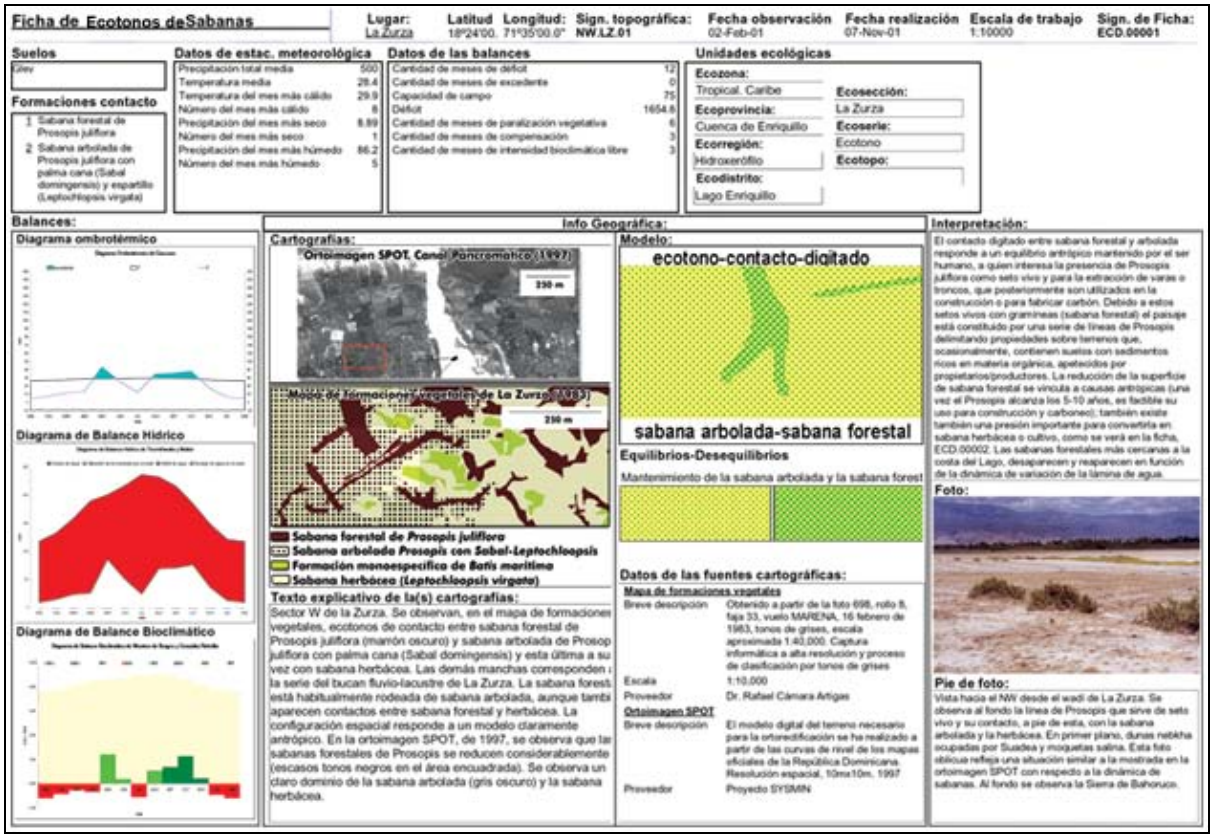


Figura 47. Muestra de Ficha de *Ecotonos* de *Sabana*, en este caso del Sector La Zurza (elaboración propia)

V. *Patrones* de *ecotonos* de *sabanas*

5.1. Metodología de análisis y dinámica del ecotono: patrón de contacto

Se han seleccionado una serie de *patrones entre bosque y sabana y entre sabana y sabana*. Se trata de un método positivista-deductivista, pues las hipótesis de partida que se han elaborado previamente a las salidas de campo ajustan el análisis de los hechos observados en los *patrones* de *contacto bosque-sabana y sabana-sabana*.

Según **MacArthur**[260] el concepto de *patrón* o *regularidad* es común a las ciencias. *Patrón* implica repetición y en el medio natural es usualmente una repetición imperfecta. La existencia de dicha repetición significa que puede establecerse algún grado de predicción, o al menos, que los factores que explican en un caso un *patrón* pueden ser extensibles a otros. En biogeografía se estudían los patrones en el espacio y no en el tiempo, y las comparaciones se hacen sobre eventos que ocurren en diferentes lugares. El análisis que en el presente trabajo se hace de los patrones es, por una parte, geométrico pero también se correlaciona con los procesos y cambios que ocurren en el contacto *bosque-sabana* y *sabana-sabana*.

[260] MacArthur, R.H.: Geographical ecology: patterns in the distribution of species, Harper & Row Publishers, New York, 1972

La **Figura 48** muestra los cinco tipos de *patrones* de *contacto*, a saber:

- ☞ Digitado;
- ☞ Festoneado;
- ☞ En bandas;
- ☞ Ondulado y
- ☞ Rectilíneo.

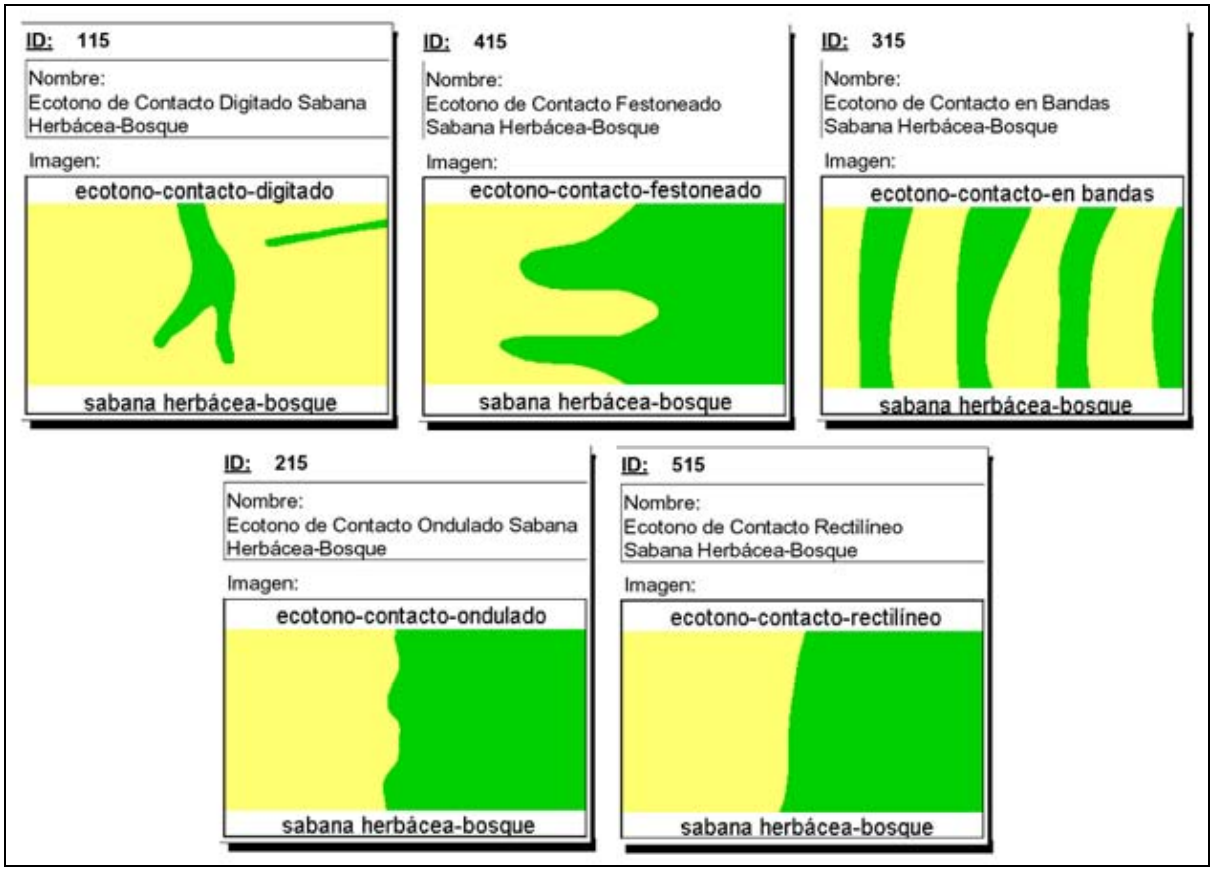


Figura 48. *Patrones* de *contacto* entre la *sabana herbácea* y el *bosque* (elaboración propia)

La Figura hace referencia a un ejemplo entre 2 *formaciones vegetales* diferenciadas: la *sabana herbácea* y el *bosque*, lo cual no implica que sean éstas las únicas que entran en *contacto* en el desarrollo de las fichas, como se verá en el apartado siguiente.

Es necesario destacar que **los 5 tipos de *patrones* pueden variar según la escala que se aplique**. Para solventar este inconveniente las fichas se han efectuado, en la medida de las posibilidades, utilizando siempre la misma escala, la cual es 1:30,000 como valor medio. Se puede asegurar que el *patrón de contacto* varía con la escala, pero un análisis a escala 1:30,000 permite reconocer la forma general del *contacto* y, lo que es más importante, relacionarlo con los principales factores que lo condicionan y al mismo tiempo esbozar una interpretación evolutiva del sistema.

En cuanto a la *dinámica del contacto*, se han establecido dos posibilidades: matenimiento entre *formaciones* y avance de una con respecto de la otra. En las fichas se hace referencia a la *dinámica del contacto* en función de dos fuentes cartográficas separadas en el tiempo, o en su defecto, a una única fuente cartográfica contrastada con datos históricos o recientes. Se ha optado por esta escala temporal porque resulta de gran facilidad al momento de aplicar la ficha; lo ideal sería utilizar una escala temporal mayor, algunos 3,000, 10,000 o 100,000 años, pero para ello se requeriría de estudios más profundos lo que dificultaría la aplicación de esta interesante herramienta.

Cuando se hace referencia a avance o mantenimiento relativo entre *formaciones*, se alude a la situación *dinámica del contacto* durante los úlitmos 50 años. Aquellos casos en los que se dispone de información histórica y paleo-ambiental, la interpretación se apoya en dichos datos, lo que favorece aun más el entendimiento de la dinámica actual del *contacto*.

5.2. Expresión geométrica del patrón de contacto

El *patrón de contacto digitado* implica que una *formación* se introduzca literalmente dentro de una matriz. La *formación* envuelta tiene forma alargada, por lo que se desarrolla generalmente en favor de elementos lineales del medio natural, antrópico y antropizado, tales como ríos, carreteras, setos vivos, etc. Este *patrón*, como se verá en la discusión, suele estar vinculado a la red fluvial, aunque con matices.

Los *patrones ondulado, festoneado y rectilíneo*, hacen referencia a que dos grandes *formaciones* comparten un límite común y, en principio, ninguna envuelve a la otra. Estos *patrones* suelen conformarse cuando entran en *contacto* grandes *formaciones*, como el *bosque mesófilo* del piedemonte de la Cordillera Central y la depresión del Valle del Cibao, por citar un ejemplo. Sin embargo, como se verá en el siguiente apartado, se han utilizado para definir también *contactos* entre *formaciones* de muy pequeña extensión.

Por último, el *patrón en bandas* es una sucesión seriada de *formaciones* muy próximas entre sí y dispuestas en forma alargada. En los casos dominicanos que se han observado, se trata de un sistema donde la evolución del nivel de una lámina de agua ha variado periódicamente. Específicamente se trata del Lago Enriquillo en el SW dominicano.

5.3. Descripción de las fichas

Se han preparado 16 fichas de *ecotonos* de *sabana*, distribuidas tanto en función del tipo de *formaciones* como del *patrón de contacto*. Además, se ha intentado muestrear al menos un *contacto* por región de la República Dominicana, aunque el criterio más decisivo en la selección de las fichas es la disponibilidad de información, y en especial, la disponibilidad de cartografía y foto oblicua terrestre. La **Tabla 27** muestra una síntesis de las 16 fichas elaboradas y la **Figura 49** muestra su distribución en el contexto dominicano.

Tabla 27. Topónimos más destacados, *patrones* y *formaciones* en *contacto* de las 16 fichas preparadas en la base de datos de *ecotonos* de *sabanas* (elaboración propia)

Signatura topográfica	Signatura de ficha	Topónimo más destacado	***Patrón* y *formaciones* en *contacto***
SW.BA.01	ECR.00001	Bahía de las Aguilas	*Ecotono* de *Contacto* Rectilíneo *Sabana Herbácea-Sabana Boscosa*
SW.LT.01	ECB.00001	Cerro de la Tuna	*Ecotono* de *Contacto* en Bandas *Sabana Herbácea-Sabana Forestal*
NW.EM.01	ECF.00001	El Morro (Parolí)	*Ecotono* de *Contacto* Festoneado *Sabana Herbácea-Sabana Arbustiva*
NW.EH.01	ECR.00003	Estero Hondo	*Ecotono* de *Contacto* Rectilíneo *Sabana Herbácea-Formación Hidrófila*
SW.HP.01	ECR.00002	Hoyo de Pelempito	*Ecotono* de *Contacto* Rectilíneo *Sabana Herbácea-Bosque*
SW.IC.01	ECB.00002	Isla Cabritos	*Ecotono* de *Contacto* en Bandas *Sabana Arbolada-Sabana Arbustiva*
NE.LS.01	ECO.00001	La Soledad	*Ecotono* de *Contacto* Ondulado *Sabana Herbácea-Bosque*
SW.LZ.01	ECD.00001	La Zurza	*Ecotono* de *Contacto* Digitado *Sabana Arbolada-Sabana Forestal*
SW.LZ.02	ECD.00002	La Zurza	*Ecotono* de *Contacto* Digitado *Sabana Herbácea-Sabana Forestal*
SW.LE.01	ECO.00002	Laguna Enmedio	*Ecotono* de *Contacto* Ondulado *Sabana Herbácea-Sabana Arbustiva*
NW.MA.01	ECD.00003	Mao	*Ecotono* de *Contacto* Digitado *Bosque-Sabana Boscosa*
SC.SB.01	ECO.00005	*Sabana* Buey	*Ecotono* de *Contacto* Ondulado *Sabana Herbácea-Bosque*
SW.SC.01	ECF.00002	*Sabana* de los Candelones	*Ecotono* de *Contacto* Festoneado *Sabana Herbácea-Sabana Boscosa*
NW.SJ.01	ECD.00004	San José de las Matas	*Ecotono* de *Contacto* Digitado *Sabana de palmas-Bosque*
SE.SP.01	ECO.00004	Sierra Prieta	*Ecotono* de *Contacto* Ondulado *Sabana Herbácea-Bosque*
CE.VT.01	ECO.00003	Valle del Tetero	*Ecotono* de *Contacto* Ondulado *Sabana Herbácea-Bosque*

Figura 49. Localización de las fichas de *ecotonos* de *sabanas* en el contexto dominicano (elaboración propia)

Según el *patrón de contacto* entre *formaciones* (ver **Figura 50**), domina el ondulado, con un 30% (5 fichas) seguido del digitado con un 25% (4 fichas), rectilíneo con 19% (3 fichas), y finalmente un 26% repartidos en partes iguales en el *patrón* en bandas (2 fichas) y festoneado el (2 fichas).

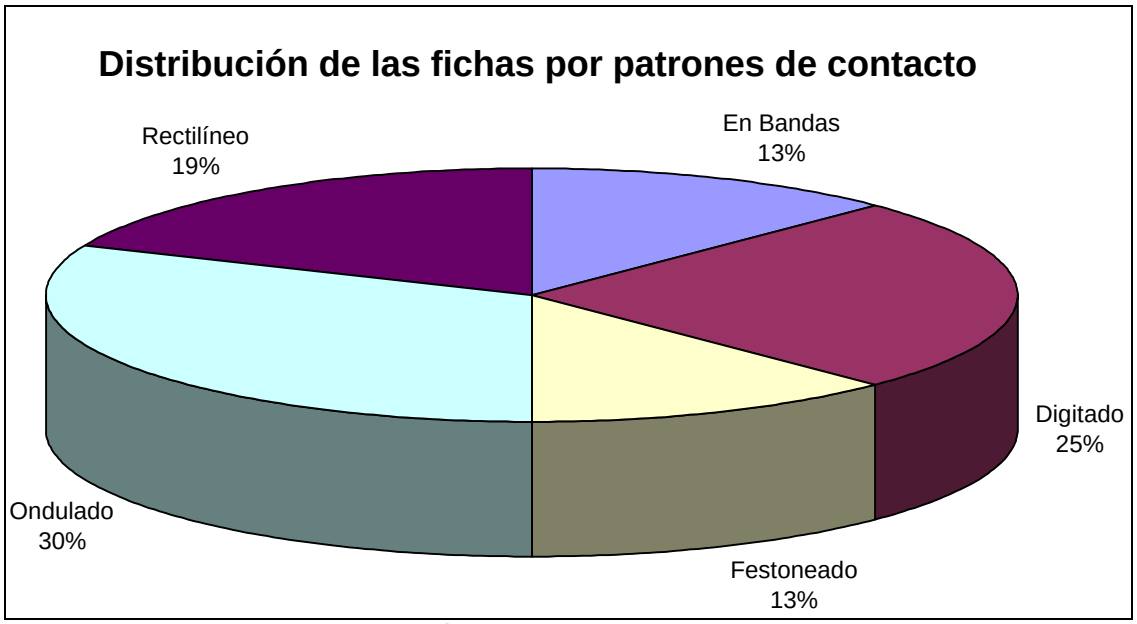


Figura 50. Distribución de las fichas de *ecotonos* de *sabanas* según el *patrón de contacto* (elaboración propia)

Según el *régimen geoecodinámico* imperante en el sector donde se muestrea un *contacto*, las fichas se concentran más hacia la *hidrotropofilia*, *mesofilia* e *hidroxerofilia*, toda vez que la estacionalidad contrastada es más favorable al desarrollo de *sabanas*, como ya se ha comentado arriba. De todas maneras, se ha intentado conocer la particularidad de los *contactos* en regímenes *ombrófilos*, dado que las *sabanas* que se desarrollan allí son bastante más comunes hacia latitudes ecuatoriales. La distribución es como sigue:

- *hidroxerofilia*, 4;
- hidrotropófilia, 5;
- *mesofilia* (en la que se incluye la *meso-tropofilia*), 3; y finalmente,
- *ombrofilia* con 4.

La **Tabla 28** muestra todos los detalles relativos al régimen, las *formaciones* y la escala de trabajo que se ha aplicado en cada ficha.

Tabla 28. Detalles de las 16 fichas preparadas en la base de datos de *ecotonos* de *sabanas* (elaboración propia)

Topónimo	Signatura topográfica	Signatura de ficha	Latitud	Escala	Régimen	*Formación* 1	*Formación* 2
Bahía de las Aguilas	SW.BA.01	ECR.00001	17º51'00.0"N	1:50000	*Tropófilo*	*Sabana herbácea* (Leptochlopsis virgata)	*Sabana boscosa xero-tropófila* de Consolea, Pilosocereus y Haitiella
Cerro de la Tuna	SW.LT.01	ECB.00001	71º30'22.2"W	1:10000	*Hidroxerófilo*	*Sabana boscosa* de Prosopis juliflora	*Sabana herbácea* (Leptochlopsis virgata)
El Morro (Parolí)	NW.EM.01	ECF.00001	19º53'18.8"N	1:10000	*Tropófilo*	*Sabana herbácea* (Leptochlopsis virgata)	*Sabana arbustiva cerrada* de Myrtus flavicans
Estero Hondo	NW.EH.01	ECR.00003	19º51'04.5"N	1:10000	*Mesófilo*	*Sabana herbácea*	Bucán
Hoyo de Pelempito	SW.HP.01	ECR.00002	18º06'01.0"N	1:10000	Meso-*tropófilo*	*Sabana herbácea* de Panicum sp.	*Bosque mesófilo*
Isla Cabritos	SW.IC.01	ECB.00002	18º28'53.1"N	1:10000	*Hidroxerófilo*	*Sabana arbustiva* espinosa	*Sabana arbolada* de Prosopis juliflora
La Soledad	NE.LS.01	ECO.00001	19º07'12.8"N	1:10000	*Ombrófilo*	*Bosque ombrófilo*	*Sabana herbácea* de Cyperus sp., Imperata sp. y Panicum sp.
La Zurza	SW.LZ.01	ECD.00001	18º24'00.0"N	1:10000	*Hidroxerófilo*	*Sabana boscosa* de Prosopis juliflora	*Sabana arbolada* de Prosopis juliflora con palma cana (Sabal domingensis) y espartillo (Leptochlopsis virgata)
La Zurza	SW.LZ.02	ECD.00002	18º24'00.0"N	1:10000	*Hidroxerófilo*	*Sabana herbácea* (Leptochlopsis virgata)	*Sabana boscosa* de Prosopis juliflora
Laguna Enmedio	SW.LE.01	ECO.00002	18º26'08.4"N	1:40000	*Tropófilo*	*Sabana herbácea* (Leptochlopsis virgata)	*Sabana arbustiva* espinosa
Mao	NW.MA.01	ECD.00003	19º33'32.9"N	1:10000	*Tropófilo*	*Sabana boscosa* de Prosopis juliflora	*Sabana herbácea* (Leptochlopsis virgata)
Sabana Buey	SC.SB.01	ECO.00005	18º15'16.9"N	1:50000	*Tropófilo*	*Sabana herbácea* de Panicum sp.	*Bosque tropo-mesófilo*
Sabana de los Candelones	SW.SC.01	ECF.00002	18º00'58.0"N	1:10000	Meso-*tropófilo*	*Sabana herbácea* de Panicum sp.	*Sabana boscosa* de Prosopis juliflora
San José de las Matas	NW.SJ.01	ECD.00004		1:50000	*Ombrófilo*	*Sabana* de palma real	*Bosque ombrófilo*
Sierra Prieta	SE.SP.01	ECO.00004	18º39'03.8"N	1:50000	*Ombrófilo*	*Sabana herbácea* de Cyperus sp., Imperata sp. y Panicum sp.	*Bosque mesófilo*
Valle del Tetero	CE.VT.01	ECO.00003	18º59'22.9"N	1:50000	*Ombrófilo*	*Bosque ombrófilo*	*Sabana herbácea* de Cyperus sp., Imperata sp.

A continuación, se presenta una síntesis sobre los *patrones* y la interpretación evolutiva de los 16 *ecotonos* analizados, agrupándolos en función de la forma de dicho *patrón*.

5.3.1. *Patrón de contacto* ondulado

Las fichas que corresponden con este *patrón* son aquellas que se han identificado en las proximidades de las localidades de Laguna Enmedio (Hoya de Enriquillo), *Sabana* Buey (piedemonte meridional de la Cordillera Central, Región S dominicana), Valle del Tetero (vertiente meridional de la Cordillera Central), Sierra Prieta (al N de la ciudad de Santo Domingo) y La Soledad (Cotuí, río Yuna).

El *régimen geoecodinámico* es variable de unas a otras, pero en general domina la *ombrofilia*, pues las tres últimas se desarrollan en estos ámbito, mientras que las dos primeras tienen caracteres más *tropófilos*, lo cual no significa que en los *regímenes geoecodinámicos ombrófilos* el *contacto bosque-sabana y sabana-sabana* sea siempre ondulado.

En cuanto a los primeros, las fichas de los sectores denominados Sierra Prieta, Valle del Tetero y La Soledad reflejan que el límite es dirigido por rupturas o cambios de pendiente cóncavos: nicks de relieve cristalino en los dos primeros y base del escarpe de la llanura de inundación del río Yuna en el tercero; mientras que en *Sabana* Buey y Laguna Enmedio, las rupturas de pendiente convexas son los responsables de la ondulación del *contacto*: ondulaciones de los escarpes de la llanura inundación del río Ocoa y del escarpe línea de falla respectivamente. En los 3 casos donde el límite es dirigido por cambios de pendiente cóncavos, se trata de régimen *ombrófilo*, y lógicamente, el *contacto* se encuentra a pie de un relieve

mayor. En los otros dos casos, régimen *tropófilo*, el sistema se invierte, apareciendo el *contacto* en el sector culminante del sistema. En definitiva, en todos los casos, los factores geomorfológicos y antrópicos, son los que dirigen el *contacto* y únicamente los caracterizan algunos matices.

Se debe añadir que las actividades humanas son el motor de la génesis del límite en 3 de los casos citados: *Sabana* Buey, Sierra Prieta y Laguna Enmedio. Estos 3 *contactos*, aparte de estar condicionados en su génesis por una intervención antrópica intensa y posterioremente por unos factores geomorfológicos, tienen también en común que se desarrollan a lo largo de extensiones relativamente grandes y que están actualmente en desequilibrio, en los dos primeros casos reversibles, y en el tercero irreversible. Estos modelos de evolución encajan con los propuestos por **Demangeot**[261], sobre dinámica *bosque-sabana*. Otro aspecto interesante es que los *contactos* reversibles se desarrollan en regímenes *ombrófilo* y *tropófilo*, mientras que en el caso del *contacto* irreversible el régimen es *xerófilo*. Esto puede indicar que a menor estacionalidad mayores posibilidades de reversibilidad a iguales niveles de intervención, hecho que se comprobado empíricamente en observaciones en el SW dominicano recientemente.

Por otra parte, en el Valle del Tetero no se requiere que la antropización mantenga el *contacto*, toda vez que con un régimen hídrico y unas *formaciones superficiales* como las que dominan en esta depresión, no puede desarrollarse otra *formación vegetal*; en el caso de La Soledad, el río no permite el desarrollo de un arbolado extenso, pues durante épocas de crecida (especialmente huracanes) el río arrasa lo que encuentra a su paso, y como no existen en República Dominicana *formaciones* de *igapo* o *varzea*, ningun *bosque* puede someterse a estos regímenes. Dos aspectos tienen en común estos casos:

1) son *formaciones* que se desarrollan en regímenes *ombrófilos*;
2) se trata de pequeños fragmentos de escasos kilómetros, incluso decenas de metros.

En general, en las *sabanas herbáceas* de escasa extensión donde existen indicios de poca antropización, los factores que mantienen finalmente el *contacto* son geomorfológicos, entendiéndose que estos incluyen los edáficos y morfotopográficos. Esta regla aplica a la mayoría de las *sabanas herbáceas intrazonales* por encharcamiento, o a las *sabanas de palmas* de régimen *ombrófilo*.

En cuanto a la dinámica del *contacto*, **Demangeot**[262] sitúa sugiere que se trata de un *contacto* entre una *formación relicta* de *bosque* y una *sabana climácica*, o viceversa. Este autor sugiere que la *formación* de menor extensión es absorbida por la mayor; en el caso que se plantea a escala temporal del orden de 1,000 años, existe un mantenimiento del *contacto* sin que se produzca avance o retroceso de una *formación* respecto de la otra. En definitiva, en estos dos últimos casos, Valle del Tetero y La Soledad, la intervención antrópica es descartable, y si ha existido es mínima o ha sido absorbida ya por el medio, por lo que se trata de un límite natural.

[261] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

[262] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

5.3.2. *Patrón de contacto* digitado

De este *patrón de contacto* se han elaborado 4 fichas, distribuidas de la siguiente manera: 2 fichas en el sector denominado La Zurza (Hoya de Enriquillo, al NW de Duvergé); 1 ficha en las proximidades de la ciudad de Mao (al NW del país, sobre la superficie de piedemonte de la vertiente septentrional de la Cordillera Central); y finalmente, 1 ficha en las cercanías de la ciudad de San José de las Matas (SW de la ciudad de Santiago de los Caballeros, también en la superficie de piedemonte de la vertiente septentrional de la Cordillera Central).

Dos casos, ambos en La Zurza, corresponden a régimen *hidroxerófilo*. Una tercera ficha se enmarca dentro del régimen *tropófilo*, en las proximidades de la ciudad de Mao, mientras que la cuarta y última, cerca de San José de las Matas, se sitúa en un régimen *mesófilo*. Se pueden hacer dos grupos de esta distribución aleatoria de *contactos* digitados. Por un lado habría que situar los que se enmarcan en el régimen *hidroxerófilo*, y por otro, aquellos que se sitúan en el régimen *tropófilo* y *mesófilo*.

La característica común más destacada que engloba los *patrones* digitados de La Zurza es que la antropización condiciona el *contacto* de forma determinante tanto en su mantenimiento como en su desplazamiento. Estos *contactos* sólo se diferencian por el tipo de *formaciones* que entran en *contacto* y el tipo de equilibrio-desequilibrio al que están sometidos: en un caso (ECD.00001) se trata de un *contacto* entre la *sabana arbolada* y la *boscosa* mantenido antropicámente, mientras que el segundo (ECD.00002), es un *contacto* entre *sabana herbácea* y *sabana boscosa* que sufre desplazamientos.

En el primer caso (ECD.00001) los factores morfológicos tienen poca incidencia en el mantenimiento de este *contacto*, toda vez que las actividades humanas requieren de unos setos vivos en forma de *sabana boscosa* para delimitar su propiedad y alejarla del ganado caprino, el cual le puede estropear su cultivo; además, el seto vivo es de *Prosopis juliflora*, que se aprovecha como recurso para la elaboración de vara y carbón. Así, cuando el agricultor abandona la tierra, surge la *sabana herbácea* que posteriormente, algunos 2 años más tarde (si no se produce una nueva intervención), ésta se transforma en *arbolada*. Si se mantiente el barbecho la *sabana arbolada* pasará a *sabana boscosa* de *Prosopis juliflora*, la cual a su vez podrá albergar en los próximos años otras especies arbóreas.

En el segundo caso (ECD.00002), los factores morfológicos tampoco tienen relevancia, pues el *contacto* sufre un desplazamiento sobre un terreno relativamente llano. Las actividades humanas retiran cada vez más la frontera agrícola de su explotación, reduciendo la mancha de *sabana boscosa* en favor de su cultivo, que anualmente se convierte en una *sabana herbácea* en período de barbecho. La *sabana herbácea* también crece hacia las áreas de bucán, cuando el Lago Enriquillo ha dejado de ejercer su influencia sobre estas últimas. En cualquier caso, la antropización es la responsable del desplazamiento del límite entre la *sabana boscosa* y la *herbácea* en favor de esta última.

En cuanto a los *contactos* de Mao y San José de las Matas (ECD.00003 y ECD.00004 respectivamente), les caracteriza que ambos son mantenidos por factores geomorfológicos relacionados con la dinámica fluvial de algún curso fluvial

importante en cada sector. En el caso de Mao, el río del mismo nombre, discurre al E de esta localidad, mientras que en San José de las Matas es el arroyo Albanita, que discurre al E de esta ciudad y es afluente del río Ámina.

En el primer caso, el *contacto* se produce entre la *sabana boscosa* y el *bosque tropófilo*, mientras que en San José de las Matas, las *formaciones* que entran en *contacto* son *sabana de palmas* y *bosque mesófilo*. En Mao la evolución ha debido contar muy poco con la intervención de factores antrópicos, específicamente en el sector en cuestión, aunque no se puede decir lo mismo de otras áreas, por ejemplo al N de la ciudad, donde las actividades humanas han reducido la superficie de *sabana boscosa* en favor del cultivo. En San José de las Matas, la síntesis evolutiva ha debido contar con una activación del sistema antrópicamente, pues no se concibe que la *sabana de palmas abierta* puede alcanzar tal proximidad al arroyo Albanita sin su intervención. Además, los ejemplares de palma real dispersos son el único reducto que las actividades humanas han conservado del *bosque* que se instalaba allí; ahora bien, una vez el factor antrópico ha jugado en la creación del *contacto*, los factores geomorfológicos, en especial los elementos morfotopográficos de este sector, han jugado a favor del mantenimiento del sistema con una escasa intervención antrópica; esta circunstancia se explica porque la superficie de piedemonte de la vertiente N de la Cordillera Central ha debido contar con una importante extensión de *sabana de palmas cerradas*, mientras que los sectores de vaguada, han debido estar ocupados por el *bosque mesófilo* con palmas dispersas; las laderas estarían repartidas entre el *bosque* y la *sabana*. La antropización ha debido intervenir para iniciar el sistema, que posteriormente se ha mantenido de forma natural.

El *contacto* digitado es explicado por **Demangeot**[263] recurriendo a condicionantes edáficos (entre los que incluye también a los topográficos). Esto se confirma en los ejemplos dominicanos, pero se requiere incluir factores de tipo antrópico que permitan dar cabida a estos casos que responden a una dinámica más bien mixta.

5.3.3. *Patrón de contacto* rectilíneo

Se han aplicado 3 fichas que representan este *patrón*, repartidas de la siguiente manera según el topónimo más próximo al *contacto*: Bahía de las Aguilas (ECD.00001, al SW del País, en la mitad occidental del Procurrente de Jaragua, es una playa de con un depósito de lumaquela hacia el interior), Hoyo de Pelempito (ECD.00002, también al SW, pero en la Sierra de Baoruco, es un polje de grandes dimensiones) y Estero Hondo (ECD.00003, al NW, un cordón litoral al pie de la vertiente N de la Cordillera Septentrional).

Los tres se desarrollan en un régimen de estacionalidad contrastada: 2 son *mesófilos* y uno *hidrotropófilo-hidroxerófilo*. En el caso de Pelempito y Estero Hondo, el régimen es *mesófilo* y Bahía de las Aguilas es *tropófilo* con tendencia a la *xerofilia*. Dos casos comparten que el factor que explica su génesis es la

[263] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

geomorfología del sector. En Bahía de las Aguilas, tanto el contraste topográfico entre el acantilado que delimita la superficie con respecto de la plataforma de abrasión, así como la dureza de la costra lumaquélica sobre la que se apoya la *sabana herbácea*, condicionan este límite. Este *contacto* se sitúa sobre una ruptura de pendiente cóncava, conformado por la base del acantilado y el límite occidental del depósito de lumaquela. En vista de este cambio de pendiente tiene un trazado bastante rectilíneo, el *contacto* también lo es, pues es completamente solidario a él. Las *formaciones* que entran en *contacto* son la *sabana herbácea* sobre lumaquela y la *sabana boscosa* o *bosque tropo-xerófilo*.

En el segundo caso, que se explica por factores naturales, el *contacto* sigue, al igual que en la ficha anterior, una ruptura de pendiente cóncava, conformada en la unión entre la base del escarpe meridional del mont denominado Loma “El Play” y el fondo del Hoyo de Pelempito. A la vista de que esta ruptura de pendiente no tiene cambios de trazado importantes, el *contacto*, que es solidario con ella, tampoco presenta ondulaciones. Las *formaciones* que entran en *contacto*, al igual que en el caso anterior, son la *sabana herbácea* y el *bosque*, aunque en este caso *mesófilo*.

Por último, el caso de Estero Hondo es singular porque se trata de un *contacto* mantenido antrópicamente y al mismo tiempo relaciona a dos *formaciones* bastante incipientes: un bucán, *formación hidrófila* salina, representada por una superficie desprovista de vegetación arbórea y con escasa representación en el estrato herbáceo, y una *sabana herbácea* muy joven. La retirada del bucán mediante intervenciones antrópicas permite el desarrollo de la *sabana herbácea*, e incluso la favorece toda vez que desarrolla sobre ella la ganadería. Este caso demuestra la capacidad humana de intervenir en cualquiera de las fases de evolución de una *formación vegetal*.

5.3.4. *Patrón de contacto* en bandas

Se han identificado dos casos para este *patrón*, enmarcados en el contexto de las variaciones de nivel del Lago Enriquillo: Cerro de la Tuna (ECB.00001, localizado al SE del Lago y al NE del poblamiento denominado Duvergé) e Isla Cabritos (ECB.00002, una isla coralina dentro del Lago Enriquillo). El Lago Enriquillo es una cubeta incluida en un rift, cuya desconexión reciente del mar (y respecto de otros sistemas lacustres como el Lago Sumatre haitiano) unida a la intensa evaporación en la zona, han favorecido que la lámina de agua durante los últimos 3,000 años (y especialmente durante los últimos 500), haya experimentado un descenso acusado. Esta reducción no siempre ha sido lineal, lo cual se comprueba en un vistazo a la curva de variaciones de niveles del Lago. Se observa la ocurrencia de intensas fluctuaciones en función de fenómenos tales como huracanes y prolongados períodos de sequía (ver **Figura 51**).

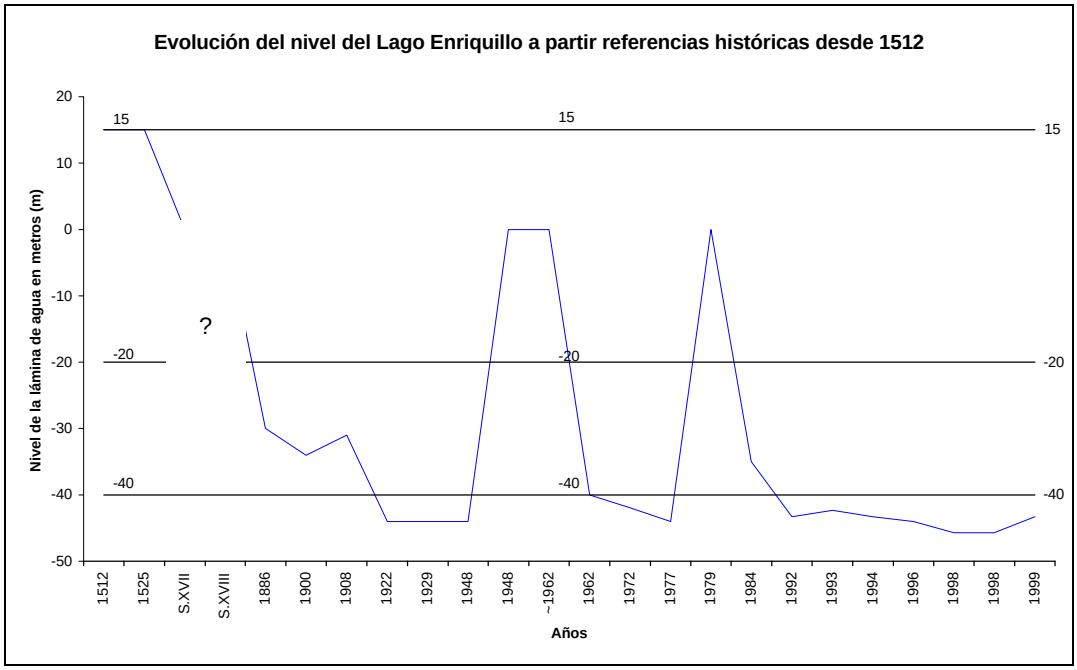


Figura 51. Evolución del nivel del Lago Enriquillo a partir de referencias históricas desde 1512 hasta 1999 (según **Díaz del Olmo, Cámara y Martínez Batlle**[264])

Lógicamente, el *patrón* en bandas esta guiado por estas variaciones del nivel del Lago, siendo novedosa su descripción. En ambos casos los factores explicativos, naturales por supuesto, están ligados a los depósitos que va dejando la ribera del Lago en sus momentos de estabilidad. Así, cuando el Lago entra en reposo, deja ocasionalmente una duna hidraulica o alguna berma de playa, separada del episodio anterior por una depresión (denominada "gap" por Zazo y otros[265]).

En la duna el depósito arenoso favorece la acumulación de una reserva hídrica entre éste y la costra de tufa sobre la que se apoya normalmente la duna. Esta reserva es aprovechada por el estrato arbóreo de una *sabana arbolada* o *boscosa* que coloniza la duna, mientras que los gaps, sellados eventualmente por una costra, son ocupados por la *sabana herbácea* o la *arbustiva*. Es así como se explica la presencia de bandas sub-paralelas al nivel actual del Lago. Estos sistemas se mantienen de forma natural, pues en la medida que su localización es próxima al Lago, no tienen aprovechamiento agrícola; sin embargo, se reporta algunos casos en los que se produce extracción de pies arbóreos para la producción de carbón o varas, especialmente los de *Prosopis*. De todas maneras, este mantenimiento es relativo, toda vez que el Lago experimenta fluctuaciones cíclicas (huracanes, fuertes sequías) que inundan el sistema en bandas previamente

[264] Programa de Cooperación Científico-Técnica con Iberoamérica, Agencia Española de Cooperación Internacional; Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla; Subsecretaría de Estado de Áreas Protegidas y Biodiversidad, Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA): Estudio Ecodinámico del Lago Enriquillo: Informe preliminar enero-octubre 2001, Inédito, 2001.

[265] Zazo, C.; Goy, J. L.; Somoza, L.; Dabrio, C. J.; Belluomini, G.; Improta, S.; Lario, J.; Bardaji, T.; Silva, P. A.: Holocene sequence of sea-level fluctuations in relation to climatic trends in the Atlantic-Mediterranean linkage coast, Journal of Coastal Research, 10(4): 933-945, 1994

conformado. En principio, los *patrones* en bandas hasta ahora identificados a más de 15 mbnm no han sufrido desde hace aproximadamente 300 años ninguna transgresión por parte del Lago.

5.3.5. *Patrón de contacto* festoneado

Al igual que en el caso anterior, este tipo de *patrón de contacto* está representado por 2 ejemplos: Parolí o El Morro (ECF.00001, un promontorio que constituye un cerro testigo de 237 msnm al NW del país) y la *Sabana* de los Candelones (ECF.00002, un polje sobre las calizas oligocénicas de la vertiente suroriental de la Sierra de Baoruco). En ambos casos, se trata de *contactos* explicados mediante intervención antrópica de moderada a intensa. **Demangeot**[266] plantea que el *contacto* festoneado corresponde a situaciones de equilibrio con intervención antrópica, en las que interactúan dos *formaciones secundarias* reversibles, *sabana* y *bosque*. En los 2 casos desarrollados se corrobora esta afirmación: bastaría permitir al medio natural actuar por su cuenta, y se observaría una recuperación del *bosque mesófilo* de la *Sabana* de los Candelones o la *sabana arbustiva* cerrrada de Parolí (El Morro).

De todas maneras, factores geomorfológicos como la arroyada difusa y posición morfotopográfica, controlan la dinámica de vegetación en El Morro, por lo que es probable que una recuperación de las *formaciones primarias* aquí no implique el desarrollo de una *sabana arbustiva cerrada* en todo el espacio. En su lugar se favorecerían el desarrollo de *sabanas herbáceas*, incluso de *bosques*, en algunos sectores, dada la variedad de *formaciones superficiales* y elementos morfológicos de este cerro testigo.

VI. Discusión de los resultados

6.1. Diagramas empíricos de dinámica de bosques, sabanas y sus ecotonos

En esta discusión se abordarán las cuestiones perfiladas durante el análisis de las fichas de *ecotonos* de *sabanas*, con el objetivo de organizar evolutivamente los *contactos* de *sabana*, otorgando importancia a dos elementos fundamentales:

1) procesos que actúan en el medio natural, especialmente en las *sabanas* dominicanas;

2) transformaciones que sufre el paisaje en función de dichos procesos;

3) ritmos con los que se desarrollan las transformaciones. Todo ello, según unos *regímenes geoecodinámicos* dados y unas *formaciones vegetales* organizadas en función de sus caracteres fisonómicos.

[266] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

Lo primero será explicar los procesos que inciden sobre la transformación de los paisajes vegetales que constituyen el conjunto de las fichas. Para ello se utilizarán 5 diagramas empíricos (ver **Figura 52**) cuyo diseño se ha basado en 3 fuentes:

1) datos de campo, fotos aéreas e imágenes de satélite;

2) revisión bibliográfica;

3) análisis de las fichas de *ecotonos*.

Los elementos claramente diferenciables que componen dichos diagramas son:

1) procesos que actúan en el *contacto* y escala temporal de los mismos y

2) *formaciones vegetales* que interactúan.

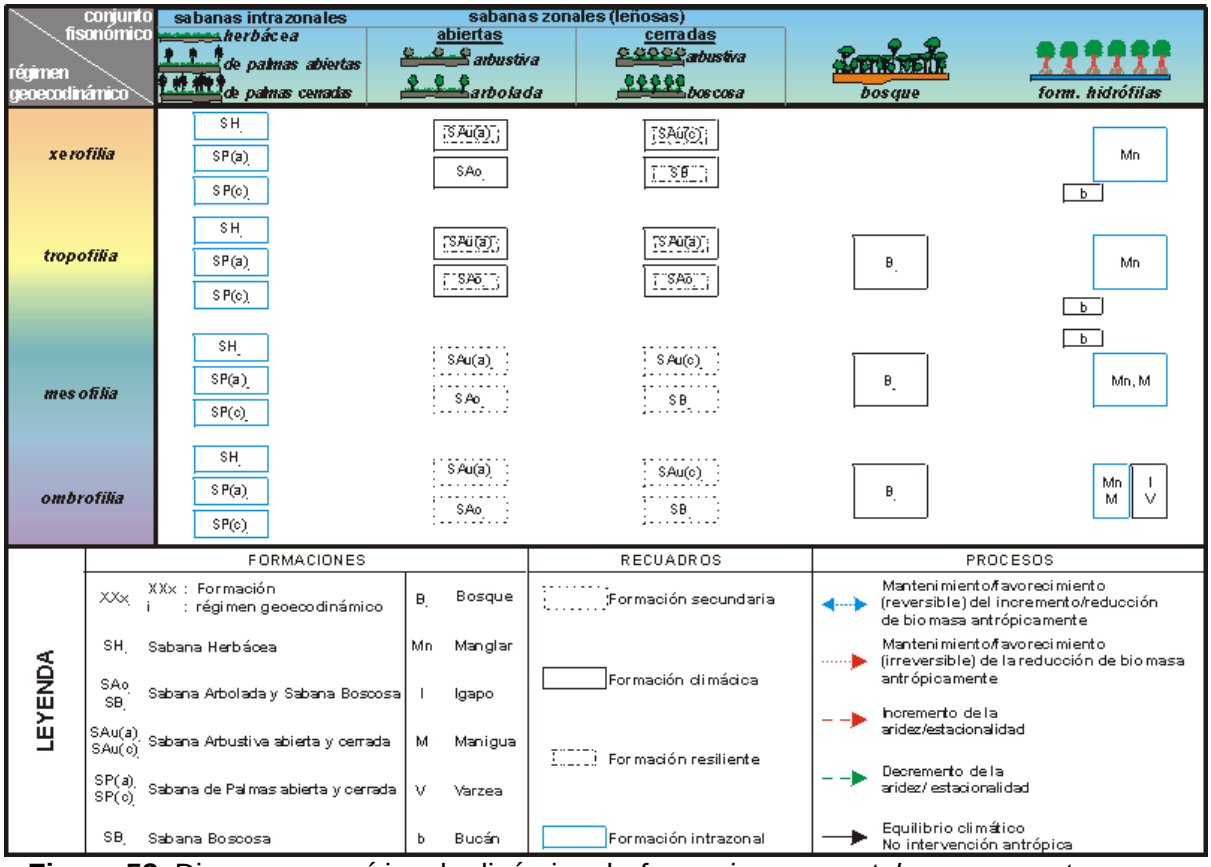


Figura 52. Diagrama empírico de dinámica de *formaciones vegetales* y sus *ecotonos*, en función del *régimen geoecodinámico*, las características fisonómicas y los procesos que actúan y dirigen su evolución (elaboración propia).

Para conseguir la integración de estos elementos, se ha efectuado un diagrama en forma de tabla continua, con dos entradas: por una parte, se puede acceder a la *formación vegetal* según el *régimen geoecodinámico*, y por otra según su *tipo fisonómico*. La primera entrada, el *régimen geoecodinámico*, admite 4 valores, los cuales se han definido previamente: *xerofilia*, *tropofilia*, *mesofilia* y *ombrofilia*.

La segunda entrada corresponde al conjunto fisonómico al que pertenece una determinada *formación vegetal*. Aquí se ha empleado la clasificación de *formaciones vegetales* aportada, tanto para *bosques* como para *sabanas*. En general, a través del tipo fisonómico se puede acceder a la *formación* mediante 3 grandes grupos, que son: *sabanas*, *bosques* y *formaciones hidrófilas*. Las *sabanas* han sido subdividas en *intrazonales* y *zonales* (leñosas). Las *intrazonales* en *herbáceas* y *de palmas*, que pueden ser a su vez *abiertas* y *cerradas*. Las *zonales* o leñosas se han dividido en *abiertas*, incluidas aquí las *arboladas* y *arbustivas* de poca cobertura, y *cerradas*, donde entran las *boscosas* y las *arbustivas cerradas*. Las *formaciones hidrófilas* se han agrupado teniendo en cuenta su régimen de encharcamiento, estacional o permanente; se incluye el manglar, la manigua, el bucán, la *varzea*, y el *igapo*. Un total de 40 diferentes *formaciones* encerradas en cartuchos o recuadros es posible identificar en los diagramas empíricos.

A partir de aquí es cuando entran en acción los procesos que permiten identificar un *contacto* determinado. Para ello se buscan las *formaciones* que comparten el límite común, se observa qué tipos de procesos les unen y, una vez identificados (puede ser más de uno) se aplica al caso particular. Para ello se ha recurrido al uso de flechas unidireccionales y bidireccionales, que implican una transformación de una *formación* a otra o la alternancia entre ambas, respectivamente.

Por ejemplo, una *sabana arbustiva abierta* en régimen *tropófilo* y un *bosque* entran en *contacto* gracias a que existen unos procesos antrópicos irreversibles que favorecen la reducción de biomasa. Este *contacto* podrá ser localizado en el diagrama identificando ambas *formaciones* enmarcadas en sus respectivos recuadros y siguiendo la flecha que les une. De esa manera se identifica en qué fase de evolución se encuentra un determinado *contacto*, y por lo tanto, las *formaciones* que participan de él. Es necesario explicar cada uno de los procesos que relacionan *formaciones* y que, por lo tanto, explican la mayoría de los *contactos* analizados en el presente trabajo.

6.2. Procesos que actúan en el contacto

Se realiza una síntesis de evolución del *contacto* entre *bosques* y *sabanas*, o entre *sabanas* y *sabanas* considerando la repercusión de 5 procesos muy genéricos. Sería idóneo cuantificar cada uno de dichos procesos mediante valores medibles, pero en una primera aproximación resulta más útil ordenar cualitativamente tanto los *contactos* como las *formaciones vegetales*, mediante 5 procesos genéricos, sin entrar directamente en factores o repercusiones puntuales o específicas. Los 5 procesos son:

- ☞ Mantenimiento/favorecimiento (reversible) del incremento/reducción de biomasa antrópicamente;
- ☞ Mantenimiento/favorecimiento de la reducción de biomasa antrópicamente;
- ☞ Incremento de la aridez/estacionalidad;
- ☞ Decremento de la aridez/estacionalidad;
- ☞ Equilibrio climático, sin intervención antrópica.

6.2.1. Mantenimiento/favorecimiento (reversible) del incremento/reducción de biomasa antrópicamente

Tanto para este proceso, como para el siguiente, se ha preferido utilizar las palabras "mantenimiento/favorecimiento" porque la presión antrópica no necesariamente es la que activa un proceso de transformación. Un paisaje puede encontrarse ya en cambio de forma espontánea en un momento determinado, pero dicha transformación puede verse favorecida o mantenida antrópicamente. Asimismo se ha preferido utilizar "reducción o aumento de biomasa" para evitar el uso de términos como "regresión" o "progresión", pues si el medio natural evoluciona lo hace en función de unos factores que son naturales, y por lo tanto este cambio no merece calificativos.

Este proceso se apoya en la definición de **Demangeot**[267] sobre *formaciones secundarias*: todas aquellas que han sido reestructuradas desde hace algunos siglos solamente. Por lo tanto, aquellos procesos que actúan sobre *formaciones vegetales* de las que se obteniene como resultado una *formación antropizada* y *reversible*, son del tipo mantenimiento/favorecimiento del incremento/reducción de biomasa antrópicamente (con arreglo al rango temporal que sugiere **Demangeot**).

La mayoría de las *formaciones vegetales* dominicanas ha sufrido alguna transformación durante los últimos siglos, en mayor o menor medida, aunque se reconoce que existe una superficie todavía sin tocar, que afortunadamente es bastante representativa de lo que es propio de la Isla.

Muchas de las *formaciones secundarias* que se han conformado en el paisaje dominicano tienen, como se ha visto en las fichas, un alto potencial de recuperación, es decir, de convertirse nuevamente en lo que originalmente fueron; algunas de ellas lo harían en poco tiempo, 10 a 20 años, otras en 40 ó 50 años. Aquí es donde entra en juego este proceso. El mantenimiento o favorecimiento que puede hacerse antrópicamente mediante la reducción (por ejemplo, la transformación de un bosque mesófilo hacia una sabana) o incremento (por ejemplo, la transformación de una sabana boscosa a un bosque mesófilo) de la biomasa del paisaje resulta fundamental para definir el tiempo de recuperación. En el presente trabajo no es posible detallar estos intervalos temporales, pero sí adelantar que la reversibilidad es un hecho constatado en muchos paisajes dominicanos, tanto en el incremento de biomasa como en su reducción antrópicamente.

Al reducirse la biomasa aumenta la sabanización, aunque no siempre una reducción de biomasa tiene como resultado una sabanización, y viceversa. De todas maneras, se insiste en que los procesos estudiados en el presente trabajo son generales y no abordan, por cuestiones obvias, los problemas específicos de cada sistema. Se considerarán como procesos que conllevan reversibilidad, a modo de ejemplos puntuales y utilizando las aportaciones de **Demangeot**[268], las quemas escasas y las extracciones selectivas (pero controladas) de pies arbóreos progresivamente, lo que no supone la extracción de grandes conjuntos de individuos o poblaciones enteras de una *formación vegetal*. Las quemas frecuentes dificultarán

[267] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

[268] Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976

la reversibilidad, por lo tanto, son consideradas prácticas que conducen hacia la irreversibilidad.

Lo más importante de este proceso es que ha actuado durante relativamente poco tiempo. En algunos casos, dado que existen estudios paleoambientales como los comentados anteriomente, se extenderá el rango temporal pues los primeros pobladores han llegado a la Isla hace relativamente poco tiempo (a lo sumo hace 4,000 años) y sus efectos sobre el medio han sido, en la mayoría, de los casos, rápidemente absorbidos.

En general, para cada proceso se ha asumido una evolución desde el intra- o fini-subboreal (algunos 3,500 a 3,000 yr BP), toda vez que este constituye el momento, según se ha visto empíricamente en República Dominicana, en que la mayoría de los paisajes se conformaba con las mismas condiciones ambientales que hoy. Para este proceso en particular se asumirá que dicho rango temporal es válido, por lo que el diagrama empírico de la **Figura 53** hace referencia implícitamente a un *contacto* entre una *sabana* y un *bosque*, o entre dos tipos distintos de *sabanas*, que ha sido manejado, desplazado y transformado durante estos últimos 3,000 años, verificándose, al mismo tiempo, que durante esta evolución las *formaciones vegetales* recuperan periódicamente sus características originales. Esto explica por qué el diagrama debe representar flechas en ambos sentidos, indicando que las *formaciones* unidas se encuentran en constante alternancia, dada la intervención de bajo impacto que producen las actividades humanas sobre unas *formaciones antropizadas*.

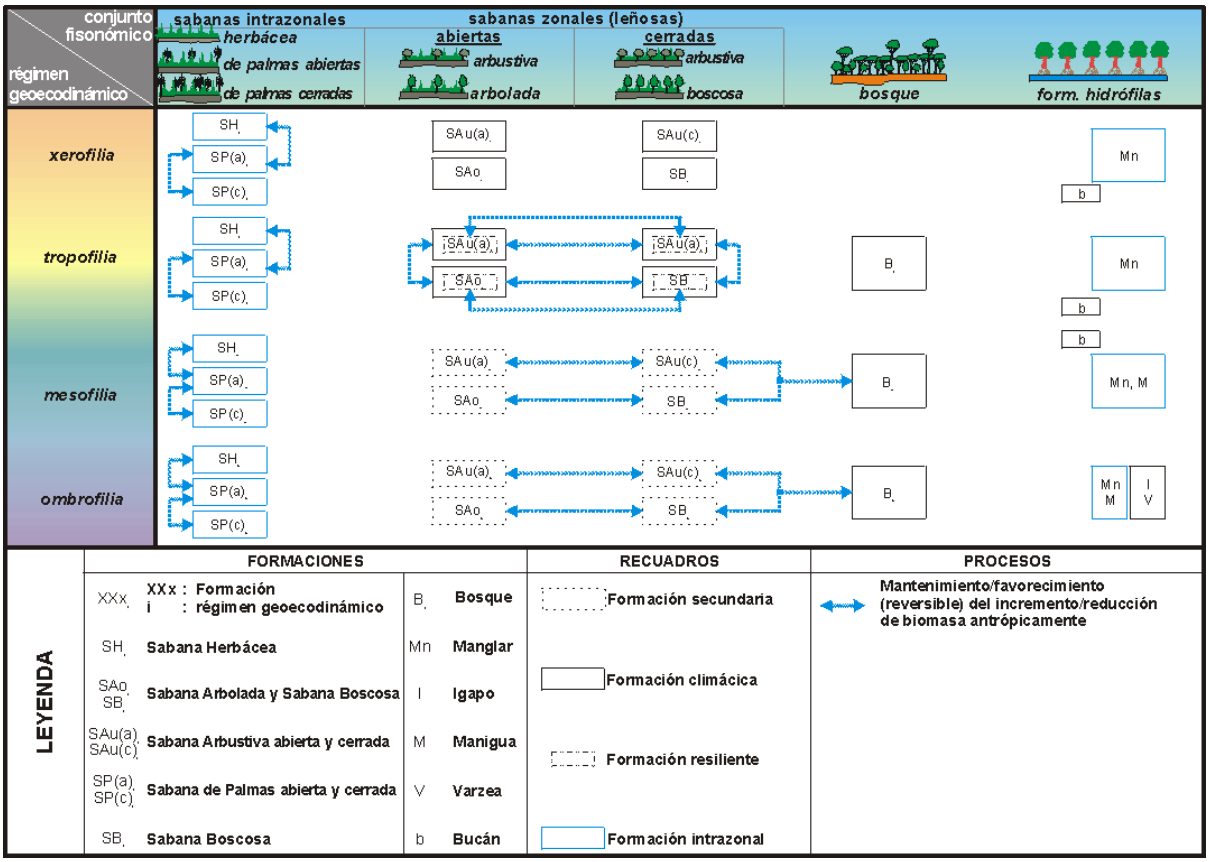


Figura 53. Diagrama empírico de dinámica de *formaciones vegetales* y sus *ecotonos*, en función de procesos de mantenimiento/favorecimiento (reversible) del incremento/reducción de biomasa de forma antrópica (elaboración propia).

A primera vista se observa uniformidad en la conformación de *contactos* entre *formaciones*, pero se ocultan muchas desigualdades que conviene explicar. Como ya se ha explicado, cualquier *contacto* que haya sufrido un proceso de mantenimiento de reducción/incremento de biomasa, puede ser localizado en este diagrama. Como se ha explicado anteriormente, estas aportaciones se basan en la experiencia adquirida a partir, principalmente, de las observaciones de campo y la fichas.

La ficha ECD.00004, referida a San José de las Matas, es un buen ejemplo para ilustrar este caso. Se trata de una *sabana abierta* de Palma Real (*Roystonea hispaniolana*) que entra en *contacto* con un *bosque mesófilo* de ribera mediante el *patrón* digitado. Se ha explicado arriba que dicho *patrón* responde a unos condicionantes, tanto geomorfológicos como antrópicos, y también se ha visto que existen posibilidades de regeneración a las condiciones originales. La evolución que ha sufrido (así como su posible regeneración), está plasmada en el diagrama de la **Figura 53**. La fila correspondiente a la *mesofilia*, refleja cómo el *bosque* ha pasado por una serie de etapas, primero mediante el aclareo, lo que habrá producido una *sabana boscosa*, lo que posteriormente, con una intervención continuada, habrá derivado en una *sabana arbolada*, respectivamente.

También ha podido ocurrir un aclareo directo dejando únicamente los individuos de palmas las cuales existían de forma natural dispersas en el *bosque* previo. Esta segunda posibilidad debe ser considerada como una práctica irreversible, toda vez que el impacto que se genera es muy superior al de una intervención progresiva y lenta. También conviene resaltar el hecho de que las *formaciones* de *sabanas* leñosas de *meso-* y *ombrofilia* son "inestables", es decir, que de mantenerse un equilibrio climático estas *formaciones*, dependiendo del grado de intervención que hayan sufrido, derivarán rápidamente hacia *bosque*, o hacia *sabanas intrazonales*.

Desafortunadamente este proceso no es el más común entre las intervenciones antrópicas que se observan en el campo. En los regímenes de mayor contraste estacional las intervenciones son menos reversibles que en regímenes como el *mesófilo* u *ombrófilo*.

Pero existe un conjunto de *formaciones vegetales* que son capaces de soportar mayores niveles de intervención antrópica. Son las denominadas *formaciones* "*resilientes*". Es un anglicismo, cuya traducción literal es resistencia. Se ha definido de dos formas diferentes en la literatura ecológica. Estas diferencias reflejan dos aspectos diferentes de la estabilidad cuyas consecuencias fueron planteadas por primera vez por **Holling**[269] en 1973. Según este autor la estabilidad de un ecosistema podía enfocarse hacia la eficacia por un lado, y a la persistencia por otro; o entre constancia y cambio; o entre predictibilidad e impredecibilidad. En términos generales, una definición hace hincapié en la eficacia, control, constancia y predictibilidad de los ecosistemas ante el estrés ambiental- todos estos atributos referentes a diseños infalibles y funcionamiento óptimo (una visión "ingenieril" de los ecosistemas, a lo que Holling denomina "*resiliencia* ingenieril"). La otra se centra en

[269] Holling, C. S.: Resilience and stability of ecological systems, Ann. Rev. of Ecol. and Syst. 4, pp. 2-23, 1973

la persistencia, adaptabilidad, variabilidad e impredecibilidad (atributos manejados por aquellos con una perspectiva evolutiva). Según Holling, en esta última acepción de la palabra se centra el concepto de sostenibilidad. La *resiliencia* de esta manera se mide en función de la máxima magnitud que un ecosistema puede soportar antes de sufrir transformaciones en las variables y procesos que controlan su funcionamiento. Holling denomina a esta magnitud "*resiliencia* ecológica".

Desde un punto de vista ecodinámico los ecosistemas *resilientes*, en este caso las *formaciones resilientes*, son aquellas que han evolucionado y se han adaptado a una serie de cambios ambientales, como podrían ser variaciones en los regímenes pluviométricos, temperatura, estacionalidad, amplitud térmica anual e interanual, cambios en las *formaciones superficiales*, en el balance hídrico, en el comportamiento bioclimático, en la intensidad de la presión de los seres vivos, en el grado de intervención antrópica, y que, debido a esta evolución, son capaces de soportar un alto estrés ambiental manteniendo el equilibrio dinámico o con facultad de recuperarlo cuando éste se pierde. Se trata de una "*resiliencia* geoecodinámica".

Evidentemente, la antiguedad de una *formación vegetal* le confiere mayores niveles de *resiliencia*, pero también, la mayor variabilidad del regimen geoecodinámico favorece este incremento. Las *formaciones* de *sabana* y *bosque* xerófilas, *tropófilas* y *mesófilas* más antiguas son aquellas que mejor se adaptan a este perfil. La *sabana boscosa mesófila* brasileña antigua (el "*campo cerrado*" o simplemente "*cerrado*"), el *bosque mesófilo* antiguo (el "*cerradão*"), o el *bosque tropo-xerófilo* (la "*caatinga*") son ejemplos internacionalmente reconocidos.

Por ello, en el diagrama empírico referente a esta proceso (ver **Figura 53**) se han indicado aquellas *formaciones* que, según los casos observados en República Dominicana, son *resilientes*. Para indicar los cambios que experimentan estas *formaciones* las flechas tienen su origen o su punta sobre el recuadro de trazo discontinuo interior, caso de las *sabanas arboladas* y *boscosas*, así como los *bosques* de *regímenes geoecodinámicos xerófilo*, *tropófilo* y *mesófilo* naturales existentes en las provincias de Monte Cristi, Valverde, Azua y Baní, así como las *sabanas* de San José de Los Llanos, al NE de la ciudad de Santo Domingo (Guerra, San José, Villa Mella). Sin embargo, no todas las *sabanas* o *bosques xerófilos*, *tropófilos* y *mesófilos* son *resilientes*, toda vez que existen *formaciones vegetales* cuya conformación es de fecha reciente; un ejemplo es la mayor parte de las *sabanas herbáceas tropófilas* de Monte Cristi, donde la intervención antrópica es la que ha conducido su proceso reciente de conformación.

En contraposición a las anteriores, existen *formaciones* poco *resilientes* o frágiles, aquellas de evolución reciente y sometidas a una baja estacionalidad contrastada, *formaciones superficiales* texturalmente apropiadas pero pobres en nutrientes y fácilmente transportables por suspensión o en forma de coloides, y que como consecuencia no desarrollan alta resistencia al estrés ambiental. Un ejemplo típico sería la mayor parte de las *formaciones hidrófilas* litorales y fluviales, como el manglar, bucán, *igapo*, *varzea*.

Aun tratándose de intervenciones antrópicas reversibles (de bajo impacto), se ha constatado que las *formaciones hidrófilas* (manglares y bucanes), no recuperan sus características originales una vez se produce la antropización. Esto se vincula, como ya se ha comentado, a que las *formaciones superficiales* sobre las que se

apoyan son muy frágiles como para soportar cualquier intervención antrópica que suponga una transformación, por ejemplo, hacia *sabana* (caso de Estero Hondo).

Asimismo, el *bosque ombrófilo* (en general) es una *formación* poco *resiliente*. En los casos donde tiene mayor extensión (tramo bajo del Amazonas) su edad es bastante reciente (del orden de los 6,000-5,000 yr BP). En el caso de República Dominicana, el *bosque ombrófilo* tal y como se le conoce hoy es de la misma edad, pues los cambios ambientales que se han detectado a nivel de la isla le han debido de afectar y su extensión debió ser mucho menor en antes del Holoceno.

También existen casos de baja *resiliencia*, o simplemente frágiles, que se desarrollan en *regímenes geoecodinámicos xerófilos*, *tropófilos* y *mesófilos*; en estos casos la vegetación se apoya sobre *formaciones superficiales* frágiles o inexistentes. En República Dominicana, los casos más típicos y mejor conservados hasta ahora son el Parque Nacional Jaragua, un *bosque xerófilo* que crece prácticamente sin *formaciones superficiales*, y el inselberg de Sierra Prieta, un *bosque meso-tropófilo* adaptado a unas condiciones geomorfológicas similares a las anteriores.

Sin embargo, aun cuando las *formaciones vegetales resilientes* tienen una mayor capacidad de soportar intervención antrópica, si ésta excede los límites de la *resiliencia* geoecodinámica se produce un proceso de irreversibilidad, como se verá en el siguiente apartado.

6.2.2. Mantenimiento/favorecimiento (irreversible) de la reducción de biomasa antrópicamente

Este proceso hace referencia a que la antropización mantiene una situación de reducción de biomasa en una *formación vegetal*, pero también favorece o provoca dicha reducción mediante prácticas intensivas, creando una situación de irreversibilidad, al menos en lo que respecta a una escala temporal del orden de los 3,000 años (10^3). El diagrama de la **Figura 54** muestra las principales relaciones que existen entre las *formaciones* consideradas en función de prácticas antrópicas que favorecen la irreversibilidad.

Las acciones puntuales que caracterizan a este tipo de procesos son intervenciones que afectan a grandes extensiones, como los incendios forestales (caso del incendio de Valle Nuevo en la década de los 90), deforestación, extracción de pies arbóreos a gran escala y progresiva, sin controles sobre los métodos de raleo, individuos y especies a cortar, método de corte, etc. Otra práctica que habitualmente conduce a la irreversibilidad, es la modificación topográfica de perfiles de ladera o llanuras, que en definitiva tienen como consecuencia unos nuevos procesos geomorfológicos que repercuten directamente sobre las *formaciones vegetales*. En todos estos casos, lo más habitual es que una especie inhibidora colonice extensas superficies impidiendo que otras broten. La consecuencia más destacada sobre el paisaje es la aparición de *formaciones vegetales* monoespecíficas.

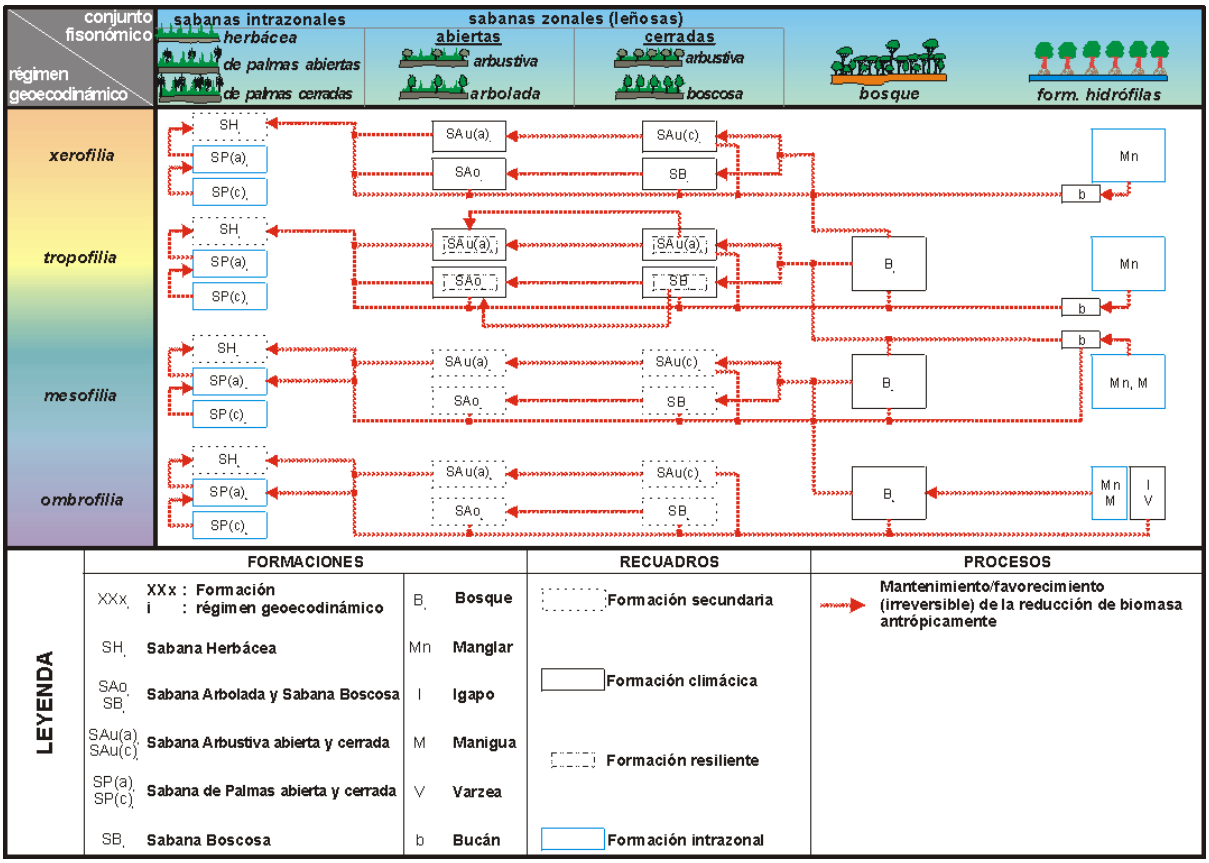


Figura 54. Diagrama empírico de dinámica de *formaciones vegetales* y sus *ecotonos*, en función procesos de mantenimiento/favorecimiento (irreversible) de la reducción de biomasa de forma antrópica (elaboración propia).

En general, las repercusiones sobre las *formaciones vegetales* y del medio natural en su conjunto, son bastante visibles, toda vez que suponen una degradación ambiental. Por ejemplo, donde antes había bucán, hoy prospera una *sabana herbácea*, donde hubo *bosque mesófilo*, hoy existe una *sabana arbustiva cerrada tropófila*.

Un hecho importante a destacar es que estas transformaciones implican, ocasionalmente, un cambio en el *régimen geoecodinámico*. Se ha constatado en las *formaciones* de *sabana boscosa* de Baní, donde originalmente dominaba un *bosque mesófilo*. Por estas razones se insiste en que debe darse seguiminto a las prácticas que favorecen la irreversibilidad para proponer medidas alternativas. Otras prácticas, como la urbanización, la instalación de grandes instalaciones hoteleras en la costa, las actividades de turismo sin control, entre otras, causan transformaciones que son aún más irreversibles que las que ya mencionadas. Sin embargo, quedan fuera del contexto del presente trabajo de investigación.

En el conjunto de las fichas de *ecotonos* de *sabanas*, el caso que mejor representa este tipo de procesos es el de Laguna Enmedio (ECO.00002), un *contacto* ondulado entre la *sabana herbácea* de *Leptchloopsis virgata* y la *sabana arbustiva* espinosa. El sector ocupado por la *sabana herbácea* estuvo cubierto por una superificie de *sabana boscosa xerófila* con pies de *Catalpa longisima* y *Guaiacum officinalis*. Los sectores elevados de esta *formación*, es decir, los no invadidos por el Lago Enriquillo durante sus habituales transgresiones-regresiones, debieron ser poco

resilientes. La recuperación de la *formación* original es inviable en un período breve de decenas de años, incluso siglos. Un elemento que agrava mucho más esta situación es que hoy se mantiene el proceso de antropización, mediante el pastoreo caprino; además el agente que mayor incidencia ejerce dentro del proceso de antropización irreversible es la proximidad que existe entre esta *sabana* y la carretera Jimaní-Duvergé. Este acceso favorece la extracción de los pocos pies arbóreos que quedan, y constituyen una de las pocas alternativas que tienen los moradores de la zona.

6.2.3. Incremento de la aridez/estacionalidad

Díaz del Olmo y Cámara, y por otra parte **Furley**, afirman que las fases áridas durante el *Cuaternario* han tenido repercusiones directas en favor de la sabanización en el dominio *tropical*. En República Dominicana, esta fase se confirma en múltiples observaciones de campo, desde la montaña, hasta el litoral. En este último medio es donde los indicadores y registros son más fiables y medibles.

Sin embargo, la vegetación como tal es un buen indicador del cambio ambiental, toda vez que se ha observado la presencia de "*formaciones vegetales regugio*" en muchos sectores del país. Como ejemplos se citan los casos de las surgencias al pie de las Sierra de Neyba y Bahoruco, orladas por *bosques ombrófilos* y *mesófilos*, y en donde el *régimen geoecodinámico* general es *tropófilo* y *xerófilo*. Constituyen indicadores de que en estos medios ha habido una fase más húmeda en el pasado. También se han observado *formaciones superficiales* que delatan una fase más árida que la actual, como es el caso de las formaciones gresificadas tipo *beach rock* en Nigua, donde una fase con mayor estacionalidad ha debido favorecer su génesis.

En apartados anteriores se ha explicado que las fases frías detectadas en latitudes medias tienen otras repercusiones sobre las latitudes intertropicales, especialmente en cuanto a la pluviometría, produciéndose así una reducción de la lluvia total anual y aumentando la estacionalidad. Por lo tanto, los *contactos* entre *formaciones vegetales* responden consecuentemente ante la nueva situación. En virtud de que se dispone de pocos ejemplos relativos a las repercusiones de esta fase árida sobre las *formaciones vegetales*, ha sido imposible contar con una ficha ilustrativa, pero aplicando las experiencias de campo referidas a escalas temporales menores, se ha estructurado un diagrama empírico que muestra la reacción de las *formaciones vegetales* dicho cambio (ver **Figura 55**).

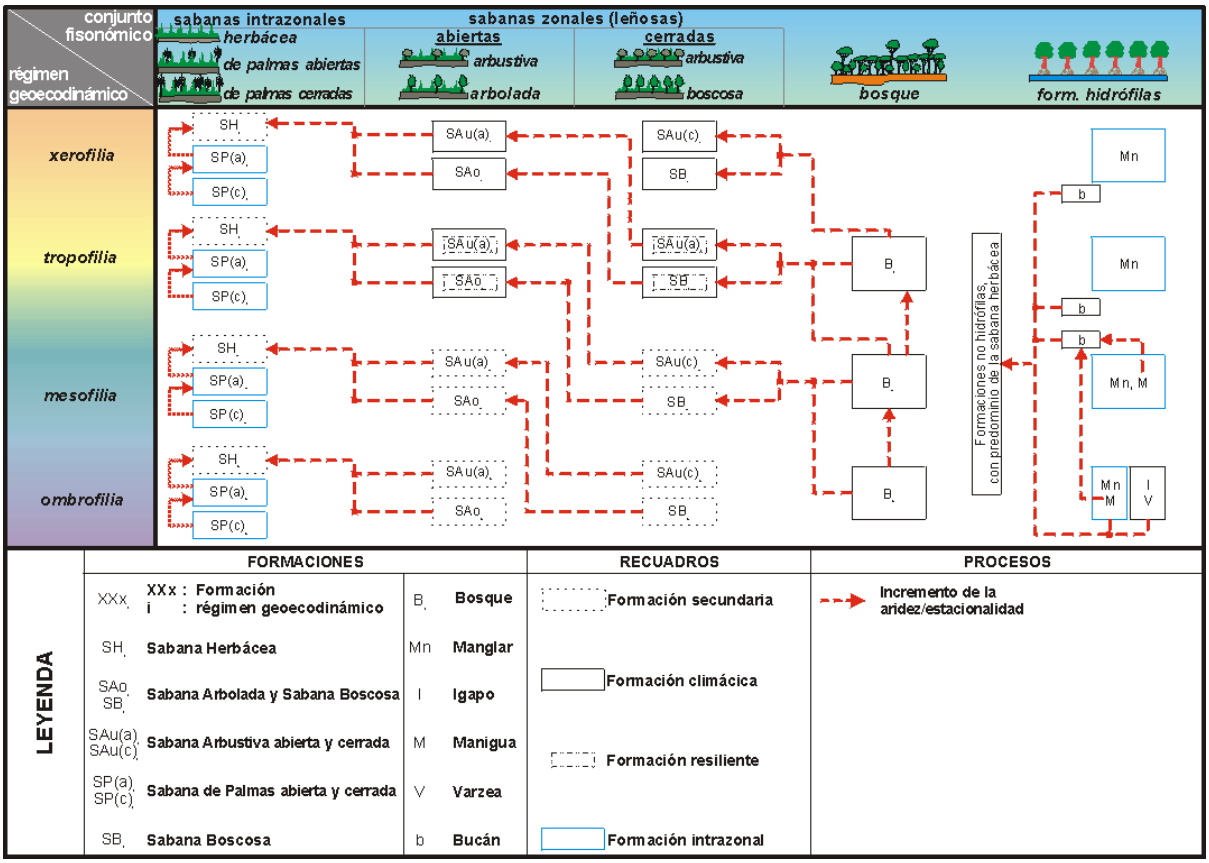


Figura 55. Diagrama empírico de dinámica de *formaciones vegetales* y sus *ecotonos*, en función procesos de incremento de la aridez/estacionalidad (elaboración propia).

Uno de los aportes más interesantes del diagrama de la **Figura 55** consiste en que el incremento de la aridez supone un cambio de *régimen geoecodinámico* en las *formaciones vegetales*. Esto trae como consecuencia una retirada del *contacto* entre las *formaciones* de distintos regímenes. Así, el *contacto* entre el *bosque ombrófilo* con respecto del *bosque mesófilo* o de la *sabana boscosa mesófila*, sufrirá un desplazamiento en favor de las *formaciones* que aprovechan mejor la estacionalidad, en este caso el *bosque mesófilo*.

Otro hecho destacado es la repercusión que tiene sobre las *formaciones hidrófilas*. Los manglares, al ser *intrazonales*, no sufrirían, en principio, grandes repercusiones a nivel de la composición de la *formación*, pero los bucanes sí, toda vez que estos se desarrollan en regímenes de estacionalidad contrastada. El cambio más destacado que ocurre sobre los bucanes es su transformación en *sabanas*, dominantemente *herbáceas*, que logran adaptarse al nuevo régimen. Un caso parecido es el de Estero Hondo (ECR.00003), donde la *sabana* coloniza las superficies antes cubiertas por el bucán, aunque en este caso la *sabana herbácea* está favorecido por la intervención antrópica, pero a los fines de esta discusión ilustra lo que se quiere explicar. Contrariamente las maniguas prefieren los regímenes *ombrófilos* y *mesófilos*, por lo tanto este tipo de cambio supone una reducción de su extensión

Otra conclusión que se desprende del diagrama es que, al producirse un incremento en la estacionalidad, las *sabanas de palmas* responden reduciendo el número de pies arbóreos en su extensión, pues éstas se verán afectadas por el

nuevo déficit hídrico. También podrían experimentar un cambio de *régimen geoecodinámico*, lo que se verificaría, por ejemplo, en una sustitución de *sabana* de Palma Real (*Roystonea hispaniolana*) por una *sabana* de Palma Cana (*Sabal domingensis*).

6.2.4. Decremento de la aridez/estacionalidad

Es un proceso que tiene repercusiones, en la mayoría de las ocasiones, contrarias al caso anterior, pero existe una serie de matices. El diagrama de la **Figura 56** ilustra estos planteamientos. No existe una tendencia de la *sabana herbácea* hacia el *bosque*, toda vez que la evolución más común es aquella que la vinculará nuevamente con unas condiciones *intrazonales*, gracias al aumento de la pluviometría y, consecuentemente, al excedente y encharcamiento. Por el contrario, estas *sabanas* evolucionan hacia *sabanas de palmas*, que es la única especie de tierra firme en República Dominicana, capaz de soportar estas condiciones de excedente y/o encharcamiento estacional (con períodos de desecación intensos), salvo las especies típicas de las maniguas (*Pterocarpus sp.*, *Bucida sp.*), que están vinculadas a la costa por las razones que explicadas arriba.

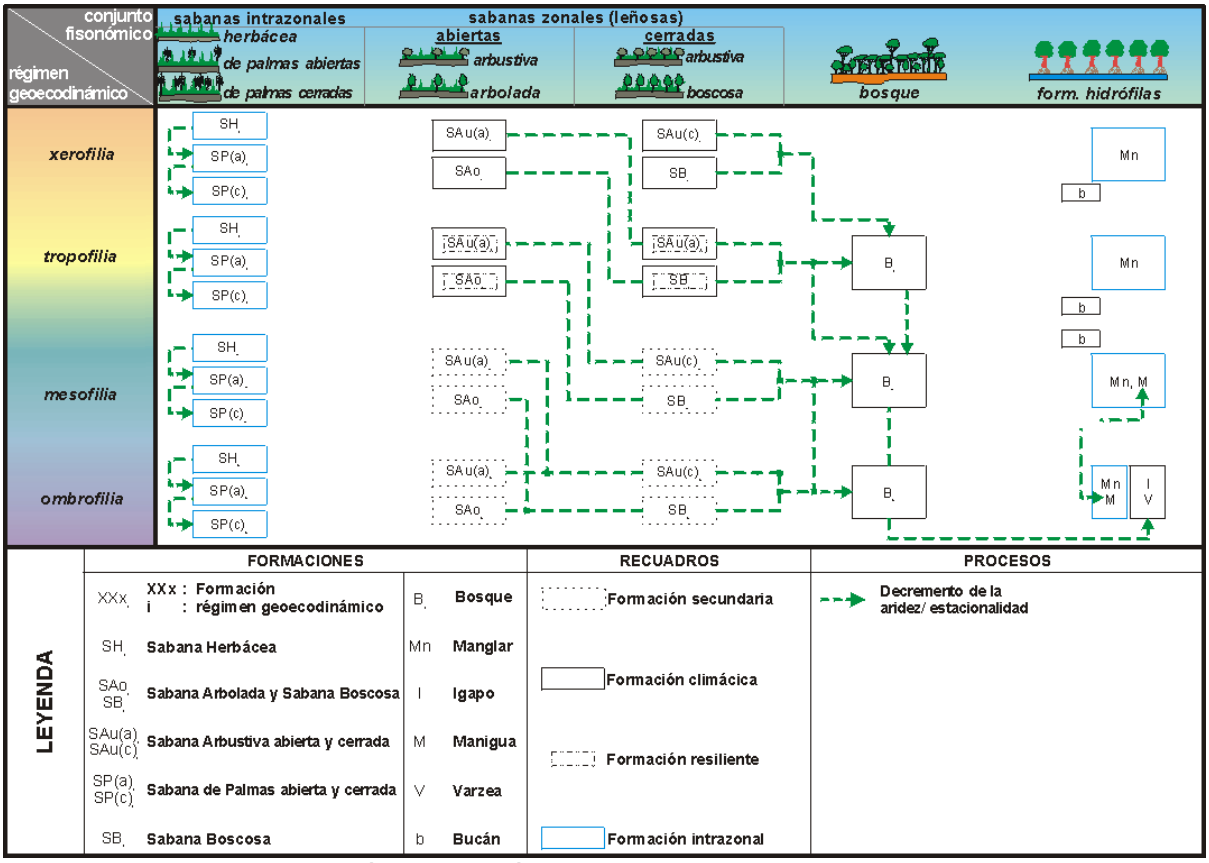


Figura 56. Diagrama empírico de dinámica de *formaciones vegetales* y sus *ecotonos*, en función procesos de decremento de la aridez/estacionalidad (elaboración propia)

Otro hecho importante es que no se produce una transformación de los bucanes de regímenes *tropófilo* y *xerófilo*. A lo sumo, aquellos bucanes inscritos en regímenes *mesófilos* pasarían a formar maniguas a espaldas del manglar. Para ello deben consolidarse las demas condiciones que exigen las maniguas, es decir, una importante acidificación del medio acuático donde se desarrollan.

Otro hecho destacado es la transformación sufre el *bosque ombrófilo* o *mesófilo* de ribera en una *formación hidrófila* tipo *igapo* o *varzea*, favorecida por el nuevo excedente hídrico que favorece un encharcamiento, sino todo el año, durante una gran parte de él. Esto supone la sustitución gradual de las especies que caracterizan al *bosque*, sea *mesófilo* u *ombrófilo*, sin haber un tránsito intermedio tipo *sabana*. De todas maneras, no está asegurada una evolución hacia *formaciones hidrófilas*, pues dependerá mucho de si los condicionantes morfológicos (especialmente la topografía y la situación de la *formación boscosa* respecto del cauce fluvial) y las *formaciones superficiales* lo permiten.

En general, al contrario del proceso anterior, se puede decir que un decremento de la aridez/estacionalidad favorece la transformación de las *formaciones* hacia un régimen donde la estacionalidad es menos contrastada. En este caso, también surgen las *formaciones regugio*. Esto se ilustra con un ejemplo. El balneario de las barías en la localidad de La Descubierta, al pie de la Sierra de Neyba en la Hoya de Enriquillo, es una surgencia que brota de este sistema y que está orlado por un *bosque ombrófilo regugio*. La Hoya de Enriquillo, como se ha comprobado en las fichas de *ecotonos* de *sabanas* de La Zurza, Cerro de la Tuna e Isla Cabritos, es un medio cuyo régimen es extremo: déficit hídrico todo el año, paralización vegetativa a lo largo de varios meses, etc.

La presencia de este *bosque* en un medio que no le es, en general, favorable se explica por la surgencia. Pero este elemento no es suficiente, pues tiene que haber existido un período previo en el que la *ombrofilia* permitía el desarrollo de una importante selva. Por lo tanto, cuando ha desaparecido el régimen *ombrófilo* y posteriormente se ha configurado un régimen que le impone muchas limitaciones (*tropófilo*), el *bosque ombrófilo* se ha refugiado en una surgencia que replica las condiciones que le eran favorables.

6.2.5. Equilibrio climático, sin intervención antrópica

En realidad no es un proceso, sino que hace referencia a la estabilidad del conjunto a nivel de las condiciones ambientales. Aquí se plantea una hipotética situación de estabilidad en cuanto al factor clima, donde se supone que no existen pulsaciones en los valores de precipitación y temperatura. Al igual que en los casos anteriores, se sintetizan las relaciones entre las *formaciones vegetales* utilizando un diagrama empírico que une recuadros mediante flechas (ver **Figura 57**).

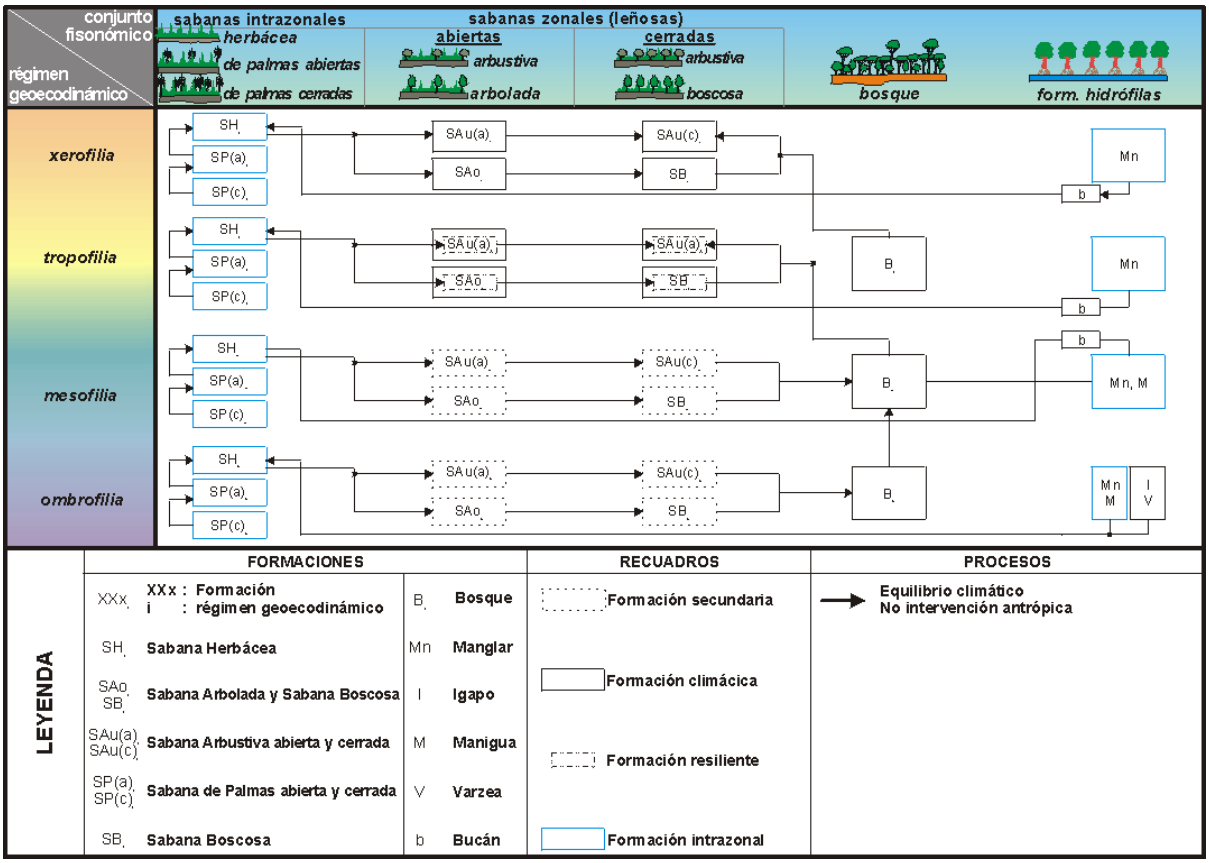


Figura 57. Diagrama empírico de dinámica de *formaciones vegetales* y sus *ecotonos*, en condiciones de equilibrio climático (elaboración propia)

En este caso se asume que no existe intervención antrópica que altere la evolución natural de las *formaciones vegetales*. Se reconoce la existencia de la intervención animal (tanto a nivel de mamíferos como a nivel de insectos), un elemento que como ya se ha discutido, resulta relevante en las *sabanas* africanas; pero en el caso dominicano, la fauna natural incidió o incide hoy en día, muy poco en la evolución de los paisajes, salvo los animales domesticados que no son considerados en un contexto natural como factor de cambio.

Asumiendo esta realidad es posible explicar la evolución de *formaciones vegetales* ante circunstancias de estabilidad. Pero existe un problema clave que no es posible resolver, al menos en el ámbito de este trabajo, y es que el equilibrio climático es un hecho imposible, durante el *Cuaternario*. Pero en la escala temporal de 3,000 años, no se desarrolla evolución alguna, toda vez que se ha confirmado la estabilidad del clima durante ese período.

Pero aun reconociendo estas limitaciones, considerando la observación de campo y la bibliografía revisada, se presenta un esquema de evolución (ver **Figura 57**) de las *formaciones vegetales* con arreglo a un medio en que la estabilidad climática está garantizada.

Según **Birot** un ecosistema *tropical* de estacionalidad contrastada entra en una dinámica cerrada de generación de costras-expansión de la *sabana* con el paso de mucho tiempo. Esto así por el enriquicimiento en hierro del horizonte B que sufre humectaciones y desecaciones periódicas. De esta manera, se pueden generar grandes extensiones encostradas que no pueden ser ocupadas por otra *formación*

que no sea la *sabana*. Esta podrá ser *herbácea*, *arbustiva* o *boscosa*, *abierta* o *cerrada*, con arreglo al modelo de **Walker**. El sistema se retroalimenta y se genera una sinergia mutua entre la *formación vegetal* y la superficial. Esto explicaría la existencia de la mayor parte de las *sabanas* en los climas de estacionalidad contrastada.

Pero este planteamiento no podría explicar una evolución hacia la *tropofilia* de la *formaciones ombrófilas*, como se puede observar en la **Figura 57**, donde además se agrega un nuevo elemento. El régimen *ombrófilo* supone un lavado constante de las bases y la continua concentración de minerales férricos, produciendo la acidificación del suelo progresivamente. Durante esta evolución se produce una acidificación que genera demasiado estrés en cuanto a la disponibilidad de nutrientes (PAN/PAM) de las plantas. Este hecho se confirma en las *formaciones superficiales* de la Sierra de Bahoruco, donde un régimen *ombrófilo* actuando sobre unos materiales cristalinos ha generado un volumen importante de bauxitas en la vertiente meridional, que sólo permiten el desarrollo de *formaciones* tales como *sabanas*, *cerrados*, *caatingas*, y en altura, pinares monoespecíficos. Algunos sectores de la vertiente septentrional Sierra de Bahoruco se encuentran ocupados por un *bosque ombrófilo*, debido a que las *formaciones superficiales* no son tan ácidas como las de la vertiente meridional. Esta acidificación termina por impedir el desarrollo pleno de las *formaciones* que corresponderían con el clima, favoreciendo la aparición de *campos cerrados* o *sabanas arboladas* según sea el caso.

De esta forma, en un contexto de estabilidad climática, las *formaciones superficiales* terminan por conformar un medio muy estresante para muchas plantas, lo que da paso a la *sabana*.

VII. Conclusiones

Se retoma el planteamiento expuesto en la introducción: **las políticas orientadas hacia la conservación de espacios naturales protegidos de la República Dominicana, no contemplan la protección de modelos de *sabana***. Por otra parte, la percepción de estos espacios en los ámbitos técnicos le reducen a una *formación* resultante del *bosque* alterado. Este aspecto plantea grandes inconvenientes, toda vez que la *sabana* se observa como una situación nada deseable, contra el *bosque* que significa “situación deseable”.

A partir de los datos de las 16 fichas de *ecotonos* distribuidas por el país, las observaciones de campo y los estudios relativos a la extensión de las distintas *formaciones vegetales* dominicanas, es posible hacer una aproximación sobre el estado ambiental en el que se encuentran la mayoría de las *sabanas* y sus *ecotonos*. En general, las *sabanas* y sus *ecotonos* se encuentran en buen estado ambiental, pero se requiere la intervención de los organismos competentes para promover el manejo de los *bosques* y las *sabanas* de forma racional. Por ello, **debe insistirse en el conocimiento de la *resiliencia*, tanto de los *bosques* como de las *sabanas*, y que ésta a su vez sirva como elemento para diferenciar entre prácticas reversibles e irreversibles**.

Se insiste en la **naturalidad de la *sabana* como un ecosistema dominicano**. No sólo la palabra tiene su origen en República Dominicana, sino que el ecosistema se desarrolla de forma espontánea en muchos puntos de la isla. Se ha comprobado en las fichas que aplicadas a Bahía de las Aguilas, Valle del Tetero, Isla Cabritos, Cerro de la Tuna, Hoyo de Pelempito, y muchos casos que, aunque no han sido caracterizados mediante fichas, corresponden a *sabanas* naturales. El hecho de que la *sabana* surja espontáneamente tras la antropización no le resta ni fragilidad ni importancia como ecosistema. Los sistemas que alguna vez han sido manejados suelen presentar características que les hacen únicos, y la *sabana* es uno de ellos. No son iguales las *sabanas* del SW del país que las del NW.

Se puede afirmar que estas *formaciones vegetales* son diferentes en ambos continentes, tanto a nivel de procesos, extensión, fisonomía y evolución. La *sabana* americana *zonal* o leñosa, está representada por la *sabana boscosa* (el *campo cerrado*) y la *arbolada* (*caatinga*), mientras que la *sabana* africana *zonal* está mejor representada por la *sabana arbolada* y la *herbácea*. La explicación se encuentra en la presencia de mamíferos que constantemente presionan la *sabana* en el caso africano, lo cual favorece el desarrollo del estrato herbáceo (*sabana herbácea*) e impide el crecimiento de especies leñosas y a lo sumo individuos dispersos (*sabana arbolada*). En América, la ausencia de este tipo de mamíferos en la *sabana* permite una mayor densidad del estrato arbóreo, configurándose así una *sabana boscosa* en regímenes *mesófilos* y *arboladas* en regímenes *tropófilos*.

De esta forma **los *regímenes geoecodinámicos mesófilo* y *tropófilo* acogen las *sabanas* más extensas y mejor representadas en el continente americano. Esto revaloriza a los *bosques* y *sabanas* que se encuentran en estos regímenes**, porque son éstas *formaciones*, y especialmente las del régimen *tropófilo*, las que acogen la mayor parte de los *contactos*. **La *caatinga*, el *cerrado*, el *cerradão***, nombres propios referidos a *bosques* y *sabanas mesófilas* y *tropófilas*, representan a una serie de *formaciones* del dominio *tropical* con una dinámica especial, en las que **los *ecotonos* se desarrollan de forma diversa y con extensión variable, sometidos a unos procesos y a una gran dinamicidad**. Tanto los *bosques* y las *sabanas*, así como sus *ecotonos*, están sometidos a una serie de procesos:

- **Procesos geoecodinámicos de dos tipos:**
  - **Procesos ligados a los factores climáticos**: estacionalidad contrastada y paralización vegetativa por déficit hídrico o por frío, encharcamiento estacional; etc.;
  - **Procesos geomorfológicos**: incluidos aquí, por una parte, los **morfogenéticos**: desarrollo de vertientes, glacis, abanicos, etc., y por otra los **edafo-alterológicos**: génesis de costras calcáreas o ferruginosas, concentración/distribución de nutrientes, presencia o ausencia de nutrientes disponibles para las plantas, etc.;
- **Procesos antrópicos**: aclareo agrícola, carboneo, fuego, etc.;
- **Procesos relacionados con la actividad animal**: pastoreo, colonias de termitas, etc.

Conocer estos procesos y su evolución durante el *Cuaternario* es la única vía para conocer la dinámica actual de estas *formaciones* y sus *ecotonos*. Dos herramientas fundamentales que permiten establecer umbrales y cuantificar magnitudes son el balance hídrico y el diagrama bioclimático. Se requiere estudiar ecodinámicamente las *sabanas* y los *bosques* para poder interpretar su situación actual, lo que obliga a ampliar el concepto de *sabana* a nivel fisonómico, evolutivo, dinámico y de procesos. Así, la *sabana* constituye un **ecosistema *tropical*, climácicamente estable o no, generalmente adaptado a unas condiciones bioclimáticas de estacionalidad contrastada y/o a condiciones hídricas extremas, a unos procesos geomorfológicos, tanto edafoalterológicos (concentración/distribución de nutrientes, costras, etc) como morfogenéticos, y a unos procesos biológicos (actividades humanas, seres vivos), cuya fisonomía responde a una superficie de gramíneas generalmente de porte herbáceo salpicada de especies leñosas de porte arbustivo y/o arbóreo más o menos dispersos y ocasionalmente sin ellas**.

De la misma manera, el *ecotono*, tanto entre *bosque* y *sabana*, como entre *sabana* y *sabana*, es un espacio de *contacto* sometido a los mismos procesos que experimentan las *formaciones* que allí se unen, con una dinámica que puede ser estable, inestable o semi-estable, y con un *patrón* característico que puede adquirir diferentes formas. La dinamicidad del *ecotono* puede resumirse en 5 procesos fundamentales cuya variabilidad somete a las *formaciones* en *contacto* a un cambio ambiental, que son:

- ☞ Mantenimiento/favorecimiento (reversible) del incremento/reducción de biomasa antrópicamente;
- ☞ Mantenimiento/favorecimiento (irreversible) de la reducción de biomasa antrópicamente;
- ☞ Incremento de la aridez/estacionalidad;
- ☞ Decremento de la aridez/estacionalidad;
- ☞ Equilibrio climático, sin intervención antrópica.

Según los resultados recogidos en las fichas, el *contacto* se encuentra bastante estable. De las 16 fichas aplicadas, la mayoría se refiere a un *contacto* estable, en una proporción de 9 que se mantienen em equilibiro dinámico contra 7 que no. Es un dato interesante, pues muchas veces se piensa que la frontera agrícola está ganando espacio al *bosque*.

Aun más interesante resulta que de los 9 *contactos* estables, 5 involucran a la *sabana herbácea*, lo cual indica la estabilidad de los factores que favorecen las condiciones de intrazonalidad para que esta *formación*, y su *contacto* con las adyacentes, se mantenga. El caso de la *sabana herbácea* obliga a detallar un poco más el problema: los casos en los que esta se mantiene estable son aquellos vinculados a situaciones de muy poca intervención y son los agentes naturales los que regulan su mantenimiento. En los casos del meandro del río Yuna en la localidad de La Soledad se ha subrayado la causa que motiva la aparición de esta *formación* en la ribera de los grandes ríos dominicanos: no existen *formaciones* continentales inundables o inundadas, tipo *igapo* o *varzea*, salvo aquellas que están a espaldas del manglar como la manigua o el bucán (y están vinculadas a procesos

de acidificación y salinización, por lo que son del dominio litoral) y ninguna de las que existen en el país es capaz de someterse a las condiciones extremas que ofrecen ríos con grandes crecidas durante tormentas y huracanes, y prolongados períodos de sequía según los años. Por lo tanto, la estampa típica de un río grande dominicano, como el Yuna, Ozama, ambos Yaque, Ocoa, etc., será con una *sabana herbácea* en sus orillas, la cual hace *contacto* eventualmente con el *bosque* en un equilibrio estable que impide a ninguna *formación* avanzar sobre la otra.

Pero de la misma manera, en circunstancias de mucha intervención antrópica, la *sabana herbácea* se erige como la que más avanza sobre las demás. De los 16 fichas ya se ha comentado que 7 corresponden a *contactos* en desequilibrio, y estos a su vez involucran en su totalidad a la *sabana herbácea* como aquella que avanza sobre las demas, y en la mayoría de los casos, se trata de un favorecimiento antrópico para ganar espacio al *bosque*. Por esta razón, y en consonancia con las aportaciones de **Demangeot**, la *sabana herbácea* está muy vinculada a las actividades antrópicas y que la mayor parte de los espacios de *sabana* actuales son antrópicos, aun cuando se reconoce que la *sabana* es una *formación natural* en República Dominicana.

La *sabana herbácea* es una *formación intrazonal*, por lo tanto, no debería tener una extensión considerable, toda vez que las condiciones que favorecen su aparición suelen ser muy locales (afloramiento de acuiferos, lagunas estacionales, riberas, etc.), a excepción, por ejemplo en el continente suramericano, de los Llanos del Orinoco en Venezuela o El Pantanal en Brasil, donde dichas condiciones se reproducen extensamente. Las grandes superficies de *sabana herbácea* que existen en República Dominicana son *secundarias*. Sólo basta observar los casos de *sabanas herbáceas* naturales de Valle del Tetero o de Bahía de las Aguilas, donde la extensión máxima alcanza sólo algunos km^2. Por contra, las grandes *sabanas* de los Llanos del Este, San José de las Matas o el Valle de la Vega Real, son favorecidas antrópicamente. Así, el *contacto* móvil que une a estas *sabanas* suele estar favorecido por las actividades antrópicas.

Otra aportación que surge del análisis de las fichas es la importancia que cobra la *sabana arbustiva* como *formación natural*. De las 16 fichas, 3 involucran a esta *formación*. En dos casos, su existencia está vinculada a una antropización intensa, mientras que un tercero, Isla Cabritos, parece ser del todo natural. Se ha explicado que esta *formación* se vincula a la existencia de unas *formaciones superficiales* que dificultan el aprovechamiento hídrico a los pies arbóreos, obligándoles a desarrollar portes menores.

El *patrón de contacto* que tiene la *sabana arbustiva* en la Isla Cabritos con respecto de la *sabana arbolada* obliga a pensar que esta *formación* no necesariamente es escasa en República Dominicana. Las condiciones que se dan en dicho espacio están replicadas en muchos otros lugares del país. Es posible que trabajos futuros revelen una presencia más destacada de esta fomración lo que permitirá caracterizarla mucho más de lo que hasta ahora se ha hecho. Desafortunadamente, en el sector de Parolí (El Morro), la intervención antrópica ha sido muy intensa, pero antes de que ésta ocurriera la *sabana arbustiva* debió dominar el paisaje, al menos en la vertiente.

Por ello, resulta necesario localizar situaciones similares en otros sectores de la isla, donde unas costras, sean carbonatadas o férricas, impidan el aprovechamiento hídrico a los individuos. También será necesario explicar, por qué habiendo una costra carbonatada tan extensa en la Bahía de las Aguilas no se desarrolla una *sabana arbustiva*.

Al margen de las conclusiones particulares sobre las *sabanas*, es importante resaltar algunas cuestiones sobre los *patrones* de los *contactos* y su vinculación directa con factores de tipo geomorfológico, toda vez que de las 16 fichas, la forma del *contacto* está vinculada a factores antrópicos en 7 de ellas, 7 más a factores antrópicos y 2 mixtos.

De las 7 naturales los factores dominantes son las características geomorfológicas del medio, tanto a nivel de elementos morfológicos como en cuanto a las *formaciones superficiales*. No se descarta el papel de los demas factores naturales, como la presencia de fauna, el clima, la disponibilidad de nutrientes, etc., pero el análisis de las fichas demuestra que las características geomorfológicas son las que dirigen el *patrón* del *contacto*. Resulta también destacado que, en la mayoría de los casos, el trazado de los cambios de pendiente cóncavos dirige el *contacto* (Hoyo de Pelempito, La Soledad, Bahía de las Aguilas, Mao, Valle del Tetero, etc.). A la vista de este hecho, se deben considerar los cambios y las rupturas de pendiente como elementos morfológicos favorables para acoger un *contacto* entre una *sabana* y un *bosque*, o entre dos *sabanas*. El *patrón de contacto*, por ende, que más se repite, dada esta circunstancia, es el ondulado, toda vez que las rupturas o cambios de pendiente cóncavos escasamente tienen un trazado rectilíneo (salvo cuando interviene la tectónica reciente, como en Pelempito).

Se destaca la vinculación directa que existe entre el *patrón de contacto* en bandas y las variaciones de los niveles del Lago Enriquillo. No se ha reportado este *patrón* en otros lugares, pero en posteriores investigaciones será posible encontrarlo en series de crestas de playa como las de Manzanillo. Por el momento, los únicos elementos morfológicos que acogen el *patrón contacto* en bandas es la serie de dunas hidraulicas y bermas que se desarrollan en situaciones de variación de una lámina de agua lacustre o en relación con los episodios de temporal que dejan crestas de playa en la costa.

El *patrón* rectilineo, de forma natural es escaso, pero aparece en situaciones en las que la neotectónica está activa, como es el caso de Pelemito. En Bahía de las Aguilas, el *contacto* es rectilíneo dado que esta es la forma que tiene el trazado de la base del escarpe que separa la superficie de corrosión de la plataforma de abrasión. De todas maneras, no se descarta una participación de la neotectónica en este escarpe.

El *patrón de contacto* digitado es escaso en situaciones naturales, toda vez que está vinculado a la aparición de *formaciones intrazonales*, las cuales normalmente, como ya se ha comentado, son de escasa extensión. De todas maneras, su presencia en el medio natural está vinculada en la mayoría de los casos a los *bosques* de galería (caso de Mao) o a surgencias.

En cuanto a la vinculación de los *patrones* de *contacto* con los factores antrópicos, los más comunes son el festoneado y el digitado, pues la práctica totalidad de las fichas que involucra este tipo de *contacto* responde a condicionantes antrópicos. Por ello se deben retomar los planteamientos de **Demangeot**, quien propone el *patrón* festoneado como el más común en la dinámica del *contacto bosque-sabana* cuando se trata de situaciones reversibles. Se confirmado esta afirmación, pero hay que añadir que el *patrón de contacto* digitado es bastante habitual en aquellos casos donde se produce una intervención antrópica. Por otra parte, el *patrón* rectilineo es bastante habitual entre los espacios sometidos a intervención antrópica.

Por último, se ratifica el uso del método ecodinámico de investigación para las *sabanas* y *bosques* dominicanos, siendo esencial para identificar y ordenar:

- ☞ Mecanismos y procesos que actúan tanto en ambas *formaciones* como en sus *contactos*;

- ☞ Factores que explican la distribución de estas *formaciones vegetales* y por consiguiente, el *patrón de contacto*;

- ☞ Evolución reciente de las condiciones ambientales históricas y paleo-ambientales, y sus repercusiones tanto a nivel geomorfológico y biogeográfico;

Este potencial del método ecodinámico justifica la implementación de más estudios que relacionen a las *formaciones vegetales* con los procesos geomorfológicos en otros ámbitos del dominio *tropical*, de cara a aportar soluciones a los gestores, tanto a nivel de ordenación como de gestión.

Anexos

FICHAS DE ECOTONOS DE SABANAS

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Cerro de la Tuna	71°30'22	18°23'10.7"	SW.LT.01	06-Feb-01	21-Dic-01	1:10000	ECB.00001

Suelos

Rendsina

Formaciones contacto

1 Sabana boscosa de Prosopis juliflora
2 Sabana herbácea (Leptochlopsis virgata)

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	500
Temperatura media	28.4
Temperatura del mes más cálido	29.9
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	8.89
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	86.2
Número del mes más húmedo	5

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	75
Déficit	1654.8
Cantidad de meses de paralización vegetativa	6
Cantidad de meses de compensación	3
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	3

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecoprovincia: Cuenca de Enriquillo
Ecorregión: Hidroxerófilo
Ecodistrito: Lago Enriquillo
Ecosección: Cerro de la Tuna
Ecoserie: Escarpe-ladera-glacis-
Ecotopo: Duna hidraulica

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

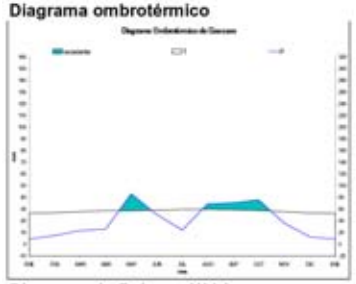
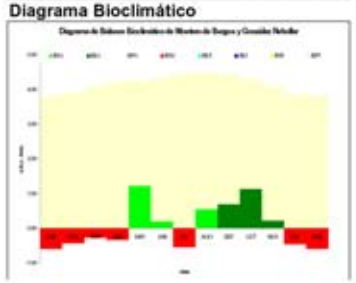


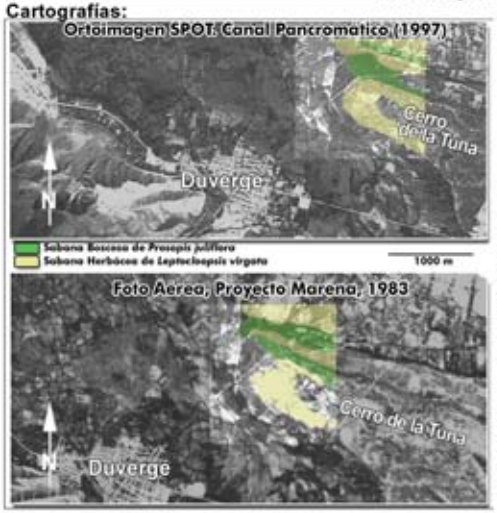
Diagrama de Balance Hídrico

Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

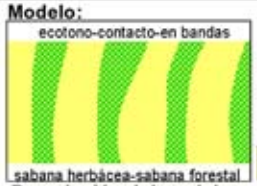
Cartografías:



Texto explicativo de la(s) cartografías:

Se dispone de dos fuentes de información de primera mano: foto aérea vertical de 1983 e imagen ortorectificada del satélite SPOT de 1997, canal pancromático. La foto aérea tiene mayor resolución que la imagen SPOT, por lo que ha sido necesario cambiar la resolución de la primera. Ambas fuentes pueden ser visualizadas con la misma paleta de colores, lo que facilita la interpretación. El área de interés se localiza al NE de la ciudad de Duvergé, al pie del Cerro de la Tuna o de las Antenas como también se le conoce. Esta área ha sido resaltada con respecto al resto de las fuentes, para facilitar su rápida visualización. Se ha delimitado con manchas amarillas y verdes opacas, las sabana boscosa y herbácea, respectivamente. Las superficies de sabana han cambiado levemente entre 1983 y 1997, pero el patrón de contacto en bandas se ha mantenido.

Modelo:



Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento de la sabana herbácea y la sabana boscosa

Descripción del modelo:

En este caso el contacto está vinculado a la reserva hídrica que favorece una serie de dunas hidraulicas correlativas de niveles del Lago Enriquillo (al N en la cartografía). La forma en bandas de este contacto es claramente visible en la foto terrestre oblicua. La sabana boscosa ocupa la duna hidraulica, mientras que la sabana herbácea ocupa los espacios deprimidos interdunares. El mantenimiento del contacto se debe a la poca intervención humana que, aunque existe, ésta no es muy importante en la zona del contacto. Las pequeñas modificaciones del patrón en la cima del Cerro de las Tunas y al NE del mismo, son debidas a este aprovechamiento, que no supone un cambio importante del contacto.

Datos de las fuentes:

Estación T-P

Período de adquisici	1961-2000
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología

Foto aérea

Breve descripción	Foto 700, rollo 8, faja 33, vuelo MARENA, 16 febrero de 1983, tonos de grises, escala aproximada 1:40,000. Captura informática a alta resolución
Proveedor	Instituto Cartográfico Militar

Ortoimagen SPOT

Breve descripción	Canal Pancromático. Resolución espacial, 10mx10m. Ortorectificada mediante DTM tomado del MTN, escala 1:50,000
Proveedor	Proyecto SYSMIN

Interpretación:

El sistema ha funcionado como lo vemos hoy a partir del 500 yr BP. Se ha constatado que el nivel del Lago Enriquillo ha alcanzado durante este época la cota 0 msnm y quizás más. La base del Cerro de las Tunas, el ápice de los glacis, se encuentra a cota 0 metros. Hay importantes indicios de que los Lagos Enriquillo y Sumatre estuvieron conectados por el paso de Jimaní (Oviedo la llamaba "la angostura") aproximadamente hasta el 500 o 400 yr BP, produciendo una desconexión en este momento. A partir de entonces el nivel del Lago ha inició un descenso provocado por la elevada evapotranspiración de la zona, toda vez que es una cuenca deficitaria (ver datos generales). Esto provocó la retirada de la ribera del Lago, depositando una serie de dunas hidraulicas que marcan los momentos de máxima estabilidad. Estas dunas, sobreelevadas con respecto al resto del terreno, constituyen una tapadera de reservas hídricas que se alojan entre las arenas y los depósitos lacustres suprayecentes, reservas que son aprovechadas por las especies leñosa que conforman la sabana boscosa (Prosopis, principalmete)

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el E desde el Cerro de la Tuna. En primer plano se observa una sabana boscosa sobre el glacis a pie del Cerro. A continuación, en dirección hacia la izquierda, aparece la sabana herbácea-arbolada, anunciando la presencia de depósitos arenosos de poca potencia. A continuación, la banda de sabana boscosa de Prosopis, que se apoya sobre una duna hidraulica que marca el nivel del Lago hace menos de 500 años, probablemente hacia el 400-300 yr BP. A continuación reaparece la sabana herbácea seguida nuevamente de la sabana boscosa de Prosopis.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar: Isla Cabritos | **Latitud:** 18°28'53 | **Longitud:** 71°42'46.7" | **Sign. topográfica:** SW.IC.01 | **Fecha observación:** 26-Nov-01 | **Fecha realización:** 21-Feb-02 | **Escala de trabajo:** 1:10000 | **Sign. de Ficha:** ECB.00002

Suelos

Formaciones contacto

1 Sabana arbustiva espinosa
2 Sabana arbolada de Prosopis juliflora

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	500
Temperatura media	28.4
Temperatura del mes más cálido	29.9
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	8.89
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	86.2
Número del mes más húmedo	5

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	50
Déficit	1654.8
Cantidad de meses de paralización vegetativa	6
Cantidad de meses de compensación	4
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	2

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Isla Cabritos
Ecoprovincia: Cuenca de Enriquillo
Ecoserie: Isla arrecifal
Ecorregión: Hidroxerófilo
Ecotopo: Crestas de playa-berm
Ecodistrito: Lago Enriquillo

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

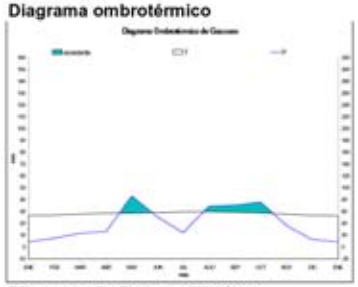
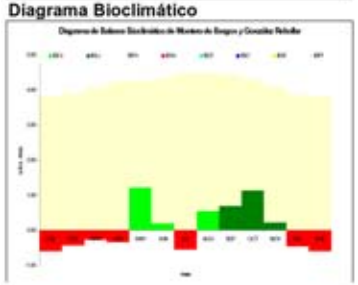


Diagrama de Balance Hídrico

Diagrama Bioclimático



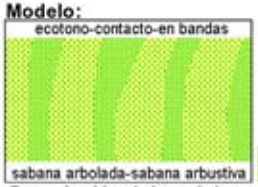
Info Geográfica:

Cartografías:

Texto explicativo de la(s) cartografías:

Se dispone de una ortofoto, rectificada utilizando una función de transformación de 2 orden. Esta ortofoto enfoca el sector más occidental de la Isla Cabritos, en momentos cuando esta no está unida a tierra firme, como eventualmente ocurre. Es en este sector donde se localiza el Museo, o Centro de Visitantes que la Subsecretaría de Áreas Protegidas y Biodiversidad. Al ser una foto aérea y haber sido escaneada a alta resolución (la resolución de imagen escaneada es de 2 m), los pies de Prosopis se distinguen perfectamente en una matriz blanquecina de herbáces de Leptochlopsis virgata (ver foto); esta sabana tiene valores de radiancia bastante altos. La sabana arbustiva espinosa se distingue de la anterior por su valor de radiancia más bajo, además de que la matriz de herbáceas tiene un tono más grisáceo. Se ha resaltado contacto en bandas, aunque este mismo contacto puede ser observado en otros puntos de la Isla.

Modelo:



Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento de la sabana arbolada y la sabana arbustiva

Descripción del modelo:

El contacto en bandas, como se puede observar también en la ficha SW.LT.01, es solidario con las variaciones del nivel del Lago Enriquillo, pues cuando existen períodos de estabilidad se deposita se genera un depósito arenoso y una costra calcárea; sobre esta formación superficial es donde se asienta la sabana arbustiva espinosa cerrada. El grado de cobertura del estrato arbustivo se debe a las ventajas que ofrece al crecimiento vegetal la reserva hídrica que se acumula debajo de las arenas. La sabana arbolada es especial, toda vez que ella no tiene una extensa cobertura herbácea y pocos pies arbóreos; esto se debe a que se asienta sobre costras calcáreas de tufa que le impiden el aprovechamiento de los recursos hídricos.

Datos de las fuentes:

Estación T-P

Período de adquisici	1961-2000
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología

Foto aérea

Breve descripción	Foto 693, 694 y 695, rollo 8, faja 33, vuelo MARENA, 16 febrero de 1983, tonos de grises, escala aproximada 1:40,000. Captura informática a alta resolución
Proveedor	Instituto Cartográfico Militar

Foto oblicua terrestre

Autor	José Ramón Martínez Batlle
Fecha	26 de noviembre de 2001

Interpretación:

En SW.LT.01 analizamos un fenómeno similar a éste, pues las fluctuaciones de nivel del Lago Enriquillo desde el 500 yr BP han tenido el mismo comportamiento en ambos sectores. En este caso, la sabana arbolada es una novedad, pues aprovecha las reservas hídricas debajo de las arenas. Resulta factible proponer que tanto la sabana arbolada, como la herbácea, son formaciones naturales, al menos las que se apoyan sobre crestas de playa y bermas. En los sectores más altos de la isla ocupados por arrecifes de coral (del 4750 yr BP), y donde todavía viven algunos individuos de Catalpa longisima, cabe suponer la existencia en el pasado de un bosque tropófilo, o una sabana forestal. Estas plantas requieren altos niveles disponibilidad hídrica, lo que nos hace suponer que debajo del arrecife puede haber algún acuífero. No sería muy anormal, dado los importantes flujos subterráneos que bajan desde las Sierras. En cualquier caso, estos procesos ocurren a cierta profundidad, y no tiene repercusión sobre el sistema radicular de las sabanas que hemos comentado en esta ficha.

Foto:

Pie de foto:

Se observa la sabana arbolada de Prosopis, donde la gramínea heliófila es la Leptochlopsis virgata. El arbolado explota las reservas hídricas que la arena protega de la fuerte evaporación en la zona. En la Isla Cabritos hay una población de burros asilvestrados que fueron llevados allí desde hace muchos años, quizás 20 ó 30. Todavía no conocemos su impacto en el mantenimiento o favorecimiento de los tipos de sabana de la zona, pero creemos que estos animales se alimentan de otras especies diferentes a Leptochlopsis. De todas maneras, suponen un factor en la

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
La Zurza	18º24'00	71º35'00.0"	SW.LZ.01	02-Feb-01	07-Nov-01	1:10000	ECD.00001

Suelos

Formaciones contacto

1 Sabana boscosa de Prosopis juliflora
2 Sabana arbolada de Prosopis juliflora con palma cana (Sabal domingensis) y espartillo (Leptochlopsis virgata)

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	500
Temperatura media	28.4
Temperatura del mes más cálido	29.9
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	8.89
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	86.2
Número del mes más húmedo	5

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	75
Déficit	1654.8
Cantidad de meses de paralización vegetativa	6
Cantidad de meses de compensación	3
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	3

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: La Zurza
Ecoprovincia: Cuenca de Enriquillo
Ecoserie: Ecotono
Ecorregión: Hidroxerófilo
Ecotopo:
Ecodistrito: Lago Enriquillo

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

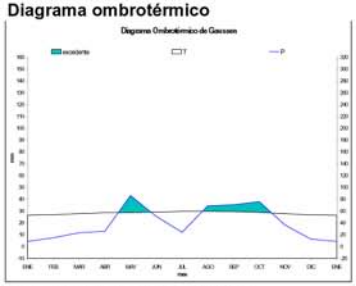


Diagrama de Balance Hídrico

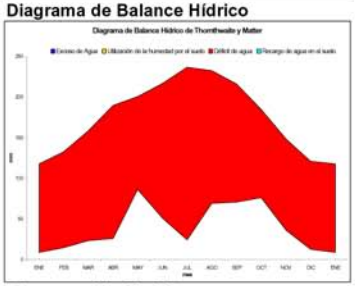
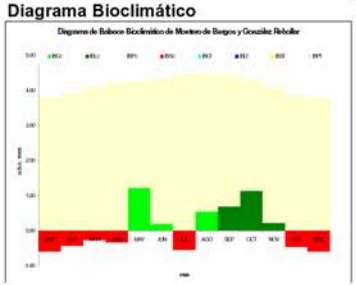
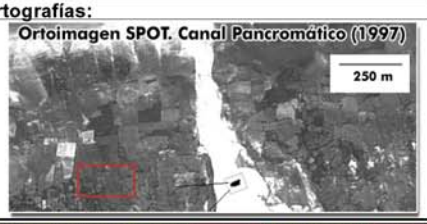


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

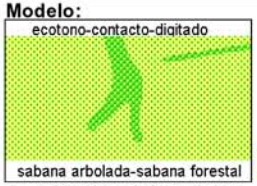
Cartografías:



Texto explicativo de la(s) cartografías:

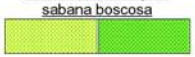
Sector W de la Zurza. Se observan, en el mapa de formaciones vegetales, ecotonos de contacto entre sabana forestal de Prosopis juliflora (marrón oscuro) y sabana arbolada de Prosopis juliflora con palma cana (Sabal domingensis) y esta última a su vez con sabana herbácea. Las demás manchas corresponden a la serie del bucan fluvio-lacustre de La Zurza. La sabana forestal está habitualmente rodeada de sabana arbolada, aunque también aparecen contactos entre sabana forestal y herbácea. La configuración espacial responde a un modelo claramente antrópico. En la ortoimagen SPOT, de 1997, se observa que las sabanas forestales de Prosopis se reducen considerablemente (escasos tonos negros en el área encuadrada). Se observa un claro dominio de la sabana arbolada (gris oscuro) y la sabana herbácea.

Modelo:



Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento de la sabana arbolada y la sabana boscosa



Descripción del modelo:

El tránsito entre sabana forestal y sabana arbolada es mantenido por una intervención antrópica que ofrece beneficios al propietario/productor.

Datos de las fuentes:

Mapa de formaciones vegetales

Breve descripción	Obtenido a partir de la foto 698, rollo 8, faja 33, vuelo MARENA, 16 febrero de 1983, tonos de grises, escala aproximada 1:40,000. Captura informática a alta resolución y proceso de clasificación por tonos de grises
Escala	1:10,000
Proveedor	Dr. Rafael Cámara Artigas

Ortoimagen SPOT

Breve descripción	Canal Pancromático. Resolución espacial, 10mx10m. Ortorectificada mediante DTM tomado del MTN, escala 1:50,000
Proveedor	Proyecto SYSMIN

Interpretación:

El contacto digitado entre sabana forestal y arbolada responde a un equilibrio antrópico mantenido por el ser humano, a quien interesa la presencia de Prosopis juliflora como seto vivo y para la extracción de varas o troncos, que posteriormente son utilizados en la construcción o para fabricar carbón. Debido a estos setos vivos con gramíneas (sabana forestal) el paisaje está constituido por una serie de líneas de Prosopis delimitando propiedades sobre terrenos que, ocasionalmente, contienen suelos con sedimentos ricos en materia orgánica, apetecidos por propietarios/productores. La reducción de la superficie de sabana forestal se vincula a causas antrópicas (una vez el Prosopis alcanza los 5-10 años, es factible su uso para construcción y carboneo); también existe también una presión importante para convertirla en sabana herbácea o cultivo, como se verá en la ficha, ECD.00002. Las sabanas forestales más cercanas a la costa del Lago, desaparecen y reaparecen en función de la dinámica de variación de la lámina de agua.

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el NW desde el wadí de La Zurza. Se observa al fondo la línea de Prosopis que sirve de seto vivo y su contacto, a pie de esta, con la sabana arbolada y la herbácea. En primer plano, dunas nebkha ocupadas por Suadea y moquetas salina. Esta foto oblicua refleja una situación similar a la mostrada en la ortoimagen SPOT con respecto a la dinámica de sabanas. Al fondo se observa la Sierra de Bahoruco.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
La Zurza			SW.LZ.02	02-Feb-01	15-Dic-01	1:10000	ECD.00002

Suelos

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea (Leptochlopsis virgata)
2 Sabana boscosa de Prosopis juliflora

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	500
Temperatura media	28.4
Temperatura del mes más cálido	29.9
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	8.89
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	86.2
Número del mes más húmedo	5

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	75
Déficit	1654.8
Cantidad de meses de paralización vegetativa	6
Cantidad de meses de compensación	3
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	3

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: La Zurza
Ecoprovincia: Cuenca de Enriquillo
Ecoserie: Ecotono
Ecorregión: Hidroxerófilo
Ecotopo:
Ecodistrito: Lago Enriquillo

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

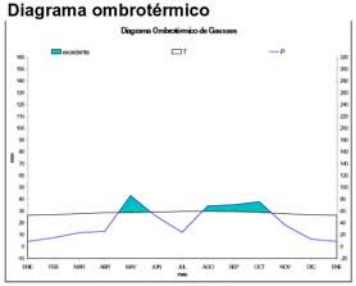


Diagrama de Balance Hídrico

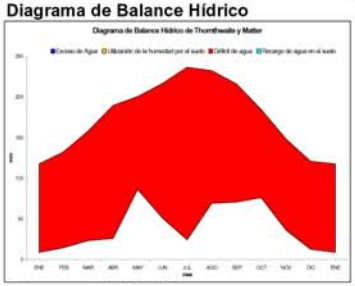
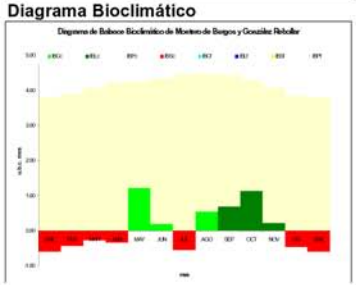
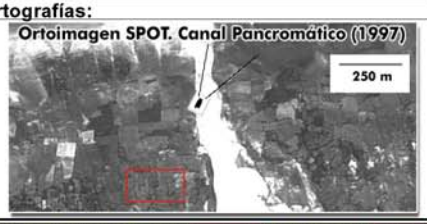


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

Cartografías:



- Sabana forestal de *Prosopis juliflora*
- Sabana arbolada *Prosopis* con *Sabal-Leptochloopsis*
- Formación monoespecífica de *Batis maritima*
- Sabana herbácea (*Leptochloopsis virgata*)

Texto explicativo de la(s) cartografías:

Sector W de la Zurza. Se observa, en el mapa de formaciones vegetales, el ecotono de contacto entre sabana forestal de Prosopis juliflora (marrón oscuro) y la sabana herbácea de Leptochloopsis virgata. El ecotono Sabana Forestal-Sabana Arbolada ha sido descrito en la ficha ECD.00001. Al igual que en ese caso, la configuración espacial responde a un modelo claramente antrópico. En la ortoimagen SPOT, de 1997, se observa que las sabanas forestales de Prosopis se reducen considerablemente (escasos tonos negros en el área encuadrada). Se observa un claro dominio de la sabana arbolada (gris oscuro) y la sabana herbácea. Las áreas de Batis han sido ocupadas por la sabana herbácea. Las áreas ocupadas en 1983 por sabana herbácea han permanecido hasta 1997 y su mayor concentración se encuentra en la zona cercana al wadi.

Modelo:

Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Avance de la sabana herbácea sobre la sabana boscosa

Descripción del modelo:

El ecotono entre sabana forestal y sabana herbácea es expandido en favor de la sabana herbácea por una intervención antrópica que ofrece beneficios al propietario/productor.

Datos de las fuentes:

Mapa de formaciones vegetales

Breve descripción	Obtenido a partir de foto 698, rollo 8, faja 33, vuelo MARENA, 16 febrero de 1983, tonos de grises, escala aproximada 1:40,000. Captura informática a alta resolución y proceso de clasificación por tonos de grises
Escala	1:10,000
Proveedor	Dr. Rafael Cámara Artigas

Ortoimagen SPOT

Breve descripción	Canal Pancromático. Resolución espacial, 10mx10m. Ortorectificada mediante DTM tomado del MTN, escala 1:50,000
Proveedor	Proyecto SYSMIN

Interpretación:

Los fragmentos digitados de sabana boscosa son mantenidos antrópicamente. El propietario/productor mantiene estas estrechas sabanas para que hagan la función de seto vivo. Por otro lado, la extracción de ramas y el raleo de los pies de Prosopis es una práctica común para su utilización como varas y la elaboración de carbón.
La expansión de la sabana herbácea responde a dos causas. Por un lado, el proceso de sabanización de las sabanas boscosas para apertura de nuevas áreas para cultivo es favorecido por el propietario/productor, cuya producción depende de las fluctuaciones nacionales e internacionales de la cotización de los diferentes productos agrícolas; por otro, a la sabanización de las áreas de Batis, ligada a la reducción de la lámina de agua del Lago Enriquillo, pues al desaparecer gradualmente la influencia salina, el Batis se ve obligado a migrar con la lámina de agua.

Foto:

Pie de foto:

En primer plano se observa el wadi de La Zurza, cuya leve incisión se desarrolla sobre una superficie de sal y limos con caracoles. Al fondo de wadi, se observan algunas nebkhas ocupadas por suadea en la parte alta y en la base por Batis, el cual se vuelve monoespecífico hasta llegar a la superficie de sabana herbácea (línea marrón clara debajo de los árboles). Detrás aparece la sabana forestal, el Lago Enriquillo, La Isla Cabritos y la Sierra de Neyba.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Mao	19º33'32	71º03'42.3"	NW.MA.01	01-Jun-99	20-Feb-02	1:10000	ECD.00003

Suelos

Rendsina

Formaciones contacto

1 Sabana boscosa de Prosopis juliflora
2 Sabana herbácea (Leptochlopsis virgata)

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	685
Temperatura media	27.2
Temperatura del mes más cálido	29.1
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	26.4
Número del mes más seco	7
Precipitación del mes más húmedo	126
Número del mes más húmedo	5

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	250
Déficit	1132.5
Cantidad de meses de paralización vegetativa	2
Cantidad de meses de compensación	1
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	9

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Mao
Ecoprovincia: Vertiente Septentrional
Ecoserie: Piedemonte-llanura al
Ecorregión: Tropófilo
Ecotopo: Llanura de inundación
Ecodistrito: Estribación occidental

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

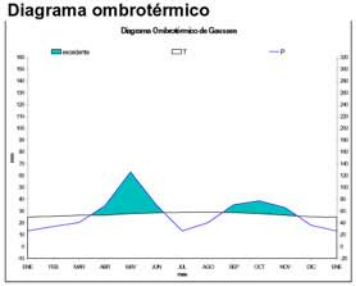
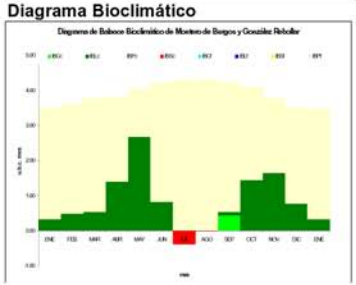


Diagrama de Balance Hídrico

Diagrama Bioclimático



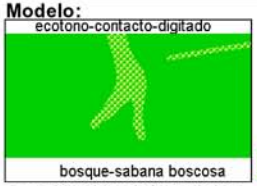
Info Geográfica:

Cartografías:

Texto explicativo de la(s) cartografías:

La fuente empleada es una fotografía aérea escala aproximada 1:30,000, en tonos de grises. La disposición general de los elementos es: la ciudad de Mao al W, mientras que el río Mao pasa por el E de ésta para confluir al NE con el río Yaque del Norte (se observa en la esquina superior derecha de la foto). El trazado del río es meandriforme, con barras marginales en ambas riberas. Una extensa superficie de cultivos se desarrolla al N y NW de la ciudad de Mao, siendo la los platanos y otros víveres la producción agrícola más destacada. El sobrepastoreo de cabras es muy intenso en este sector del país. La superficie de sabana boscosa se observa nítidamente sin necesidad de hacer resaltes, toda vez que tiene tono gris claro; la superficie de sabana herbácea presenta los valores altos de reflexión, especialmente en las mágenes del río Mao. El bosque mesófilo presenta tonos oscuros, casi negros.

Modelo:



Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento de la sabana boscosa y el bosque

Descripción del modelo:

La sabana boscosa responde al régimen geoecodinámico tropófilo, mientras que el bosque mesófilo se condiciona por las formaciones superficiales y la posición geomorfológica favorable a la explotación de recursos hídricos superficiales (río Mao) y subsuperficiales. El contacto digitado está condicionado por la posición geomorfológica que el bosque mesófilo explota en su favor, toda vez que fuera de ésta las reservas hídricas no existen en gran volumen. De hecho, el balance bioclimático refleja poco período de paralización vegetativa gracias al impedimento que ofrecen al drenaje los depósitos limosos de la llanura de inundación. La sabana boscosa luce bien conservada, no hay muchos signos

Datos de las fuentes:

Estación T-P

Altura	78
Lat/Lon	19.550ºN; 71.067ºW
Nombre de la estaci	Mao
Período de adquisici	1961-1991
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología

Foto aérea

Breve descripción	Foto 206, V24, 2, 4 de febrero de 1967, tonos de grises, escala aproximada 1:30,000. Captura informática a alta resolución
Escala	1:30,000
Proveedor	Instituto Geográfico Universitario

Interpretación:

La sabana boscosa tropófila presenta rasgos característicos de una formación conservada, en la que la intervención ha sido escasa o nula. El mantenimiento de las formaciones sabana boscosa tropófila y bosque mesófilo no es reciente. A este sector del país corresponde una vegetación de sabana boscosa tropófila o a lo sumo bosque tropófilo. La existencia de manchas bien conservadas de sabana boscosa nos llevan a pensar que no son muy recientes. Sin embargo, la reducción de la superficie de bosque mesófilo en favor de la sabana herbácea es antrópica, aunque el régimen de inundación también impide que el bosque mesófilo colonice las mágenes. Al NE de la ciudad de Mao el contacto entre la sabana boscosa y el bosque ha desaparecido, y predomina un paisaje de cultivos fruto de la intensa actividad agrícola y el sobrepastoreo de cabras. A lo sumo, los contactos más frecuentes en ese sector son de sabana herbácea (plantaciones abandonadas) y sabana boscosa tropófila.

Foto:

Pie de foto:

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
San José de las Matas			NW.SJ.01	02-Jun-98	23-Feb-02	1:50000	ECD.00004

Suelos

Formaciones contacto

1 Sabana de palma real
2 Bosque mesófilo

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	1239
Temperatura media	24.1
Temperatura del mes más cálido	26.2
Número del mes más cálido	9
Precipitación del mes más seco	50
Número del mes más seco	7
Precipitación del mes más húmedo	221
Número del mes más húmedo	5

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	6
Cantidad de meses de excedente	2
Capacidad de campo	75
Déficit	127.11
Cantidad de meses de paralización vegetativa	0
Cantidad de meses de compensación	0
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	12

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe	Ecosección: Superficie de Piedemo
Ecoprovincia: Cordillera Central	Ecoserie: Glacis-embayment
Ecorregión: Mesófilo	Ecotopo: Embayment
Ecodistrito: Estribación occidental	

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

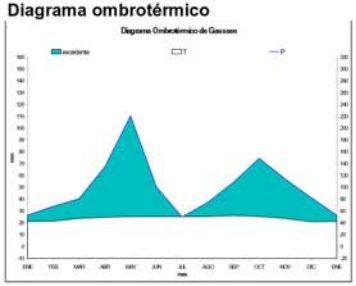


Diagrama de Balance Hídrico

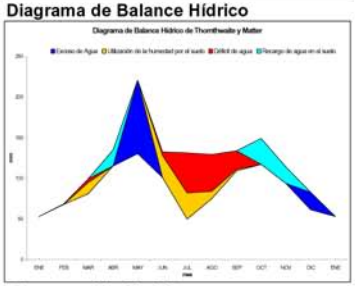
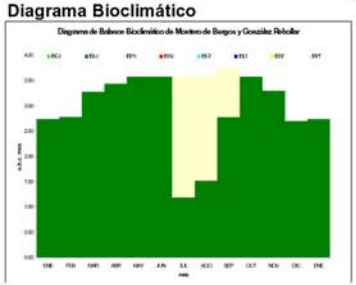


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

Cartografías:

Texto explicativo de la(s) cartografías:

El conjunto se sitúa en la superficie de piedemonte de la vertiente N de la Cordillera Central. Este arrasamiento constituye un enclave importante para la localización de numerosos poblamientos, dada lo estratégico de su situación, lo accesible y lo beneficioso de su clima. Se ha seleccionado un arroyo que discurre hacia el N, arroyo Albanita, que es a su vez afluente del río Amina, el principal sistema fluvial de la zona. El poblamiento más importante es San José de las Matas, al W del sector que hemos elegido. Al tratarse de una imagen ortorrectificada del Satélite SPOT, canal pancromático, la sabana de palma real se identifica mediante sus altos valores de radiancia, mientras que el bosque mesófilo presenta valores bajos, siendo más oscura su tonalidad al visualizar la imagen con la paleta de tonos de grises.

Modelo:

Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento del bosque y la sabana de palmas

Descripción del modelo:

El contacto es un ecotono típico digitado en el que los condicionantes son al mismo tiempo geomorfológicos (formaciones superficiales y elementos morfológicos) y antrópicos, aunque este último ha indicido durante el inicio y posteriormente ha debido ser el que ejerce el mantenimiento. Gracias a la actividad antrópica, especialmente la agricultura y la ganaderia, este sector se mantiene como tal, toda vez que la sabana de palmas es beneficiosa para el ser humano y además, la colonización del bosque en la ribera del arroyo Albanita, no le interesa (también está penada por la ley). Este tipo de ecotonos digitados es muy habitual en este sector de la superficie de piedemonte de la vertiente N de la Cordillera Central.

Datos de las fuentes:

Estación T-P	
Nombre de la estaci	San José de las Matas
Período de adquisici	1961-1991
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología
Foto oblicua terrestre	
Autor	Rafael Cámara Artigas
Ortoimagen SPOT	
Breve descripción	Canal Pancromático. Resolución espacial, 10mx10m. Ortorectificada mediante DTM tomado del MTN, escala 1:50,000
Fecha	1997
Proveedor	Proyecto SYSMIN

Interpretación:

El sistema ha debido funcionar como tal desde el poblamiento de la Isla, aunque con matices. La sabana de palmas ha debido ser más cerrada, incluso ser mucho más pequeña y su distribución muy diferente a la actual. A nivel de la superficie, la sabana de palmas ha debido dominar y sería cerrada. En la ladera, la evolución del sistema indica que debió tratarse de una mezcla de bosque ombrófilo con algunas palmas, y en la proximidad del arroyo y entorno dominaría, como actualmente lo hace, el bosque mesófilo. El ser humano habrá extendido la sabana de palmas, toda vez que le es útil, dado que la ganadería implica una sabanización, así como la agricultura. El paisaje adquirió su forma actual probablemente desde el inicio de la sociedad hatera, o quizás posteriormente con la ocupación de la zona N de la isla, una vez concluidas las devastaciones de Osorio. Hoy el sistema es mantenido por el ser humano, y constituyera un sistema más ambiental si se permitiera que el bosque se expandiera un poco más y la sabana se relegara a la superficie y la parte superior de las laderas.

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el E. Se observa en primer plano una sabana más herbácea pero que a medida que se acerca al arroyo Albanita va haciéndose más de palmas. Alrededor del arroyo se observa una mancha oscura de bosque mesófilo. Hacia la izquierda de la foto, en la ladera, se observa manifestaciones que delatan la presencia de ganado en el sector, mediante las "pisadas de vaca". Al fondo se observa perfectamente el contorno de la superficie de piedemonte, en su vergencia hacia el N, ocupada por más sabanas herbáceas y más ecotonos de este tipo.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
El Morro (Parolí)	19º53'18	71º38'53.8"	NW.EM.01	01-Jun-99	19-Feb-02	1:10000	ECF.00001

Suelos

Rendsina

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea (Leptochlopsis virgata)
2 Sabana arbustiva cerrada de Myrtus flavicans

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	673
Temperatura media	26.5
Temperatura del mes más cálido	28.5
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	21.6
Número del mes más seco	7
Precipitación del mes más húmedo	108
Número del mes más húmedo	11

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	50
Déficit	997.86
Cantidad de meses de paralización vegetativa	2
Cantidad de meses de compensación	2
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	8

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: El Morro
Ecoprovincia: Cordillera Septentriona
Ecoserie: Promontorio-glacis-terr
Ecorregión: Tropófilo
Ecotopo: Glacis
Ecodistrito: Estribación occidental

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

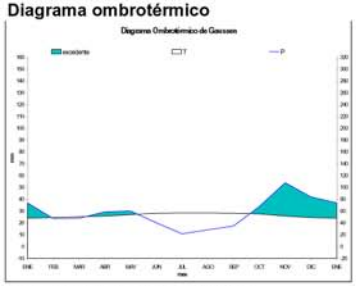
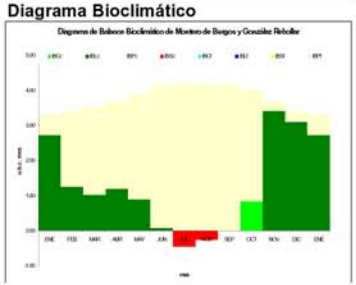


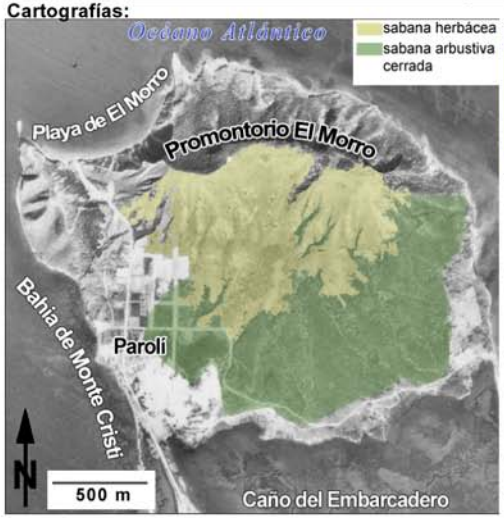
Diagrama de Balance Hídrico

Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

Cartografías:



Texto explicativo de la(s) cartografías:

El documento cartográfica es una foto aérea de enero 1984, con lo que, según el diagrama bioclimático, el sector presentado debía presentar una actividad vegetativa alta-media. Eso justifica la facilidad de localización de las formaciones tanto herbáceas como arbustivas. La sabana herbácea ha sido indicado mediante un tono amarillo atenuado, mientras que para la sabana arbustiva se ha utilizado un verde atenuado. El contacto en cuestión alcanza unos 2 km aproximadamente, si bien este será variable dada la interpenetración que existe entre una formación y otra. Los elementos que más destacan en la foto son: el asentamiento de Parolí, la sombra provocada por el Promontorio El Morro (un cerro testigo de 237 msnm), el manglar y el sector marino al N, W y E del conjunto, en el que se observan superficies de praderas marinas.

Modelo:

Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Avance de la sabana herbácea sobre la sabana arbustiva

Descripción del modelo:

Este contacto festoneado está vinculado a dos causas: por una parte, el contacto sigue el lineamiento de los aplanamientos parciales, cuyos embayment son ocupados por la sabana cerrada arbustiva (con potentes formaciones superficiales mantienen una reserva hídrica por más tiempo) mientras que la superficie de los glacis está cubierta de sabana herbácea (con arenas poco potentes); por otra, en el sector occidental, cerca del asentamiento denominado Parolí, el festoneado tiene formas más angulosas debido a la actividad antrópica de apertura, incluso, arrasamiento de cobertura abustiva. Es tan incisiva la intervención antrópica que la sabana herbácea avanza sobre la arbustiva por la acción del fuego intencional

Datos de las fuentes:

Estación T-P	
Nombre de la estaci	Monte Cristi
Período de adquisici	1961-1991
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología
Foto aérea	
Autor	Proyecto MARENA
Breve descripción	Foto 2206, rollo 18, faja 11, vuelo MARENA, 21 de enero de 1984, tonos de grises, escala aproximada 1:40,000. Captura informática a alta resolución
Escala	1:40,000
Proveedor	Instituto Cartográfico Militar
Foto oblicua terrestre	
Autor	José Ramón Martínez Batlle
Fecha	Diciembre de 1998

Interpretación:

El avance de la sabana herbácea sobre la sabana cerrada arbustiva favorecida por la intensa antropización que sufrió y sufre el promontorio hoy en día. Tras la invasión militar de la década de los 10's, El Morro sufrió un intenso impacto. Posteriormente, proyectos residenciales de segunda vivienda han impactado el sector más occidental. Esto, sumado a los incendios que se registran, provocados ocasionalmente por descuidos de los propietarios y por los visitantes (la playa de El Morro es muy visitada dado que es la única de que disponen los habitantes de la ciudad de Monte Cristi) provoca que el avance de la sabana herbácea sea intenso, especialmente en los últimos años. De todas maneras, la sabana arbustiva ha debido ser estable, al menos en las vertientes, cuando la antropización no ha incidido sobre ella, toda vez que otros sectores de la Cordillera Septentrional, cuyo régimen geoecodinámico es tropófilo, exhiben sabanas arbustivas en vertiente perfectamente conservadas; esto justifica que las áreas de sabana arbustiva no tocadas deban conservarse.

Foto:

Pie de foto:

La vista es hacia el S desde el sector más oriental del Promontorio El Morro, en un descenso forzoso a través de esta ladera. Los dos caminantes dan un sentido de la escala. La sabana herbácea, en primer plano, domina en la vertiente; en la cima se sitúa un bosque mesófilo; a pie del promontorio se observa una serie de glacis también ocupados en su superficie por sabana herbácea, mientras que los embayments, los cuales penetran muchos entre los glacis, están ocupados por la sabana arbustiva cerrada (nótese la alta cobertura) de Myrtus flavicans.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Sabana de los Candelones	18º00'58	71º23'22.4"	SW.SC.01	15-Feb-02	20-Feb-02	1:10000	ECF.00002

Suelos

Ferralítico

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea de Panicum sp.
2 Sabana boscosa de Prosopis juliflora

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	634
Temperatura media	27.7
Temperatura del mes más cálido	29.7
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	15.3
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	139
Número del mes más húmedo	10

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	75
Déficit	1323
Cantidad de meses de paralización vegetativa	4
Cantidad de meses de compensación	3
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	5

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Sabana de los Candel
Ecoprovincia: Sierra de Baoruco
Ecoserie: Val-polje
Ecorregión: Meso-tropófilo
Ecotopo: Contacto fondo de polj
Ecodistrito: Sistema Polje-Relieve

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

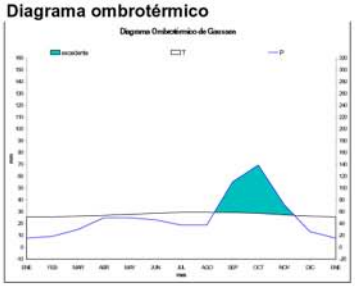


Diagrama de Balance Hídrico

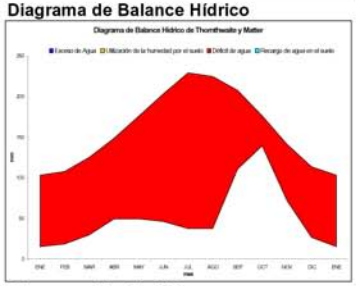
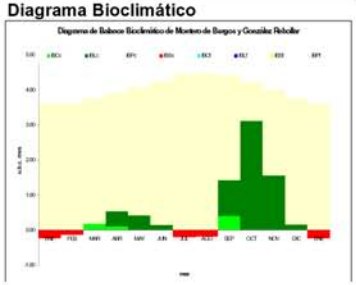
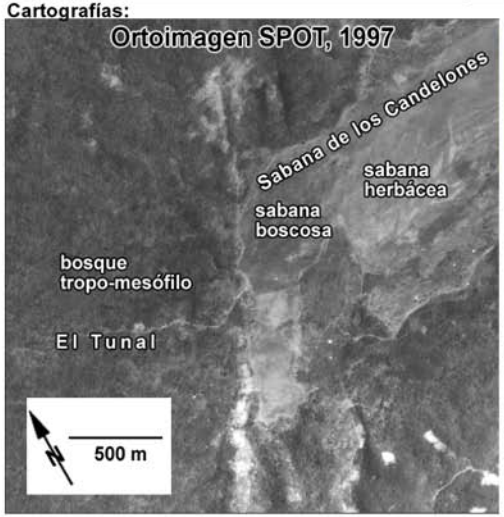


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

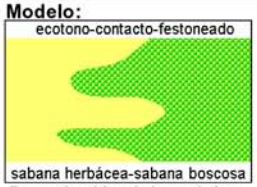
Cartografías:



Texto explicativo de la(s) cartografías:

Esta foto aérea en tonos de grises tiene un excelente contraste y permite distinguir perfectamente diferentes tonalidad de gris, con lo que ambas sabanas y el bosque tropo-mesófilo se pueden delimitar fácilmente. El conjunto presenta la Sabana de los Candelones y El Tunal. La Sabana de los Candelones es una depresión tipo polje, separada por un escarpe de línea de falla de la depresión de El Tunal. Esta falla separa al mismo tiempo dos formaciones litológicas diferenciadas que tienen un claro reflejo en el relieve: El Tunal se desarrolla sobre calizas litográficas casi con potencias reducidas de formaciones superficiales que cubran el sustrato, dominando el lapiaz en gran parte de su extensión; el polje de la Sabana de los Candelones se apoa sobre calizas margosa, cubiertas por potentes bancos de sedimentos.

Modelo:



Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Avance de la sabana herbácea sobre la sabana boscosa

Descripción del modelo:

La sabana boscosa de Prosopis juliflora aparece en los espacios que han sido abanadonados por el porpietario de esta explotación. El balance general es el avance de la sabana herbácea sobre la boscosa, aunque el propietario no cultiva anualmente este terreno; ocasionalmente abanadona algunos sectores de la plantación, como el W y la sabana boscosa rebrota rápidamente, en algunos 3-4 años.
Inicialmente se conforma como sabana arbolada, pero se mantiene durante muy poco tiempo como tal. La sabana herbácea es antrópica: durante época de siembra es un cultivo de sorgo, mientras que en reposo se convierte en una sabana herbácea de Panicum sp.

Datos de las fuentes:

Estación T-P

Período de adquisici	1961-2000
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología

Foto aérea

Breve descripción	Foto 5578, 52, 26, 6 de febrero de 1967, tonos de grises. Captura informática a alta resolución
Escala	1:30,000
Proveedor	Instituto Geográfico Universitario (IGU)

Foto oblicua terrestre

Autor	José Ramón Martínez Batlle
Fecha	15 de febrero de 2001

Interpretación:

La sabana herbácea de Panicum que cubre este polje es antrópica. El propietario siembra sorgo durante algunos meses del año y durante el resto se prospera muy rápidamente la sabana de Panicum. En sectores del terreno donde el propietario no cultiva con regularidad, como el sector occidental motivo de esta ficha, rebrota rápidamente la sabana boscosa. Esto explica la forma del límite, pues el propietario aprovecha sectores con drenaje favorable, mientras que la sabana boscosa se sitúa sobre los frentes de progradación de los abanicos aluviales que entran por el límite occidental de este polje, surgiendo muy rápidamente (3 a 4 años). El polje ha debido estar ocupado por un bosque meso-tropófilo similar al del Hoyo de Pelempito, antes de que el propietario del terreno lo convirtiera en un campo de sorgo-sabana herbácea de Panicum sp. Si esta sabana deja de cultivarse, en 5 años sería ocupada por una espesa sabana boscosa de Prosopis, que posteriormente sería sustituida, luego de algunos años más, por el bosque meso-tropófilo.

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el NW. Se observa en primer plano la sabana herbácea de Panicum sp. y un pie de Calotropis procera; al fondo, una banda de Prosopis juliflora y detrás la sabana boscosa de Prosopis. Finalmente, al fondo se observa el bosque tropófilo apoyado sobre el lapiaz de la caliza litográfica de la formación Neyba. La sabana herbácea de Panicum es estacional, toda vez que el propietario de este terreno lo aprovecha durante los meses de primavera para la siembra de sorgo. En todo caso, la sabana es el paisaje más común en este polje.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
La Soledad	19º07'12	70º06'56.9"	NE.LS.01	27-Ene-01	20-Feb-02	1:10000	ECO.00001

Suelos

Fluvisol

Formaciones contacto

1 Bosque ombrófilo
2 Sabana herbácea de Cyperus sp., Imperata sp. y Panicum sp.

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	1899
Temperatura media	26.3
Temperatura del mes más cálido	28
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	74
Número del mes más seco	3
Precipitación del mes más húmedo	280
Número del mes más húmedo	7

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	6
Cantidad de meses de excedente	5
Capacidad de campo	400
Déficit	11.01
Cantidad de meses de paralización vegetativa	0
Cantidad de meses de compensación	0
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	12

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Pimentel
Ecoprovincia: Gran Estero
Ecoserie: Llanura aluvial
Ecorregión: Ombrófilo
Ecotopo: Point bar
Ecodistrito: Zona de transferencia

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

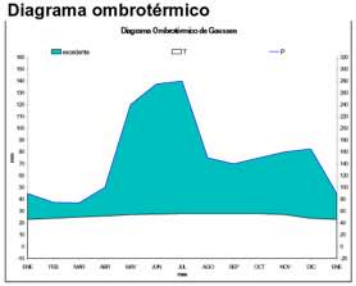


Diagrama de Balance Hídrico

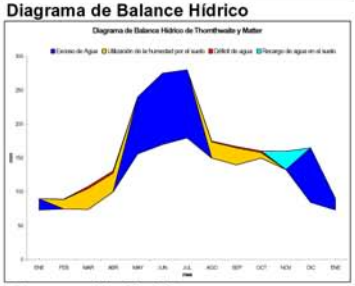
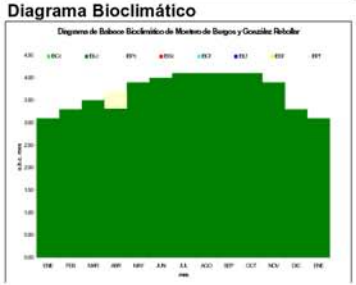


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

Cartografías:

Texto explicativo de la(s) cartografías:

Se dispone de dos fuentes con altas posiblidades de comparación: foto aérea de 1967 y ortofoto (o más bien, "fotomapa") de 1945. Ambas se enfocan en el meandro del río Yuna más cercano al poblado de La Soledad. Este meandro, con point bar en su margen convexa, es perfectamente visible en ambas fuentes: en la foto del 1967 se observa el cauce abandonado tras el acortamiento; en el fotomapa, se ha resaltado el cauce actual, mientras que el cauce abandonado se observa en tonos oscuros. En ambos casos una sabana herbácea ocupa el point bar, mientras que el bosque ombrófilo, de tonos oscuros, ocupa el resto de la llanura. Al E se observan las estribaciones más occidentales del karst de Los Haitises, ocupadas por bosque ombrófilo en 1945 y por sabana en 1967. Se observa que el radio de curvatura del meandro es muy pequeño, debido a que el karst impide la migración lateral del río en este punto.

Modelo:

Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento de la sabana herbácea y el bosque

Descripción del modelo:

Ambas formaciones son naturales en el momento de la toma de las fotos aéreas, toda vez que son las que el clima y los factores geomorfológicos, permiten desarrollar aquí. Por un lado, el bosque ombrófilo que se apoya sobre suelos limosos que impiden el drenaje; por otro, la sabana herbácea, sobre las formaciones superficiales arenosas del point bar. Además, donde está hoy la sabana herbácea no habría bosque, toda vez que los regímenes de inundación del Yuna impiden la aparición del bosque ombrófilo. No existen igapos o varzeas en Santo Domingo (las únicas formaciones hidrófilas son las maniguas y los bucanes), por lo que las márgenes de los ríos dominicanos son ocupadas por sabanas.

Datos de las fuentes:

Estación T-P	
Altura	27
Lat/Lon	19.182ºN;
Nombre de la estaci	Pimentel
Período de adquisici	1961-1991
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología
Foto aérea	
Breve descripción	Foto 4721, V21,23, 6 de febrero de 1968, tonos de grises. Captura informática a alta resolución
Escala	1:30,000
Proveedor	Instituto Geográfico Universitario (IGU)
Ortotofo ("photomap")	
Autor	Army Map Service (EEUU)
Escala	1:50,000
Fecha	1945
Proveedor	Instituto Geográfico Universitario (IGU)

Interpretación:

La cobertura natural de las márgenes de los grandes ríos dominicanos en su zona de transferencia es, en la mayoría de los casos, de sabanas en las convexas y de bosque o sabana boscosa en las cóncavas. Esto así porque las crecidas en estos ríos suelen ser provocadas por fenómenos atmosféricos intensos como huracanes y tormentas tropicales. La inundación impide el rebrote de especies arbóreos o en el mejor de los casos arranca los individuos que han logrado asentarse durante períodos estables. Esto explica que el contacto entre ambas formaciones sea ondulado, toda vez que se acomoda a las variaciones del trazado de los ríos. En el caso del Yuna, con unos cambios de trazado muy recientes, vinculados cambios del nivel de base local, reducción de la carga en suspensión y de fondo, y a la tala intensa durante los últimos 10 años, el contacto ondulado es cada vez más frágil, lo que además indica que las formaciones están en peligro por las mismas causas.

Foto:

Pie de foto:

Point bar ocupado por sabana herbácea, barra marginal de gravas y bosque ombrófilo en la margen cóncava del río Yuna, donde también se observa la salida del meandro acortado. El río lleva poca carga en suspensión en el momento de la foto, toda vez que ésta se decanta en el embalse de la Presa de Hatillo. La sabana herbácea presenta un estado de conservación bastante aceptable, no así el bosque ombrófilo que, en el momento en que se hizo la foto, estaba siendo intervenido en muchos puntos, especialmente en su contacto con los grandes y pequeños poblamientos.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Laguna Enmedio	18º26'08	71º41'32.6"	SW.LE.01	06-Feb-01	21-Feb-02	1:40000	ECO.00002

Suelos

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea (Leptochlopsis virgata)
2 Sabana arbustiva espinosa

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	747
Temperatura media	28.1
Temperatura del mes más cálido	29.8
Número del mes más cálido	7
Precipitación del mes más seco	16.4
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	135
Número del mes más húmedo	5

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	125
Déficit	1296.2
Cantidad de meses de paralización vegetativa	3
Cantidad de meses de compensación	4
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	5

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Laguna Enmedio
Ecoprovincia: Cuenca de Enriquillo
Ecoserie:
Ecorregión: Tropófilo
Ecotopo:
Ecodistrito: Lago Enriquillo-Laguna

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

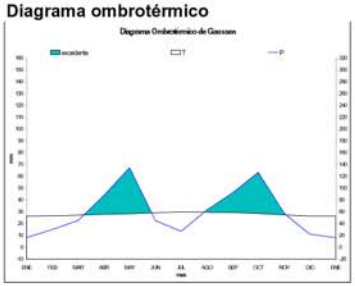


Diagrama de Balance Hídrico

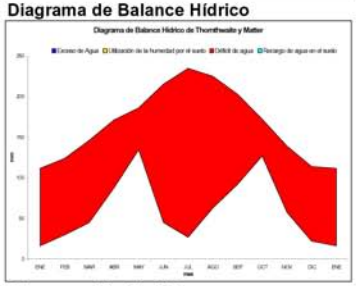
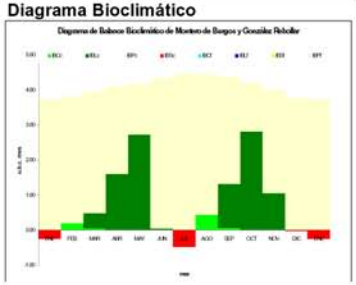


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

Cartografías:

Texto explicativo de la(s) cartografías:

Se dispone una imagen SPOT ortorectificada correspondiente a la hoja topográfica "Duverge" de la colección Mapa Topográfico Nacional. La resolución del píxel es 10x10m y los tonos de grises marcan muy constrastadamente tanto a ambas sabanas. La sabana herbácea tiene tonos grises claros, mientras que la sabana boscos es más oscuro. El arbolado disperso de Guaiacum que aparece en la foto no se refleja en esta imagen SPOT. El conjunto se sitúa al SW del Lago Enriquillo, en el sector denominado Laguna Enmedio, un humedal desecado hoy en día, pero que durante 1967 presenta una lámina de agua que abarcaba la superficie delimitada por la orla oscura (que son pies de Conocarpus). Esta laguna se había llenado por las lluvias del huracán categoría 3 cuya ruta tocó el SW dominicano (también en 1984 estaba llena, gracias al huracán David de 1979). Hoy está seca y ocupada por una sabana herbácea.

Modelo:

Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Avance de la sabana herbácea sobre la sabana arbustiva →

Descripción del modelo:

El contacto es ondulado por un condicionamiento morfológico, toda vez que la sabana arbustiva se sitúa en la ladera que vierte hacia el Lago Enriquillo (vertiente N). Esta vertiente se sitúa sobre un escarpe de línea de falla que corta el flanco S de un anticlinal; dicho escarpe ha mantenido un retranqueo hacia el S, siendo ocupado por la sabana arbustiva, y entendemos, que no muy intervenido antrópicamente. Sin embargo, la sabana herbácea creemos es antrópica, toda vez que lo que corresponde sobre este espacio, llano y con unas formaciones superficiales capaces de retener cierta reserva hídrica, es una sabana arbustiva o boscosa, por lo que se trata de un contacto dinámico.

Datos de las fuentes:

Estación T-P	
Período de adquisici	1961-2000
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología
Foto oblicua terrestre	
Autor	Rafael Cámara
Fecha	6 de febrero de 2001
Mapa de formaciones vegetales	
Autor	Rafael Cámara Artigas/José Ramón Martínez Batlle
Breve descripción	Obtenido a partir de clasificación supervisada de imagen LandSat TM5, de 1986
Escala	1:10,000
Ortoimagen SPOT	
Breve descripción	Canal Pancromático. Resolución espacial, 10mx10m. Ortorectificada mediante DTM tomado del MTN, escala 1:50,000

Interpretación:

La sabana herbácea que se sitúa fuera de la orla de Conocarpus de la Laguna Enmedio es, desde nuestro punto de vista, una formación secundaria, por lo que corresponde con un contacto dinámico que ha alcanzado, hacia el N, su máxima progresión, pues el ser humano no continúa reduciendo la superficie de sabana arbustiva más alla del escarpe de línea de falla al N de la Laguna. Pensamos que la serie no está representada como corresponde, pues las formaciones superficiales de la zona llana favorecería la aparición de una sabana arbustiva o boscosa. Directamente en la superficie Laguna sí corresponde una sabana herbácea, pues hay un condicionante hídrico importante que fluctúa mucho a lo largo del año y sólo pueden soportarlo las gramíneas heliófilas; además, existe un stress también por nutrientes, toda vez que el agua de la Laguna ha sido salada. Creemos que, si se permite la regeneración natural aparecerían las plantas pioneras, como Calotropis y otras, y a continuación daría paso a una sabana arbolada y luego boscosa.

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el N desde una derivación que conecta la antigua carretera Duvergé-Jimaní con la nueva. Se observa claramente una sabana herbácea de Leptochlopsis virgata con un arbolado muy disperso de Guaiacum officinalis. Al fondo se observa lo que queda de la charnela anticlinal que separa a la Laguna Enmedio del Lago Enriquillo. Dicha cima es la línea de contacto entre las sabanas en cuestión; por detrás se sitúa la sabana arbustiva espinosa. Es la más clara evidencia de que la forma ondulada del contacto es debida a condicionantes morfológicos.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Valle del Tetero	18º59'22	70º55'42.0"	CE.VT.01	01-Nov-96	21-Feb-02	1:50000	ECO.00003

Suelos

Humífero

Formaciones contacto

1 Bosque ombrófilo
2 Sabana herbácea de Cyperus sp., Imperata sp.

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	1419
Temperatura media	22.1
Temperatura del mes más cálido	24
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	81
Número del mes más seco	6
Precipitación del mes más húmedo	201
Número del mes más húmedo	5

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	4
Cantidad de meses de excedente	8
Capacidad de campo	125
Déficit	21.93
Cantidad de meses de paralización vegetativa	0
Cantidad de meses de compensación	0
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	12

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Valle del Tetero
Ecoprovincia: Cordillera Central
Ecoserie: Alveolo granítico
Ecorregión: Ombrófilo
Ecotopo:
Ecodistrito: Inselberg-abanico aluvi

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

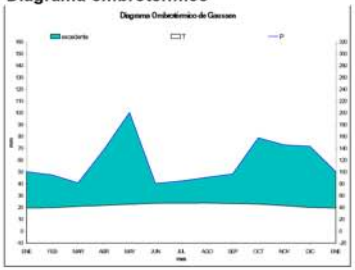
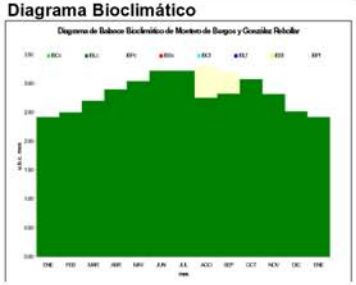


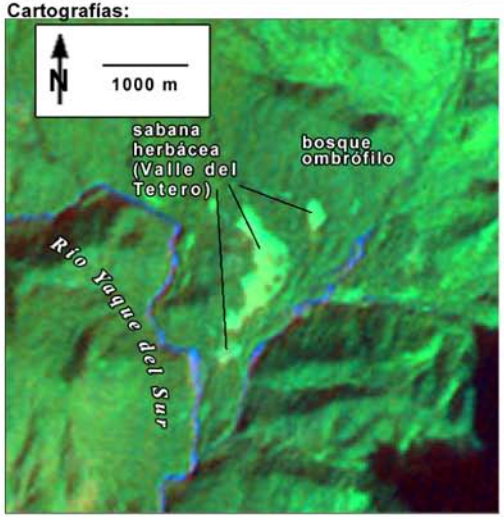
Diagrama de Balance Hídrico

Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

Cartografías:



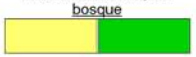
Texto explicativo de la(s) cartografías:

Se dispone de una composición en falso color utilizando las bandas infrarrojas denominadas 3/2/1 del sensor AVHR, satélite SPOT. El Valle del Tetero es un alveolo granítico enclvado en plena Cordillera Central dominicana. Está flanqueado por el río Yaque del S al W y el Arroyo Prieto al E. La altura media de la depresión es 1400 msnm. Está cubierto de sabana herbácea de Cyperus sp. bordeada por bosque ombrófilo con presencia de pinos. El régimen geoecodinámico es ombrófilo, por lo que el bosque y la sabana son una respuesta clara al clima. El Valle del Tetero es un conjunto de sabanas distribuidas por la depresión granítico; se les suele nombrar localmente por topónimos. La Subsecretaría de Estado de Áreas Protegidas y Biodiversidad tiene una caseta con personal permanente en la sabana más al S. Es la única presencia humana en muchos km a la redonda, ya que se trata del Parque Nacional José del Carmen Ramírez.

Modelo:

Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento de la sabana herbácea y el bosque



Descripción del modelo:

La ondulación del límite está vinculada a la morfología de la base del inselberg en su contacto con el alveolo y a la progradación de los abanicos aluviales; además, las formaciones de los abanicos aluviales, constituidas por gravas en la zona apical, y por limos con un consecuente desarrollo de suelos hidromorfos en superficie, condicionan a su vez la forma del contacto. El mantenimiento de este contacto tiene una vinculación directa con el régimen hídrico natural, toda vez que por debajo de las gravas hay suficiente flujo subsuperficial que, cuando los depósitos se hacen poco potentes, aflora ocasionalmente, favoreciendo la hidromorfía y la consecuentes sabanas de encharcamiento.

Datos de las fuentes:

Estación T-P

Altura	27
Lat/Lon	19.182ºN;
Nombre de la estaci	Pimentel

Foto oblicua terrestre

Autor	José Ramón Martínez Batlle
Fecha	01 de noviembre de 1996

Ortoimagen SPOT

Breve descripción	Composición en falso color 3/2/1 ortorectificada, 20 m de resolución espacial
Fecha	1997
Proveedor	Proyecto SYSMIN

Interpretación:

Tanto la forma del contacto como el equilibrio que existe entre ambas formaciones es natural. Tenemos constancia de la ocupación humana hasta el 1974, cuando fue creado el Parque Nacional José del Carmen Ramírez y desalojados los agricultores, pero éstos sólo ocupan las partes bajas de las montañas circundantes, y nunca las sabanas, dado el excesivo encharcamiento al que se verían sometidos sus cultivos. Como todas las sabanas herbáceas dominicanas, esta tiene un carácter intrazonal, pues se desarrolla aquí gracias a las condiciones particulares que ofrece la escorrentía y el flujo subsuperficial. De las sabanas de montaña, estas del Valle del Tetero son modélicas por dos razones: 1) son de las pocas condicionadas por factores naturales y 2) dominan las gramíneas Cyperus sp. e Imperata sp. y no la amacollada Danthonia domingensis. La presencia de esta gramínea amacollada en el Valle de Bao, Valle Nuevo y otras depresiones altas, tiene muy poca relación con una sabana típica, pareciéndose más a un páramo.

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el S. En primer plano se observa la sabana más grande del alveolo. Se trata de una sabana de aproximadamente 1 km de largo por 0.5 km de ancho. Los árboles que se observan a izquierda y derecha orlan la sabana. Sin embargo, hacia el N, es decir, detrás del observador, se desarrolla un extenso bosque ombrófilo muy bien conservado. El flujo, tanto superficial como subsuperficial, se desliza desde la derecha de la foto hacia la izquiera (de W a E). Al fondo se observa el denominado "Gajo de la Pelona" (derecha) y la Loma del Valle (izquierda)

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Sierra Prieta	18º39'03	69º58'42.5"	SE.SP.01	24-Nov-01	22-Feb-02	1:50000	ECO.00004

Suelos

Ferralítico

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea de Cyperus sp., Imperata sp. y Panicum sp.
2 Bosque mesófilo

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	1774
Temperatura media	26.9
Temperatura del mes más cálido	28
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	50
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	250
Número del mes más húmedo	8

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	6
Cantidad de meses de excedente	5
Capacidad de campo	75
Déficit	176.99
Cantidad de meses de paralización vegetativa	0
Cantidad de meses de compensación	0
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	12

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Sierra Prieta
Ecoprovincia: Llanura oriental del Ca
Ecoserie: Alveolo granítico
Ecorregión: Ombrófilo
Ecotopo: Contacto alveolo-insel
Ecodistrito: Relieve cristalino

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

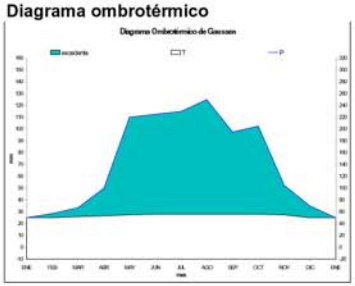


Diagrama de Balance Hídrico

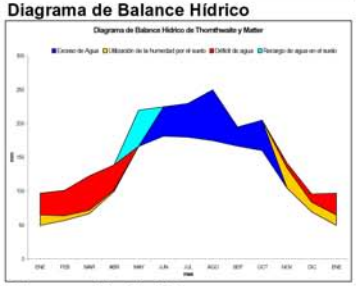
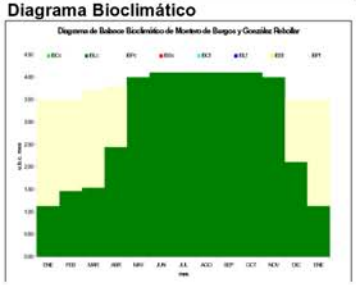
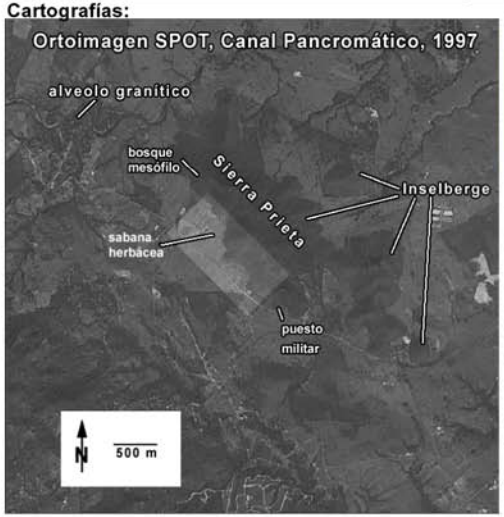


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

Cartografías:



Texto explicativo de la(s) cartografías:

El conjunto se sitúa al NW de la ciudad Villa Mella, la cual se sitúa a su vez al N de Santo Domingo. Es una zona altamente impactada por diversas actividades, entre las que se citan: agricultura intensiva, ganadería extensiva, extracción de materiales para la construcción, pruebas militares y hasta vertedero para desechos tóxicos industriales. Dada su cercanía a dos grandes ciudades, también recibe la visita de numerosas personas y al mismo tiempo, las carreteras que bordean la Sierra son de mucho tráfico. La denominada Sierra Prieta es un relieve residual tipo inselberg de rocas ultramáficas, desconectado de la superficie fini-cretácea (al NW) que orla el sector meridional de la Sierra de Yamasá. Por ello existen algunos inselberge más, aunque más pequeños que "Sierra Prieta". Destaca también un gran alveolo granítico entre el inselberg de Sierra Prieta y la superficie fini-cretácea.

Modelo:

Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Avance de la sabana herbácea sobre el bosque

Descripción del modelo:

La ondulación del límite es antrópica; el ser humano ha utilizado estos espacios desde al menos 300 años. La alta productividad de los suelos en las depresiones, así como la apertura de bosque para el desarrollo de actividades mineras, ha perfilado un contacto ondulado en desequlibrio, en el que la sabana herbácea gana espacio al bosque. Este último tiene una alta fragilidad, toda vez que se desarrolla dificultosamente sobre unas formaciones superficiales poco potentes (5-10 cm de espesor medio y 0 cm ocasionalmente), dando lugar a un bosque meso-tropófilo, cuando lo que corresponde climácicamente corresponde es un bosque meso-ombrófilo. Este bosque, así como las sabanas antrópicas que lo orlan merecen protección.

Datos de las fuentes:

Estación T-P	
Nombre de la estaci	Villa Mella
Período de adquisici	1961-1996
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología
Foto oblicua terrestre	
Autor	José Ramón Martínez Batlle
Fecha	24 de noviembre de 2001
Ortoimagen SPOT	
Breve descripción	Canal Pancromático. Resolución espacial, 10mx10m. Ortorectificada mediante DTM tomado del MTN, escala 1:50,000
Fecha	1997
Proveedor	Proyecto SYSMIN

Interpretación:

Antes del 500 yr BP, o quizás todavía más tempranamente, tanto el inselberg de Sierra Prieta como los alveolos que la orlan estaría cubiertos de bosque meso-tropófilo y sabana de palmas cerradas, respectivamente. Este supuesto lo advertimos a partir de la observación otros sectores donde ambas formaciones se desarrollan en perfecto estado de conservación. La sabana de palmas cerrada de Roystonea hispaniolana ha debido ocupar la superficie de los alveolos en grandes extensiones, mientras que existirían manchas de bosque meso-tropófilo dispersas como islas entre las sabanas de palmas. A partir de la colonización, el hato ganadero y el monocultivo de la caña de azúcar, así como la apertura de bosque para actividades mineras, la sabana de palma ha pasado a ser herbácea y esta actualmente avanza sobre el bosque meso-tropófilo que se encuentra refugiado en los inselberge, todavía poco explotado por los propietarios de la zona. Creemos que este sector merece especial atención, y disposiciones que garanticen su conservación.

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el NE. Se observa en primer plano la sabana herbácea de Cyperus sp. seguida de setos vivos de piñon cubano. Al fondo se observa el contacto ondulado con el bosque meso-tropófilo que cubre el inselberg de Sierra Prieta. Se observa claramente que esta sabana tiene fines de aprovechamiento ganadero, lo cual favorece muy a menudo el avance de la sabana herbácea sobre el bosque meso-tropófilo. El perfil del inselberg delata claramente un nivel de superficie post-fini-cretácea que pudimos constatar en otros relieves residuales de la zona.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Sabana Buey	18º15'16	70º29'06.2"	SC.SB.01	06-Feb-98	22-Feb-02	1:50000	ECO.00005

Suelos

Ferralítico

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea de Panicum sp.
2 Bosque tropo-mesófilo

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	926
Temperatura media	27.0
Temperatura del mes más cálido	28.6
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	22
Número del mes más seco	12
Precipitación del mes más húmedo	143
Número del mes más húmedo	10

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	200
Déficit	826.22
Cantidad de meses de paralización vegetativa	0
Cantidad de meses de compensación	0
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	12

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Sabana Buey
Ecoprovincia: Piedemonte meridional
Ecoserie: Llanura aluvial
Ecorregión: Tropófilo
Ecotopo: Paleo-cauce
Ecodistrito: Glacis-llanura aluvial

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

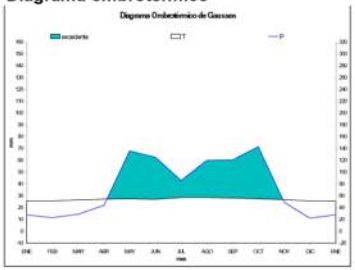
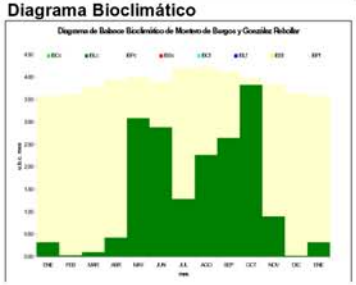


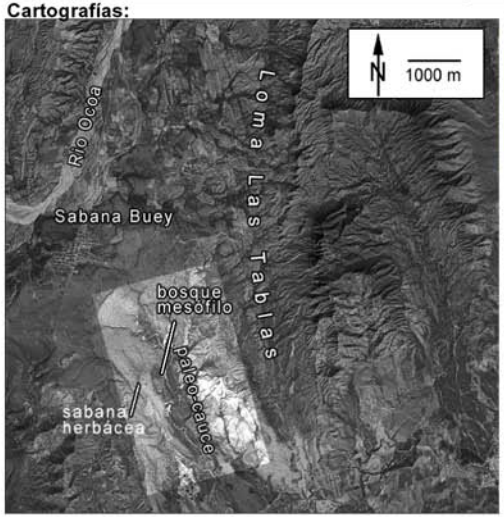
Diagrama de Balance Hídrico

Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

Cartografías:



Texto explicativo de la(s) cartografías:

Se dispone de una ortoimagen SPOT del canal pancromático, visualizada con la paleta de tonos de grisis. La sabana herbácea se identifica por los altos valores de radiancia (tonos claros), mientras que el bosque tropo-mesófilo tiene valores bajos (tonos oscuros). El conjunto se sitúa al S de la República Dominicana en la provincia Peravia, al N del sistema de dunas Las Calderas y al E del poblamiento de Sabana Buey. Al E del contacto en cuestión se encuentra la loma Las Tablas, un flysch fuertemente levantado. Al N de la sabana circula el río Ocoa, con trazado braided; es un sistema fluvial con una importante cantidad de carga de fondo, lo que se puede observar en los altos valores de radiancia del lecho, que queda durante una parte del año al descubierto. La sabana en cuestión se sitúa sobre la llanura aluvial de un paleo-cauce de este río.

Modelo:

Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Avance de la sabana herbácea sobre el bosque

Descripción del modelo:

La forma ondulada del contacto está condicionada tanto por factores geomorfológicos como antrópicos, aunque el primero condiciona primordialmente la forma del límite, mientras que el desequilibrio entre ambas formaciones es provocado por la intensa actividad antrópica, a saber, sobre-pastoreo de cabras y apertura de espacios para la agricultura. Estas actividades provocan también un empobrecimiento del suelo, lo cual termina favoreciendo a la sabana herbácea en perjuicio del bosque tropo-mesófilo; además se intensifica el fenómeno de la arroyada difusa que termina lavando una parte importante de las formaciones superficiales que cubrían la llanura aluvial.

Datos de las fuentes:

Estación T-P	
Nombre de la estaci	Baní
Período de adquisici	1961-1991
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología
Ortoimagen SPOT	
Breve descripción	Canal Pancromático. Resolución espacial, 10mx10m. Ortorectificada mediante DTM tomado del MTN, escala 1:50,000
Fecha	1997
Proveedor	Proyecto SYSMIN

Interpretación:

Previo a la aparición de esta sabana herbácea ha debido existir una sabana boscosa, toda vez que el suelo ferralítico sobre el que se apoya es favorable a la sabanización. Es probable que se tratase de una sabana boscosa de Prosopis con otras especies típicas del régimen tropófilo, como Catalpa, Guaiacum, Neoabottia entre otras. Cuando el ser humano ha comenzado a intervenir, a partir de la ocupación de la isla por parte de los arawacos (hacia el 2,000 yr BP), se inició el proceso de apertura del bosque tropófilo. El cultivo mediante la quema del bosque habrá acelerado este proceso, método que los arawacos practicaban. Actualmente la antropización continúa reduciendo la superficie de bosque, aunque la mancha próxima al paleo-cauce del río Ocoa ha sido poco intervenida, dado lo relativamente inaccesible de ese sector y el alto contenido en gravas de los depósitos, lo que desanima a los agricultores. Al ser tan alto el grado de intervención, esta sabana debe ser propuesta para su manejo, toda vez que la recuperación hacia sabana boscosa resulta bastante complicada y a largo plazo.

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el E. Se observa la sabana herbácea de Panicum sp., en primer pano. Detrás, un bosque tropo-mesófilo del paleo-cauce del río Ocoa. Detrás, nuevamente aparece la sabana herbácea de Panicum, sguida nuevamente las Loma Las Tablas. El color rojizo del suelo ferralítico se observa en algunos de los afloramientos en primer plano. La especie arbórea dominante en la foto es el Prosopis juliflora y el Guaiacum officinalis. Llama la atención la importante cantidad de gravas presente en el suelo, lo que delata un aumento de la arroyada difusa en este sector.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Bahía de las Aguilas	17º51'00	71º38'09.8"	SW.BA.01	01-Feb-01	19-Feb-02	1:50000	ECR.00001

Suelos

Lumaquela

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea (Leptochlopsis virgata)
2 Sabana boscosa xero-tropófila de Consolea, Pilosocereus y Haitiella

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	587
Temperatura media	27.6
Temperatura del mes más cálido	29.7
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	12.1
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	112
Número del mes más húmedo	10

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	50
Déficit	1351.3
Cantidad de meses de paralización vegetativa	6
Cantidad de meses de compensación	3
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	3

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Bahía de las Aguilas
Ecoprovincia: Procurrente de Jaragu
Ecoserie: Paleo-plataforma de a
Ecorregión: Tropófilo
Ecotopo: Depósito de lumaquela
Ecodistrito: Mitad occidental Procu

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

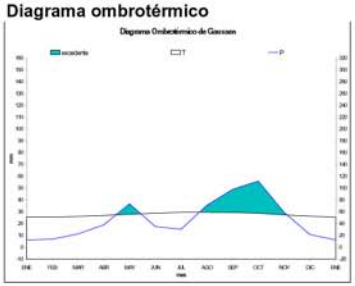


Diagrama de Balance Hídrico

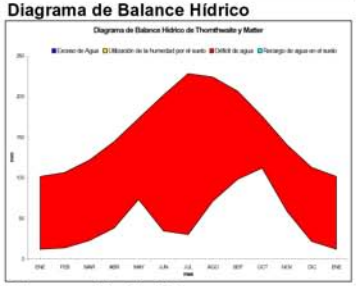
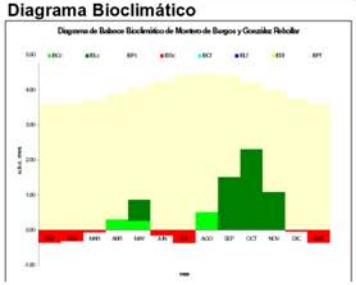
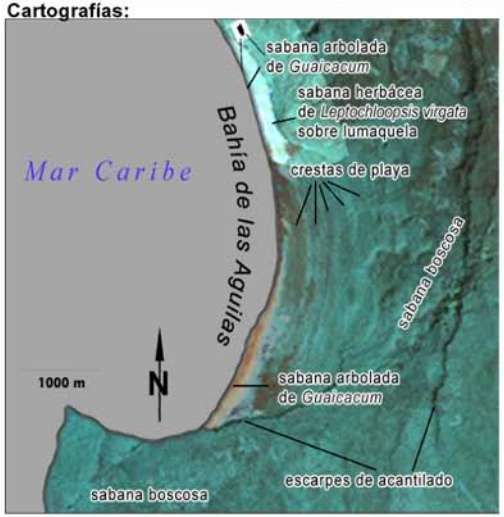


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

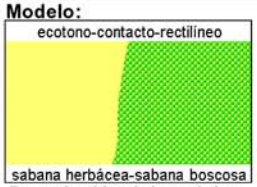
Cartografías:



Texto explicativo de la(s) cartografías:

Se trata de una composición utilizando las bandas 7 (canal azul), 5 (canal verde) y 4 (canal rojo) del sensor Tematic Mapper del satélite LandSat 5, las cuales corresponden espectralmente al infrarrojo cercano y medio, por lo que marcan muy la diferencia entre tierra firme y mar. La coloración verde acuosa corresponde a sabana herbácea; el marron claro corresponde a sabana arbolada; el verde oscuro (manchado de marrón) corresponde a la sabana boscosa xerotropófila; los colores oscuros corresponden a sectores resguardados de los rayos solares (baja radiancia en el infrarrojo); gracias a este contraste se distinguen los escarpes de acantilados y la dolina al N de la imagen. El contacto se sitúa en el sector N de la imagen (más brillante) y corresponde a un contacto rectilíneo entre la sabana herbácea (verde acuoso) y sabana boscosa (verde oscuro).

Modelo:



Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento de la sabana herbácea y la sabana boscosa

Descripción del modelo:

El contacto es rectilíneo, aunque se prolonga por escasos 3 km. La lumaquela condiciona este contacto y lo hace estable. La sabana boscosa se sitúa en el acantilado superior. El mantenimiento del contacto está condicionado tanto por la disposición de los elementos morfológicos (acantilado y paleo-plataforma), por la rígidez de la formación superficial (lumaquela), así como por la propia evolución que ha sufrido este sector desde el fini-subboreal hasta hoy. El contacto entre la sabana arbolada de Guaiacum y la herbácea, no visible en la cartografía pero si en la fotografía oblicua terrestre, está condicionado por la reserva hídrica subsuperficial que favorece la duna hidraulica de temporal.

Datos de las fuentes:

Estación T-P

Período de adquisici	1961-2000
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología

Foto oblicua terrestre

Autor	José Ramón Martínez Batlle
Fecha	Junio de 1996

Imagen de satélite

Breve descripción	Composición en falso color 7/5/4, con expansión de contraste. Resolución espacial 30mx30m
Fecha	Enero, 1986
Proveedor	Eugenio Marcano (Laboratorio de Geomática, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña)

Mapa de elementos morfológicos y formaciones superficial

Autor	Rafael Cámara Artigas
Fecha	1997

Interpretación:

Se trata de un sistema paleo-plataforma de abrasión y deposición de lumaquela, fuertemente cementada, que impide el desarrollo de arbolado, pues resulta difícil atravesarla. Sin embargo, en la duna hidraulica cerca a la playa, se observa una sabana arbolada, a veces boscosa, que explota la reserva hídrica que se acumula entre la lumaquela y esta duna, con arreglo al modelo que propone Walter en los Llanos del Orinoco. Esta paleoplataforma de abrasión, y especialmente la lumaquela, inicio su formación durante el Máximo Transgresivo Holoceno (5,000 yr BP, según Díaz del Olmo y Cámara), constituyéndose, durante la regresión post-MTH inicialmente en un lagoon con formación de lumaquela, habría quedado acordonado a principios del Subboreal, por la duna hidraulica de temporal donde se localiza hoy la sabana arbolada. En el sector al S de la sabana herbácea, donde las crestas de playa están muy unidas, los gaps son muy estrechos, lo que no favorece la deposición de una extensa lumaquela, impidiendo así la existencia de sabana herbácea.

Foto:

Pie de foto:

Bahía de las Aguilas, fotografiada desde la carretera que pasa por el poblado de La Cueva. Vista hacia el S. Sabana herbácea de Leptochloopsis virgata sobre lumaquela, a la izquierda de la pista; hacia la izquierda, en primer plano, se observa el conjunto de la paleo-plataforma de abrasión y las superficies de erosión (detrás, izquierda, terreno elevado y al fondo). La pista pasa sobre la sabana herbácea; hacia la derecha de la pista (en primer plano) se observa una sabana arbolada con Guaiacum officinale apoyada sobre una duna hidráulica de temporal.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Hoyo de Pelempito	18º06'01	71º26'50.5"	SW.HP.01	15-Feb-01	20-Feb-02	1:10000	ECR.00002

Suelos

Ferralítico

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea de Panicum sp.
2 Bosque mesófilo

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	634
Temperatura media	27.7
Temperatura del mes más cálido	29.7
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	15.3
Número del mes más seco	1
Precipitación del mes más húmedo	139
Número del mes más húmedo	10

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	12
Cantidad de meses de excedente	0
Capacidad de campo	75
Déficit	1323
Cantidad de meses de paralización vegetativa	4
Cantidad de meses de compensación	3
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	5

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Hoyo de Pelempito
Ecoprovincia: Sierra de Baoruco
Ecoserie: Mont-polje
Ecorregión: Meso-tropófilo
Ecotopo: Contacto fondo de polj
Ecodistrito: Sistema Polje-Relieve

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

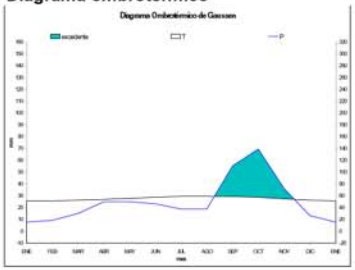


Diagrama de Balance Hídrico

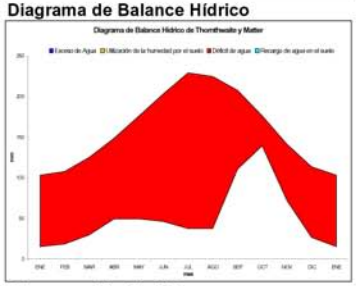
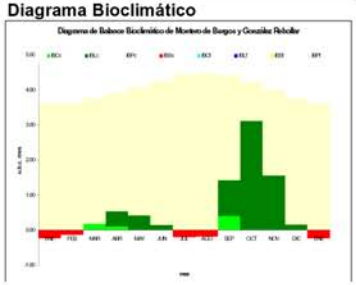
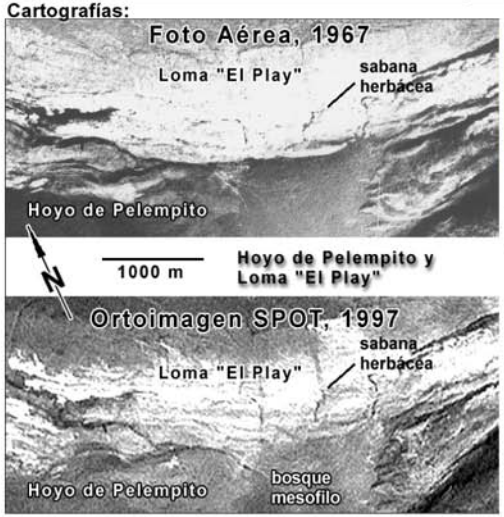


Diagrama Bioclimático



Info Geográfica:

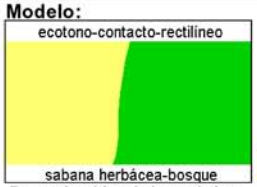
Cartografías:



Texto explicativo de la(s) cartografías:

El conjunto abarca la vertiente S de la loma "El Play" y el sector NE del Hoyo de Pelempito. Se han utilizado dos fuentes separadas temporalmente por 30 años. La más antigua es una foto aérea del año 1967, escala 1:30,000 en tonos grises, cuyo revelado es pobre, y una ortoimagen SPOT, canal pancromático, del año 1997. Aun cuando el revelado es pobre en la primera y la resolución espacial es 10 m en la segunda, la sabana herbácea de la loma "El Play" se diferencia de su entorno por sus altos valores de radiancia. El bosque mesófilo de Pelempito absorbe mucha radiación con lo que su tono es oscuro en ambas imágenes. Entre la parte más alta de la loma y el fondo del Hoyo hay unos 600 m de desnivel. No toda la vertiente de la loma está ocupada por sabana herbácea, toda vez que se observan algunas bandas muy finas de arbolado, aunque no llega a cerrarse suficientemente como para considerarle bosque.

Modelo:



Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Mantenimiento de la sabana herbácea y el bosque

Descripción del modelo:

La forma rectilínea del modelo está totalmente condicionada por el contraste topográfico entre la Loma "El Play" con valores de pendiente superiores a los 15º y los bajos valores de pendiente del Hoyo, con menos de 1º. Este constrate también condiciona la repartición de las formaciones superficiales, que en el Hoyo son arcillas rojas, mientras que en la loma son depósitos limo-arenosos, salvo en algunos rellanos donde logran acumularse arcillas. Esto provoca una repartición de sabana herbácea en la vertiente y bosque mesófilo y en el Hoyo. El mantenimiento del límite, así como la existencia de ambas formaciones, es natural, toda vez que se tiene constancia de lo inaccesible del lugar.

Datos de las fuentes:

Estación T-P	
Período de adquisici	1961-2000
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología
Foto aérea	
Breve descripción	Foto 5578, 52, 26, 6 de febrero de 1967, tonos de grises. Captura informática a alta resolución
Escala	1:30,000
Proveedor	Instituto Geográfico Universitario (IGU)
Foto oblicua terrestre	
Autor	José Ramón Martínez Batlle
Fecha	15 de febrero de 2001
Ortoimagen SPOT	
Breve descripción	Canal Pancromático. Resolución espacial, 10mx10m. Ortorectificada mediante DTM tomado del MTN, escala 1:50,000

Interpretación:

El contacto rectilíneo en este caso tiene un condicionante dominantemente morfológico. El contacto coincide plenamente con el enlace entre la base del mont (loma de "El Play") y el polje (Hoyo de Pelempito). Este enlace carece de aplanamientos parciales, tales como glacis, o depósitos de arroyada concentrada, como abanicos aluviales, dada la escasa precipitación y la alta infiltración. Dado que el mantenimiento del límite es totalmente natural, la intervención antrópica en esta zona es muy escasa, lo que supone uno de los pocos contactos rectilíneos mantenidos de forma natural entre el grupo que hemos analizado. La vertiente del mont tiene algunas bandas de arbolado debido a la aparición de morfologías tipo chevron que favorece la concentración del formaciones superficiales que a su vez resguardan reservas hídricas; en el polje, al tratarse de formaciones superficiales arcillosas, el fenómeno del encharcamiento es habitual durante episodios de tormentas y lluvias intensas.

Foto:

Pie de foto:

Vista hacia el N. Se observa la loma El Play, cubierta por sabana herbácea de Panicum sp. (color marrón claro). Al pie de la loma se observa la superficie de bosque mesófilo que cubre el Hoyo de Pelempito. En primer plano se observan algunas cactáceas y espinosas típicas de bosque tropófilo. La sabana herbácea se ve interrumpida por marchas de arbolado que no llegan a cerrarse lo suficiente como para considerarlas bosque, sino más bien sabana boscosa. La loma es un Mont; la red poco jerarquizada (marcada por líneas oscuras verticales) son Ruz.

Ficha de Ecotonos de Sabanas

Lugar:	Latitud	Longitud:	Sign. topográfica:	Fecha observación	Fecha realización	Escala de trabajo	Sign. de Ficha:
Estero Hondo	19º51'04	71º08'04.8"	NW.EH.01	03-Mar-99	22-Feb-02	1:10000	ECR.00003

Suelos

Formaciones contacto

1 Sabana herbácea
2 Bucán

Datos de estac. meteorológica

Precipitación total media	1200
Temperatura media	26.5
Temperatura del mes más cálido	28.5
Número del mes más cálido	8
Precipitación del mes más seco	26.1
Número del mes más seco	6
Precipitación del mes más húmedo	208
Número del mes más húmedo	11

Datos de las balances

Cantidad de meses de déficit	8
Cantidad de meses de excedente	3
Capacidad de campo	125
Déficit	618.91
Cantidad de meses de paralización vegetativa	3
Cantidad de meses de compensación	1
Cantidad de meses de intensidad bioclimática libre	8

Unidades ecológicas

Ecozona: Tropical. Caribe
Ecosección: Bahía de La Isabela
Ecoprovincia: Vertiente Septentrional
Ecoserie: Cordón litoral-bucán-m
Ecorregión: Mesófilo
Ecotopo: Bucán-manglar
Ecodistrito: Estribación Septentrio

Diagramas:

Diagrama ombrotérmico

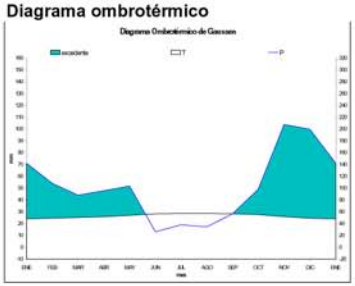


Diagrama de Balance Hídrico

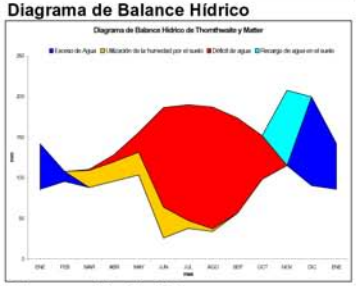
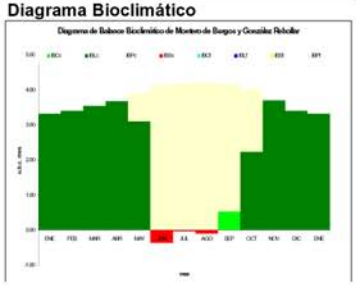


Diagrama Bioclimático



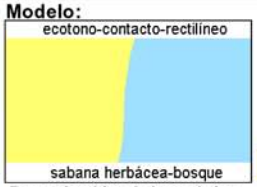
Info Geográfica:

Cartografías:

Texto explicativo de la(s) cartografías:

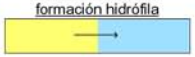
Se dispone una foto aérea vertical en color escala 1:24,000. Es una fuente de primera mano, pues se puede identificar a la sabana por su color natural en época húmeda: marrón verdoso, de matriz continua; el bosque meso-tropófilo tiene un color similar, pero su textura es diferente; el bucán se identifica por ser una superficie con altos valores de reflexión y desprovista de vegetación continua; el manglar tiene bajos valores de radiancia (más oscuro). El conjunto se sitúa en el NW del país; destacan poblamientos como Estero Hondo y La Isabela; hay también importantes playas turísticas, como Punta Rusia; en este sector en particular, se muestra el extremo oriental del Caño de Estero Hondo, en su contacto con Laguna Corto Pies. La playa está dominada por formaciones gresificadas, tales como beach rock, cuyas gravas han sido transportadas por el río Bajabonico.

Modelo:



Equilibrio o Desequilibrio del modelo

Avance de la sabana herbácea sobre la formación hidrófila



Descripción del modelo:

El contacto está condicionado por la intervención antrópica. Se trata de un sector del Caño de Estero Hondo donde la intervención antrópica ha sido muy intensa en los últimos años, especialmente porque la zona está sufriendo una potencial transformación hacia actividades turísticas. Por ello, la sabana gana cada vez más terrenos al bucán, que está siendo a su vez desecado y ocupado por infraestructuras que cada vez le acorralan más. Este avance de la sabana herbácea se ve favorecido por la influencia fluvial de los innumerables arroyos que bajan desde el Cerro de los Patos (un relieve en cuesta); los sectores ocupados por conos de deyección son rápidamente cubiertos de sabana herbácea.

Datos de las fuentes:

Estación T-P

Nombre de la estaci	Luperón
Período de adquisici	1961-1991
Proveedor	Oficina Nacional de Meteorología

Foto aérea

Autor	Proyecto Biodiversidad Costero-Marina (GEF)
Escala	1:24,000
Fecha	31 de enero de 1996
Proveedor	Centro de Investigación de Biología Marina (CIBIMA)

Foto oblicua terrestre

Autor	José Ramón Martínez Batlle
Fecha	3 de marzo de 1999

Interpretación:

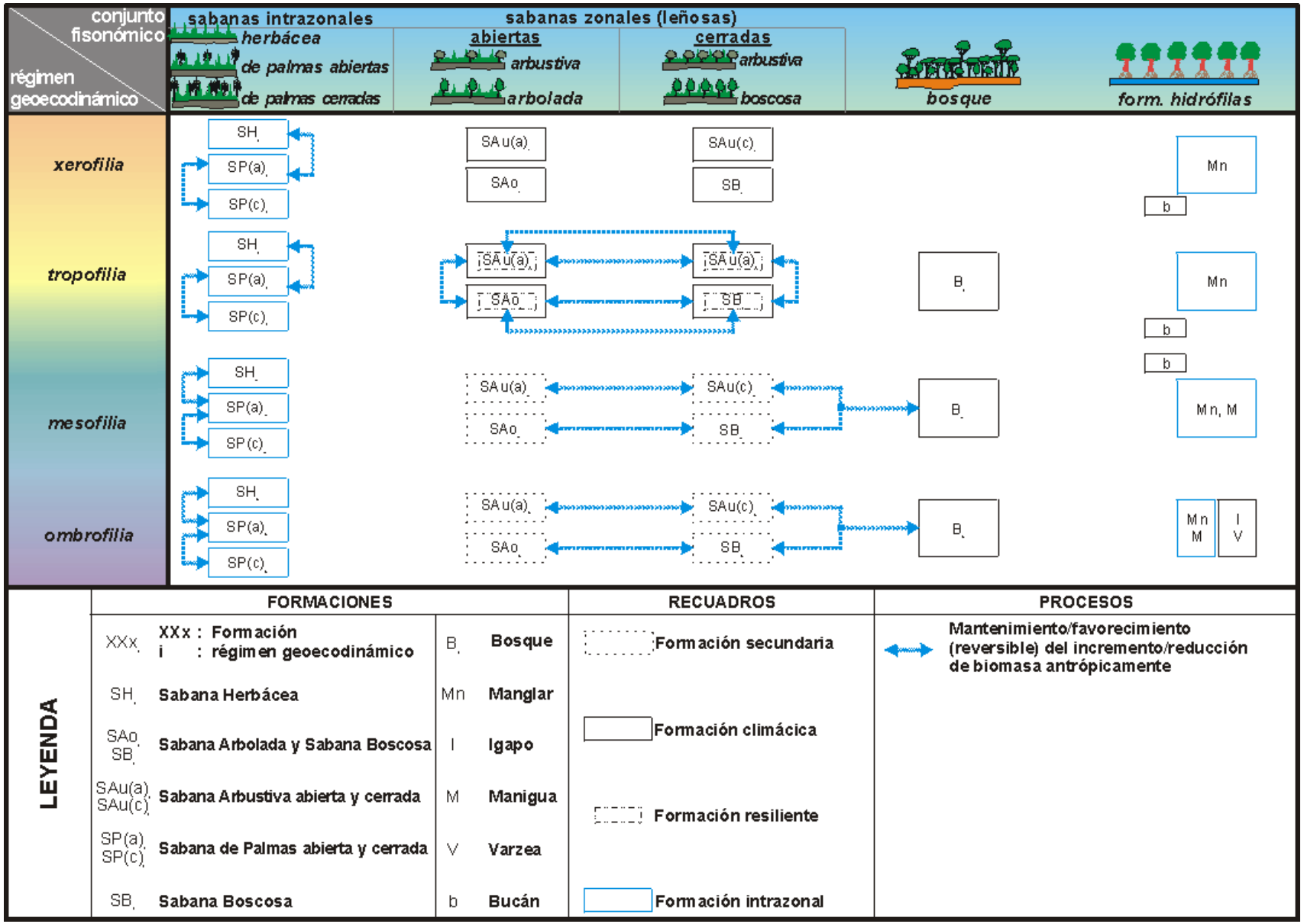
Esta sabana herbácea es muy reciente, toda vez que se tiene certeza de la intervención antrópica en la zona. Este dato lo hemos constatado en el campo mediante la observación de otros sectores del cordón litoral, donde lo que domina todavía es la manigua o el bucán; también hemos observado sectores que hasta hace poco eran bucanes y que empiezan a ser colonizados, toda vez que la deposición de conos de deyección aporta los depósitos necesarios para la solvatación y la acumulación de una reserva hídrica superficial, produciendo ocasionalmente encharcamiento estacional. Si se mantiene esta evolución la sabana herbácea será sustituida por una sabana arbolada la que será posteriormente reemplazada por una sabana boscosa o un bosque meso-tropófilo, como ya hemos comprobado en otros sectores. En vista de que el cordón litoral, que sobremonta un arrecife de barrera del Máximo Transgresivo Holoceno, con lo que el sistema en general inicia su formación a partir del fini-subboreal.

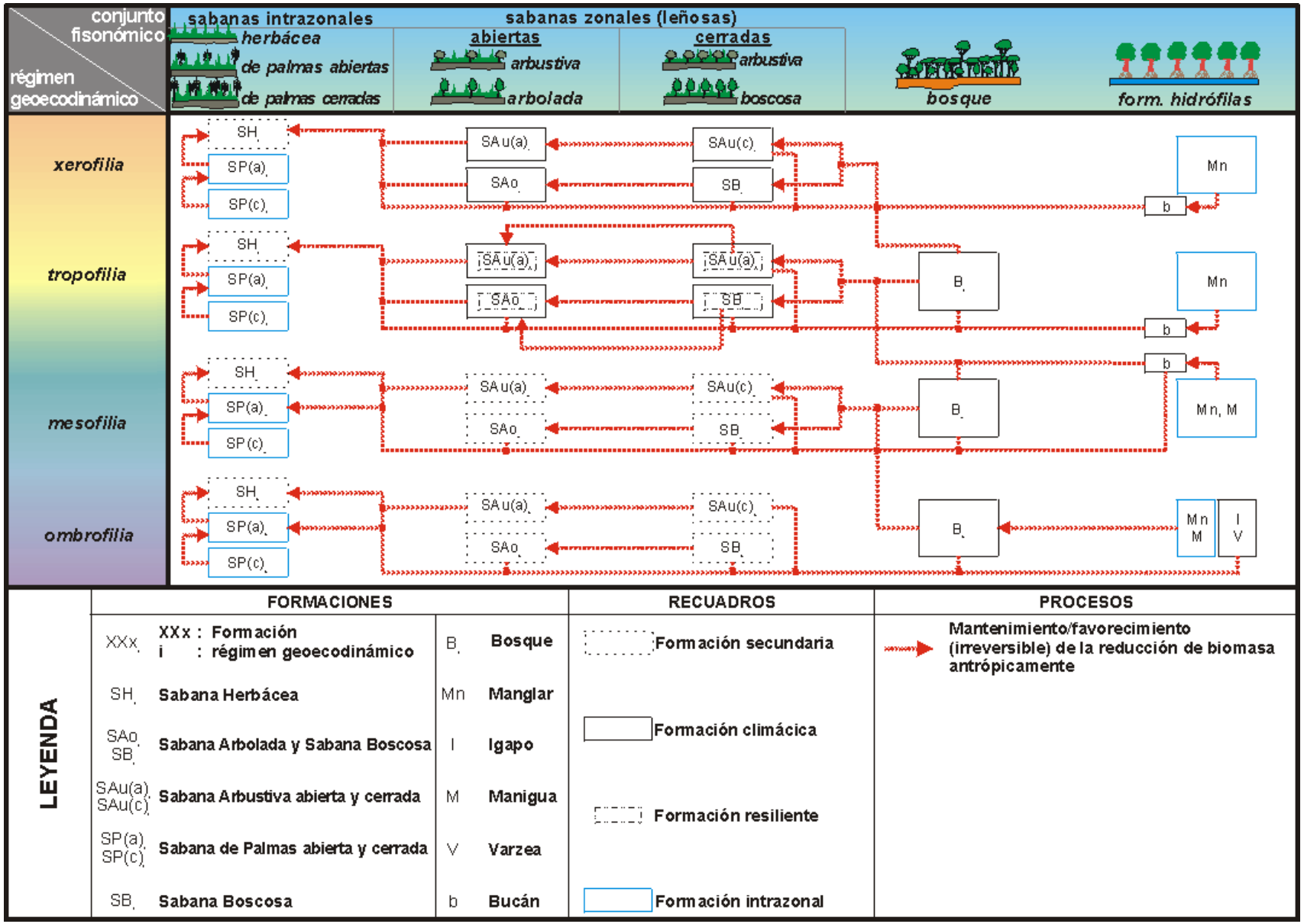
Foto:

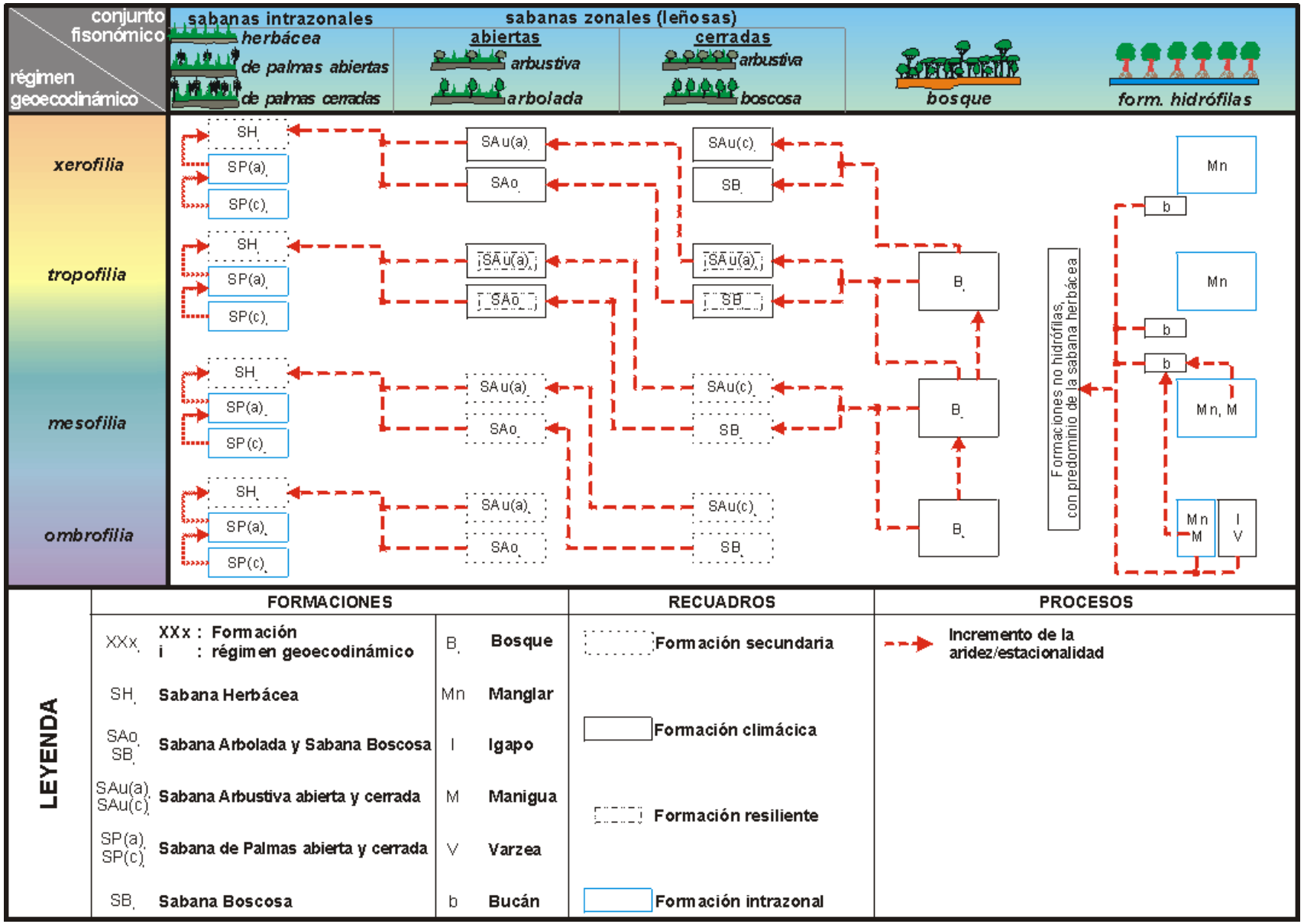
Pie de foto:

La vista es haca el SW. Se observa, en primer plano, algunos pies de mangle que delatan la presencia del bucán en este sector hasta no hace mucho tiempo. Inmediatamente detrás está el bucán, superficie desprovista de vegetación que se sitúa entre el manglar y el continente. Estos bucanes son rápidamente colonizados por la sabana herbácea una vez que la influencia mareal les abandona. Detrás del bucán se observa el manglar de Rizophora y al fondo, el relieve que se observa es el dorso de la cuesta denominada "Cerro de los Patos".

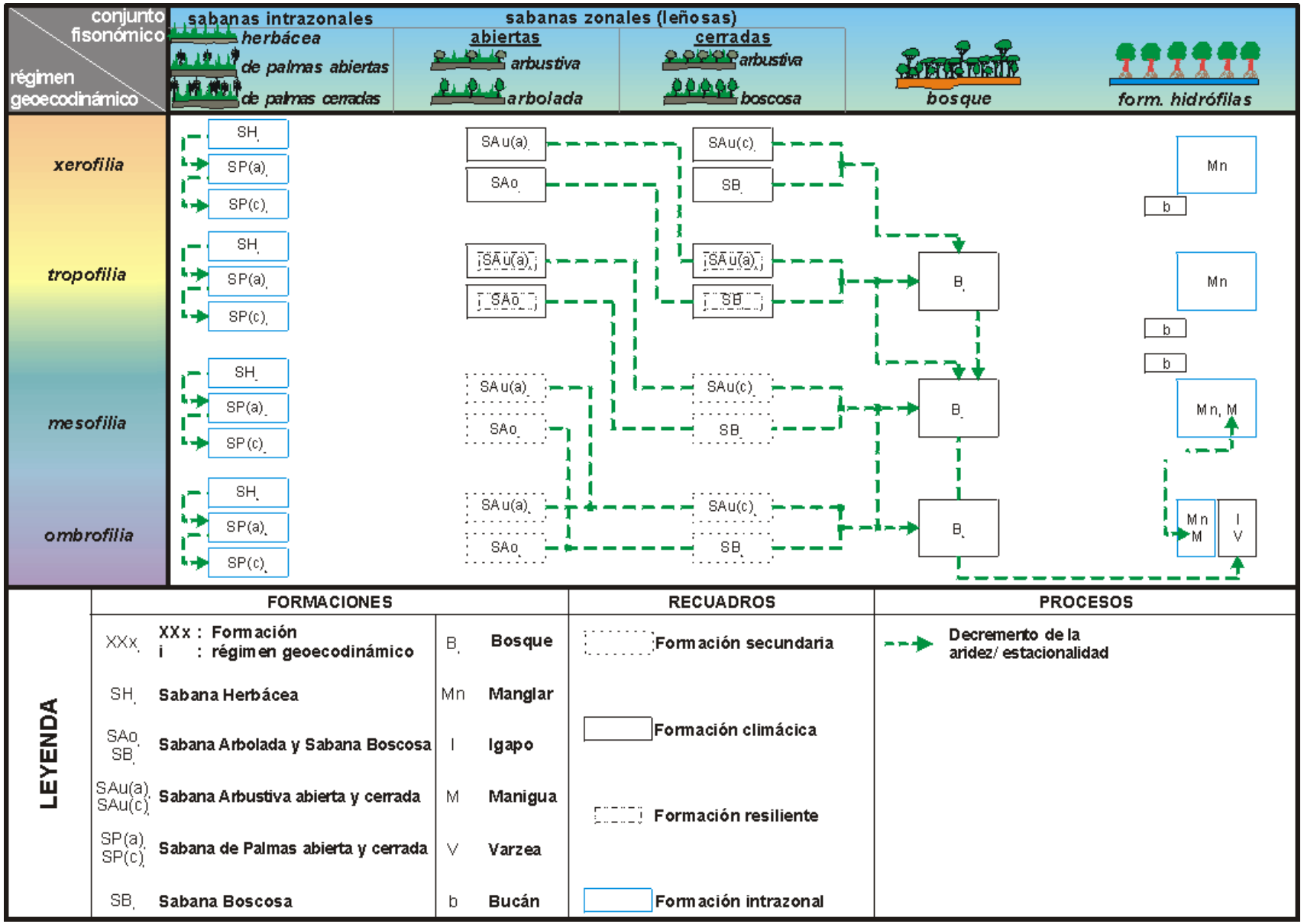
DIAGRAMAS EMPÍRICOS DE DINÁMICA DE FORMACIONES VEGETALES Y SUS ECOTONOS

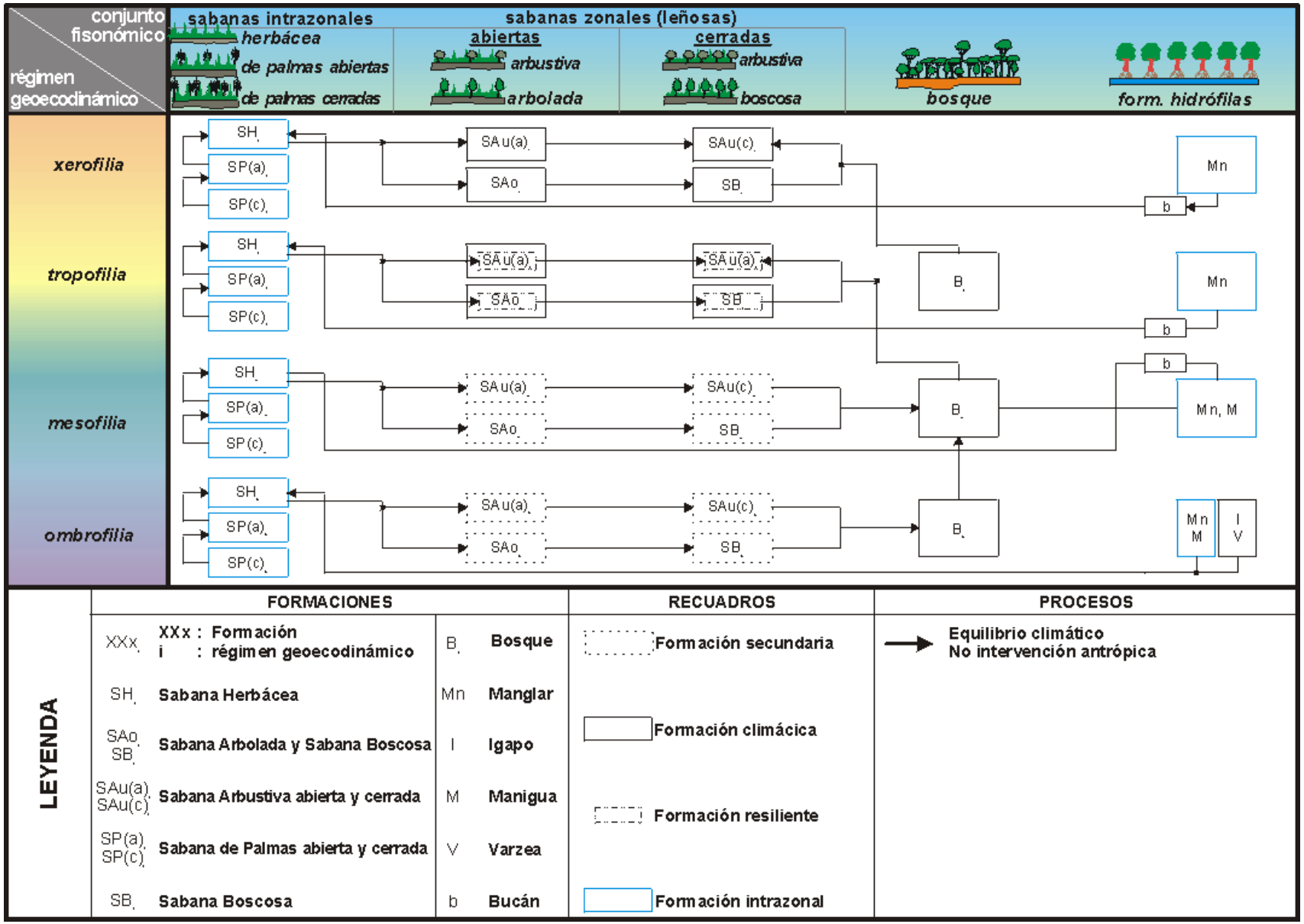

conjunto fisonómico
régimen geoecodinámico
sabanas intrazonales
herbácea
de palmas abiertas
de palmas cerradas
sabanas zonales (leñosas)
abiertas
arbustiva
arbolada
cerradas
arbustiva
boscosa
bosque
form. hidrófilas
xerofilia
tropofilia
mesofilia
ombrofilia
SH
SP(a)
SP(c)
SAu(a)
SAo
SAu(c)
SB
B
Mn
b
Mn, M
Mn M
I V
LEYENDA
FORMACIONES
XXx : Formación
i : régimen geoecodinámico
SH Sabana Herbácea
SAo SB Sabana Arbolada y Sabana Boscosa
SAu(a) SAu(c) Sabana Arbustiva abierta y cerrada
SP(a) SP(c) Sabana de Palmas abierta y cerrada
SB Sabana Boscosa
B Bosque
Mn Manglar
I Igapo
M Manigua
V Varzea
b Bucán
RECUADROS
Formación secundaria
Formación climácica
Formación resiliente
Formación intrazonal
PROCESOS
Mantenimiento/favorecimiento (reversible) del incremento/reducción de biomasa antrópicamente


conjunto fisonómico
régimen geoecodinámico
sabanas intrazonales
herbácea
de palmas abiertas
de palmas cerradas
sabanas zonales (leñosas)
abiertas
arbustiva
arbolada
cerradas
arbustiva
boscosa
bosque
form. hidrófilas
xerofilia
tropofilia
mesofilia
ombrofilia
SH
SP(a)
SP(c)
SAu(a)
SAo
SAu(c)
SB
B
Mn
b
Mn, M
M
I
V
LEYENDA
FORMACIONES
XXx : Formación
i : régimen geoecodinámico
SH Sabana Herbácea
SAo SB Sabana Arbolada y Sabana Boscosa
SAu(a) SAu(c) Sabana Arbustiva abierta y cerrada
SP(a) SP(c) Sabana de Palmas abierta y cerrada
SB Sabana Boscosa
B Bosque
Mn Manglar
I Igapo
M Manigua
V Varzea
b Bucán
RECUADROS
Formación secundaria
Formación climácica
Formación resiliente
Formación intrazonal
PROCESOS
Mantenimiento/favorecimiento (irreversible) de la reducción de biomasa antrópicamente



Director: Dr. Rafael Cámara Artigas
Doctorando: José Ramón Martínez Batlle


conjunto fisonómico
régimen geoecodinámico
sabanas intrazonales
herbácea
de palmas abiertas
de palmas cerradas
sabanas zonales (leñosas)
abiertas
arbustiva
arbolada
cerradas
arbustiva
boscosa
bosque
form. hidrófilas
xerofilia
tropofilia
mesofilia
ombrofilia
SH
SP(a)
SP(c)
SAu(a)
SAo
SAu(c)
SB
B
Mn
b
Mn, M
M
I
V
LEYENDA
FORMACIONES
XXx : Formación
i : régimen geoecodinámico
SH Sabana Herbácea
SAo SB Sabana Arbolada y Sabana Boscosa
SAu(a) SAu(c) Sabana Arbustiva abierta y cerrada
SP(a) SP(c) Sabana de Palmas abierta y cerrada
SB Sabana Boscosa
B Bosque
Mn Manglar
I Igapo
M Manigua
V Varzea
b Bucán
RECUADROS
Formación secundaria
Formación climácica
Formación resiliente
Formación intrazonal
PROCESOS
Decremento de la aridez/ estacionalidad



Director: Dr. Rafael Cámara Artigas
Doctorando: José Ramón Martínez Batlle

Bibliografía

Beard, J. S.: The savanna vegetation of northern *tropical* America, Ecological Monographs, 23, 1953

Belsky, A.J.: Tree/grass ratios in East African Savannas: a comparison of existing models, Journal of Biogeography, 17, 4/5

Birot, P.: Les formations végétales du Globe, SEDES, Paris, 1965

Bourlière, F.: *Tropical* savannas, Ecosystems of the World, Elsevier, Paris, 1983

Brockman-Jerosch, H; Rübel, E.: Die einteilung der pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen geischpunkten, Leipzig, 1912

Cámara Artigas, C.; Díaz del Olmo, F.: Manglares y modificaciones en líneas de costas *tropicales* (Bahía de Samaná, República Dominicana), Geogaceta, Num. 21, 1997

_____: Tannes, bucanes y maniguas: tránsito marino-continental en marismas intertropicales con manglares (República Dominicana), Cuaternario Ibérico, Librería Andaluza, Sevilla, 1997

Cámara, R.: Paisajes naturales *tropicales* y cambios ambientales en República Dominicana. Ecodinámica insular de *bosques*, *sabanas* y litorales. Tesis Doctoral de la Universidad de Sevilla (inédita), 1997

_____: Formaciones gresificadas costeras: indicadores de cambios geomorfológicos en la interfase marino-continental, Cuaternario del litoral y entorno continental del Mar de Alborán (comunicación de ponencia), ?

_____: Las *sabanas* tamaulipecas (México): Cambios ambientales por acción antrópica, en: Márquez F., D.; Navarro L., J.; García G., A.: Territorio y Cooperación, 2000.

_____: Environmental indicators of the Holocene Transgressive Maximun (HTM) in the Caribbean Area (Dominican Republic), Actas de la Reunión de la Comisión de Holoceno (INQUA), Librería Andaluza, Sevilla, 2000

Ciferri, R.: Studio Geobotanico dell'Isola Hispaniola (Antille). Instituto Botánico Giovanni Briosi y Laboratorio Crittogamico italiano. Volume VIII y serie IV, Pavia, 1936

Cole, M.: The Savannas: biogeography and geobotany, Academic Press, London, 1986

Cross, A.M.: Deforestation monitoring in Amazonia using weather satellite data, 1990, en, Proc. Workshop on the Nature and Dynamics of the Forest/Savanna Boundary, Glasgow, 1990 (sólo resumen).

Chuvieco Salinero, C.: Fundamentos de teledetección espacial. Rialp. Madrid, 1996

De la Fuente sj, S.: Geografía Dominicana, Editorial Colegial Quisqueyana e Instituto Americano del Libro, Santo Domingo, 1976

De las Casas, Bartolomé: Historia de las Indias, 1522. En: Rueda, M.: Oviedo-Las Casas, crónicas escogidas. Ediciones de la Fundación Corripio. Santo Domingo, 1988

De Martonne, E.: Tratado de geografía física. Juventud, Barcelona, 1964

De Pedraza Gilsanz, J. et al: Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones, Rueda, Madrid, 1996

Demangeot, J.: Les espaces naturels tropicaux, Collection Geographie, Masson, París, 1976;

_____: Los medios naturales del Globo, Masson, Barcelona, 1986

_____: Tropicalité: geographie physique intertropicale, Armand Collin, París, 1999

Díaz del Olmo, F.; Cámara Artigas, R.: Niveaux marins, chronologie isotopique U/TH et karstification en Republique Dominicaine, Karstologia, Num. 22(2), 1993

Ellemberg, H.; Mueller-Dombois, C.: Tentative physiognomic-ecological classification of plant formation on the Earth, Hochschule Stiftung Rübel, Zürich, 1967

Fernández de Oviedo, G.: Historia General y Natural de las Indias, 1535. En: Rueda, M.: Oviedo Las Casas, crónicas escogidas. Ediciones de la Fundación Corripio. Santo Domingo, 1988

Forman R., T.T.: Land mosaics, the ecology of landscapes and regions, Cambridge University Press, 1994

Frost, P.; Medina, E.; Menaut, J.C.; Solbrig, O.; Swift, M.; Walker, M.B.: Responses of savannas to stress and disturbance. A proposal for a colaborative Programme of Research. Biology International, Special Issue-10. IUBS, Paris, 1986

Furley, P.: Savanna formations: ecology and environment, Progress in Physical Geography, 18, 2, 1994

Goldstein, G.; Menaut, J-C.; Noble, I.: Exploratory research, en Walker, B-H.; Menaut, J-C. (ed): Research procedure and experimental design for savanna ecology and management, RSSD publication, Melbourne, 1988

Graham, R., Read, R.E.: Manual de fotografía aérea, Omega, Barcelona, 1990

GTZ: Cartografía geológica de República Dominicana, Escala 1:250,000, cuatro hojas, Santo Domingo, 1992

Holdrige, L.R.:Determination of World plant formations form simple climatic data, Sciences, 105, 1947

Holling, C. S.: Resilience and stability of ecological systems, Ann. Rev. of Ecol. and Syst. 4, pp. 2-23, 1973

Horn, S.; Orvis, K.; Kennedy, L.; Clark, M.: Prehistoric fires in the highlands of the Dominican Republic: evidence from charcoal in soils and sediments, Caribbean Journal of science, ?

Jeanjean H, C.M.; Fontes, J.; Puig, H.; Husson, A.; Achard, F.: Étude de l'interface forêt, typologie de la fragmentation du domaine forestier *tropical*, étude morphologique et catalogue, contrat no. 5396-93-07, ISPF, JRC, Ispra, Italia, pp.85-87, 1994

Johnson, R.W.; Tothill, J.C.: Definitions and broad geographic outline of savanna lands. Ecology and management of the world's savannas, Australian Academic of Sciences, Camberra, 1985

Köppen, W.; Geiger, R.: Handbuch der klimatologie, Berlin, 1930

Lauga, J.; J.,J.: Modelling effects of forest fragmentation on certain species of forest-breeding birds, Landscape Ecology, 6, pp. 183-193, 1992

Mann, P.; Taylor, F.W.; Burke, K.; Kulstad, R.: Subaerially exposed Holecen coral reef, Enriquillo Valley, Dominican Republic, Geological Society of America Bulletin, vol 95, pp. 1084-1092, 1984

MacArthur, R.H.: Geographical ecology: patterns in the distribution of species, Harper & Row Publishers, New York, 1972

MacArthur, R.H.; Wilson, E.O.: The theory of island biogeography, Princeton University Press, Princeton, 1967

McGarigal, K.; Marks, B.J.: FRAGSTATS, Spatial pattern analysis programa for quatifying landscape structure, Oregon State University, 1994

McIntyre, N.E.: Effects of forest patch siza on avian diversity, Landscape Ecology, 2, pp. 85-99, 1995

Montero de Burgos, J.L., González Rebollar, J.L.: Diagramas bioclimáticos. ICONA, Madrid, 1973

Montero de Burgos, J.L.; García Salmerón, J.: Atmósfera: el clima, en: Universidad Politécnica de Madrid; CEOTMA; INIA; ICONA: Tratado del medio natural, Tomo II, Madrid, 1981

Moscoso, R. M.: Las exploraciones botánicas en Santo Domingo. Revista EME. Estudios dominicanos III (13) 1974.

Müller, P.: Introducción a la Zoogeografía, Blume Ecología, Barcelona, 1979

Organización de los Estados Americanos: Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana, 3 tomos, Washington, 1967

Orvis, K.H.; Clark, M.; Horn, S.; Kennedy, L.: Geomorphic traces of quaternary climates in the Coridllera Central, Dominican Republic, Mountain Research and Development, vol. 17, pp. 323-331, 1997

Petit, M.: Geographie physique tropicale: approche aux études du milieu, Karthala y ACCT, Paris, 1990

Prentice, C.; Mann, P.; Taylor, F.W.; Burr, G.; Valastro, S.: Paleoseismicity of the North American-Caribbean plate boundary (Septentrional fault), Dominican Republic, Geology, vol. 21, pp. 49-52, 1993;

Programa de Cooperación Científico-Técnica con Iberoamérica de la Agencia Española de Cooperación Internacional; Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Sevilla; Subsecretaría de Áreas Protegidas y Biodiversidad de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA): Estudio Ecodinámico del Lago Enriquillo: Informe preliminar enero-octubre 2001, Inédito, 2001.

Puhe, J.: Ecología y sistemas naturales. Énfasis en Sudamérica, Centrode Estudios Rurales Interdisciplinarios y Universidad Nacional del Pilar, 1997

Riou, G.: L'herbe, l'arbre et l'homme en terres *tropicales*, Masson-Armand Collin, 1995

Rollet, B.: Organisation (des forets), en Écosystèmes forestiers tropicaux, -, 1979

Rübel, E.: Geographie del Pflanzen (Soziologie), Handwörterbuch Naturwiss, 1933

Rubio Recio, J.M. et al: Geografía Física, Cátedra, Madrid, 1992

Rzedowsky, J.: Vegetación de México, Editorial Limusa, México, 1986

Sarmiento, G.: The savannas of *Tropical* America, en *Tropical* savannas. (Bourlière ed.) Elsevier, Ecosystems of the World 13, Paris, 1983

Saunders, D.A.; Hobbs, R.J.; Margules, C.R.: Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review, Conservation Biology, 5, pp. 18-32, 1991

Schieck, J.; Lertzman, K.; Nyberg, B.; Page, R.: Effects of patch size on birds in old-

growth montane forests, Conservation Biology, 9, pp. 1072-1084, 1995

Schubert, C.; Medina, E.: Evidence of quaternary glaciation in the Dominican Republic: some implications for Caribbean Palaeo-climatology, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol 39, pp. 281-294, 1982

Secretariado Técnico de la Presidencia, Oficina Nacional de Estadísticas: VII Censo Nacional de Población y Vivienda, 1993, Santo Domingo, 1996.

Stott, P.: Recent trends in the ecology and management of the World's savannas formations, Progress in Physical Geography, 15, 1, 1991

Strahler, A.N.; Strahler, A.H.: Geografía física, 3ra Ed., Omega, Barcelona, 1997

Taylor, F.W.; Mann, P.; Valastro, S.; Burke, K.: Stratigraphy and radiocarbon chronology of a subaeriallly exposed holocen coral reef, Dominican Republic, Journal of Geology, vol. 93, pp. 311-332, 1985;

Thomas M.F. & Thorp M.B.: Landscape dynamics and surface deposits arising from Late Quaternary fluctuations in the forest-savanna boundary, en: Furley, P.A. (ed.): Nature and Dynamics of Forest Savanna Boundaries, Chapman & Hall, London, 1992

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R.: The water balance, Publications in Climatology, 8,1, New Jersey, 1955

Tolentino, L., Peña, M.: Inventario de la vegetación y uso de la tierra en la República Dominicana. Moscosoa, v.10, pp.179-203, 1998

Tricart, J.; Cailleux, A.: Le modelé des régions chaudes (forêts et savanes), en Traite de Géomorphologie, SEDES, V, 1969, 321 págs.

Turner, I.M.: Species loss in fragments of *tropical* rain forest: a review of the evidence, Journal of Applied Ecology, 33, pp. 200-209, 1996

Turner, M.G.; Gardner, R.H. (eds): Quantitative methods in landscape ecology, Spinger, New York, 1991

U.S. Bureau of the Census: International Data Base, Página Web, 2002.

Veloz Maggiolo, M.: Arqueología Prehistórica de Santo Domingo, Fundación de Crédito Educativo, República Dominicana (impresión: MacGraw-Hill Far Eastern Publishers, Singapur), 1972

Walker, B.H.: Determinants of *tropical* savannas, IUBS Monograph Series 3, 1987, 156 págs

Walter, H.: Zonas de vegetación y clima, Omega, Barcelona, 1977

Whittaker, R.H.: Communities and ecosystems, Macmilla, New York, 1975, 385 págs

Young, A.; Solbrig, O.T.: The World's Savannas. Economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use, Man and the Biosphere Series, UNESCO, New York, 1993

Zazo, C.; Goy, J. L.; Somoza, L.; Dabrio, C. J.; Belluomini, G.; Improta, S.; Lario, J.; Bardaji, T.; Silva, P. A.: Holocene sequence of sea-level fluctuations in relation to climatic trends in the Atlantic-Mediterranean linkage coast, Journal of Coastal Research, 10(4): 933-945, 1994