

**ESTUDIO CARTOGRÁFICO DE LOS CAMBIOS
DE LA VEGETACIÓN DE SABANA EN EL PARQUE
NACIONAL SANTA ROSA, GUANACASTE,
COSTA RICA, 1985 – 2009**

A CARTOGRAPHIC AND ECOLOGICAL STUDY OF THE
EVOLUTION OF SAVANNA VEGETATION IN SANTA ROSA
NATIONAL PARK, GUANACASTE, COSTA RICA, 1985 TO 2009.

*Gilbert Vargas Ulate**

RESUMEN

La sabana es un ecosistema dinámico que varía constantemente modificando su fisonomía, su composición y sus procesos ecológicos. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de la dinámica vegetal en la sabana arbustiva del Parque Nacional Santa Rosa en el periodo de 1985 al año 2009, por medio de un estudio cartográfico y ecológico. La sabana del Parque Nacional Santa Rosa presentó una dinámica progresiva de 1985 al año 2001, en donde la sabana evolucionó hacia formaciones arbustivas y bosques; sin embargo, en el año 2001 un incendio provocó el retroceso total de la dinámica, lo que permitió estudiar el impacto de los fuegos en la sabana. Del año 2001 al 2009, el área no ha sufrido incendios por lo que de nuevo se da la dinámica progresiva. El periodo de estudio de 24 años se representa por medio de una cartografía de la vegetación para los años 1985, 1995, 2000, 2001, 2004 y 2009 en que se representa la dinámica de la vegetación y la explicación ecológica de sus cambios.

Palabras claves: Cartografía de la vegetación, sabana, ecología, biogeografía, dinámica de la vegetación

* Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica, Correo Electrónico: gilberto.vargasulate@ucr.ac.cr.

Fecha de recepción: 10 de febrero del 2011.

Fecha de aceptación: 20 de junio del 2011.

ABSTRACT

Savanna is a dynamic ecosystem that is constantly modifying its appearance, composition and ecological process. The Santa Rosa National Park savanna presents a progressive dynamic from the period 1985 to 2001 during which the savanna evolved from bush formations into forests. In 2001, however, a fire provoked the total setback of the dynamics and prompted the study of the impact of fire on the savanna. From 2001 to 2009 the area has not suffered fires, which again has allowed the progressive dynamic to start anew. The 24-year study period is represented by a cartography of the vegetation for the years 1985, 1995, 2000, 2001, 2004 and 2009, representing the vegetation dynamics and the ecological explanation of its changes.

Key Words: Vegetation cartography, savanna, ecology, biogeography, vegetation dynamics

Introducción

La sabana es un ecosistema dinámico que varía constantemente modificando su fisonomía, su composición florística y sus procesos ecológicos. Este dinamismo se inició con disturbios o alteraciones que pudieron ser naturales o culturales. Entre los disturbios naturales se ubican los grandes periodos de sequía o la erosión provocada por fuertes vientos; sin embargo, dominan los disturbios culturales provocados por el ser humano, principalmente por medio de la acción del fuego. Ambos tipos de disturbios ocasionan un desorden en el ecosistema y para minimizar ese desorden se inicia un proceso de reconstrucción o sucesión vegetal.

Los fuegos anuales que recorren la sabanas de la zona tropical son por lo general de origen antrópico, incluidas las sabanas del Parque Nacional Santa Rosa y su objetivo principal es provocar el rebrote de la hierba en plena estación seca, tema que fue estudiado por Trochain (1940) y Koechlin (1961) para el África tropical; Tamayo (1962, 1964 y 1974), Sarmiento y Monasterio (1975) y Medina (1980) para los Llanos venezolanos; Eiten (1972), Cole (1960) y Koechlin (1980) para el Cerrado y la Caatinga brasileña; Johannessen (1963) para la Mosquitia hondureño – nicaragüense y Vargas (1988) para Olanchito en el valle del río Aguán en Honduras. Más recientemente, Cochrane (2002) lo hace para las formaciones herbáceas de México y Brasil; Abbadie, Gignoux, Le Roux y Lapage (2006) en la Estación biológica de Lamto en Costa de Marfil y Kellman y Tackaberry (1997) para el caso de las sabanas australianas y africanas. San José y Medina (1975), Packard y Mutel (1997), Cochrane (2002) y Menaut, Abbadie, Lavenu, Loudajan y Podaire (2001) estudian el impacto del fuego

y la reconstrucción de la vegetación de sabana en el mundo tropical.

Por el contrario, si la sabana se protege del fuego y se elimina la actividad ganadera como práctica agropecuaria, y si las condiciones ecológicas y ambientales lo permiten la sabana puede evolucionar positivamente hacia formaciones arbustivas de matorral o bien puede llegar a formaciones forestales de bosques secos, como ha estudiado Wali (1997) para el medio intertropical, Gignoux, Menaut y Noble (1996) y Gauthier (1990) para África; Walker y Noy-Meir (1982) y Vargas (2005) en América tropical.

En América Tropical, específicamente en la Estación Biológica de Los Llanos en Venezuela, se ha estudiado la evolución progresiva de la sabana que provoca cambios positivos en la composición florística, donde se presentan especies típicas del bosque seco, en la densidad de la vegetación, en la cantidad de materia orgánica de los suelos y por lo tanto, en el grado de fertilidad. Entre los estudios destacan los de Blyndestein (1962), San José y Fariñas (1971 y 1982) y el de Sarmiento y Monasterio (1975). Un estudio similar se hizo para la sabana arbustiva del Parque Nacional Santa Rosa en Costa Rica. (Vargas, 1987).

El objetivo de este trabajo es presentar una cartografía fitogeográfica de la dinámica de la vegetación entre 1985 y el año 2009, así como caracterizar las diversas etapas de desarrollo de la vegetación.

El área de estudio

El área de estudio se localiza a 2.7 km de las instalaciones administrativas del parque, sobre el camino a playa Naranjo. Su superficie es de 2.3 km² (figura 1).

El sitio se ubica en tres niveles de la meseta de Santa Rosa, con



Figura 1. Localización del área de estudio. Fuente: Elaboración propia

altitudes entre los 100 y 125 metros de altitud, compuesta por depósitos de ignimbritas que son el resultado de una secuencia superpuesta de flujos ignimbríticos de diversas edades y procedentes de diversos focos de emisión, ubicados en la base de la Cordillera Volcánica de Guanacaste. (Chiesa, 1991). Geomorfológicamente presenta una topografía de microdepresiones y lomas, cuyo origen es la erosión diferencial de los depósitos de la ignimbrita. En las lomas, los suelos son entisoles, poco evolucionados y poco profundos, muy líticos; mientras que en las microdepresiones se desarrollan suelos vertisoles, muy arcillosos, profundos y ricos en materia orgánica, los cuales son pesados y pegajosos en la estación lluviosa y se agrietan y se vuelven duros en estación seca (Vargas, 1988).

El clima es húmedo, estacional con altos promedios de lluvia anual (1300 a 1500 mm), pero muy mal distribuidos durante el año. El régimen de lluvias presenta una larga estación seca de 139 días de duración, con dos periodos de transición, uno hacia la estación lluviosa y otro hacia la estación seca (cuadro 1). El período de lluvias se inicia a partir de la segunda quincena de mayo hasta la última semana de octubre, sin embargo este periodo no es continuo, sino que el veranillo de San Juan o canícula en el mes de julio origina dos máximas de lluvias; la primera en mayo y junio y la segunda en agosto, setiembre y octubre (Vargas, 1988).

Cuadro 1

Régimen de lluvias según datos de la estación meteorológica Santa Rosa

Periodo	Duración del periodo	Total de días	Lluvia total en mm	Total de días con lluvia
Seco	Del 7 de Diciembre al 25 de abril	139	21.5	9
Transicional a lluvioso	Del 26 de abril al 17 de mayo	23	46.1	5
Primer periodo lluvioso	Del 18 de mayo al 27 de junio	41	420.6	26
Canícula o veranillo de San Juan	Del 28 de junio al 12 de agosto	45	131.6	19
Segundo periodo lluvioso	Del 13 de agosto al 27 de octubre	46	585.9	53
Transicional a seco	Del 28 de octubre al 6 de diciembre	41	68.7	17

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional. Datos de lluvia de la Estación Santa Rosa (1986 – 2008).

En el momento de la creación del Parque Nacional Santa Rosa, el 20 de marzo de 1971, dominaba en la mayor parte de las tierras aledañas al monumento histórico Casona Santa Rosa una vegetación de sabana arbustiva, sobresaliendo la cobertura densa de la gramínea *Hypparrhenia rufa* (jaragua) (foto 1 y 2) y manchas de bosque seco en las lomas aisladas. A partir de 1971, se estableció una política de protección de fuegos y eliminación de la actividad ganadera, con lo que se inició el proceso de sucesión vegetal (Vargas, 1987).



Foto 1. Cobertura de sabana herbácea en la antigua Hacienda Santa Rosa en 1943. Cortesía del profesor Carlos Meléndez Chaverri.



Foto 2: Cobertura herbácea y corrales en el cerro La Piñuelita en 1943. Cortesía del profesor Carlos Meléndez Chaverri.

Vargas (1981) considera que la existencia de la sabana en Guanacaste fue originada por la acción conjunta de la actividad humana y los factores naturales que definen el medio. La acción humana, sea esta indígena o de los grandes hacendados, por medio de la deforestación, el establecimiento de pastos y el fuego, redujo la superficie boscosa y favoreció la selección de especies que resisten la pasada anual de los fuegos. La acción humana no puede ser considerada como el único factor que da origen a la sabana, ésta se une a otros factores ecológicos como las condiciones edafológicas y climatológicas que intervienen para determinar su existencia y su extensión.

En lo que concierne a los factores edáficos, la región presenta suelos poco profundos, líticos, arenosos y ácidos desarrollados sobre la meseta de ignimbritas entre Bagaces y Santa Rosa, así como suelos vertisoles, arcillosos y mal drenados que se ven inundados durante la estación lluviosa y se vuelven áridos, duros y con grandes grietas en la estación seca (Vargas, 1988). Los factores climáticos que participan son numerosos y variados,

entre ellos se puede citar la desigual repartición de lluvias en el año, que genera una larga estación seca, la duración y el grado de aridez de la estación seca, la fuerte insolación y los vientos secos que aceleran la erosión y favorecen los fuegos.

El bosque seco desapareció en Guanacaste aceleradamente desde el siglo XVII, por la formación de las haciendas ganaderas (De Perigny, 1906; Salas, 1971; Matarrita, 1980 y Sequeira, 1985). La hacienda ganadera favoreció la instalación de grandes extensiones de pastos, mientras que los fuegos anuales y la actividad ganadera perjudicaban la reinstalación del bosque y beneficiaban el dominio de una flora seca y resistente al fuego que provenía de la meseta de ignimbritas, de esta manera, se estableció y extendió la formación de sabana (Vargas, 1981).

Metodología

La investigación comprende el periodo de 1985 al año 2009, aunque en el 2001 se realizó un corte para analizar el comportamiento de la dinámica de la vegetación antes, durante y después del incendio de abril de ese año. Todos los años, desde 1985, se recogió información hasta la última semana de mayo.

El área de estudio abarca una superficie de 2.3 km², la cual se trabajó a escala 1:2000. Esta escala fue necesaria para trabajar el detalle. Para lograr la base del mapa, se realizó en 1985 un levantamiento topográfico de poligonales cerradas y radiales de doble lectura, con curvas de nivel a cada metro y auxiliares a 0.50 centímetros por medio de un teodolito. A partir de 1996, la base a escala 1:2000 se georeferenció y se construyó una base de datos con salida a Map Info que permitió una cartografía digital.

Se definieron 25 parcelas de 10 x 10 metros, localizadas siempre en el mismo sitio, donde se realizaron estudios de cobertura de la vegetación herbácea, arbustiva y arbórea, además se reconocieron y ubicaron las especies. Se toma como vegetación herbácea a aquellas plantas anuales, leñosas o no que desaparecen durante la estación seca o plantas vivaces que se reproducen a partir de tallos subterráneos; la vegetación arbustiva se definió como aquellas plantas leñosas, con ramificación desde la base y con alturas entre 1 y 5, metros y la arbórea como las plantas leñosas, ramificadas en alturas superiores a los 6 metros.

La ubicación espacial de cada uno de los tipos de vegetación, durante los años de 1985 y 1996, se hizo por medio de un teodolito que tuvo como punto de base el BM ubicado en la casona de Santa Rosa. Para los años 2000, 2001, 2004 y 2009, la labor de actualización de los límites de cada uno de los tipos de vegetación identificados se facilitó mediante el uso de GPS. Se realizó un levantamiento de puntos de control en los bordes y linderos que luego fueron trasladados a la base 1:2000, lo que permitió tener la base actualizada.

El periodo de recolección de datos comprendió 24 años, pero se escogieron para el análisis los años de 1985, 1995, 2000, 2001, 2004 y 2009. De 1985 al año 2000 no se produjeron fuegos en el área de estudio, por lo que se pudo analizar una sucesión vegetal progresiva.

Vargas (1988) elaboró un mapa con curvas de nivel cada metro y con curvas auxiliares cada 0.50 m, que permitió distinguir y definir dos tipos de relieve: lomas y microdepresiones, las cuales son casi imperceptibles en el terreno.

En el 2001 se produjo un incendio en toda el área de estudio que fue provocado por cazadores, este incendio se produjo justo una semana antes del incendio del Monumento histórico Casona Santa Rosa. El incendio eliminó prácticamente toda la vegetación arbustiva y arbórea que se había recuperado formando matorrales y bosques secundarios, por lo tanto, se produjo una regresión en la dinámica de la vegetación, sin embargo, a partir del 2001 la vegetación inició de nuevo su proceso de recuperación hacia formas arbustivas y arbóreas.

Para el reconocimiento de las especies se contó con la colaboración del herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica.

Resultados y discusión

Cartografía de la vegetación en 1985

En el año de 1985, la sabana dominaba en toda el área de estudio, lo que se comprueba en el 80.23% de cobertura de la sabana herbácea y el 10.72% de la sabana arbustiva. La especie que dominaba el componente herbáceo era la *Hiparrhenia rufa* (jaragua), mientras que la vegetación arbustiva de 2 a 5 metros de altura estaba compuesta, en especial, por tres

especies: el *Byrsonima crassifolia* (nance), el *Curatella americana* (rasp-aguacal) y el *Crescentia alata* (jícara). Estas especies arbustivas presentaban dos grados de cobertura, un 20% en la sabana herbácea y 45% en la sabana arbustiva (figura 2).

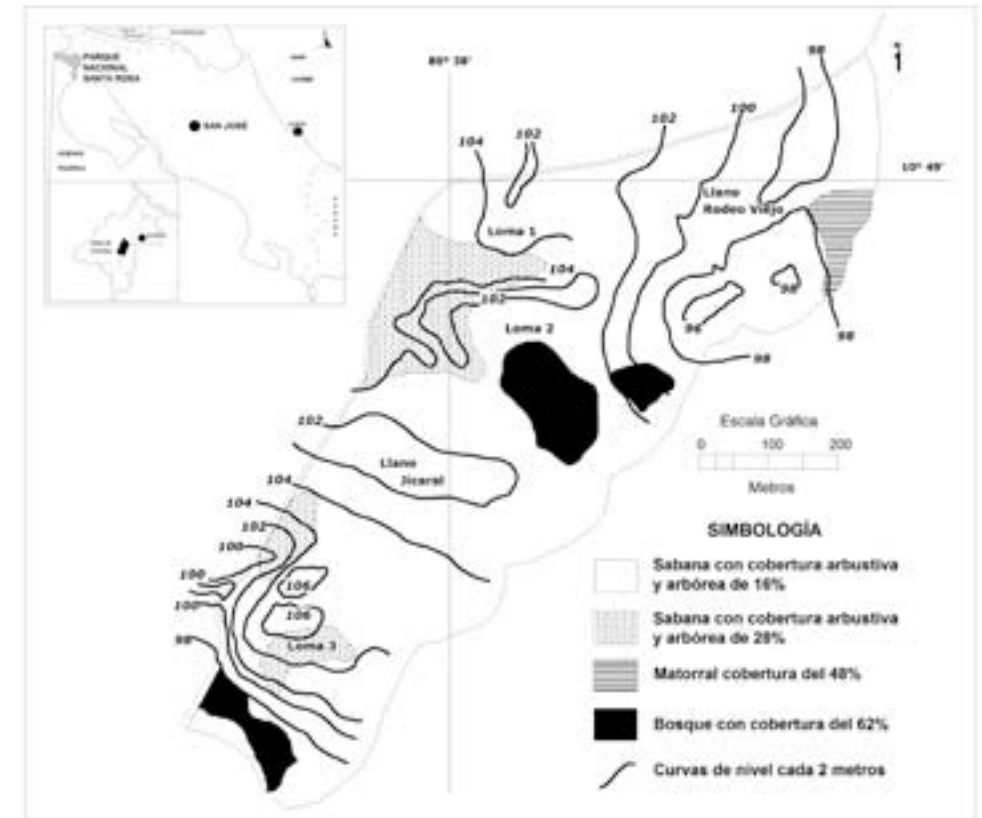


Figura 2: Cobertura vegetal en 1985.

Vargas (1988) analizó los factores ecológicos que explicaban la distribución de las tres especies mencionadas y concluye que el *Byrsonima crassifolia* y el *Curatella americana* ocupaban las cimas de las lomas y sus vertientes, con suelos poco desarrollados, líticos sin ningún desarrollo pedogenético, en donde aflora la ignimbrita, aunque sobre las vertientes existen suelos de tendencia arcillosa, con buenas concentraciones de materia orgánica y de 35 cm de profundidad; mientras que el *Crescentia alata*

se ubicó en las microdepresiones de fondo plano, con suelos vertisoles, muy arcillosos, ricos en materia orgánica y con profundidades de 1.55 m.

A partir de 1985, año en que se inicia la recolección de datos en el terreno, el fuego que fue y continúa siendo un elemento usado anualmente en la hacienda ganadera para provocar el rebrote de las hierbas prácticamente se eliminó en el área de estudio. La ausencia de los incendios anuales favoreció la aparición del primer matorral con una superficie de 4.420m² y una cobertura del 50 %. En este matorral se instalaron especies de las primeras etapas de la sucesión vegetal como *Gliricida sepium*, *Chomelia spinosa* y *Psidium guídense*, así como especies del bosque seco caducifolio como el *Dalbergia retusa*, *Luehea candida*, *Coclospermun viti-folium*, *Tabebuia ochraceae* y *Spondias mombin*.

En la figura 2 se observan tres manchas de bosque aislado entre sí, que en total comprenden una superficie de 16230 m², equivalente tan sólo al 7.10% del área de estudio. El bosque tiene una altura de 15 m y una cobertura del 75%; en sotobosque existen colonias muy densas de *Bromelia wercelei*, *Bactris sp* y *Acacias sp*. Entre las especies del estrato superior se ubican el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el cenizaro (*Samanea saman*), el roble de sabana (*Tabebuia rosea*) y el indio pelado (*Bursera simaruba*). El subdosel presenta una altura entre los 2 y 8 m y se da una frecuencia importante del guaitil (*Genipa americana*) y el cocobolo (*Dalbergia retusa*).

Cartografía de la vegetación en 1995

El mapa de la vegetación de 1995 refleja los cambios producidos en la vegetación entre 1985 y 1995. En este periodo no hubo incendios en el sitio de estudio, por lo que la dinámica progresiva continuó, aunque la sabana herbácea se mantuvo como la formación vegetal de mayor extensión, con 61.23% de la superficie.

Vargas (2005), en un estudio de regeneración de especies para el mismo sitio de estudio, resalta que la regeneración del *Curatella*, *Byrsonima* y *Crescentia* descendió en un 68% con respecto a 1985, lo anterior por la competencia de especies como *Senna spp*, *Helicteres spp*, *Mimosa xantrii*, *Chomelia spinosa*, *Calliandra spp*, *Jacquinia pungens* y *Gliricida sepium* que formaron matorrales densos en las vertientes de las lomas y

los bordes de las microdepresiones, donde los suelos eran más profundos y con mayor materia orgánica.

Entre 1985 y 1995, la superficie de sabana se redujo en un 25.14%, por el contrario, la invasión de especies arbustivas formaron matorrales que aumentaron en un 21.58%, casi el mismo porcentaje en que se redujo la sabana (figuras 3 y 4), a lo que hay que agregar el aumento de un 3.55 % en la superficie del bosque.



Figura 3. Cambios producidos en la vegetación entre 1985 y 1995. Fuente: Elaboración propia.

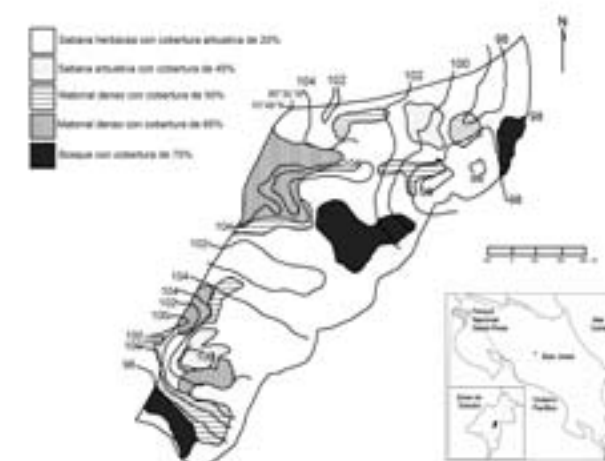


Figura 4: Cobertura vegetal en 1995. Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto a destacar es la instalación de especies características del bosque seco dentro de la sabana arbustiva, de ahí la presencia de *Cochlospermum vitifolium*, *Ateleia herbert-smitti*, *Redhera trinervis*, *Diospyros salcifolia* y *Casearia silvestres*. Estas especies presentan una distribución uniforme dentro del área de estudio, principalmente en las vertientes y los bordes de las microdepresiones, pero su presencia es escasa en las cimas de las lomas donde existen suelos líticos y poco profundos, y en las microdepresiones de suelos arcillosos.

La presencia de estas especies se da gracias a que alrededor del área de estudio hay múltiples lomas con cobertura del bosque seco, las cuales se convierten en los centros de dispersión hacia el área de sabana, un ejemplo son las especies de *Bombacopsis quinatum* (pochote) y *Dalbergia retusa* (cocobolo). La superficie de bosque aumentó en 3550 m².

Cartografía de la vegetación en el 2000

En el año 2000 se cumplieron quince años de una dinámica secundaria progresiva, la cual llegó a su máximo desarrollo y transformación, lo que se demuestra en un aumento de la vegetación de matorral y de bosque, y por lo tanto, en una reducción del área de sabana.

La sabana herbácea desaparece y pasa en su evolución a la sabana arbustiva con una cobertura del 45 % que domina en un 61.64 %. El matorral con cobertura del 45 % y 65 % llegó a un 22.90 %. Los matorrales fueron más abundantes en las microdepresiones que en las lomas, lógicamente influyó la composición y los tipos de suelos que ya se han mencionado entre ambos sitios; en las áreas de lomas, la vegetación de matorral se instaló densamente en las microdepresiones, con especies como *Mimosa xantrii*, *Chomelia spinosa*, *Senna spp* y *Helicteres spp*; aunque en las vertientes de las lomas el matorral es denso y en las cimas crecen de forma aislada *Luhea candida*, *Chomelia spinosa* y *Psidium guineense* (figura 5).

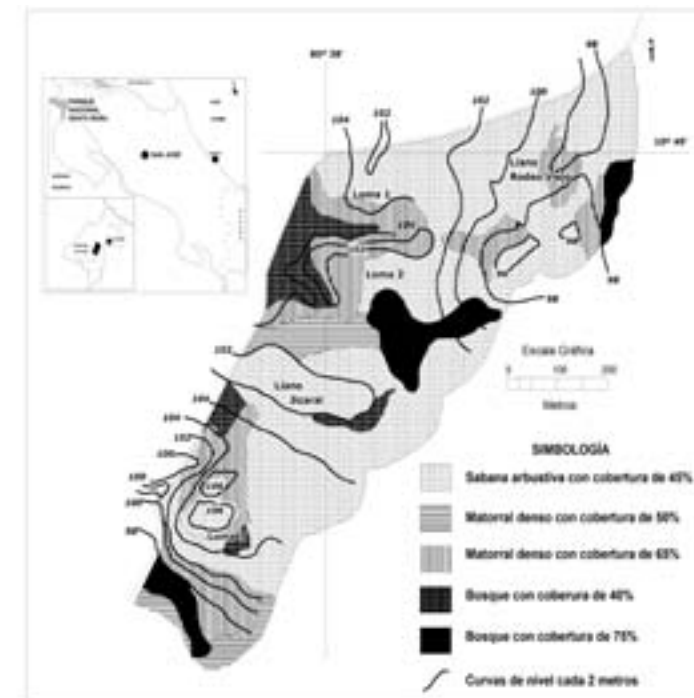


Figura 5. Cobertura vegetal en el 2000. Fuente: Elaboración propia

A las especies de bosque seco ya existentes en 1985 se le agregaron otras como *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrella spp*, *Bursera simaruba*, *Cassia biflora* y *Lysiloma divaricatum*, y otras especies de menor tamaño como *Albertia edulis*, *Eugenia salamensis*, *Cordia dentata*, *Jacquinia pungens* y *Casearia silvestres*. Igualmente, se presentó una muy buena distribución de especies pequeñas (0 a 20 cm de diámetro) como *Dalbergia retusa*, *Gliricida sepium*, *Cochlospermum vitifolium*, *Genipa americana*, *Luhea candida*, *Ateleia herbert smitii*, *Rehdera trinervis* y *Helicteres spp* que iniciaban la ocupación.

El paisaje vegetal en el año 2000 cambió radicalmente (cuadro 2 y figura 6). La sabana herbácea se redujo en un 19 % entre 1985 y 1995 y desaparece completamente en el año 2000, al evolucionar a la sabana arbustiva que dominó en un 61.64 %. La sabana arbustiva se redujo a las cimas de las lomas y a las microdepresiones que se mantenían más

inundadas en la estación lluviosa y cedió paso a comunidades vegetales de matorrales espinosos que se ubicaron en las vertientes de las lomas y en la microdepressiones, igualmente las manchas de bosques cubrieron una mayor superficie y aumentaron en diversidad y cobertura. Un rasgo muy común es que el *Gliricida sepium*, *Dalbergia retusa* y *Rehdera trinervis* formaron agrupaciones o colonias entre los 150 y 200 metros cuadrados de superficie.

Cuadro 2
Evolución de la superficie de los tipos de vegetación entre 1985 y el 2000 (en porcentaje)

	1985	1995	2000
Sabana herbácea con cobertura arbustiva de 45%	80.23	61.23	----
Sabana arbustiva con cobertura del 45%	10.72	4.58	61.64
Matorral con cobertura del 50 %	1.93	11.07	5.25
Matorral con cobertura del 65%	----	12.44	17.67
Bosque con cobertura del 75 %	7.10	10.65	8.99
Bosque con cobertura del 40 %	----	----	6.43

Fuente: Medición planimétrica del autor.

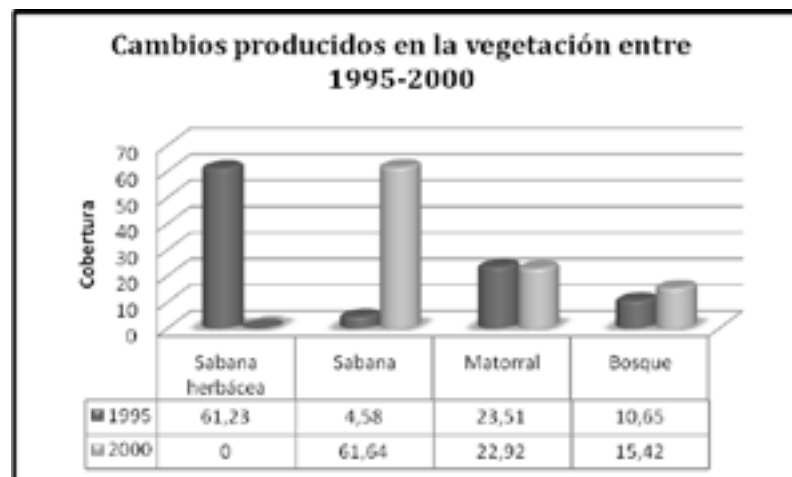


Figura 6. Cambios producidos en la vegetación entre 1995–2000. Fuente: Elaboración propia

La figura 6 muestra un aumento de un 57.06 % en la superficie de la sabana arbustiva, esto por cuanto la sabana herbácea al ser conquistada por vegetación arbustiva cambia su fisonomía y estructura. El matorral disminuye levemente su superficie en 0.59%, lo que se explica en gran parte porque el matorral evolucionó hacia el bosque. El bosque se incrementó en un 4.77 % en 1995 y el 2000; entonces al llegar al año 2000, se demuestra en forma clara un retroceso de la superficie de la sabana y un aumento de las formaciones arbustivas (matorrales) y arbóreas (bosque). Esto fue producto de que especies como *Gliricida sepium*, *Genipa americana*, *Luhea candida*, *Redhera trinervis*, y *Dyospiros salicifolia* alcanzaron alturas entre los 3 y 5 metros; mientras que especies como *Dalbergia retusa*, *Cochlospermum vitifolium*, *Luhea candida*, *Ateleia herbert smitii* y *Bombacopsis quinatum* alcanzan hasta 8 metros de altura.

Cartografía de la vegetación en el 2001

En abril de 2001, se produjo el fuego fatal para la vegetación que se encontraba en reconstrucción; este fuego se extendió desde el llano Rodeo Viejo hasta la quebrada Costa Rica, en el margen izquierdo del camino hacia playa Naranjo. Este incendio afectó la totalidad del área de estudio y más allá de ella, la consecuencia fue una regresión total de la sucesión vegetal y se redujeron en forma considerable las formaciones de matorral y bosque (figura 7). La vegetación herbácea se reinstaló fácilmente a partir de las macollas, con las primeras lluvias del mes de mayo y junio de ese año y ocupó nuevamente la mayor superficie.

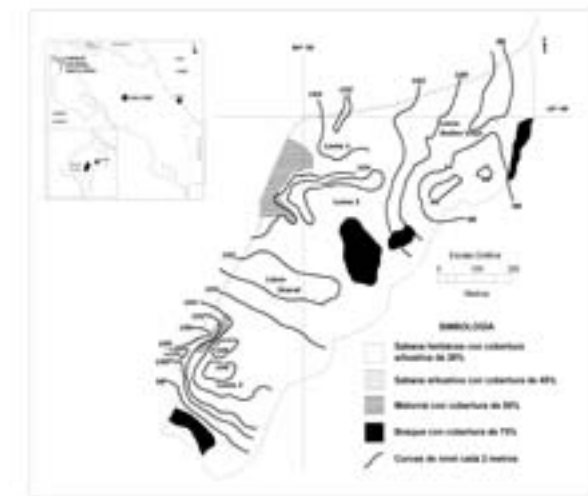


Figura 7. Cobertura vegetal en el 2001. Fuente: Elaboración propia

El fuego actúa como un elemento seleccionador de la vegetación existente, ya que elimina todas aquellas especies no pirófilas, principalmente los arbustos y árboles, permitiendo el crecimiento de especies herbáceas en forma de macollas, cuyas bases no son consumidas por el fuego o caméfitas que presentan tallos subterráneos. Los fuegos en sabanas y matorrales secos alcanzan temperaturas entre los 70° y 300 ° C, por lo tanto se modifica la estructura de la vegetación y la composición química y física de los suelos (Hopkins, 1968).

Al seleccionar los años 1985, 2000 y 2001 y realizar un análisis del desarrollo de la vegetación de las sabana herbácea, la sabana arbustiva, el matorral y el bosque, se evidencia que la sabana herbácea presenta un comportamiento opuesto con respecto a las tres restantes (figura 8). La sabana arbustiva, el matorral y el bosque tienen un crecimiento progresivo hasta el año 2000 al presentarse incendios en el periodo, que a la vez provocaron la eliminación de la sabana herbácea; sin embargo, con el incendio acaecido en el año 2001 se invierte la situación. Por eso se puede afirmar que en el sitio de estudio desaparecieron casi completamente las especies arbustivas que componían el matorral y las especies del bosque seco que se ubicaban dentro de la sabana en el proceso de sucesión.

El incendio del 2001 impactó en forma negativa a la vegetación que estaba en un proceso de sucesión vegetal progresivo, prueba de ello es que de las treinta especies que estaban presentes en el año 2000, sólo diez sobrevivieron al incendio (Vargas, 2005). Las especies que resistieron la pasada del fuego fueron las pirófilas como el *Crescentia alata*, *Curatella americana* y *Byrsonima crassifolia*. La vegetación arbórea no pirófila que no fue afectada por el incendio se encontraba en una situación periférica con respecto a la pasada del fuego, tal es el caso del *Cochlospermum vitifolium*, *Bobacopsis quinatum*, *Acrocomia vinifera* y *Genipa americana*, que se localizaban muy próximos al camino a playa Naranjo.

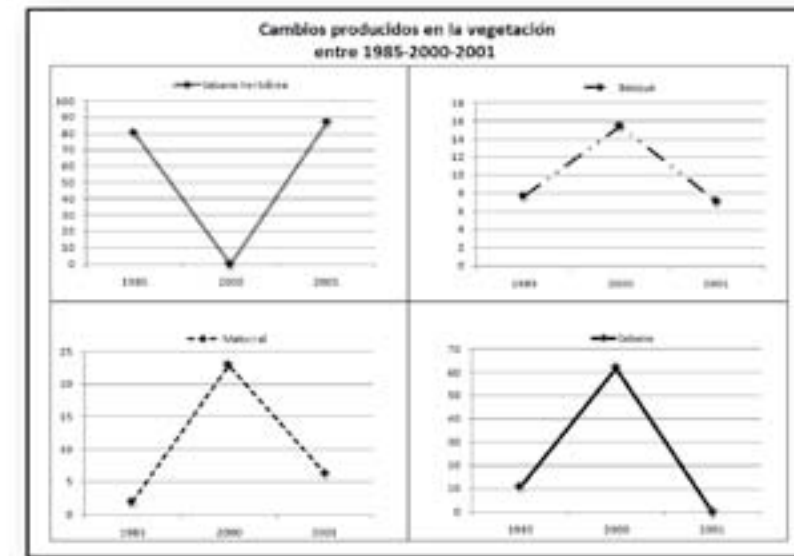


Figura 8. Cambios producidos en la vegetación entre 1985, 2000 y 2001. Fuente: Elaboración propia

El fuego fue altamente destructivo ya que en el año 2000 se contabilizaron un total de 694 individuos (Vargas, 2005) y después del incendio sólo quedaron 51 individuos, por lo que la reducción fue de un 92.6%. La destrucción de la vegetación que se dirigía a reconstruir el bosque seco caducifolio contó con condiciones muy favorables como el grado de aridez del suelo, y la sequedad de las hojas y ramas durante el mes de abril que se convirtieron en un combustible eficaz (figura 7)

La regresión producida por el incendio hizo que la sabana herbácea fuese de nuevo dominante con un 86.60% de cobertura, situación muy parecida a la del año 1985, (cuadro 3).

El fuego afectó principalmente a la vegetación arbustiva y arbórea que se regeneraba dentro de la sabana, pero un hecho favorable en el área de estudio fue que el fuego no penetró en las manchas de bosque localizadas en las lomas, únicamente se quemaron los bordes de estas manchas forestales, por existir una cobertura herbácea rala en el sotobosque y la acumulación de rocas (ignimbritas) de hasta un metro de ancho en los bordes de las lomas. Este hecho realmente fue de gran importancia, ya que a partir de estas manchas de bosques se comenzaron a dispersar nuevamente las especies

forestales. Sin embargo, el impacto fue muy significativo porque el matorral se redujo en 16.63 % con respecto al año 2000 además, el bosque se redujo 8.3% lo que equivale a la mitad que existía.

Cuadro 3
Evolución de la superficie de los tipos de vegetación entre el 2000 y 2009 (en porcentaje)

Tipos de vegetación	2001	2004	2009
Sabana herbácea con cobertura arbustiva de 45%	86.60	50.89	----
Sabana arbustiva con cobertura del 45%	----	25.89	30
Matorral con cobertura del 50 %	6.29	12.31	28
Matorral con cobertura del 65%	----	5.33	19.47
Bosque con cobertura del 75 %	7.12	7.29	9.18
Bosque con cobertura del 40 %	----	----	13.32

Fuente. Medición planimétrica del autor.

El incendio del año 2001 fue provocado por cazadores. Con estos fuegos se mantiene la sabana y se inhibe el crecimiento de la flora arborecente, favoreciendo el reemplazo de la flora forestal seca por flora savanícola de tipo tropófilo y xerófilo; por tanto, el fuego destruye el poblamiento arborecente, crea una selección en la flora y afecta la germinación de especies y las condiciones del suelo.

El efecto del incendio en el suelo fue muy destructivo al eliminarse casi completamente la hojarasca y materia orgánica; por medio de la observación realizada una semana después del incendio. Mediante mediciones no sistemáticas se comprobó la existencia de una capa de ceniza entre los 10 y 15 cm de espesor y troncos de árboles incinerados.

Cartografía de la vegetación en el 2004

En el año 2004, tres años después del incendio, se observó nuevamente un aumento en la regeneración progresiva. La formación vegetal dominante fue la sabana herbácea con un 49.26 % y la sabana arbustiva con un 25.81%. (figura 9 y cuadro 3).

Posterior al incendio, se mantuvieron dentro del área de sabana arbustiva 22 individuos de (*Curatella americana*), 31 de (*Byrsonima crassifolia*) y 14 de (*Crescentia*), con alturas superiores a 1.80 m y diámetros del tronco mayores de 20 cm, todos ellos resistieron la pasada del fuego y se mantuvieron como el principal componente arbustivo dentro de la sabana.

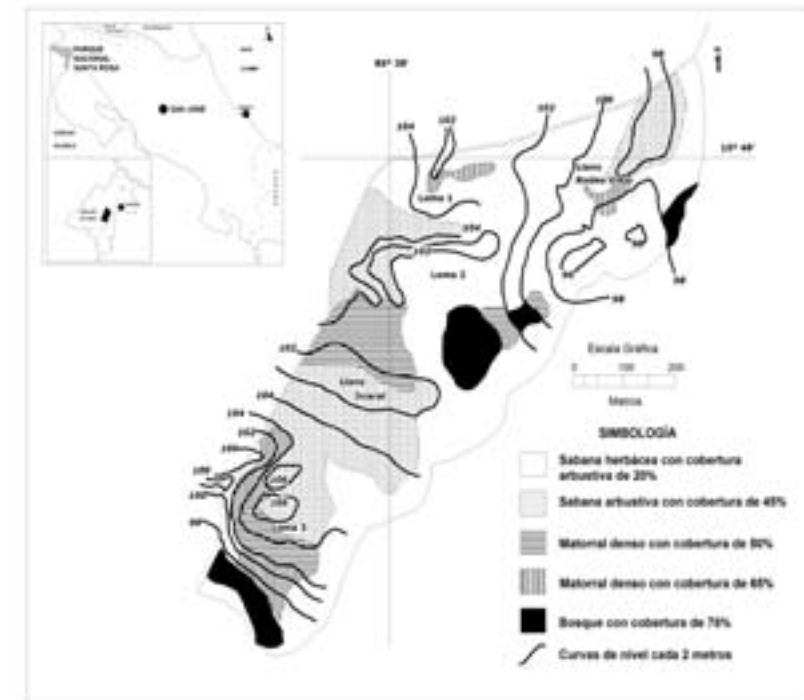


Figura 9: Cobertura vegetal en el 2004. Fuente: Elaboración propia

El mayor cambio en el tipo de vegetación se produce en la extensión de la superficie de los matorrales, que aumentaron en 11.35 %. Los matorrales formaban colonias muy densas e impenetrables de especies como *Mimosa xantrii*, *Helicteres* spp, *Senna* spp y *Chomelia spinosa*, acompañadas de una población importante de *Luhea candida*, *Gliricida sepium*, *Coclospermum vitifolium*, *Helicteres* spp y *Rehdera trinervis*.

Es importante igualmente la presencia de especies del bosque seco tropical con alturas de 1.50 a 2.0 m dentro de los matorrales y en el área de la sabana; entre ellos: *Colochpermum vitifolium*, *Rehdera trinervis*,

Dalbergia retusa, *Trichilia martiana*, *Ateleia herbert smittii*, *Lonchocarpus* spp, *Bursera simaruba*, *Simaruba glauca*, *Swietenia* spp y *Cassia biflora*

Cartografía de la vegetación en el 2009

La evolución progresiva de la dinámica vegetal continuó al no presentarse ningún fuego en los últimos cinco años. El paisaje vegetal cambió en forma drástica y la sabana herbácea desapareció de nuevo, al evolucionar hacia la sabana arbustiva que tenía una cobertura del 30%. La sabana arbustiva se mantuvo como la formación vegetal de mayor extensión, ubicada principalmente en las microdepresiones de suelos muy arcillosos del tipo vertisol, muy fértiles, ricos en materia orgánica y con la capacidad de guardar más humedad (figura 10).

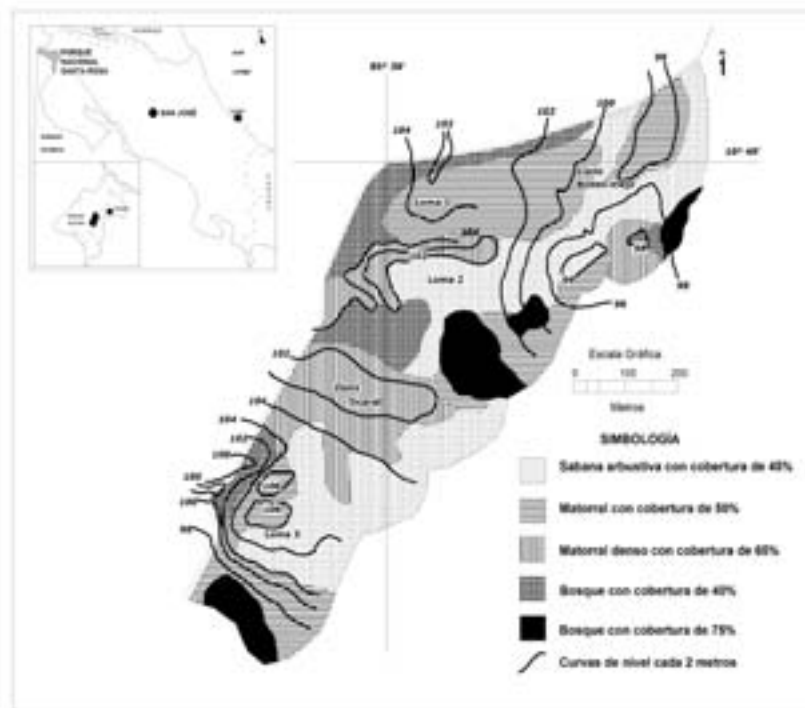


Figura 10: Cobertura vegetal en el 2009. Fuente: Elaboración propia

El matorral aumentó en mucho su superficie y cubría el área de estudio en 47.48 %, es decir, casi la mitad eran matorrales. Los matorrales tenían una cobertura superior al 50% y no presentaban estrato herbáceo. La altura del estrato leñoso está comprendida entre los 1.85 m y los 2.75 m. La penetración y circulación se dificulta por lo enmarañado de las ramas y la existencia de espinas en especies como *Acacia* sp y *Bromelia* sp. Entre los arbustos sobresalen las siguientes especies: *Mimosa xantrii*, *Helicteres* spp, *Senna* spp, *Chomelia spinosa*, *Bactris minor*, *Miconia argentea*, *Xilosma flexuosum*, *Alibertia edulis*, *Croton niveus*, *Gliricida sepium*, *Genipa americana*, *Calliandra cumingii* y *Acacia* s; es importante citar el gran número de individuos de *Dalbergia retusa* (cocobolo) en los bordes de los matorrales, que alcanzan alturas entre 1 y 2.4 metros. Tan sólo en el borde del llano Rodeo Viejo, a la orilla del camino a playa Naranjo, se contabilizaron un total de 32 individuos.

El bosque presenta un aumento del 15.22 % con respecto a la superficie del año 2004. Existen dos tipos de bosque que se diferencian por su altura, uno de 18 a 20 metros de altura y otro de 8 a 12 metros, pero ambos de cobertura bastante densa (75%). En el primer caso, el bosque presenta un estrato superior con árboles de copas anchas que dan una cobertura del 75%. El bosque bajo presenta igualmente dos estratos, pero el sotobosque es muy arbustivo y denso, y en ambos se ubican las mismas especies: *Enterolobium cyclocarpum*, *Dalbergia retusa*, *Spondias mombin*, *Cochlospermum vitifolium*, *Bombacopsis quinatum*, *Samanea saman*, *Luehea candida*, *Miconia argentea*, *Acrocomia vinifera*, *Tabebuia rosea* y *Ficus* sp. El rasgo dominante en el sotobosque es la existencia de palmeras espinosas, como *Bactris guineensis* (viscoyol) y un componente muy importante de plantas espinosas, donde sobresalen las bromelias *Aechmea magdalenae* que crecen en sitios rocosos a orillas de riachuelos intermitentes, la *Bromelia plumieri* y *Bromelia pinguin* (piñuelas) que forman densas colonias impenetrables, el malacahuite (*Chomelia spinosa*), *Cactáceas* como el *Acanthocereus tetragonus*, *Opuntia guatemalensis*, *Opuntia cochenillifera*, *Stenocereus aragoni* (candelabro) y *Pereskia lichnidiflora*. Otras especies son los cornizuelos (*Acacia collinsii*, *A. cornigera*, *A. farnesiana*) y el peine de mico (*Apeiba tibourbou*).

El aumento en la superficie de los matorrales y del bosque es un indicador de que la dinámica vegetal progresiva va a continuar en aumento,

lo que tiende a eliminar el área de sabana, siempre que no se presenten incendios que dañen la vegetación forestal.

Conclusión

Para concluir, se enunciarán las siguientes tres proposiciones:

Cuando en un área protegida como el Parque Nacional de Santa Rosa no se practica la ganadería y no se presentan fuegos anuales, la vegetación de sabana progresa hacia estados más avanzados de la dinámica vegetal.

La cartografía de la vegetación de los años 1985, 1995 y 2000 muestra la eliminación de la sabana herbácea y la aparición de tipos de vegetación con predominancia de arbustos, como los matorrales y los bosques. Es claro que durante este periodo se presentó una dinámica de la vegetación progresiva, la cual se presenta actualmente.

El incendio de 1985 demostró que los fuegos son un factor ecológico que incide en el cambio fisonómico-estructural de la vegetación, en una reducción de las especies arbustivas y arbóreas no pirófilas.

Bibliografía

- Abbadie, L. ; Gignoux, J. ; Le Roux, X. & Lapagne, M. (2006). *Lamto: Structure, functioning and dynamics of a savanna ecosystem*. Nueva York: Springer Science.
- Blyndestein, J. (1962). La sabana de Trachypogon del alto Llano. *Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* N°135. pp. 228–307.
- Chiesa, S. (1991). El flujo de pómez biotítica del río Liberia, Guanacaste. En: *Revista Geológica de América Central* 13. pp. 75–84.
- Cole, M. M. (1960). Cerrado, Caatinga and pantanal: the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. In: *Geographical Journal* 126 (2). pp. 68-179.
- Cochrane, M. A. (2002). *Tropical life ecology: climate change, land use and ecosystems dynamics*. Berlín: Springer – Praxis.
- De Perigny, M. (1906). *La République de Costa Rica: son avenir économique et le canal de Panamá*. Paris: Librairie Felix Alcan.
- Eiten, G. (1972). The cerrado vegetation of Brazil. In: *The Botanical review* N° 38 (2). pp. 201-243.

- Gauthiers, L. (1990). Contact forêt – savanne en Cote d’Ivoire Centrale: évolution du recouvrement ligneux des savannes de la réserve de Lamto. En: *Candollea* N° 45. pp. 627–641.
- Gignoux, J.; Menaut, J. C. & Noble, I. R. (1996). “A spatial model of savanna function and dynamics: model description and preliminary results”. *Dynamics of tropical communities*. Oxford: Blackwell Science. pp. 361–385
- Gillon, D. (1983). “The fire problem in tropical savannas”. *Tropical savannas*. Amsterdam: Elsevier. pp. 617-641.
- Harris, D. R. (1980). *Human ecology in savanna environments*. London: Academic press.
- Hopkins, B. (1968). *Observations on savanna burning in the Olokemeji Forest reserve*, Nigeria. *Journal of Applied Ecology* No2. pp. 367–381.
- Johannessen, C. L. (1963). *Savannas of interior Honduras*. Berkeley, Los Angeles : University of California press.
- Kelman, M. & Tackaberry, R. (1997). *Tropical environments: The functioning and management of tropical ecosystems*. Nueva York : Routledge publishing.
- Koechlin, J. (1961). *La végétation de savanes dans le sud de la République du Congo*. Paris : ORSTOM.
- Koechlin, J. (1980). Géographie et écologie de la Paraiba (Brésil). En: *Travaux et Documents de Géographie Tropical* N°41. Bordeaux, France. CEGET- CNRS. p. 389
- Matarrita, M. (1980). *La hacienda ganadera colonial en el corregimiento de Nicoya*. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Historia. Escuela de Historia y Geografía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. p.220.
- Medina, E. (1980). “Ecology of tropical savannas: an ecophysiological approach”. *Human ecology in savanna environment*. London: Academic press. pp. 297–319.
- Menaut, J. C. ; Abbadie, L. ; Loudajan, P. & Podaire, A. (2001). “Biomass burning in West Africa”. *Global biomass burning—atmospheric climatic and biospheric implication*. Cambridge: MIT press. pp. 133–142
- Packard, S. & Mutel, C. F. (1997). *The tallgrass restoration handbook for prairies, savannas and woodlands*. Chicago: Island press.

- Salas, S. (1971). *El tesoro del parque nacional Santa Rosa*. Departamento de parques nacionales. Informe 1. Mimeografiado.
- San José, J. J. & Fariñas, M. R. (1971). Estudio sobre los cambios de la vegetación protegida de la quema y el pastoreo en la estación Biológica Los Llanos. En: *Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* N° 135. pp. 5–147.
- San José, J. J. & Medina, E. (1975). “Effect of fire on organic matter production and water balance in a tropical savannas”. *Tropical ecological systems: Trends in terrestrial and aquatic research*. Nueva York: Springer Verlag editions. pp. 113–124.
- San José, J. J. & Fariñas, M. R. (1982). Changes in tree density and species composition in a protected Trachipogon savanna. In: *Ecology* N°64 (3). pp. 447–457.
- Sarmiento, G. & Monasterio, M. (1975). “A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanna ecosystems in tropical America”. *Tropical ecological systems: Trends in terrestrial and aquatic research*. Nueva York: Springer Verlag editions. pp. 223–250.
- Sequeira, W. (1985). *La hacienda ganadera en Guanacaste: aspectos económicos y sociales*. San José: EUNED.
- Tamayo, F. (1962). Adaptaciones de la vegetación pirófila. En: *Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* N° 119- 120. pp. 158–178.
- Tamayo, F. (1964). Notas sobre ecología de la savana. En: *Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* N°101. pp. 51–58.
- Tamayo, F. (1974). *Ensayo de clasificación de las sabanas de Venezuela*. Escuela de Geografía, Universidad Central de Venezuela.
- Trochain, J. (1940). Contribution a l’étude de la végétation du Senegal. En: *Memoires de l’Institut Francais de Afrique, Noire*, N°2. p. 433
- Vargas, G. (1981). *La chaine volcanique de Tilarán et le bassin inferieur du fleuve bebedero: Conditions ecologique, vegetation et mise en valeur*. France: Université de Bordeaux II.
- Vargas, G. (1987). “Estudio cuantitativo y bioclimatológico de la vegetación leñosa de sabana en el parque nacional Santa Rosa, Costa Rica”. *Year Book of CLAG Vol. 13*. Luisiana: Baton Rouge. pp.72-83.

- Vargas, G. (1988). Análisis fitogeográfico y ecológico de una sabana arbustiva en el parque nacional Santa Rosa, Costa Rica. En: *Revista Geográfica* N°.108. México. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. pp. 53 - 74.
- Vargas, G. (2005). *Sabana arbustiva del parque nacional Santa Rosa, Guanacaste, 1985–2004*. Heredia: CEMEDE–UNA.
- Wali, M. K. (1997). *Ecosystem rehabilitation: ecosystem analysis and synthesis*. Nueva York: Academic press.
- Walker, B. H. & Noy-Meir, I. (1982). “Aspects of the stability and resilience of savanna ecosystems”. *Ecology of tropical savannas*. Berlín: Springer Verlag. pp. 556 – 599.