

ESTUDIO CARTOGRÁFICO Y ECOLÓGICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN DE SABANA EN EL PARQUE NACIONAL SANTA ROSA, GUANACASTE. 1985 – 2009. COSTA RICA

**Gilbert Vargas Ulate
Escuela de Geografía
Universidad de Costa Rica.**

Introducción

La sabana es un ecosistema dinámico que varía constantemente modificando su fisonomía, composición florística y procesos ecológicos. Este dinamismo se inició con disturbios que pueden ser naturales o culturales. Los disturbios naturales como 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 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) 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 (1990). 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 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. De 1985 al año 2001, la dinámica de la vegetación fue progresiva, pero en el año 2001 un incendio eliminó casi toda la vegetación arbustiva y arbórea que se venía recuperando después de 16 años de protección, originando una dinámica regresiva, para luego continuar hasta el año 2009 de nuevo con la dinámica progresiva.

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).

Figura 1. Localización del área de estudio

El sitio se ubica en tres niveles de la meseta de Santa Rosa, con 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). Geomorfologicamente 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 y muy líticos; mientras que en las microdepresiones se desarrollan suelos vertisoles, muy arcillosos, profundos y rico en materia orgánica, los cuales se son pesados y pegajosos en estación lluviosa y se agrietan y se vuelven duros en estación seca.

El clima es húmedo, estacional con altos promedios de lluvia anual (1 300 a 1 500 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 periodo 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 7de Diciembre al 25 de abril | 139 | 21.5 | 9 |
| Trancisional a lluvioso | Del 26de 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 - 2004

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 *Hyparrhenia 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 un conjunto de 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 pocos profundos, lúricos, arenosos y ácidos desarrollados sobre la meseta de ignimbritas entre Bagaces y Santa Rosa, así como suelos vertisoles, arcillosos mal drenados que se ven inundados durante la estación lluviosa y se vuelven áridos, duros y con grandes grietas en la estación seca. Los factores climáticos que participan son numerosos y variados, entre ellos podemos 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 fuertes 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 año 2001 se realizó un corte para analizar el comportamiento de la dinámica de la vegetación antes, durante y después del incendio de abril del 2001. Todos los años desde 1985 se recogió información la última semana de mayo.

El área de estudio de 2.3 km² resulta muy pequeña para trabajarla a 1: 50 000 porque resultaba imposible representar el detalle requerido por lo que se dispuso trabajarla a escala 1: 2000. Esta escala fue para trabajar el detalle y para lograr la base del mapa a esta escala 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 realizó estudios de cobertura de la vegetación herbácea, arbustiva y arbórea, se reconocieron y ubicaron las especies.

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.

En el año 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 fuego provocó una regresión en la dinámica de la vegetación de la sabana y desde el año 2001 al 2009 el área de estudio se mantiene protegida de incendios.

Para el reconocimiento de la 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. El principal componente herbáceo era el *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* (raspaguacal) y el *Crescentia alata* (jicaro). Estas especies arbustivas presentaban dos grados de cobertura un 20% en la sabana herbácea y 45% en la sabana arbustiva (figura 2).

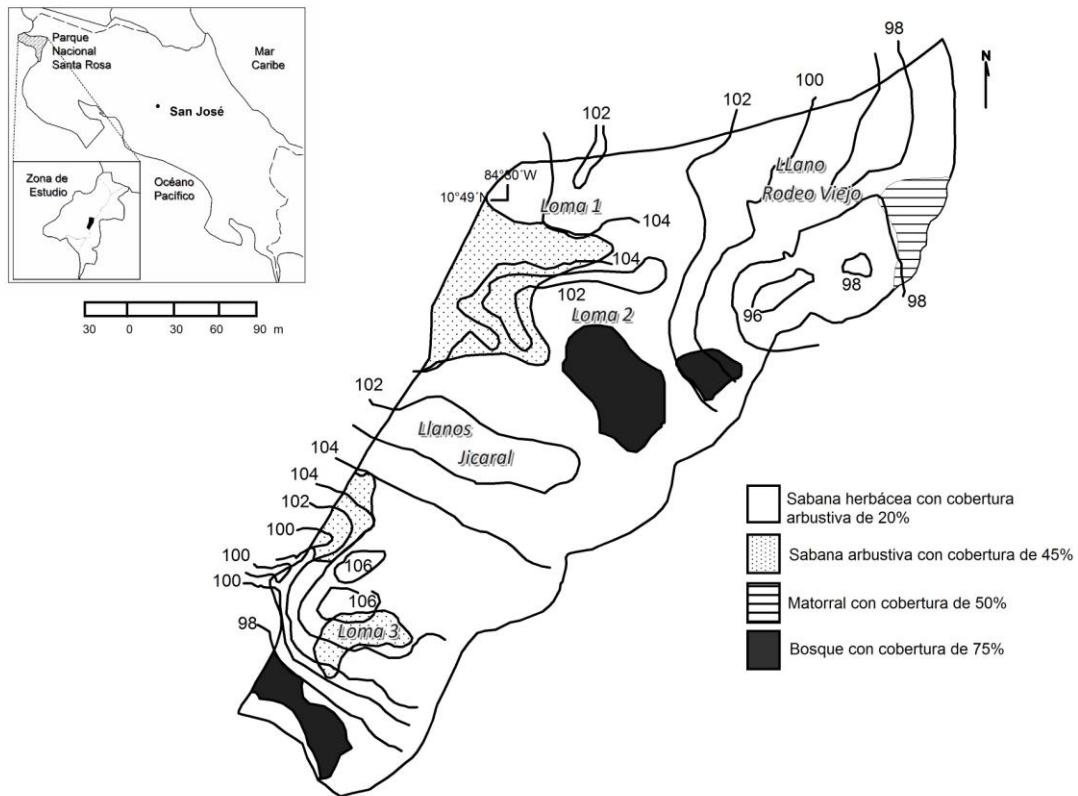


Figura 2: Cobertura vegetal en 1985

Vargas (1985) analizó los factores ecológicos que explicaban la distribución de las tres especies mencionados 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.

De 1971, año de creación del parque nacional Santa Rosa hasta el año de 1985 en que se realizó el primer registro de datos para el estudio no se produjeron incendios en el área de estudio. El fuego que fue y continua siendo un elemento usado anualmente en la hacienda ganadera para provocar el rebrote de las hierbas prácticamente se eliminó por las políticas de control de fuegos de la Dirección del parque. Esta protección contra el fuego favoreció la aparición del primer matorral con una superficie de 4.420 m² 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 vitifolium*, *Tabebuia ochraceae* y *Spondias mombin*.

Las tres manchas de bosque cubrían una superficie de 16 230 m², tan solo el 7.10 % del área de estudio. La altura del estrato superior de 15 m y con una cobertura del 75%, el sotobosque estaba cubierto en forma muy densa por *Bromelia wercklei* y *Acacias sp.* Entre las especies del estrato superior se ubican el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el

cenizaro (*Samanea saman*), roble de sabana (*Tabebuia rosea*) y el indio pelado (*Bursera simaruba*). En el subdosel dominaba el gaitil (*Genipa americana*) y el cocobolo (*Dalbergia retusa*).

Cartografía de la vegetación en 1995: El mapa de vegetación de 1995, refleja la evolución de 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 amntuvo como la formación vegetal dominante con 61. 23 % de la superficie.

Vargas (2005) en un estudio de regeneración de espacios 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 bordes de las microdepressiones, donde los suelos eran más profundos y con mayor materia orgánica.

La superficie de sabana se redujo en un 25.14% por la invasión de especies arbustivas que formaron matorrales que aumentaron en un 21.58 % , casi el mismo porcentaje en que se redujo la sabana (Figura 3)

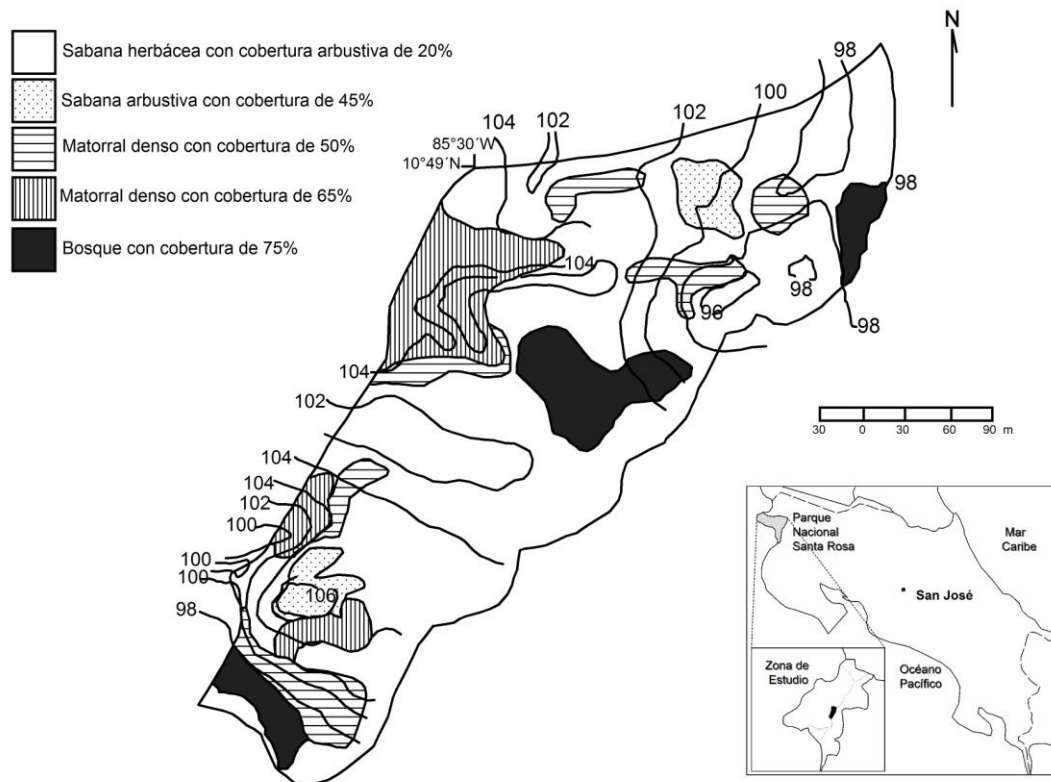


Figura 3: Cobertura vegetal en 1995

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 muy uniforme dentro del área de estudio principalmente en las vertientes y 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 procedencia de estas especies se da gracias a que alrededor del área 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 lo es la especie de *Bombacopsis quinatum* (pochote) y *Dalbergia retusa* (cocobolo). La superficie de bosque aumento en un 3,55 % , es decir en 3 550 m².

Cartografía de la vegetación en 2000: En el año 2000 se cumplieron quince años de una dinámica secundaria progresiva, la cual llego a su máxima evolución, ya que en el año 2001 se produjo el incendio que alteró e hizo retroceder el proceso de sucesión de nuevo a sus inicios.

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 % llego a un 22.90 %. Los matorrales fueron más abundantes en las microdepresiones que en las lomas, lógicamente influyo la composición y tipo de suelos que ya hemos mencionado entre ambos sitios; en las áreas de lomas, la vegetación de matorral se instalo 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 crecieron en forma aislada *Luhea candida*, *Chomelia spinosa* y *Psidium guineense* (Figura 4).

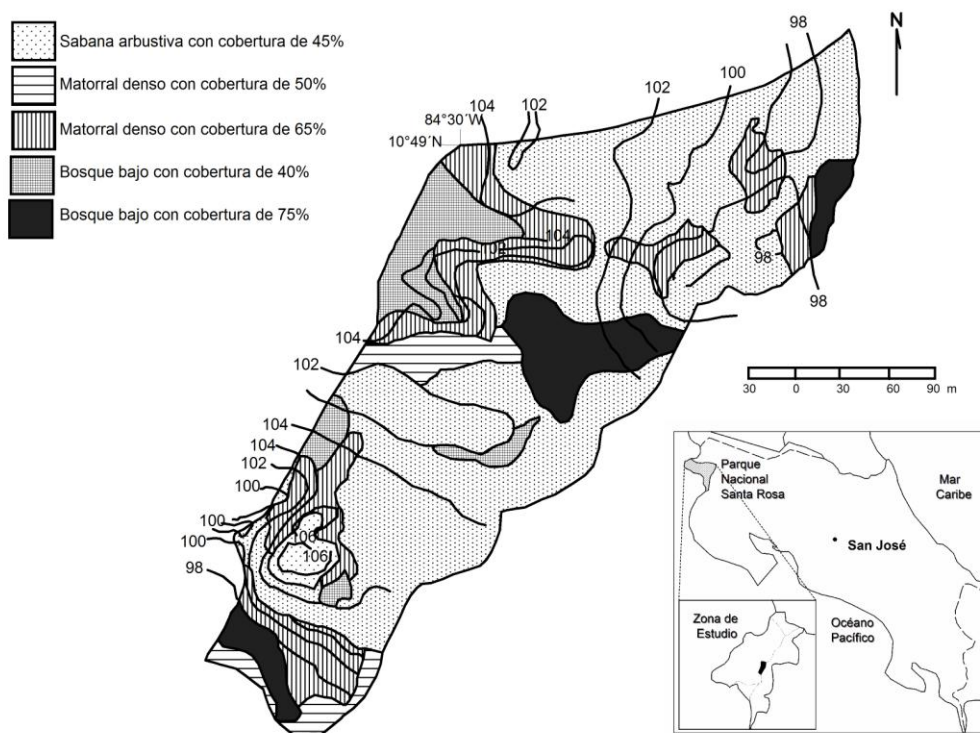


Figura 4. Cobertura vegetal en el 2000

A las especies de bosque seco ya existentes en 1985 se le agregaron otras como *Enterolobium cyclocarpun*, *Cedrella spp*, *Bursera simaruba*, *Cassia biflora* y *Lysiloma divaricatum*, otras especies de menor tamaño son *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) *Dalbergia retusa*, *Glicirida 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). 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 microdepressiones que se mantenían más inundadas en estación lluviosa y cedió paso a comunidades vegetales de matorrales espinosos que se ubicaron en las vertientes de las lomas y en las microdepressiones, igualmente las manchas de bosques cubrieron mayor superficie y aumentaron en diversidad y cobertura. Un rasgo muy común es que el *Glicirida 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 1 985 y el 2000 (en porcentaje)

| | 1 985 | 1 995 | 2 000 |
|--|-------|-------|-------|
| 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 75% | ---- | 12.44 | 17.67 |
| Bosque denso con cobertura del 75 % | 7.10 | 10.65 | 8.99 |
| Bosque bajo con cobertura del 75 % | ---- | ---- | 6.43 |

Fuente. Medición planimétrica del autor.

La formación vegetal de matorral aumento en un 21.58% entre 1 985 y 1 995 y paso al año 2 000 a un 22.92 %. El poco aumento entre 1995 y el 2000 se debe a que gran parte del matorral evolucionó también hacia el bosque (Cuadro 2). El bosque también evoluciono en forma progresiva de un 7.10 % en 1985 a un 15.42 % en el 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*, *Dyospiros salicifolia* alcanzaron alturas entre los 3 y 5 metros; mientras que especies como *Dalbergia retusa*, *Cochlospermun vitifolium*, *Luhea candida*, *Ateleia herbert smitii* y *Bombacopsis quinatum* que alcanzon hasta 8 metros de altura.

Cartografía de la vegetación en el 2001: En abril del 2001, se produjo el fuego fatal para la vegetación que se encontraba en reconstrucción o evolución; este fuego se extendió desde el llano Rodeo Viejo hasta la quebrada Costa Rica en la margen izquierda del camino hacia playa Naranjo. Este incendio afecto 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 5). La vegetación herbácea se reinstalo fácilmente a partir de las macollas con las primeras lluvias del mes de mayo y junio de ese año y fue nuevamente dominante.

El fuego actúa como un elemento seleccionador en la vegetación existente, ya que elimina todas aquellas especies no pirófilas, principalmente los arbustos y árboles permitiendo el crecimiento principalmente de especies herbáceas que crecen en forma de macollas, cuyas bases no son consumidas por el fuego o camefitas 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, 1965), por eso podemos 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 impacto del incendio del 2001 fue radical, de las treinta especies que estaban presentes en el año 2000 (Vargas, 2 005), solo diez sobrevivieron al incendio. Las especies que resistieron la pasada del fuego fueron las especies pirófilas como el *Crescentia alata*,

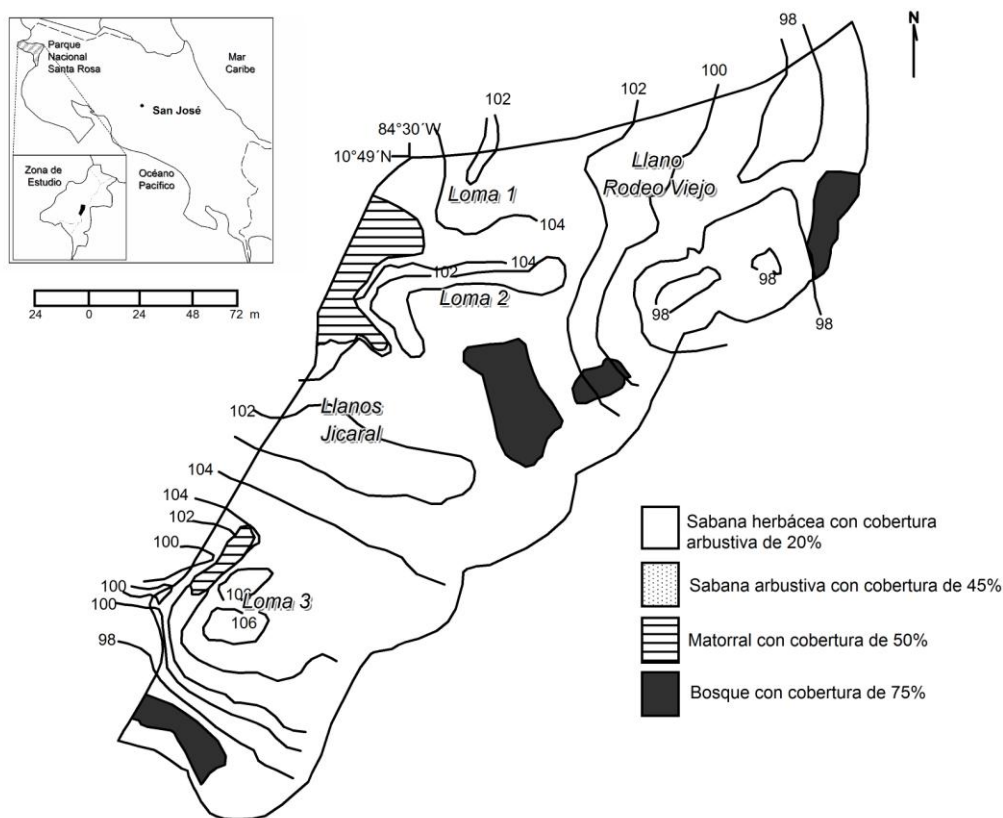


Figura 5. Cobertura vegetal en el 2001

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.

El fuego fue altamente destructivo ya que en el año 2000 se contabilizaron un total de 694 individuos (Vargas, 2005) y después del incendio solo 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, la sequedad de las hojas y ramas durante el mes de abril que se convirtieron en un combustible muy eficaz (Figura 5)

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. 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 sí fue muy significativo porque el matorral se redujo en 16.63 % con respecto al año 2000 y el bosque se redujo 8.3% 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)

| | 2 001 | 2 004 | 2 009 |
|--|-------|-------|-------|
| 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 75% | ---- | 5.33 | 19.47 |
| Bosque denso con cobertura del 75 % | 7.12 | 7.29 | 9.18 |
| Bosque bajo con cobertura del 75 % | ---- | ---- | 13.32 |

Fuente. Medición planimétrica del autor.

Lo que se demuestra con el incendio del año 2201, es que los fuegos en la sabana son originados por el ser humano, en este caso por personas ajenas a la administración del parque nacional, 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 savanícolas 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 igual destructivo al eliminarse casi completamente la hojarasca y materia orgánica; después del incendio se acumulo en el suelo una capa de ceniza entre los 10 y 15 cm de espesor.

Cartografía de la vegetación en el 2004: En el año 2004, tres años después del incendio se observó nuevamente una regeneración progresiva. La formación vegetal dominante fue la sabana herbácea con un 49.26 % y la sabana arbustiva con un 25.81. (Figura 6 y cuadro 3). El *Crescentia* con 14 individuos, el *Byrsonima* con 31 y el *Curatella* con 22; todos con alturas superiores a 1.80 m y diámetros del tronco mayores de 20 cm resistieron la pasada del fuego y se mantuvieron como el principal componente arbustivo dentro de la sabana.

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* que son acompañadas de una población importante de *Luhea candida*. *Gliricida sepium*, *Coclospermun 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 *Colochpermun vitifolium*, *Rehdera trinervis*, *Dalbergia retusa*, *Trichilia martiana*, *Ateleia herbert smittii*, *Lonchocarpus spp*, *Bursera simaruba*, *Simaruba glauca*, *Swietenia spp* y *Cassia biflora*

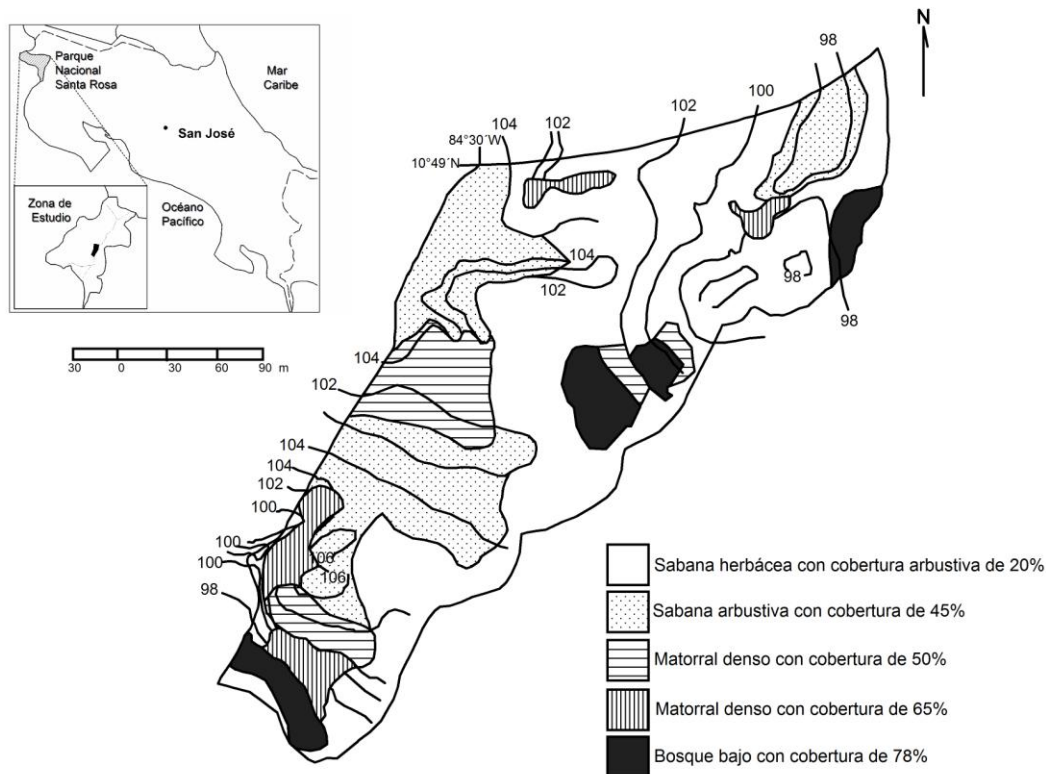


Figura 6: Cobertura vegetal en el 2004

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 al evolucionar hacia la sabana arbustiva que tenía una cobertura del 30%. La sabana arbustiva se mantiene como formación vegetal en la microdepresión que se ubican en la sección trasera a las lomas. Esta área mantiene suelos vertisoles muy fértiles, ricos en materia orgánica y tienen la capacidad de guardar más humedad (Figura 7).

El matorral aumento 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 esta comprendida entre 1.85 m y los 2.75 m, siendo la penetración y circulación muy difícil 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 sp* ; es importante citar la gran presencia de *Dalbergia retusa* (cocobolo) en los bordes de los matorrales.

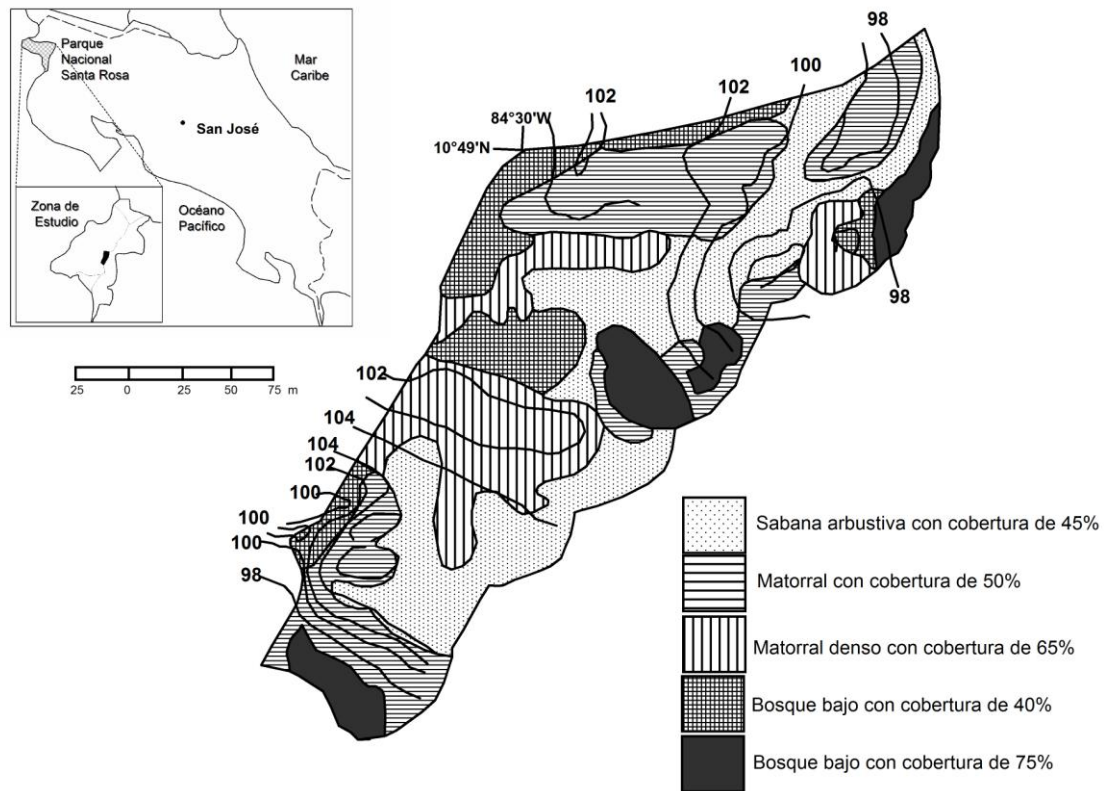


Figura 7: Cobertura vegetal en el 2009

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 entre 8 y 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 crece en sitios rocosos a orillas de riachuelos intermitentes, la *Bromelia plumieri* y *Bromelia pinguin* (piñuelas) que forma 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 que la dinámica vegetal progresiva va continuar en aumento, lo que tiende a eliminar el área de sabana, siempre y cuando no se presenten incendios que dañen la vegetación forestal.

Conclusión.

Es claro que el Parque Nacional de Santa Rosa reúne dos condiciones fundamentales para que se de la sucesión vegetal progresiva, estas dos condiciones son las políticas de control de los fuegos anuales y la eliminación de la ganadería como practica agropecuaria, como consecuencia la formación de sabana que fue dominante antes de 1971 ha ido reduciendo su superficie y está en proceso de desaparecer.

Hemos demostrado por medio de la cartografía de la vegetación como las formaciones arbustivas y luego las arbóreas conquistaron y se desarrollaron dentro de la sabana. En el caso del área de estudio, la dinámica vegetal progresiva que se dio entre 1985 y el año 2000 contó con tres factores a su favor, dos de ellos ya los hemos citado al inicio de la conclusión y los recordamos: primero el control de los incendios anuales y segundo la eliminación de la actividad ganadera dentro del parque. El tercer factor es la existencia de manchas de bosques secos caducifolios que proveen especies para la dispersión de la especies forestales y la conquista del espacio de sabana.

Los estudios ecológicos y en especial los de regeneración del bosque seco deben continuarse en el parque nacional, hasta el momento hemos analizado el caso de una dinámica progresiva en el periodo de 1985 al 2000, con una regresión por el incendio del año 2001 para luego continuar hasta el año 2009 la dinámica progresiva y en este periodo hemos demostrado como por medio de políticas de protección y control de incendios bien aplicadas en el parque nacional Santa Rosa se ha recuperado una gran superficie del bosque.

Bibliografía

Abbadie,L ; J. Gignoux; X, Le Roux y M. Lapagne. 2006. *Lamto : Structure, functioning and dynamics of a savanna ecosystem*. Springer Science. Nueva York

Blyndestein, J. 1962. La sabana de *Trachypogon* del alto Llano. *Bol. Soc. Venez. Cien. Nat*, n 135. 228 – 307.

Chiesa,S. 1991. El flujo de pómez biotítica del río Liberia. (Guanacaste). *Revista Geológica de América Central*. 13. 75 – 84.

Cole,M.M. 1960. Cerrado, Caatinga and pantanal: the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. *Geographical Journal*. 126 (2) 168 .- 179.

Cochrane, M.A. 2002. *Tropical life ecology: climate change, land use and ecosystems dynamics*. Springer – Praxis, Berlín.

De Perigny, M. 1906 . *La Republique de Costa Rica: son avenir economique et le canal de Panamá*. Librairie Felix Alcan. Paris.

Eiten,G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical review*. 38 (2) . 201 -243.

- Gauthiers, L. 1990. Contact forêt – savanne en Côte d’Ivoire Centrale : évolution du recouvrement ligneux des savannes de la réserve de Lamto. *Candollea*. 45, 627 – 641.
- Gignoux, J ; J.C. Menaut y I.R. Noble. 1996. A spatial model of savanna function and dynamics: model description and preliminary results, pp. 361 – 385. En Newberry, D.M; H.H.T. Prins y N. Brown. *Dynamics of tropical communities*. Blackwell Science. Oxford.
- Gillon, D. 1983. The fire problem in tropical savannas. 617 -641. En Bourlière,F. eds. *Tropical savannas*. Elsevier. Amsterdam.
- Harris,D.R.1980. *Human ecology in savanna environments*. Academic press. London.
- Hopkins, B. 1968. Observations on savanna burning in the Olokemeji Forest reserve, Nigeria. *J. Appl. Ecology*. 2. 367 – 381.
- Johannessen, C.L. 1963. *Savannas of interior Honduras*. University of California press. Berkeley. Los Angeles. 173 p.
- Kelman, M y R. Tackaberry. 1997. *Tropical environments : The functioning and management of tropical ecosystems*. Routledge publishing. Nueva York.
- Koechlin,J. 1961. *La végétation de savanes dans le sud de la République du Congo*. ORSTOM. Paris . 310 p.
- Koechlin, J. 1980. Géographie et écologie de la Paraíba. (Brésil). *Travaux et Documents de Géographie Tropical*.n. 41. 389 p. CEGET- CNRS. Bordeaux. France.
- Matarrita,M. 1980. *La hacienda ganadera colonial en el corregimiento de Nicoya*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Historia y Geografía. Universidad de Costa Rica.
- Medina, E. 1980. Ecology of tropical savannas: an ecophysiological approach, pp. 297 – 319. En: Harris, D. *Human ecology in savanna environment*. Academic press. London.
- Menaut, J.C; L. Abbadie; L. Lavenu ; P. Loudajan y A. Podaire. 2001. Biomass burning in West Africa, pp. 133 – 142. En. J.S. Levine. *Global biomass burning – atmospheric climatic and biospheric implication*. MIT press. Cambridge.
- Packard, S y Mutel, C.F. 1997. *The tallgrass restoration handbook for prairies, savannas and woodlands*. Island press. Chicago.
- Salas, S. 1971. *El tesoro del parque nacional Santa Rosa*. Departamento de parques nacionales. Informe 1. Mimeografiado.
- San José, J.J y M.R. Fariñas. 1971. Estudio sobre los cambios de la vegetación protegida de la quema y el pastoreo en la estación Biológica Los Llanos. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat*, n. 135. 5 – 147.
- San José, J.J y M.R. Fariñas. 1982. Changes in tree density and species composition in a protected *Trachypogon* savanna. *Ecology*. 64 (3) 447 – 457.

San José, J.J y E. Medina. 1975. Effect of fire on organic matter production and water balance in a tropical savannas. En : Bolley,F.B y E. Medina.eds. *Tropical ecological systems: Trends in terrestrial and aquatic research*. Springer Verlag editions. Nueva York.

Sarmiento, G y M.Monasterio. 1975. A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanna ecosystems in tropical América.. 223 – 250. En: Golley,F.B y E. Medina, eds. *Tropical ecological systems: Trends in terrestrial and aquatic research*. Springer Verlag editions. Nueva York.

Sequeira, W. 1985. *La hacienda ganadera en Guanacaste: aspectos económicos y sociales*. EUNED. San José

Tamayo. F. 1962. Adaptaciones de la vegetación pirófila. *Soc. Venez. Cien. Nat*, n 119 y 120.158 – 178.

Tamayo. F. 1964. Notas sobre ecología de la savana. *Soc. Venez. Cien. Nat*. N 101. 51 – 58.

Tamayo.F. 1974. *Ensayo de clasificación de las sabanas de Venezuela*. Escuela de Geografía. Universidad Central de Venezuela.64 p.

Trochain, J. 1940. Contribution a l'étude de la végétation du Senegal. *Memoires Inst,Franc. Afrique, noire*. N 2. 433 p.

Vargas, G. 1981. *La chaîne volcanique de Tilarán et le bassin inferieur du fleuve bebedero: Conditions ecologique, vegetation et mise en valeur*. These de Doctorat de 3ième cycle. Université de Bordeaux II. France.

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. Baton Rouge. Louisiana.

Vargas, G. 1988. Análisis fitogeográfico y ecológico de una sabana arbustiva en el parque nacional Santa Rosa. . Costa Rica. *Revista Geográfica*. IPGH. 108, 53 -74.

Vargas, G. 2005. *Sabana arbustiva del parque nacional Santa Rosa, Guanacaste, 1985 – 2004*. CEMEDE – UNA. Heredia.

Wali, M.K. 1997. *Ecosystem rehabilitation: ecosystem analysis and syntesis*. Academic press. Nueva York.

Walker, B. H y I. Noy – Meir. 1982. Aspects of the stability and resilience of savanna ecosystems, pp. 556 – 599. En. B.J. Huntley y B.H. Walker. *Ecology of tropical savannas*. Springer Verlag. Berlín.

