

## Parámetros estructurales de la vegetación arbóreo-arbustiva del bioma Caatinga sometida a sistemas silviculturales en la región semiárida de Brasil

Structural parameters of the arboreal-shrub vegetation of the Caatinga biome submitted to silvicultural systems in the Brazilian semi-arid region

Marcelo Silva de Lucena <sup>a\*</sup>, Allyson Rocha Alves <sup>b</sup>, Ivonete Alves Bakke <sup>b</sup>

\*Autor de correspondencia: <sup>a</sup>Universidad Federal de Campina Grande, Centro de Salud y Tecnología Rural, Departamento de Ingeniería Forestal, Programa de Postgrado en Ciencias Forestales, Campina Grande, Brasil, tel.: 55-83-3511-3026, marceloslucena@hotmail.com

<sup>b</sup> Universidad Federal de Campina Grande, Centro de Salud y Tecnología Rural, Departamento de Ingeniería Forestal, Programa de Postgrado en Ciencias Forestales, Campina Grande, Brasil.

### SUMMARY

This work aimed at evaluating the horizontal, diametric and volumetric structures and the diversity of arboreal-shrub vegetation in two areas of the Caatinga biome after 27 years of application of silvicultural systems. The first area is in the Seridó Ecological Station and the second is in Pedro Cândido Farm, in the county of Serra Negra do Norte-RN, Brazil. The silvicultural systems used were: general cut of all individuals of arboreal-shrub species; selective cut of arboreal-shrub species with base circumference > 8 cm; general cut of all individuals of arboreal-shrub species and subsequent burning of crop residues; general cut of all individuals of arboreal-shrub species with subsequent burning of crop residues and removal of stem from soil. In each area, 16 subplots of 400 m<sup>2</sup> were delimited and individuals with circumference at breast height (CBH) > 6 cm were measured. The basal area provided by silvicultural systems was evaluated and compared with the results recorded before the experiment. Stem density, volumetric yield and diversity data were compared by the Tukey test. The selective cut provided the highest values of absolute dominance and volumetric production and favored the development of a more balanced diametric structure. The different forms of use of the areas influenced density and absolute dominance, and volumetric production.

*Key words:* forestry structure, forest management, forestry production, selective cut, diversity.

### RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar las estructuras horizontal, diametral, volumétrica y la diversidad de la vegetación arbóreo-arbustiva en dos áreas del bioma Caatinga tras 27 años de aplicación de sistemas silviculturales. La primera área se encuentra en la Estación Ecológica del Seridó; la segunda, en la Hacienda Pedro Cândido, ambas ubicadas en el municipio de Serra Negra do Norte-RN, Brasil. Los sistemas silviculturales fueron: corte general de todos los individuos de las especies arbóreo-arbustivas; corte selectivo de los individuos de las especies arbóreo-arbustivas con diámetro en la base > 8 cm; corte general de todos los individuos de las especies arbóreo-arbustivas, con posterior quema de los residuos de la cosecha; corte general de todos los individuos de todas las especies arbóreo-arbustivas con posterior quema de los residuos de la cosecha y destoca del tallo. En cada área se midieron 16 parcelas, donde se incluyeron los individuos con circunferencia a 1,3m desde el suelo (CAP) > 6 cm. Se evaluó el área basal proporcionada por los sistemas silviculturales, donde se comparó con los valores registrados antes del experimento. Los datos de densidades de los tallos, de la producción volumétrica y la diversidad se compararon por la prueba de Tukey. El corte selectivo proporcionó los mayores valores de dominancia absoluta y producción volumétrica y favoreció el desarrollo de una estructura diametral más equilibrada. Las diferentes formas de uso de las áreas tienen influencia sobre la densidad y dominancia absoluta y la producción volumétrica.

*Palabras clave:* Administración forestal, estructura forestal, producción forestal, corte selectivo, diversidad.

### INTRODUCCIÓN

La zona semiárida brasileña, donde se desarrolla la vegetación del bioma Caatinga, ocupa la región Nordeste de Brasil y se caracteriza por un promedio anual que rondan los 27 °C de temperatura, con precipitaciones plu-

viométricas que varían de 250 a 900 mm al año, distribuidas con irregularidad en el tiempo y en el espacio, con una evapotranspiración potencial que puede oscilar entre 1.500 y 2.000 mm anuales (Alves *et al.* 2009). Genéricamente, según Sampaio (2010), el bioma Caatinga es recubierto por una vegetación compuesta por especies xerófilas, con

morfología y fisiología (tales como caducidad de las hojas, hojas pequeñas, reservas de agua en las raíces, cobertura discontinua de copas) adaptadas a las deficiencias hídricas y predominancia de arbustos y árboles de pequeño porte y estrato herbáceo efímero, con algunas especies endémicas a esta área semiárida.

Inseridos en el contexto de los bosques tropicales secos, donde las altas tasas de deforestación alcanzan estas formaciones vegetales en todo el mundo (Quesada *et al.* 2009), los recursos forestales del estrato arbóreo-arbustivo de la vegetación del bioma Caatinga desempeñan un papel importante para la sustentación de la sociedad que habita la región semiárida brasileña. Tales recursos suplen las industrias con biomasa para generación de energía, donde hay un consumo anual promedio de 553.518 toneladas de carbón vegetal y 17,38 millones de metros estéreos de leña. Estos recursos forestales también proporcionan madera para construcciones rurales, como están presentes en la forma de una serie de productos forestales no madereros (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística [IBGE] 2015).

La cosecha de estos recursos forestales, en su mayoría, se realiza de modo exploratorio y en gran intensidad, sin adopción de planes de manejo forestal sostenible y con aplicación no asistida de intervenciones silviculturales que varían mucho con relación al grado de impacto sobre el ecosistema, ocasionando en muchos lugares la sobreexplotación de dichos recursos y degradación forestal, como dificultades en la regeneración. Además, también se utilizan sistemas silviculturales que varían desde el corte selectivo hasta el corte general de toda la vegetación con la quema de los residuos de la explotación forestal (Alves *et al.* 2009, Soares y Almeida 2011, Lucena *et al.* 2016) Pero, en cuanto a este aspecto no hay informaciones consolidadas de cómo se comporta la vegetación ante sus usos, especialmente en lo que se refiere a los parámetros de las estructuras del bosque y su diversidad florística.

A pesar de que varios estudios se preocupan con el entendimiento de los mecanismos de recuperación de parámetros estructurales de la vegetación arbóreo-arbustiva en diferentes regiones del bioma Caatinga, pocos son aquellos que abordan la recuperación de los parámetros estructurales de las comunidades forestales bajo la influencia de los diferentes sistemas silviculturales, siendo estos importantes para el establecimiento del manejo forestal sostenible (Lucena *et al.* 2016), una vez que la creación de las estrategias del manejo sostenible debe basarse en el entendimiento de las diferentes variables inherentes a la sucesión forestal, a la regeneración natural y a la recuperación de los parámetros estructurales de las comunidades forestales, ya que estos atributos pueden variar en función de perturbaciones antrópicas, del régimen de manejo o de los sistemas silviculturales utilizados (Quesada *et al.* 2009).

Este conocimiento permitirá atestar como los sistemas silviculturales proporcionan a la vegetación las condiciones de continuidad de su capacidad de sustentación y

permanencia, especialmente, ante posibles cambios impuestos por el manejo forestal y de usos múltiples de los bosques, ya que las regiones semiáridas y los bosques tropicales secos, a ejemplo de los bosques arbóreo-arbustivos del bioma Caatinga, presentan atributos estructurales y de sucesión específicos y poco conocidos.

Con todo lo expuesto, este trabajo pretende contribuir para el aprovisionamiento de las lagunas de esa área de conocimiento. Se pretende, aún, responder al siguiente cuestionamiento: ¿cómo es el comportamiento de los parámetros estructurales y de la diversidad florística del estrato arbóreo-arbustivo de la vegetación del bioma Caatinga en vista de la utilización de sistemas silviculturales?

Los sistemas silviculturales son instrumentos necesarios para el manejo sostenible de los bosques y son definidos como herramientas orientadas a la realización del manejo forestal, abarcando procesos de cosecha, tratamientos silviculturales aplicados al stock remanente, reducción de daños al sitio y mejora de la productividad del bosque, con la finalidad de garantizar producciones sostenibles de bienes y servicios proporcionados por los bosques (Souza y Soares 2013).

Así, este trabajo tiene por objeto evaluar las estructuras horizontal, diametral, volumétrica y la diversidad de la vegetación arbóreo-arbustiva en dos áreas del bioma Caatinga tras 27 años de la aplicación de sistemas silviculturales.

## MÉTODOS

*Área de estudio.* El estudio se realizó simultáneamente en dos áreas vecinas, situadas en la parte suroeste de Rio Grande do Norte, Brasil, ambas localizadas en el municipio de Serra Negra do Norte. La primera se encuentra en la Estación Ecológica del Seridó, estando ubicada en las coordenadas 06° 35' a 06° 40' S, y 37° 20' a 37° 39' W (Datum SAD 69). La segunda área está ubicada en una propiedad privada, llamada Hacienda Pedro Cândido, contigua a la Estación Ecológica del Seridó.

El clima de la región donde están instalados los experimentos, de acuerdo con la clasificación de Köppen (1996), es semiárido del tipo BsW'h'. Según datos de la estación de observación meteorológica de la Estación Ecológica del Seridó, se registró un promedio anual de temperatura en 30,7 °C, con un promedio máximo ocurriendo en octubre (31,0 °C) y la mínima en febrero (29,3 °C). La humedad relativa del aire estaba situada alrededor del 50 %. La pluviosidad es muy variable entre los años, con un promedio histórico en torno de los 600 mm, concentrándose básicamente entre los meses de enero y abril (Amorim *et al.* 2005).

La Estación Ecológica del Seridó y la Hacienda Pedro Cândido se caracterizaron por la ocurrencia de Luvisolos Crómicos, constituidos de material mineral, poco profundos, con alto contenido de nutrientes y saturación por base en torno al 80 %. También se registró la presencia de Neosuelos Litólicos y Vertisuelos (Amorim *et al.* 2005)

La vegetación del Seridó fue clasificada como un tipo hiperxerófilo del bioma Caatinga, con aspecto de vegetación arbóreo-arbustiva esparzo, caracterizada por arbustos y árboles de pequeño porte (de 4 a 5 m de altura media y medias de diámetro, medido a 1,3 m a partir del suelo, de 4,0 cm), con presencia de cactáceas y estrato herbáceo estacional, casi totalmente restringido a la estación lluviosa. En lugares con mejores condiciones edafológicas y más preservadas ocurren especies arbóreas de mayores diámetros y alturas (Amorim *et al.* 2005, Costa *et al.* 2009).

*Información sobre las áreas experimentales y los sistemas silviculturales.* En las áreas de estudio se instaló en 1989 un experimento con sistemas silviculturales para evaluar la regeneración natural de la vegetación del bioma Caatinga. Estos sistemas silviculturales fueron los tratamientos utilizados en esta investigación. Actualmente el experimento es gestionado por la Red de Manejo Forestal de la Caatinga.

De acuerdo con Araújo y Silva (2010), el experimento se constituyó en un delineamiento estadístico en bloques al azar (dos bloques), en que se aplicaron cuatro sistemas silviculturales (tratamientos) con cuatro repeticiones en cada uno de los bloques. Se utilizó del delineamiento en bloques al azar en función de la heterogeneidad entre las áreas de estudio. La heterogeneidad se manifiesta por la ausencia y presencia de pastoreo no controlado de ganado bovino, respectivamente, en la Estación Ecológica del Seridó y Hacienda Pedro Cândido. El pastoreo no controlado se realiza de manera extensiva, donde los bovinos realizan el pastoreo dentro del bosque, donde se alimentan principalmente de gramíneas, hierbas, hojas y ramas finas de arbustos y árboles sabrosas. En la Estación Ecológica del Seridó, el pastoreo de ganado bovino, caprino y ovino fue suspendido en 1982, año de la instalación de la Estación Ecológica del Seridó. En la Hacienda Pedro Cândido, por otro lado, el pastoreo de ganado bovino continuó siendo practicado antes y durante la realización del experimento.

Según Araújo y Silva (2010), los sistemas silviculturales (tratamientos) utilizados fueron: CG: corte general de todos los individuos de todas las especies arbóreo-arbustivas, sin restricción de diámetro; CS<sub>+8</sub>: corte selectivo de los individuos de todas las especies arbóreo-arbustivas con diámetro en la base - DEB > 8 cm (la altura de la CEB era 20 cm desde el suelo); CGQ: corte general de todos los individuos de todas las especies arbóreo-arbustivas, sin restricción de diámetro, con posterior quema de los residuos de la cosecha (ramas y ramas finas) en el lugar de la cosecha (en cada una de las parcelas); CGQD: corte general de todos los individuos de todas las especies arbóreo-arbustivas, sin restricción de diámetro, con posterior quema de los residuos de la cosecha (ramas y ramas finas) en el lugar de la cosecha (en cada una de las parcelas) y destoca del tallo (permaneciendo solamente las raíces en el suelo).

*Recolección de datos.* La circunferencia de los fustes a la altura de 1,30 m desde el suelo (CAP) y la altura total de los

individuos fueron medidos, en marzo de 2016, en parcelas permanentes de 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m), totalizando 16 parcelas por área de estudio. Las parcelas en que fueron aplicados los tratamientos tienen distribución aleatoria en cada área, pero sin distanciamiento entre las unidades de muestra (Araújo y Silva 2010). Se incluyeron los individuos con CAP mayor a seis centímetros, inclusive aquellos que estaban muertos, de acuerdo con el Protocolo de Mediciones de Parcelas Permanentes (Red de Manejo Forestal de Caatinga [RMFC] 2005). La CAP fue medida con cinta métrica con precisión de 0,5 cm y la altura total fue estimada con regla retráctil, graduada en metros, con subdivisiones de 0,5 m.

*Cálculo de los parámetros evaluados.* La diversidad de especies de cada parcela en cada sistema silvicultural se obtuvo utilizando los índices de Shannon-Weaver (H'), según la fórmula 1 (Mata Nativa 3 2011):

$$H' = \frac{[N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i)]}{N} \quad [1]$$

En que: H' = Índice de diversidad de Shannon-Weaver; n<sub>i</sub> = Número de individuos muestreados en la i-ésima especie; N = Número total de individuos muestreados; S = número total de especies muestreadas; Ln = logaritmo de base neperiana.

Las estimativas del volumen cúbico total (V m<sup>3</sup>) con cáscara fueron calculadas utilizando la fórmula de volumen cilíndrico, según Zakia *et al.* (1992), conforme la ecuación 2.

$$(Vm^3 = h \times g) \quad [2]$$

En que: h = altura de cada individuo; g = área seccional de cada individuo.

La estructura horizontal se estudió mediante la determinación de la densidad de los individuos por hectárea, en que se consideró cada ramificación del tallo como un individuo diferente, visando captar mejor la ocupación del espacio en cada sistema silvicultural (número de ramificaciones de los tallos ha<sup>-1</sup>) de cada parcela de cada sistema silvicultural, como en la ecuación 3 (Mata Nativa 3 2011).

$$DA_i = \left( \frac{n_{ji}}{A} \right) \quad [3]$$

En que: DA<sub>i</sub> = Densidad de individuos de la i-ésima especie, en número de ramificaciones del tallo por hectárea (Ramificaciones ha<sup>-1</sup>); n<sub>ji</sub> = número de ramificaciones de tallo de cada individuo de la i-ésima especie muestreada en la j-ésima parcela muestreada.; A = Área total muestreada en hectárea.

La dominancia total (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) para cada sistema silvicultural evaluado se obtuvo mediante el empleo de las

ecuaciones 4 y 5 y la dominancia absoluta y el valor de importancia relativo para las especies muestreadas se obtuvo mediante el empleo de las ecuaciones 6 y 7 (Mata Nativa 3 2011).

$$DoT = \left( \frac{ABT}{A} \right) \quad [4]$$

$$ABT = \sum_{i=1}^S AB_i \quad [5]$$

$$DoA_i = \left( \frac{Ab_i}{A} \right) \quad [6]$$

$$VI_i (\%) = DR_i + DoR_i + FR_i \quad [7]$$

En que: DoT = Dominancia total en  $m^2 ha^{-1}$ ;  $AB_i$  = área basal de la *i*-ésima especie, en  $m^2$  por área muestreada en cada sistema silvicultural; S = número de especies muestreadas; A = área total muestreada en hectárea;  $DoA_i$  = dominancia absoluta de la *i*-ésima especie, en  $m^2 ha^{-1}$ ;  $Ab_i$  = área basal de la *i*-ésima especie, en  $m^2$  por área muestreada;  $VI_i (\%)$  = valor de importancia de la *i*-ésima especie, en porcentaje;  $DR_i$  = Densidad relativa de la *i*-ésima especie, en porcentaje;  $DoR_i$  = dominancia relativa de la *i*-ésima especie, en porcentaje;  $FR_i$  = Frecuencia relativa de la *i*-ésima especie, en porcentaje.

En los cuadros, no fueron presentados los valores de los parámetros  $DR_i$ ,  $DoR_i$  y  $FR_i$ , excepto el valor de importancia relativo (en porcentaje), por ser uno valor que sintetiza la importancia de la especie en la comunidad.

El incremento periódico de la dominancia total (IP) concerniente al período de 2004 a 2016 para cada uno de los sistemas silviculturales se obtuvo por la sustracción del valor actual de la dominancia total de cada sistema silvicultural del valor de los datos de 2004 para los mismos sistemas silviculturales presentados Araújo y Silva (2010). El incremento medio anual (IMA) fue calculado a través de la división del incremento periódico de 2004 a 2016 por 12, que es el lapso de tiempo comprendido en este período. La distribución diametral utilizó como clase mínima de DAP (diámetro medido la altura de 1,3 m a partir del suelo) el valor de 1,9 cm, que es referente al valor del criterio de inclusión ( $CAP > 6$  cm) dividido por la constante pi ( $\pi$ ). Se utilizó, posteriormente, una amplitud de clase de dos centímetros. A partir de este criterio, fueron establecidas ocho clases diametrales.

La identificación de los de los individuos vivos y muertos de las especies muestreadas fue realizada a través de reconocimiento visual de los taxones en campo, con anotación del nombre vulgar, además de haber anotado el número de registro de los individuos en cada parcela, así como fue realizada la evaluación dendrológica de sus características, visando su reconocimiento conforme previas in-

formaciones referentes a las especies que se reunieron por la RMFC Red de Manejo Forestal de Caatinga [RMFC] 2005), en los dos lugares de estudio. Con respecto a los individuos muertos, su identificación y clasificación según los taxones presentes en las áreas de estudio fue realizada por medio de comparación con individuos vecinos similares, por medio de la evaluación de las características del formato, color y textura de la corteza, del aspecto y de la conformación estructural de los fustes, de la verificación de la presencia de agujijones y demás caracteres organolépticos, según la Red de Manejo Forestal de Caatinga [RMFC] 2005). Posteriormente, basada en el reconocimiento previo de cada taxón, la grafía de los nombres científicos y de los clasificadores de las especies fueron actualizadas conforme a la Lista de Especies de la Flora de Brasil (2017).

Los datos de volumen, densidad e índice de diversidad fueron sometidos al análisis de comparaciones múltiples de las medias a 5 % de probabilidad de error por la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ). Los valores de  $H'$  fueron comparados por el análisis de varianza, una vez que Martins y Santos (1999) afirman que cuando se trata de datos con distribución normal, recogidos en unidades de muestra de tamaños iguales, los valores de  $H'$  pueden ser comparados por la análisis de varianza.

La verificación de la normalidad de los datos evaluados fue realizada por los pruebas de visualización gráfica y por la prueba de Shapiro-Wilk (W) a 5 % de probabilidad ( $P < 0,05$ ), demostrando la normalidad de los datos para las variables densidad (DA) ( $W = 0,935$ ;  $P = 0,053$ ) y diversidad ( $H'$ ) ( $W = 0,942$ ;  $P = 0,085$ ). Como los valores del volumen con corteza no presentaron distribución normal ( $W = 0,843$ ;  $P = 0,000$ ), se realizó la normalización de los datos por medio de transformación logarítmica, aplicando la expresión  $X = \text{Log}(N)$  ( $W = 0,971$ ;  $P = 0,539$ ). Posteriormente, sus promedios fueron comparados mediante la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS

*Efecto de los sistemas silviculturales sobre la densidad, producción volumétrica, diversidad y la dominancia absoluta.* Tratándose de la densidad, fue observado que no hubo diferencia estadística entre los sistemas silviculturales. Pero, hubo diferencia significativa entre los locales, donde la Estación Ecológica del Seridó se destacó positivamente. En relación a la producción volumétrica de madera, fue registrado que el sistema silvicultural corte selectivo, propició la mayor producción, superando significativamente el corte general con quema de los residuos de la cosecha (CGQ). Mientras que la diversidad se observó que los CG y  $CS_{+8}$  difirieron significativamente de los CGDQ (cuadro 1).

En lo que se refiere a los bloques, se constató que la Estación Ecológica del Seridó presentó la mayor producción en términos de volumen y de densidad. La diferencia ocurre en función de las más pequeñas dominancias absolutas

registradas en todas las intervenciones y al más pequeño número de individuos registrados en la Hacienda Pedro Cândido (cuadro 2).

Hubo incremento de la dominancia total en todos los sistemas silviculturales en relación a los levantamientos realizados en 2004 (Araújo y Silva 2010), sin embargo, con variación entre los sistemas silviculturales conforme los bloques. En la Estación Ecológica del Seridó, el mayor incremento periódico y la más alta dominancia total fue para el CS<sub>+8</sub>. En la Hacienda Pedro la más alta dominancia absoluta fue para el CS<sub>+8</sub> y los más altos incrementos periódicos fueron para CGQ y CGQD (cuadro 3).

Los mayores valores de los incrementos medios anuales en todos los sistemas silviculturales en la Estación Ecológica del Seridó se deben a la presencia de una mayor densidad y dominancia absoluta de individuos de las

especies *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz y *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillet., las cuales fueron las más importantes en términos de valor de importancia (%) en esa área. Estas dos especies fueron responsables por 62,8 % de la densidad y 59,2 % de la dominancia absoluta registrada en la Estación Ecológica del Seridó. La densidad y la dominancia absoluta de la *Poincianella pyramidalis* presentan, respectivamente, reducciones de 87 y 69,8 % de la Estación Ecológica del Seridó en relación a la Hacienda Pedro Cândido. Mientras que en la *Commiphora leptophloeos*, las reducciones para estas dos variables fueron, respectivamente, 90 y 88 % (cuadro 4).

*Distribución diametral.* En todos los sistemas silviculturales, hubo predominancia de individuos en la primera clase de diámetro. En ambas localidades, el corte selectivo pre-

**Cuadro 1.** Promedios de la densidad absoluta de tallos (número de ramificaciones de los tallos ha<sup>-1</sup>), volumen en m<sup>3</sup> y Índice de Shannon-Weaver (H') referentes a los sistemas silviculturales y a los bloques, en la Estación Ecológica del Seridó y Hacienda Pedro Cândido, Municipio de Serra Negra del Norte-RN, Brasil.

Means of absolute stem density (number of stem branches ha<sup>-1</sup>) volume in m<sup>3</sup> and Shannon-Weaver diversity index (H') concerning silvicultural systems and blocks at the Ecological Station of Seridó and Pedro Cândido Farm, in the county of Serra Negra do Norte-RN, Brazil.

Sistemas silviculturales	Parámetros Evaluados		
	Densidad (Ramificaciones ha <sup>-1</sup> )	V (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	H'
CG	4.887,50 a*	25,06 ab*	1,55 a*
CS <sub>+8</sub>	5.050,00 a*	43,31 a*	1,64 a*
CGQ	4.718,75 a*	20,30 b*	1,40 ab*
CGQD	5.481,25 a*	26,95 ab	1,11 b*
Bloques			
Estación Ecológica del Seridó	5.853,12 a*	34,26 a*	1,39 a*
Hacienda Pedro Cândido	4.215,62 b*	23,55 b*	1,45 a*

\* Los promedios, en las columnas, seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al nivel del 5 % de significancia ( $P < 0,05$ ).

**Cuadro 2.** Valores de dominancia absoluta (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) referente a lo año 2016 y número de individuos, relativos a los sistemas silviculturales en la Estación Ecológica del Seridó y Hacienda Pedro Cândido, Serra Negra do Norte-RN, Brasil.

Absolute dominance values (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) for the year 2016 and number of individuals, concerning silvicultural systems and blocks at the Ecological Station of Seridó and Pedro Cândido Farm, in the county of Serra Negra do Norte-RN, Brazil.

Sistemas Silviculturales	Dominancia absoluta (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )		Número de individuos (N)	
	Estación Ecológica del Seridó	Hacienda Pedro Cândido	Estación Ecológica del Seridó	Hacienda Pedro Cândido
CG	6,67	5,43	862	702
CGDQ	7,16	6,11	1.037	717
CGQ	6,36	3,83	874	636
CS <sub>+8</sub>	12,14	7,01	973	643

**Cuadro 3.** Valores de dominancia absoluta ( $m^2 ha^{-1}$ ) referente a los años 1989, 2004 y 2016, incremento periódico ( $m^2 ha^{-1}$ ) e incremento medio anual ( $m^2 ha^{-1} año^{-1}$ ) relativos a los sistemas silviculturales en la Estación Ecológica del Seridó y Hacienda Pedro Cândido, Serra Negra do Norte-RN, Brasil.

Absolute dominance values for the years 1989, 2004 and 2016, periodic increment ( $m^2 ha^{-1}$ ) and average annual increment ( $m^2 ha^{-1} year^{-1}$ ) concerning silvicultural systems and blocks at the Ecological Station of Seridó and Pedro Cândido Farm, in the county of Serra Negra do Norte-RN, Brazil.

Sistemas Silviculturales	Dominancia absoluta en 1989**		Dominancia absoluta en 2004**		Dominancia absoluta en 2016		Incremento periódico (2004-2016)		Incremento medio anual (2004-2016)	
	Estación Ecológica del Seridó	Hacienda Pedro Cândido	Estación Ecológica del Seridó	Hacienda Pedro Cândido	Estación Ecológica del Seridó	Hacienda Pedro Cândido	Estación Ecológica del Seridó	Hacienda Pedro Cândido	Estación Ecológica del Seridó	Hacienda Pedro Cândido
CG	6,88	5,86	4,19	3,98	6,67	5,43	2,48	1,45	0,21	0,12
CGDQ	9,24	4,98	4,02	4,52	7,16	6,11	3,14	1,59	0,26	0,13
CGQ	6,28	3,48	4,32	2,23	6,36	3,83	2,04	1,6	0,17	0,13
CS <sub>+8</sub>	8,15	5,28	6,76	6,37	12,14	7,01	5,38	0,64	0,45	0,053

\*\* Valores obtenidos de Araújo y Silva (2010)

**Cuadro 4.** Relación florística de familias y especies, densidad absoluta, dominancia absoluta ( $m^2 ha^{-1}$ ) y valor de importancia de los individuos de las especies catalogadas en la Estación Ecológica del Seridó y Hacienda Pedro Cândido, Municipio de Sierra Negra del Norte-RN, Brasil.

Floristic relationship of families and species, absolute density, absolute dominance ( $m^2 ha^{-1}$ ) and relative importance value (%) of the individuals of the species sampled at the Ecological Station of Seridó and Pedro Cândido Farm, in the county of Serra Negra do Norte-RN, Brazil.

Familia/subfamilia	Nombre científico	Estación Ecológica del Seridó			Hacienda Pedro Cândido		
		DA	DoA	VI (%)	DA	DoA	VI (%)
Fabaceae	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L. P. Queiroz	3.239	3,51	36,67	432	1,06	13,82
	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	406	1,19	10,53	1.060	1,99	24,64
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	215	0,58	6,69	31	0,12	2,72
	<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	121	0,13	4,06	76	0,08	3,13
	<i>Bauhinia forficata</i> Link	25	0,01	0,90	0	0	0
	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	1,56	0,006	0,27	0	0	0
	<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin et Barneby	6,25	0,006	0,29	17	0,01	0,80
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	17	0,02	0,64	7,81	0,01	0,68
Euphorbiaceae	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	587	0,51	8,72	953	0,64	16,06
	<i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl	114	0,29	3,75	121	0,38	6,18
Combretaceae	<i>Manihot caerulescens</i> Pohl	7,81	0,01	0,55	0	0	0
	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	121	0,09	3,20	307	0,24	7,08
Burseraceae	<i>Combretum laxum</i> Jacq.	7,81	0,004	0,53	0	0	0
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillet	439	1,26	10,74	42	0,15	2,69
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	365	0,31	6,67	1.081	0,81	18,06
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pungens</i> O.E.Schulz	131	0,08	3,67	73	0,07	3,07
Bignoniaceae	<i>Tabebuia couralia</i> Splitg.	21	0,03	1,19	0	0	0
Capparaceae	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	3,12	0,008	0,29	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	0	0	0	1,56	0,01	0,34
No identificada		20	0,01	0,63	7,81	0,02	0,74
Total		5.847,5	8,054	100	4.210,2	5,59	100

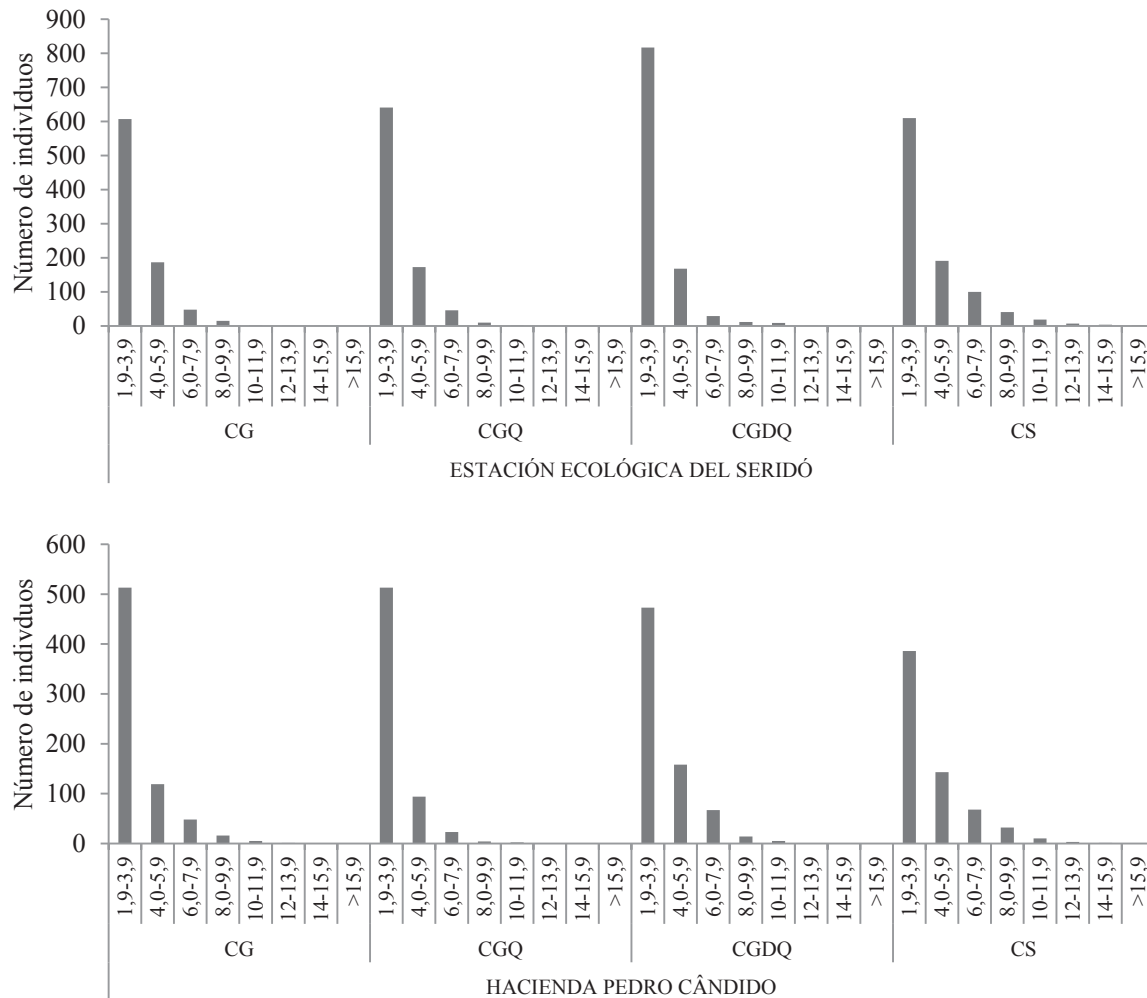
sentó la mejor distribución del número de individuos entre las clases de DAP. En la Estación Ecológica, en todos los sistemas silviculturales, 71,41 % de los individuos muestreados estaban presentes en la primera clase de diámetro (1,9-3,9 cm). La segunda clase (4,0-5,9 cm) contenía aproximadamente 19,19 % del total. En la Hacienda Pedro Cândido, en todos los sistemas silviculturales, la primera clase de diámetro contenía 69,87 % del total de individuos. La segunda clase presentaba aproximadamente 19,05 % de individuos muestreados (figura 1).

## DISCUSIÓN

En relación al efecto de los sistemas silviculturales sobre la densidad absoluta, es evidente que tras 27 años no hay diferencia entre los sistemas silviculturales, sin embargo, con diferencia significativa entre los lugares de estudio.

Con relación a este aspecto, se puede afirmar que la diferencia registrada entre las áreas es una implicancia de las distintas formas de uso, una vez que antes de la instalación del experimento había homogeneidad para la densidad, según demuestran Araújo y Silva (2010). En este estudio, la principal variable relacionada a la utilización que diferencia las localidades es la presencia del pastoreo no controlado de ganado bovino en la Hacienda Pedro Cândido.

En lo que concierne al efecto de las formas de usos de las tierras en el bioma Caatinga y la relación con la estructura de las comunidades forestales, Barbosa (2012) afirma que las formas de uso de las áreas son variables que influyen en el porte en diámetro y altura, riqueza y densidad de las especies de árboles y arbustos en el bioma Caatinga. En su estudio, las condiciones paramétricas y de densidad reflejaron el grado de las acciones humanas a que el área de estudio fue sometida, destacándose el pastoreo



**Figura 1.** Distribución en clases de DAP (cm) en función de los sistemas silviculturales en la Estación Ecológica del Seridó y Hacienda Pedro Cândido, Serra Negra del Norte-RN, Brasil.

Distribution in classes of diameters at breast height (DBH), expressed in cm, concerning silvicultural systems and blocks at the Ecological Station of Seridó and Pedro Cândido Farm, in the county of Serra Negra do Norte-RN, Brazil.

de ganado bovino como capaz de implicar en el patrón de ocupación del espacio, con influencia en la densidad absoluta y área basal. Semejantemente, Cavalcanti *et al.* (2009) afirman que en el bioma Caatinga la respuesta de los parámetros de la estructura de los bosques varía en función de las condiciones ambientales y de las formas de uso de las comunidades forestales.

Además de alteraciones en la densidad absoluta, se constata que las diferentes formas de uso de las áreas tienen influencia sobre las más pequeñas dominancias totales y consecuentemente en los más pequeños volúmenes de madera registrados en la Hacienda Pedro Cândido. Esa afirmación es confirmada al observarse que los incrementos medios anuales en todos los sistemas silviculturales en la Estación Ecológica del Seridó fueron superiores a los observados en la Hacienda Pedro Cândido.

Es posible afirmar que, al pastar, los animales (ganado bovino, caprino y ovino) consumen la parte aérea de las plantas sabrosas (algunas especies arbóreo-arbustivas del bioma Caatinga poseen en sus hojas y tallos sustancias tóxicas a los animales), reduciendo, así, su capacidad de supervivencia, al tiempo que pisan el suelo, resultando en su compresión, reducción de la capacidad de retención de humedad y dificultades de germinación de las semillas.

En relación a la producción volumétrica de madera, a pesar del  $CS_{+8}$  haber sido estadísticamente semejante al CG y CGDQ, la diferencia es de cerca de 18,25 y 16,36  $m^3 ha^{-1}$ , respectivamente. La mayor producción del  $CS_{+8}$  se debe al volumen remanente, pues las mediciones realizadas después de la aplicación de los sistemas silviculturales demuestran que el volumen restante después de la aplicación de los tratamientos fue un promedio de 9,5  $m^3 ha^{-1}$  (Araújo y Silva 2010). Pero, si se sustrae los valores remanentes de las parcelas del  $CS_{+8}$  se resalta que aun así el  $CS_{+8}$  habrá propiciado la mayor producción volumétrica, es decir, un promedio, aproximado, de 33,81  $m^3 ha^{-1}$ . Esto indica que en las parcelas del  $CS_{+8}$  el ritmo de crecimiento a lo largo del tiempo fue mayor que en los otros sistemas silvícolas.

En lo que se refiere al crecimiento de la vegetación arbóreo-arbustiva del bioma Caatinga mediante el corte selectivo, Pareyn *et al.* (2010), evaluando el uso de tres modalidades de corte selectivo y una modalidad de corte general (similar a este trabajo), observan que en 2007 (11 años después de las intervenciones) los cortes selectivos propiciaron las mayores áreas basales y también mayores volúmenes, cuando fueron comparados con el corte general.

Con relación a la diversidad medida por el Índice de Shannon-Weaver, es posible afirmar que los más pequeños valores para los sistemas silviculturales CGQ y CGDQ advienen de las más pequeñas diversidades registradas en las parcelas de la Hacienda Pedro Cândido, especialmente, en función del más pequeño número de especies y del gran número de individuos de las especies *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton blanchetianus* y *Mimosa tenuiflora* en esta área.

El carácter drástico del corte general con destoca del tallo, además de la quema de los residuos de la cosecha (ramas y follaje), produce características ambientales que favorecen el predominio de especies pioneras (*P. pyramidalis*, *M. tenuiflora*, *C. blanchetianus*), adaptadas a las condiciones severas, con gran abundancia y casi mono específicas, como constatado en las parcelas de los sistemas silviculturales CGQ y CGDQ en la Hacienda Pedro Cândido. Además, una posible causa de este hecho sería la gran capacidad de rebrote de las especies de la Caatinga. Sin embargo, en el caso del CGDQ, esta justificación no sería válida, pues la destoca elimina la posibilidad de rebrote de cepas. La presencia de especies pioneras explicaría el segundo mayor volumen del CGDQ, después del  $CS_{+8}$ .

Pareyn *et al.* (2010) evaluando tres modalidades de corte selectivo y una de corte general, registran que los valores del Índice de Shannon-Weaver para las parcelas del corte general presentan más pequeño ritmo de crecimiento del que las parcelas de los cortes selectivos.

Estas afirmaciones juntamente con los datos obtenidos en este trabajo indican que las más pequeñas diversidades son compatibles con el aumento en la severidad de las intervenciones sobre los bosques en el bioma Caatinga. Según Chazdon (2012), después de disturbios, los procesos de sucesión ecológica llevan las alteraciones en la composición de especies, talla y estructura de las poblaciones que forman las comunidades forestales y que tales efectos varían ampliamente según la naturaleza del uso anterior de la tierra, de la proximidad de otros fragmentos y disponibilidad de mecanismos de dispersión.

Sobre este aspecto, Andrade *et al.* (2005) estudiando dos áreas del bioma Caatinga, en la cual la primera (A1) se encontraba preservada y la segunda (A2) que se utilizaba para cultivos agrícolas, pero se regeneraba hace 30 años, sin embargo, siendo utilizada para pastoreo de caprinos, registran en el área preservada (A1) 15 especies arbóreo-arbustivas, mientras que había solamente 6 en la segunda área. Ellos aún afirman que hay una severa reducción de parámetros estructurales como la densidad de individuos por hectárea y la dominancia absoluta de A1 en relación a A2.

En lo que concierne a la dominancia absoluta, los resultados del presente trabajo vienen a demostrar que tras 27 años de las intervenciones ni todos los sistemas silviculturales superaron o se igualaron al valor de la dominancia registrado antes de las intervenciones.

Esas consideraciones son importantes, una vez que las normas que establecen reglas para el manejo forestal sostenible en el bioma Caatinga, determinan que el ciclo de corte mínimo para el manejo sostenible de la Caatinga es de 15 años. Pero, con base en los resultados del presente estudio, se ve que a depender del ritmo de crecimiento y de las formas de uso del área, sea necesaria la determinación de cantidad de tiempo mayor para la prescripción de nuevas cosechas, principalmente ante el hecho de que el manejo sostenible debe respetar la capacidad de revitaliza-



ción de los bosques, con base en el poder de resistencia y resiliencia a las comunidades.

Se hace necesario destacar que el hecho de solamente dos sistemas silviculturales ( $CS_{+8}$  y CGQ) de la Estación Ecológica del Seridó hayan superado los valores iniciales de dominancia absoluta (de 1989) se debe al hecho de en esa localidad los valores iniciales de la dominancia absoluta eran mayores que en la Hacienda Pedro Cândido. Este hecho evidencia que los sistemas silviculturales tienen un mejor desempeño en la Estación Ecológica del Seridó.

En relación a otros trabajos realizados en el Seridó, los valores de dominancia absoluta registrados en el presente trabajo para los sistemas silviculturales evaluados son más pequeños del que el registrado por Fabricante y Andrade (2007), salvo el del  $CS_{+8}$  en la Estación Ecológica del Seridó. Ellos estudiaron un área del bioma Caatinga en el Seridó de Paraíba, la cual sufrió corte general en 1964, con cortes selectivos posteriores para retirada de estacas (para la construcción de vallas en las propiedades rurales) y leña, además de la presencia de ganado bovino y caprino, calcularon una dominancia absoluta de aproximadamente  $9,09 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ .

En la propia Estación Ecológica del Seridó, en un lugar sin la utilización de los sistemas silviculturales usados en este trabajo y sin el pastoreo de animales, Amorim *et al.* (2005) afirman que hay una dominancia absoluta de  $6,1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . Pero, Camacho (2001), en la propia Estación Ecológica del Seridó, en área sin intervenciones, en cuatro sitios con difícil acceso, encuentra que hay dominancias absolutas entre  $9,98$  a  $18,92 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . Pero, hay que resaltar que este autor evaluó una fisonomía de Caatinga arbórea, localizada en un área con altitud superior a 385 m y en pocas parcelas muy próximas unas de otras, cuya aplicación pudo haber sobreestimado la dominancia absoluta. En general, las informaciones presentadas por ellos pueden no reflejar las características de las áreas evaluadas en el presente estudio.

Por otra parte, es posible afirmar que las áreas en el bioma Caatinga que sufrieron interferencias humanas, tales como la cosecha de los recursos forestales, presentan más pequeñas dominancias absolutas, aun tras un periodo de tiempo considerable después de las intervenciones.

Ferraz *et al.* (2014) al estudiar la estructura del componente arbustivo-arbóreo en dos áreas del bioma Caatinga con diferentes historias de uso, en que la primera fue explotada con corte general y se regenera desde hace 22 años (A1) y un segundo lugar sin intervenciones antrópicas desde hace al menos 50 años (A2), afirman que, tomando como referencia la dominancia absoluta del área más conservada ( $4,55 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), y el incremento promedio estimado en el área que se regenera hace 22 años ( $0,11 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), la vegetación secundaria alcanzará (A1) el stock original en unos 40 años después de la cosecha de los recursos forestales.

Con respecto a las diferencias observadas para las especies con mayor contribución para el valor de dominancia absoluta y de la densidad en cada área de este estudio,

se observa que con el pasar del tiempo las comunidades reaccionaron de forma diferente a los sistemas silviculturales. En la Estación Ecológica del Seridó, hay aumento de la densidad y dominancia de especies características de etapas sucesivas más avanzadas, con más pequeño grado de pionerismo, demostrando que aún a pesar de la proximidad de las áreas y del reparto de características edafoclimáticas, los sistemas silviculturales juntamente con las diferentes formas de uso de las áreas contribuyen para la existencia de diferencias en los parámetros estructurales.

En ambas localidades, el número de individuos presente en clases de DAP mayores que 10 cm es incipiente, especialmente, en los sistemas silviculturales donde se aplicó las modalidades del corte general, indicando que esos sistemas demandarían más tiempo para proporcionar el desarrollo de una comunidad con DAP mayores que 10 cm.

Pareyn *et al.* (2010) evaluando el uso de tres modalidades de corte selectivo y una de corte general en el bioma Caatinga constatan que el corte selectivo además de mantener diámetros distribuidos en las clases mayores, también presentaba ingresos graduales en esas clases.

Además de la influencia de los sistemas silviculturales en el desarrollo de la comunidad estudiada, Amorim *et al.* (2005) afirman que la existencia de la mayoría de los individuos en las más pequeñas clases de diámetros refleja una característica natural de la Fito fisionomía del bioma Caatinga presente en la región del Seridó.

Además de la preponderancia de características naturales del lugar de estudio, hay que considerar que la maciza presencia de un gran número de individuos en las menores clases de DAP en los sistemas silviculturales donde se utilizó el corte general es debido al gran potencial de ramificación que las especies arbóreo-arbustivas del bioma Caatinga presentan al rebrotar.

A pesar de estas consideraciones, se observa que, en la Estación Ecológica del Seridó, la disminución de los individuos en las mayores clases de DAP ocurre según aumenta la severidad de los sistemas silviculturales, mientras que en la Hacienda Pedro Cândido, ese comportamiento fue observado para los sistemas silvícolas CG y CGQ, pues el  $CS_{+8}$  y el CGDQ presentan una distribución diametral semejante. La principal diferencia entre estos dos últimos sistemas silviculturales se da en función de la presencia de un mayor porcentaje de individuos con DAP superior a 5,9 cm registrado en el  $CS_{+8}$ , que alcanza 18% de los individuos muestreados, mientras que hay 11 % en el CGDQ.

La mayoría de las especies arbóreas y arbustivas del bioma Caatinga presentan una gran capacidad de rebrote a partir de los tallos que quedan en el suelo después de las intervenciones silviculturales. El corte general, cuando no se utiliza la destoca del tallo, proporciona la posibilidad de rebrote a través de varias estructuras vegetales llamadas gemas (apicales y laterales), que son regiones que poseen células de meristema con gran capacidad de diferenciación. De esta forma, el rebrote promueve el desarrollo de varias ramificaciones en un mismo tronco, las cuales,

generalmente, tendrán menores diámetros en función del mayor número de ramificaciones.

Con respecto a la capacidad de ramificación que los tallos de las especies arbóreas y arbustivas del bioma Caatinga demuestran después del uso del corte general, Ferraz *et al.* (2014) estudiando dos áreas, en que la primera (A1) había sido sometida al corte general hace 22 años y la segunda preservada por lo menos 50 años (A2), constatan una diferencia significativa por la prueba  $t$  ( $P < 0,01$ ), donde la A1 presenta en promedio 3,2 ramificaciones por tallo y la A2 tienen un promedio de 2,0 ramificaciones por tallo. A pesar de un mayor número de ramificaciones, estos presentan menores diámetros en comparación con el área preservada, demostrando que, después de las intervenciones, el aumento en el número de ramificaciones del tallo es acompañado por la reducción de sus diámetros.

En el caso del presente trabajo, una diferencia importante entre los sistemas silvícolas ubicados en la Hacienda Pedro Cândido se refiere a las especies dominantes (en términos del número de individuos y de ramificaciones del tallo). En las parcelas del CGDQ, la especie con mayor número de individuos y de ramificaciones es *Mimosa tenuiflora*, que corresponde al 60 % de la densidad relativa (DR) y al 75 % de la dominancia relativa (DOr) registrada, mientras que en el CS<sub>+8</sub> fueron las especies *Aspidosperma pyrifolium* y *Poincianella pyramidalis*, las cuales corresponden al 56 % de la densidad relativa y el 59 % de la dominancia relativa.

Se destaca que, en el CGDQ, el hecho de *Mimosa tenuiflora* ser la especie dominante contribuye significativamente a la diferencia observada para la estructura diametral de este sistema silvicultural. La referida especie es notablemente una pionera del bioma Caatinga, poseyendo gran capacidad de supervivencia a la escasez hídrica y a los impactos de las intervenciones humanas, con generación anual de gran cantidad de plántulas, rápido crecimiento y capacidad de dominar los espacios que son sometidos a gran intensidad de perturbación.

Una vez que el CGDQ proporciona que las condiciones ambientales sean más severas, ya que la destoca de los tallos y quema de los residuos de la cosecha tienen gran capacidad de provocar modificaciones en el banco de semillas del suelo y matar las estructuras vegetativas dejadas en el suelo, hay el favorecimiento para el desarrollo de especies adaptadas a ambientes altamente alterados.

Holanda *et al.* (2015) al estudiar la estructura de la vegetación en dos ambientes con diferentes historias de uso en Cajazeirinhas-PB, en el bioma Caatinga, en que el primero de ellos (ambiente I) tuvo la vegetación suprimida hace unos 12 años de la realización del estudio, con utilización posterior para agricultura y pastoreo de ovinos y bovinos y el ambiente II desde hace más de 50 años sin supresión de la vegetación, pero con presencia de pastoreo bovino y ovino, afirman que *Mimosa tenuiflora* correspondió al 98 % de la dominación y el 95 % de la densidad relativa en ambiente I.

## CONCLUSIONES

Tras 27 años no se constata influencia de los sistemas silviculturales sobre la densidad absoluta. Las diferentes formas de uso de las áreas tienen influencia sobre la densidad absoluta y la producción volumétrica.

En términos de producción, el corte selectivo (CS<sub>+8</sub>) es el sistema silvicultural que proporciona la mayor producción volumétrica y las mayores dominancias absolutas.

El corte selectivo (CS<sub>+8</sub>) y el corte general (CG) son responsables de los mayores valores de diversidad.

La menor intensidad de las intervenciones humanas, observadas en la Estación Ecológica del Seridó, favorece el desarrollo de los mayores valores de dominación absoluta y los mayores incrementos periódicos - IP e incrementos medios anuales - IMA superiores.

Después de 27 años de las intervenciones, no todos los sistemas silvícolas superan o se igualan a la dominación absoluta observada antes de la aplicación de los sistemas silvícolas.

## AGRADECIMIENTOS

Al ICMBIO por la autorización para los trabajos de campo en la Estación Ecológica del Seridó.

A la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (Capes) por la concesión de la beca del primer autor.

A la Red de Manejo Forestal de Caatinga por el apoyo logístico y financiero para la realización de los trabajos de campo.

## REFERENCIAS

- Alves JJA, MA Araújo, SS Nascimento. 2009. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga* 22(3): 126-135.
- Amorim IL, EVSB Sampaio, EL Araújo. 2005. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 19(3): 615-623.
- Andrade LA, IM Pereira, UT Leite, MRV Barbosa. 2005. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. *Revista Cerne* 11(3): 253-262.
- Araújo LVC, JA Silva. 2010. Unidade experimental estação ecológica do Seridó-RN. In Gariglio MA, EVSA Sampaio, LA Cestaro, PY Kageyama. Uso sustentável e conservação dos Recursos Florestais da Caatinga. Brasília, Brasil. Serviço Florestal Brasileiro. 368 p.
- Barbosa MD. Composição florística, regeneração natural, decomposição e ciclagem de nutrientes, em área de Caatinga hipoxerófila em Arcoverde, Pernambuco. 2012. Tesis Ciências Florestais. Recife, Brasil. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 204 p.
- Camacho RGV. 2001. Estudo Fitofisiográfico da Caatinga do Seridó - Estação Ecológica do Seridó, RN. Tesis Ciências, área de Botânica. São Paulo, Brasil. Universidade de São Paulo. 130 p.

- Cavalcanti ADC, MJN Rodal, EVSB Sampaio, KCC Costa. 2009. Mudanças florísticas e estruturais, após cinco anos, em uma comunidade de Caatinga no estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Amazonica* 23(4): 75-76.
- Costa TCC, MAJ Oliveira, LJO Accioly, FHBB Silva. 2009. Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13: 961-974.
- Chazdon R. 2012. Regeneração de florestas tropicais. *Revista Ciências Naturais* 7 (3): 195-218.
- Fabricante JR, AL Andrade. 2007. Análise estrutural de um remanescente de Caatinga no Seridó Paraibano. *Oecologia brasiliensis* 11(3): 341-349.
- Ferraz JSF, RLC Ferreira, JAA Silva, IMJ Meunier, MVF Santos. 2014. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de Caatinga, no município de Floresta, Pernambuco. *Revista Árvore* 38(6): 1055-1064.
- Flora do Brasil. (2017). *Lista de espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Consultado 10 ene. 2017. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- Holanda AC, FTD Lima, BM Silva, RG Dourado, AR Alves. 2015. Estrutura da vegetação em remanescente de Caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazerinhas (PB). *Revista Caatinga* 28(4): 142-150.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, BR). 2015. Quantidade e valor dos produtos da extração vegetal, por produtos, segundo as grandes regiões e as Unidades da Federação - 2013. Consultado em 15 de Mai. de 2015. Disponível em: < [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Producao\\_da\\_Extracao\\_Vegetal\\_e\\_da\\_Silvicultura\\_\[anual\]/2013/pdf/tab02.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_[anual]/2013/pdf/tab02.pdf) >
- Köppen W. 1996. Sistema Geográfico dos Climas (Corrêa ACB. Tradutor). Recife, Brasil. Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco. 31 p.
- Lucena MS, JA Silva, AR Alves. 2016. Regeneração natural do estrato arbustivo-arbóreo em área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó – RN, Brasil. *Revista Biotemas* 29 (2):17-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n2p17>
- Martins FR, Santos, FAM. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Revista Hólos 1* (edição especial):236-267.
- Mata Nativa 3. 2011. Sistema para análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas (Manual do Usuário). Viçosa, Brasil. Cientec. 295 p.
- Pareyn FGC, KC Lima, MWCF Marques, ER Riegelhaupt, P Bacalini. 2010. In Gariglio MA, EVSA Sampaio, LA Cestaro, PY Kageyama eds. Uso sustentável e conservação dos Recursos Florestais da Caatinga. Brasília, Brasil. Serviço Florestal Brasileiro. 368 p.
- Quesada M, GA Sanchez-Azofeifa, M Alvarez-Anorve, KE Stoner, L Avila-Cabadilla, J Calvo-Alvarado, A Castillo, MM Espírito-Santo, M Fagundes, GW Fernandes, J Gamon, M Lopezaraiza-Mikel, D Lawrence, LPC Morelato, JS Powers, FS Neves, V Rosas-Geurrero, R Sayago, G Sanchez-Montoya. 2009. Sucession and management of tropical dry forest in the Americas: Review and new perspectives. *Forest Ecology and Management* 258 (6):1014-1024. DOI: <http://10.1016/j.foreco.2009.06.023>
- RMFC (Rede de Manejo Florestal da Caatinga, BR). 2005. Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes. Recife, Brasil. Associação de Plantas do Nordeste. 30 p.
- Sampaio EVSB. 2010. Características e potencialidades. 2010. In Gariglio MA, EVSA Sampaio, LA Cestaro, PY Kageyama eds. Uso sustentável e conservação dos Recursos Florestais da Caatinga. Brasília, Brasil. Serviço Florestal Brasileiro. 368 p.
- Soares VO, NO Almeida. 2011. O Bioma Caatinga sob a percepção da paisagem e da dinâmica da agricultura. *Revista Geográfica da América Central* Número especial: 1-15.
- Souza AL, CPB Soares. 2013. Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa, Brasil. Ed. UFV. 322 p.
- Zakia MJB, FG Pareyn, E Riegelhaupt. 1992. Equações de peso e de volume para oito espécies lenhosas nativas do Seridó-RN. In IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Plano de manejo florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte. Natal, Brasil. PNUD/FAO/IBAMA. 92 p.

Recibido: 21/08/17

Aceptado: 09/07/18

