

Influencia de las plantaciones de pino Caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en el comportamiento del elemento climático precipitación (Período 1971-1999)

Artículo de investigación / Research article
Recepción: 02-10-2018 / Aceptación: 11/12/2018

Yaranelly Méndez Grüber
glaciscolumial@hotmail.com
Universidad Simón Bolívar/ Venezuela

Lic. en Geografía (Universidad Central de Venezuela), especializada en Climatología y Lic. en Educación mención Ciencias Sociales (Universidad Católica Andrés Bello). Magister Scientiarum en Desarrollo y Ambiente (Universidad Simón Bolívar). Doctorando en Desarrollo Sustentable (Universidad Simón Bolívar) con línea de investigación en Cambio Climático.

Resumen: La presente investigación describe la influencia de plantaciones de pino caribe en el comportamiento de la precipitación, al afectar el balance de radiación, así como los patrones de precipitación y humedad de la atmósfera, la temperatura, el viento y la evapotranspiración. En consecuencia, las plantaciones de pino pueden generar un mesoclima, es decir, un clima diferente al que inicialmente se encontraba con los suelos desnudos o con vegetación de sabana. En este sentido, se determinó que la tasa de aumento de la precipitación en el área de estudio es de 11,42 mm/año, demostrando la influencia de las plantaciones de pino caribe, ubicadas al Sur de los estados Monagas y Anzoátegui, en el comportamiento de la lluvia, durante el lapso comprendido entre 1971-1999

Palabras claves: pino caribe, precipitación, clima.

Abstract: The present investigation describes the influence of Caribbean pine plantations in the behavior of the precipitation as it affects the radiation balance and precipitation patterns and atmospheric moisture, temperature, wind and evapotranspiration. Therefore, pine plantations can generate mesoclimate, ie a climate different than initially met the bare soil or savannah vegetation. In this sense, it was determined that the rate of increase of precipitation in the study area is 11.42 mm / year, demonstrating the influence of Caribbean pine plantations, located south of Monagas and Anzoátegui states in the behavior of rainfall during the period between 1971-1999.

Keywords: pinus caribeana, precipitation, climate

Introducción

El clima está definido como la condición promedio de la atmósfera determinada de repetidas observaciones en largos períodos de tiempo. Para Rodríguez (1986) "el clima es la síntesis de los fenómenos meteorológicos". En sentido más específico se ha considerado al clima como "la integración de los diferentes estados atmosféricos que se producen en una zona durante un período de tiempo, lo suficientemente largo como para que abarque los ciclos en que se producen variaciones del orden general" (Millar 1975). En síntesis, el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera y su evolución en un lugar determinado durante un largo período, se consi-

dera clima.

El clima ocupa un lugar importante en los estudios geográficos, ya que su conocimiento es fundamental para explicar su influencia en la intensidad y calidad de los procesos físicos sobre la superficie terrestre como la meteorización, sedimentación, erosión, los tipos de suelos y de vegetación, etc. y culturales como el alimento del hombre, la distribución y virulencia de los parásitos que causan enfermedades, los modos de vida y hábitos humanos, entre otros.

Dado el efecto que las condiciones climáticas ejercen sobre el hombre y sus actividades, también se debe considerar su influencia en el resto de los seres vivos.

La repercusión climática sobre el hombre es verificable en el mismo grado que sobre las plantas y los animales.

Se ha demostrado que el hombre es capaz de causar algún tipo de efecto o alterar la variabilidad natural del clima. De hecho, esta afirmación es válida al punto que las actividades industriales desarrolladas por el ser humano han modificado las condiciones de la calidad de la atmósfera, y, por ende, del clima a escala mundial. Este efecto ha sido comprobado en numerosos experimentos tales como los realizados por la NASA a partir del año 1992 en la Antártida en relación con la alteración de la capa de ozono por las actividades humanas y, aún es motivo de discusión científica. Sin embargo, es válido preguntarse si seres vivos como las plantas causan alguna influencia sobre el clima. Según Millar (1975), la influencia de las plantas sobre el clima pudiera ser evidenciada en las diferentes escalas climáticas en que ha sido clasificado el clima, a saber: macroclimática, mesoclimática y microclimática.

El clima posee dos componentes a saber: los elementos y los factores climáticos. Según Rodríguez (1986) los primeros describen las condiciones atmosféricas y, los segundos, explican por qué difieren climáticamente dos o más espacios.

Para Rodríguez (1986) un hecho o fenómeno que incide en la variabilidad de las magnitudes meteorológicas recibirá el nombre de factor climático. Dentro de los factores climáticos se tienen a: la altitud, el relieve, la continentalidad, las corrientes oceánicas, la vegetación, etc. La influencia de los factores climáticos ocasionan cambios en las medidas de los elementos climáticos; además, se asume que el factor climático debe abarcar un área significativamente extensa para tener una denominación como tal, por ejemplo, la deforestación de unas cuantas hectáreas no tiene por qué cambiar la respuesta de los elementos meteorológicos. Para que ella cambie significativamente será necesario que la devastación de la cobertura vegetal sea suficientemente extensa.

De acuerdo con Acurero (2003) se tiene a la selva amazónica como ejemplo del efecto directo de la vegetación sobre el macroclima. Esta masa vegetal se comporta como un macrosistema de remoción de dióxido de carbono e involucra y relaciona las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco con el mar Caribe y el océano Atlántico. Las corrientes de agua dulce provenientes de dichos ríos, producen el afloramiento superficial de ricos nutrientes que forman

las condiciones ideales para la fotosíntesis en el mar, produciendo fitoplancton en forma de corriente continua. Esta producción de fitoplancton consume grandes volúmenes de dióxido de carbono a la vez que libera oxígeno.

Si se redujera la masa vegetal de la selva amazónica el sistema climático se vería afectado puesto que, más del 50% de las precipitaciones de la misma dependen de la incorporación de agua a la atmósfera que viene de la evapotranspiración que produce su biomasa, hecho que también redundaría en la reducción del caudal de los ríos Amazonas y Orinoco. Asimismo, otra repercusión de reducir la remoción del dióxido de carbono en el Caribe, sería similar a si se incrementara el consumo de combustible fósil en el mundo, trayendo como consecuencia inmediata el incremento del efecto invernadero y, con ello, el aumento de la temperatura superficial del planeta.

Según Foghin (2002) la lluvia afecta a la vegetación a través de su efecto sobre el contenido de humedad del suelo, pero la forma en que la vegetación podría a su vez afectar la ocurrencia de la precipitación, es difícil de entender. A partir de observaciones, del forzamiento recíproco de la estación media de la vegetación y las anomalías interanuales de la lluvia sobre áreas de tierras, empleando la técnica de múltiples acoplados, se estima con un nivel de significación del 1% que 19% de la varianza de la vegetación es forzada por la precipitación y, un 12% de la varianza de la precipitación es forzada por la vegetación.

Por medio de los parámetros hidráulicos del suelo, Osborne et al (2004) demostraron que la vegetación tiene un efecto moderador significativo sobre el clima en los trópicos por el enfriamiento de la superficie a través de los flujos de calor latente. La influencia de la vegetación, es, sin embargo, según la temporada, con un impacto mucho mayor durante la estación seca, cuando se limita la disponibilidad de humedad de la superficie. Por otra parte, las variaciones regionales, no son significativas tanto en términos de la magnitud del enfriamiento y en la respuesta de la precipitación.

Sud, Chao y Walker (1993), estudiaron la influencia de tres aspectos diferentes de la vegetación, a saber: el albedo de la superficie, la evapotranspiración y la rugosidad de la superficie. Casi todos estos estudios han demostrado que la vegetación aumenta las precipitaciones. En el último estudio, muestran cómo la dependencia de las lluvias convectivas (que es el

componente principal de la precipitación total en los trópicos) sobre la vegetación local, se puede deducir mediante el sondeo de las interacciones entre la vegetación y la capa límite de la atmósfera.

La alteración del macroclima por una masa vegetal como la selva amazónica también se puede notar a nivel mesoclimático por la influencia de una masa boscosa de menor tamaño y densidad como es el caso de las plantaciones de pino caribe en Venezuela, las cuales fueron implantadas en las sabanas ubicadas al Sur de la región Nor-Oriental de Venezuela desde 1969, específicamente al Sur de los estados Monagas y Anzoátegui, por iniciativa del ingeniero agrónomo J. J. Cabrera Malo. La siembra de la especie indicada a gran escala se realizó con la finalidad inicial de obtener celulosa como pulpa para papel, y en la actualidad, para su explotación como recurso maderero. Dicha especie es autóctona de Centro América y se caracteriza por presentar un rápido crecimiento y adaptabilidad al desarrollarse en sustratos edáficos pobres en nutrientes, además de su resistencia a plagas y enfermedades.

La introducción de plantaciones de pino en ecosistemas de sabana según Quiroz (1984) puede inducir cambios tanto en las características físicas y químicas del suelo, como en las climáticas como precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, evapotranspiración, etc., influyendo así en el mesoclima de las áreas circundantes a las plantaciones de pino caribe.

Las muertes por accidentes de tránsito terrestre De acuerdo con lo anteriormente expuesto se planteó conocer la influencia de las plantaciones de pino caribe ubicadas al Sur de los estados Anzoátegui y Monagas en el comportamiento del elemento climático precipitación durante el lapso comprendido entre 1971-1999. El período de estudio no pudo ser ampliado debido al desmantelamiento en el año 2000 de la Red Hidrometeorológica instalada en Venezuela. Entre los objetivos específicos se plantearon, describir las condiciones físico-naturales del área de estudio con el fin de demostrar que factores climáticos como el relieve, la hidrografía y el suelo, no influyen en el elemento climático precipitación; además, se analizó el comportamiento de la precipitación y la temperatura en las estaciones meteorológicas emplazadas en el área de estudio. Por último, se aplicaron métodos estadísticos para determinar el comportamiento de la precipitación: durante el período de crecimiento de las plantaciones (1971-1983); durante el período de

explotación de las plantaciones (1984-1999) y durante el período 1971-1999.

El área de estudio fue delimitada analizando la información cartográfica obtenida sobre la ubicación de las plantaciones de Pino caribe var. *hondurensis* elaborada por la empresa CVG-PROFORCA (2005), las cuales se emplazan al Sureste del estado Anzoátegui y Suroeste del estado Monagas y ocupan una superficie aproximada de 600.000 ha, colindando con el río Orinoco al Sur. Dicha cartografía básica se encontró en coordenadas UTM y a escala 1:500.000.

Luego, se procedió a la adquisición de las cartas a escala 1:250.000 editadas por el Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar" (2004) identificadas con los números NC-20-9, NC-20-16, NB-20-1 y NB-20-8, a partir de las cuales se delimitó la zona de estudio representada por la superficie de las plantaciones junto con un área de influencia alrededor de 100 km tomados a partir del perímetro de las mismas. Este valor fue tomado como criterio propio, ya que hasta la actualidad no se han definido las áreas de influencias para los estudios referentes a las diferentes escalas climáticas en que ha sido clasificado el clima, a saber: macro, meso y microclimaticamente. En total, el área de estudio seleccionada ocupa una superficie de 92.557 km², calculada a partir de las coordenadas geográficas determinadas sobre la cartografía básica: 7° 30' y 10° 00' de Latitud Norte y 62° 00' y 64° 00' de Longitud Oeste. La edición final de la cartografía será impresa a escala 1:1.225.000

Igualmente, el inventario y selección de estaciones se realizó por medio de una matriz utilizando la metodología diseñada por Colotti (1988, apuntes de Climatología II), donde se reúnen las características de las estaciones como: nombre, localización geográfica, años completos, años faltantes, datos englobados y datos inexistentes para cada elemento meteorológico elegido. En la selección de las estaciones se consideraron aquellas que poseían la mayor cantidad de años completos en su registro. Para la selección de los períodos de estudio fue escogido, el criterio del crecimiento de la especie plantada donde se consideró el tiempo de 15 años para el desarrollo del pino caribe y así, determinar los períodos de comparación contados a partir del año 1971, momento en que se inician las plantaciones en Uverito ² junto con el proceso de observación meteorológica en la mayor proporción de

² Primera plantación iniciada en 1969 en la localidad de Uverito, estado Monagas

las estaciones ubicadas en el área de estudio.

Con el objeto de cumplir con el objetivo principal de la investigación que fue conocer la influencia de las plantaciones de pino caribe, ubicadas al Sur de los estados Monagas y Anzoátegui, en el comportamiento de la lluvia, durante el lapso comprendido entre 1971-1999, se procedió a inventariar las estaciones meteorológicas presentes en el área de estudio para ser depuradas de años faltantes, datos faltantes y datos englobados. En la verificación de la aleatoriedad de los datos se aplicó el método de las rachas, el cual permitió descartar aquellas que presentaron vicios de heterogeneidad. Posteriormente, se empleó el método de las medias y varianzas acumuladas con el fin de constatar gráficamente en qué momento se comenzaron a estabilizar ambos estadísticos para visualizar el momento en el cual se evidencia la influencia de la vegetación sobre la precipitación.

Consecutivamente, se realizó la representación gráfica de la precipitación con el fin de observar su desenvolvimiento a lo largo el período de estudio. Para determinar alguna influencia de la vegetación (plantaciones de pino caribe) en el comportamiento de la lluvia, se aplicó el modelo de regresión lineal simple a las series de tiempo de lluvias anuales en cada una de las 27 estaciones pluviométricas seleccionadas, calculándoles los estadísticos asociados como el coeficiente de regresión β_1 y coeficiente de determinación R^2 así como sus pruebas de significación estadística.

La vegetación, representada en esta investigación por las plantaciones de pino caribe, pueden influir en el comportamiento de los elementos meteorológicos al afectar la llegada de los rayos solares al suelo, con ello también varían los patrones de precipitación y la humedad de la atmósfera, la temperatura, el viento y la evaporación, afirmando entonces que cualquier masa vegetal de considerable extensión se comporta como un factor climático. En consecuencia, las plantaciones de pino caribe pueden generar un mesoclima, es decir, un clima propio y diferente, al que inicialmente se encontraba con los suelos descubiertos y sin vegetación.

Por ello se plantea la necesidad de conocer si la masa boscosa de pino caribe perteneciente a las plantaciones del Sur de los estados Monagas y Anzoátegui ha logrado afectar el comportamiento de algunos elementos climáticos como la precipitación.

Los efectos de las plantaciones de pino caribe sobre el hombre y su impacto social, no son objeto de estudio de la presente investigación.

Materiales y métodos

La presente investigación fue desarrollada en la superficie fisiográficamente plana de las Mesas Orientales, ubicadas al Noreste de Venezuela (Figura 1). Su localización astronómica fue determinada de acuerdo a las coordenadas geográficas correspondientes a los husos 19 y 20, calculados con base a la carta del Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar" a escala 1:250.000 (7°30' y 10°00' de Latitud Norte y, 62°00' y 65°00' de Longitud Oeste) cuya área ocupa una superficie aproximada de 92.557 km², representando el 10,09 % del territorio nacional.



Figura 1. Situación relativa nacional del área de estudio
Fuente: Martínez, 2000. Elaboración propia

El criterio para seleccionar el área de estudio se basó en delimitar la superficie donde quedaron emplazadas las plantaciones de pino caribe tomando un área de influencia aproximada de 100 km alrededor de las mismas. Su fisiografía está constituida por mesas con pocas diferencias altitudinales y caracterizada por un régimen de lluvias estacionales con un período húmedo y uno seco.

En cuanto a la delimitación temporal del estudio, la principal limitación estuvo relacionada con la escasez de series con largos y continuos registros, debido al deficiente funcionamiento que presentaron la mayoría de las estaciones, con interrupciones de las mediciones de los elementos meteorológicos (datos faltantes). Tal situación conllevó a obtener una longitud mínima de

datos referidos a la menor cantidad de datos que garanticen la confiabilidad de los estadísticos muestrales, similares a la confiabilidad de un registro más largo; para ello se escogió un período de 29 años comprendidos desde 1971 hasta 1999. Este año de inicio representa el comienzo de registros continuos en la mayor parte de las estaciones emplazadas en el área de estudio. Posteriormente, se realizó la depuración de las series climáticas construidas a partir de los registros provenientes de las estaciones seleccionadas con el fin de lograr la máxima confiabilidad para su utilización en la elaboración de estudios climáticos.

La metodología para estudiar el comportamiento de la vegetación como factor climático debe estar adaptada a la teoría climática y facilitar el análisis de las relaciones del clima con el resto de sus factores modificadores y con los demás elementos climáticos integrantes del medio físico-biótico.

En función de lo antes expuesto, en la Figura 2 se ilustra la secuencia metodológica elaborada para llevar a cabo el análisis de la vegetación como factor climático, la cual fue estructurada con base en algunos de los procedimientos cuantitativos disponibles. En ese sentido, la metodología diseñada está conformada por tres fases.

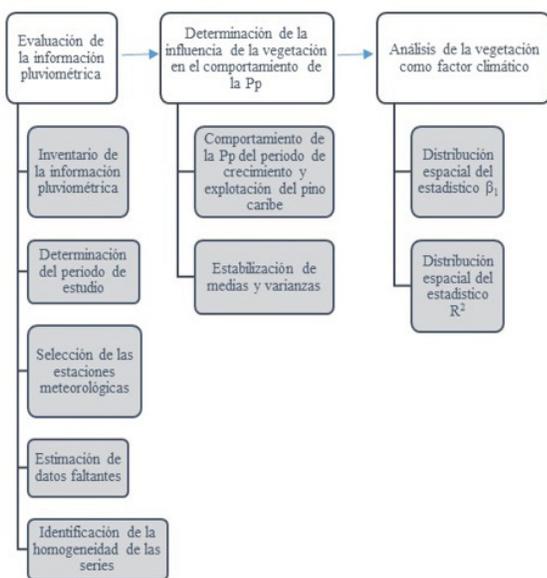


Figura 2: Esquema metodológico diseñado para evaluar la influencia de la vegetación como factor climático. Elaboración propia

Resultados

Considerando como estación central a Uverito (MON) en relación con el resto de las estaciones (Mapa 1) se pudo observar que las estaciones Aguasay y Uverito (MON) poseen R2 significativo y cercano al umbral de significación. Igualmente en La Centella y El Silencio, se verificó el aumento de la precipitación con el transcurrir de la variable tiempo, influenciada por el único factor que varía en el área de estudio: la vegetación, dado que los factores geográficos como topografía, hidrografía, suelos, sistemas de vientos, centros semi-permanentes de altas y bajas presiones, continentalidad y latitud, se han mantenido constantes año a año. Debido a la condición orográfica plana, así como la baja influencia de otros factores geográficos que afecten el área de estudio, se sugiere que la vegetación representada por las plantaciones de pino caribe sea el factor que ha causado el aumento de la precipitación.

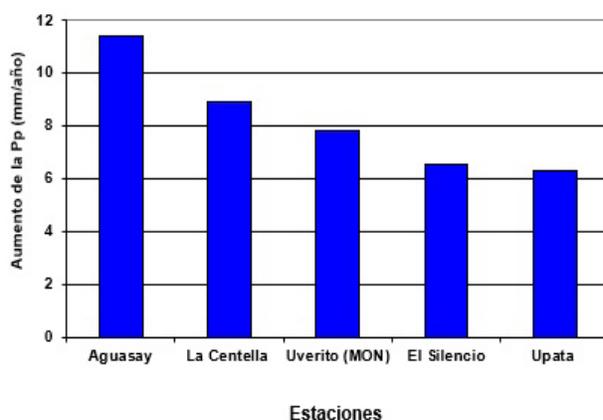


Gráfico 1. Aumento de la precipitación en las estaciones Uverito (MON), Upata, Aguasay, La Centella y El Silencio

Los estadísticos confirmaron con una probabilidad del 10% (o un nivel de confianza del 90%) que las estaciones Uverito (MON), Upata, Aguasay, La Centella y El Silencio han aumentado su valor de precipitación como se puede observar en el Cuadro 1 y Gráfico 1. De las cinco estaciones, en La Centella y Aguasay el aumento de la precipitación ha sido mayor, con 8,93 mm/año y 11,42 mm/año, respectivamente.

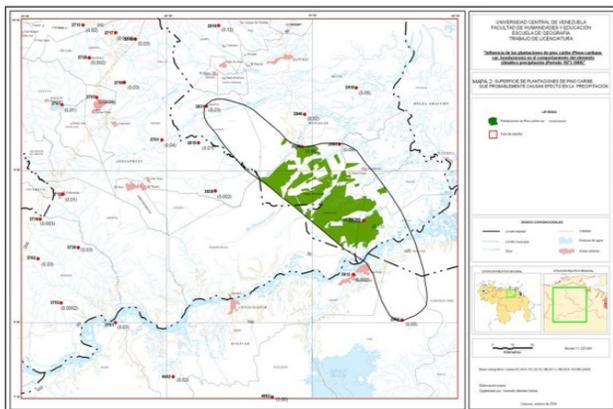
Cuadro 1. Valores de precipitación inicial y aumento de la precipitación en las estaciones pluviométricas Uverito (MON), Upata, Aguasay, La Centella y El Silencio

Estación	Precipitación inicial (mm)	Aumento de la precipitación (mm/año)
Aguasay	1.121,6	11,42
La Centella	1.172,7	8,93
Uverito (MON)	1.177,4	7,79
El Silencio	1.142,3	6,54
Upata	1.124,9	6,30

Fuente: Cálculos propios

El área delimitada por las estaciones pluviométricas alrededor de la estación Uverito (MON) permitió constatar estadísticamente que un total de 252.825,89 ha que representan el 40,1% de las plantaciones de pino caribe, probablemente son las que causan un efecto sobre el comportamiento de la precipitación (Mapa 2). En la superficie restante de 376.670,33 ha que representan el 59,8%, no pudo verificarse estadísticamente si las plantaciones causan alguna influencia sobre el comportamiento del clima, puesto que su cantidad de años de registro no son suficientes.

Mapa 2



Dadas las características físico-geográficas del área de estudio, se puede afirmar que el relieve no afecta de modo relevante al comportamiento general de la precipitación, debido a que la orografía en la mayor extensión del área de estudio es plana. No obstante, a pesar que en la región del Macizo Oriental ubicado en la sección norte del área de estudio se encuentran las mayores altitudes del área, seguido por el Macizo Colinoso de Ciudad Guayana ubicado al Sureste, no superan de 1.300 m.s.n.m. Sin embargo, estaciones meteorológicas como: (a) El Tigre-CIA-Guanipa (3715) está afectada por el efecto orográfico de la Fila La

Maravilla y la Fila de Urica, estribaciones de la Serranía del Interior; (b) Santa Rosa (2755) por encontrarse a sotavento de la Mesa de Guanipa tiene los menores registros de precipitación de todas las estaciones meteorológicas y, por último, (c) Upata (3994) posee los menores valores de temperatura por encontrarse emplazada con relieve circundante a mayor altitud que el resto de las estaciones (327 m.s.n.m.).

La hidrografía de la zona es el factor principal del escurrimiento superficial en el suelo y puede alimentar a especies vegetales denominadas morichales que se encuentran en el área de estudio; además, contribuye con gran volumen de agua en el proceso de evaporación. Este vapor de agua favorece la formación de nubosidad, en consecuencia, existe mayor probabilidad de aumentar la frecuencia e intensidad de las precipitaciones en el área de estudio. Por otra parte, el río Orinoco, por su gran extensión se comporta como un túnel de viento, movilizándolo grandes masas de aire hacia ambos márgenes del mismo.

Debido a que las estaciones meteorológicas emplazadas en el área de estudio no poseen registros antes del año 1969, momento en que se inician las plantaciones de pino caribe, no se pudo realizar un análisis comparativo entre el período antes de la existencia de las plantaciones en la sabana y el crecimiento de las mismas.

La precipitación anual en el período de estudio 1971-1999 alcanzó el promedio anual de 968,9 mm, aportada desde el Suroeste hacia el Centro, partiendo de las estaciones Ciudad Piar (4802) y Los Hicotecos (4662) con 1.360,2 mm y 1.335,6 mm, respectivamente, hasta La Viuda (3838) con 803,8 mm por influencia de la Zona de Convergencia InterTropical (ZCIT).

Las otras aportaciones de precipitación ocurren desde el Noreste hacia el Centro, desde San José de Buja (2915) con 1.459,5 mm y Santa Rita (2840) con 1.020,9 mm, La Centella (2850) con 1.179,4 mm, Aguasay (2831) con 1.064,5 mm hasta Campo Mata (2701) con 843,5 mm, por influencia de los vientos Nortes desplazados y reforzados por los vientos Alisios del Noreste, indicando que las plantaciones de pino caribe que se encuentran hacia el Este de las mismas, reciben mayor contribución de precipitación de aquellas que se ubican al Oeste y Suroeste.

El estadístico R2 confirmaron con un riesgo del 10% (o un nivel de confianza del 90%) que las estaciones

Uverito (MON), Upata, Aguasay, La Centella y El Silencio han aumentado su valor de precipitación en 7,79 mm/año; 6,30 mm/año; 11,42 mm/año; 8,93 mm/año y 6,54 mm/año, respectivamente, causado por las plantaciones de pino caribe, puesto que es la única causa geográfico-pluvial que año tras año ha venido variando, de las cuales la mayor tasa de aumento fue encontrada en la estación Aguasay.

Conclusiones

La superficie total de las plantaciones de pino caribe en el 2006 fue de 629.496,22 ha, de las cuales se pudo detectar estadísticamente que 252.825,89 hectáreas causan probablemente un efecto sobre el comportamiento del elemento climático precipitación. La influencia del resto de la superficie de las plantaciones no pudo verificarse estadísticamente por necesitar registros de las estaciones pluviométricas emplazadas en el área de estudio mayores a 29 años.

En cuanto a variables como la temperatura y evaporación descritas en el texto, no les fue aplicada la misma metodología que a los datos de precipitación, puesto que todas corresponden al período posterior de las plantaciones de pino caribe.

Como recomendaciones de esta investigación, se sugiere: (a) ampliar las plantaciones ubicadas al Este y Noreste del área de estudio y, (b) estudiar las plantaciones ubicadas al Este del área de estudio, donde se observó que durante todos los meses del año para el período 1971-1999, aparece un núcleo de menor precipitación o bolsón seco, en relación con las precipitaciones encontradas en las adyacencias de la estación El Silencio (2980) el cual debería ser objeto de futuras investigaciones para determinar las causas que lo producen.

Referencias bibliográficas

- Acurero, L. (2003). Centro de Investigación e Información Ecológica (CINECO). [On-line]. Disponible en: <http://uuhome.de/global/español/omc007>
- CVG-PROFORCA. (1992). Manual de clasificación de suelos con fines de plantación de pino caribe. El Meray. Estado Monagas.
- CVG-PROFORCA. (1998). "Pinares de Oriente. Un bosque para salvar los bosques". Caracas. 135 págs.

Colotti, E. (1988). Apuntes de climatología. Facultad de Humanidades y Educación. Escuela de Geografía. Universidad Central de Venezuela. Caracas

Foghin P, S. (2002). Tiempo y clima en Venezuela. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Osborne, T., Slingo, J. M., Challino, A. Wheeler Influence of vegetation on the local climate and hydrology in the tropics: sensitivity to soil parameters. [On-line]. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/g6hqwemb3xqud04k/>. Consultado: 26-02-17.

Quiroz, Y. (1984). Efecto de tres tratamientos de preparación de sitio sobre el crecimiento en longitud de plántulas de *Pinus caribaea* var. *Hundurensis*. Trabajo de grado de licenciatura, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Rodríguez, J. (1986) Proposición y evaluación de conocimientos teóricos y de procedimientos cuantitativos aplicables en la climatología en el estudio regional. Trabajo de ascenso, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

clima. Trabajo de ascenso, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Sud, Y; Chao, W; Walker, G. (1993). Dependence of rainfall on vegetation: theoretical considerations, simulation experiments, observations, and inferences from simulated atmospheric soundings. *Journal of Arid Environments*. Volume 25. Issue 1. [On-line]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com>