

## Estimación de las Precipitaciones Futuras y su Posible Incidencias sobre las Plantaciones Forestales en el Sur de los Estados Monagas y Anzoátegui, Venezuela.

Estimation Of Future Rainfall And Its Possible Impact On Forest Plantations In The South Of The States Of Monagas And Anzoátegui, Venezuela.

### Cómo citar el artículo

Visaez Salazar, F. J. Estimación De Las Precipitaciones Futuras Y Su Posible Incidencias Sobre Las Plantaciones Forestales En El Sur De Los Estados Monagas Y Anzoátegui, Venezuela. *Revista Naturaleza, Sociedad Y Ambiente*, 11(1). <https://doi.org/10.37533/cunsurori.v11i1.99>

Francisco José Visaez Salazar

### Maderas del Orinoco, C.A.

Recibido: 22 de abril de 2024 / Aceptado: 03 de julio de 2024

Disponible en internet el 30 de septiembre 2024

\*Autor para correspondencia, correo electrónico: [franvisaez54@gmail.com](mailto:franvisaez54@gmail.com)

### Resumen

La finalidad de este estudio es determinar y evaluar las precipitaciones futuras en el sur de los estados Monagas y Anzoátegui, Venezuela, donde la empresa Maderas del Orinoco, C.A. administra un programa de plantaciones forestales en una superficie plantada de 528.582,19 hectáreas, con las especies *Pinus caribaea* var *hondurensis*, *Eucalipto urophylla* y *Acacia magnium*. El análisis metodológico consistió en la aplicación de análisis de regresión lineal a los datos promedios mensuales y anuales de precipitación en la estación El Meray para el período base 1991 – 2022, obteniendo ecuaciones lineales que permitieron estimar valores promedios mensuales y anuales de precipitación a corto plazo (2023 – 2054), mediano plazo (2055 – 2086) y largo plazo (2087 – 2118). Así mismo, se aplicó estadísticas descriptivas para calcular los estadígrafos fundamentales de la serie de datos con la utilización del Microsoft Office Excel 2010. En términos generales, los resultados muestran para el período base (1991 – 2022) una precipitación promedio anual de 1.236,13 mm, con un régimen unimodal, la temporada de lluvias representa el 89,33 del total anual mientras que la temporada de sequías el 10,68%; Para el corto plazo, se estima un incremento de 4,16 % de las lluvias anuales en comparación con el periodo base; para la temporada de lluvias se espera precipitaciones del orden del 90,73%, (un incremento del 5,79% en comparación con la temporada de lluvias del periodo base) mientras que la temporada de sequías del -9,28%. (Una disminución de las lluvias comparado con la sequía del periodo base). A mediano plazo, el incremento de las lluvias anuales en relación con el período base será de 8,29%, con un régimen bimodal, la temporada de lluvias se estiman precipitaciones de 88,60% (7,42% de incremento comparado con la temporada de lluvias del periodo base) ) y en la temporada de sequías de 11,41%; (15,73% de aumento comparado con la temporada de sequías del período base); En el largo plazo, el incremento de las lluvias estará en el orden del 12,46%, con un régimen bimodal, en la temporada de lluvias se estimaron precipitación de 86,66% (un incremento de 9,04%), mientras que en la temporada de sequías las lluvias se estiman en 13,37% (un aumento de 40,86%). Estos resultados permiten inferir la presencia de fenómenos meteorológicos que inciden en la ocurrencia de abundantes precipitaciones con posible influencia en las plantaciones forestales.

**Palabras clave:** Plantaciones forestales, precipitación estimada, fenómenos meteorológicos, temporada de lluvias, temporada de sequías.

### Abstract

The purpose of this study is to determine and evaluate future rainfall in the south of the Monagas and Anzoátegui states, Venezuela, where the company Maderas del Orinoco, C.A., manages a forest plantation program on a planted area of 528,582.19 hectares, with the species *Pinus caribaea* var *hondurensis*, *Eucalyptus urophylla*, and *Acacia magnium*. The methodological analysis consisted of the application of linear regression analysis to the average monthly and annual precipitation data at the El Meray station for the base period 1991 – 2022, obtaining linear equations that allowed estimating average monthly and annual precipitation values in the short term. (2023 – 2054), medium term (2055 – 2086) and long term (2087 – 2118). In addition, descriptive statistics were applied to calculate the fundamental statistics of the data series with the use of Microsoft Office Excel 2010. In general terms, the results show for the base period (1991 – 2022) an average annual precipitation of 1,236.13 mm, with a unimodal regime, the rainy season represents 89.33 of the annual total while the drought season represents 10.68%; For the short term, an increase of 4.16% in annual rainfall is estimated compared to the base period; For the rainy season, rainfall of the order of 90.73% is expected (an increase of 5.79% compared to the rainy season of the base period) while the drought season is -9.28%. (a decrease in rainfall compared to the drought of the base period); In the medium term, the increase in annual rainfall in relation to the base period will be 8.29%, with a bimodal regime, the rainy season estimates rainfall of 88.60% (7.42% increase compared to the rainy season of the base period) ) and in the drought season of 11.41%; (15.73% increase compared to the drought season of the base period); In the long term, the increase in rainfall will be on the order of 12.46%, with a bimodal regime; in the rainy season, rainfall was estimated at 86.66% (an increase of 9.04%), while in the drought season, rainfall is estimated at 13.37% (an increase of 40.86%). In the long term, the increase in rainfall will be on the order of 12.46%, with a bimodal regime; in the rainy season, rainfall was estimated at 86.66% (an increase of 9.04%), while in the drought season, rainfall is estimated at 13.37% (an increase of 40.86%). These results allow us to infer the presence of meteorological phenomena that affect the occurrence of abundant rainfall with possible influence on forest plantations.

**Keywords:** Forest plantations, estimated precipitation, meteorological phenomena, rainy season, drought season.

## 2. INTRODUCCIÓN

Las precipitaciones disponibles en forma de agua de lluvia constituyen el elemento más importante del ciclo hidrológico y es el componente que aporta los mayores flujos de agua que alimenta el sistema hidrológico en climas templados y secos. Besteiro, Sebastián (2014). Este componente del clima cumplen un papel importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas y particularmente de las plantaciones forestales a gran escala por ser la principal fuente de humedad disponible que contribuye con los procesos bioquímicos particularmente los relacionados con la movilidad y absorción de nutrientes necesarios para la producción forestal.

En los últimos setenta años en la mayoría de los países de Latinoamérica, se ha venido fomentado el establecimiento de plantaciones forestales a gran escala utilizando especies de rápido crecimiento con la finalidad de disponer de materias primas para abastecer las plantas de pulpa y papel, industrias de aserrío, proyectos energéticos, tableros y aglomerados entre otros.

La República Bolivariana de Venezuela posee una superficie de 916.447 km<sup>2</sup>, su ubicación en la región tropical al norte del Ecuador en la parte septentrional de América del Sur, le confiere un gran potencial para el desarrollo forestal sostenible con una superficie de aproximadamente 10 millones de hectáreas con vocación forestal. La región sur de los estados Monagas y Anzoátegui concentra la mayor superficie de plantaciones forestales con una superficie de aproximadamente 528.582,19 hectáreas.

El desarrollo de las plantaciones forestales en Venezuela, se inicia a partir de la década de los años sesenta del siglo XX, con una

serie de ensayos de campo cuya finalidad era estudiar la adaptabilidad de la especie *Pinus caribaea* var *hondurensis* a las condiciones semidesérticas de las sabanas del sur de los estados Monagas y Anzoátegui, como alternativa para la conservación de los bosques y selvas del país. Visáez, F (1988).

Los resultados de estos ensayos permitieron la toma de decisiones para que a partir del año 1966, se iniciara en Uverito (sur del estado Monagas) el más importante programa de plantaciones forestales a gran escala desarrollado financiado con recursos del estado venezolano y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual está considerado como uno de los más importante de Latinoamérica y el mundo Visaez, (2019).

Este proyecto logro alcanzar una superficie plantada de 528.582,19 hectáreas con las especies Pino caribe, (*Pinus caribaea* var *hondurensis*) Eucalipto (*Eucalipto urophylla*) y Acacia (*Acacia magnium*), en los últimos años se ha visto afectado por problemas económicos que han disminuido el alcance de sus metas. La finalidad de este trabajo es determinar y evaluar la precipitación a corto plazo (2023 – 2054), mediano plazo (2055 – 2086) y a largo plazo (2087 – 2118) a partir de un período base (1991 – 2022) en la estación meteorológica El Merey ubicada en el área de influencia del Programa de Plantaciones Forestales del Sur de los estados Monagas y Anzoátegui, Venezuela que ayuden a la toma de decisiones.

## 3. MATERIALES Y METODOS

Este estudio se desarrolló en un área del sur de los estados Monagas y Anzoátegui, Venezuela, donde la Empresa Maderas del Orinoco, C.A, lleva a cabo el Programa de Desarrollo Forestal de Oriente, que en su mejor

época mantenía una superficie superior a las 528.582,19 hectáreas. Los datos históricos de precipitación anuales y mensuales fueron obtenidos de manera sistemática en la Estación Meteorológica El Merrey, ubicada en el Campamento Chaguaramas, en el sur del Estado Monagas, propiedad de la empresa CVG – Maderas del Orinoco, C.A, determinando un período base 1991 – 2022, (32 años).

A los datos de precipitación promedio anual y mensual para el período base se les aplicó un análisis de consistencia de las series mediante las técnicas estadísticas de la media aritmética y la desviación estándar que consistió en probar mediante las pruebas de t y F, si los valores de estos estadígrafos difieren estadísticamente en las submuestras consideradas (Villón 2001). También se determinó la variabilidad interanual y estacional de la serie mediante la construcción de un gráfico de dispersión con la herramienta de Microsoft Office Excel 2010, así mismo, para el análisis de homogeneidad de la serie estadísticas de los datos de precipitación se aplicó el test de Mann Kendall.

Se aplicó un análisis de regresión lineal a los valores promedios mensuales y anuales de precipitación obtenidos en la Estación El Merrey, para el período base (1991 – 2022) lo que permitió obtener ecuaciones lineales para estimar los valores promedios mensuales y anuales de precipitación para los diferentes períodos en que se dividió este estudio; corto plazo (2023 – 2054), mediano plazo (2055 – 2086) y largo plazo (2087 – 2118), así como la generación de cuadros y gráficos.

La técnica de estadística descriptiva (media, valor máximo, valor mínimo, moda, mediana,

desviación estándar, varianza, coeficiente de variación entre otros), permitió analizar los estadígrafos fundamentales de la serie de datos con la utilización del Microsoft Office Excel 2010.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Distribución Natural Del Pino Caribe Var Hondurensis

El Pino caribe var hondurensis (*Pinus caribaea var hondurensis*) se distribuye en su ambiente natural en rodales discontinuos y fragmentados desde los 18° (Orange Walk, Belice) hasta los 12° de Latitud Norte (Bluefield, Nicaragua), desde el nivel del mar hasta una altura máxima de 850 msnm, comprendiendo la vertiente Atlántica de Belice, Guatemala, honduras y Nicaragua (Rojas, Freddy y Edgar Ortiz, 1991), en este espacio abarca una variedad de zonas de vidas (Holdridge 1967), Bosque seco tropical (Bst), bosque tropical húmedo, bosque premontano húmedo, bosque premontano muy húmedo, bosque sub tropical húmedo, entre otros (Borota 1971).

En esta amplia región donde se encuentra distribuida esta especie predominan un conjunto de condiciones climáticas que originan una alta variabilidad espacial en su productividad. Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características altitudinal y climáticas de la especie *Pinus caribaea var hondurensis* en sus áreas naturales.

Variables	Condición	Pino caribaea var hondurensis
Precipitacion (mm/año)	Apto	600 – 4.000
	Optimo	900 – 3.900
Periodo seco (meses secos /año)	Apto	< 6
	Optimo	<4
Temperatura promedio (°C)	Apto	20 - 34
	Optimo	22 - 27
Altitud (msnm)	Apto	0 - 1000
	Optimo	0 – 800

Fuente: Leguía, Efrain J, et al s/f

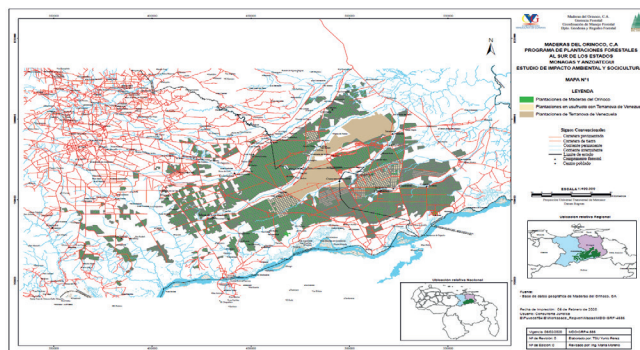
Esta especie se ha plantado en una gran diversidad de suelos, entre los que se destacan mollisoles, inceptisoles, ultisoles y oxisoles (CABI, 2014, Barret y Golfari 1962; Lamb 1973; Alvarado et al. 2012). Aunque presenta los mejores rendimientos en suelos sueltos, buen drenados, de texturas livianas francas, franco-arenosas, franco-arcillo arenosas hasta arcillosos, profundos, planos o con pendientes inferiores al 30% y con pH entre 5,0 y 6,5 (CABI, 2014).

Esta especie muestra un gran potencial económico para la producción forestal, por lo que ha sido introducida en proyectos forestales en muchos países, con resultados muy satisfactorios (Corma, 2015).

#### 4.2. El Programa De Plantaciones Forestales Del Sur De Los Estados Monagas Y Anzoategui.

En el sur de los estados Monagas y Anzoátegui en Venezuela, se viene desarrollando un programa de desarrollo forestal que abarca una superficie de plantaciones forestales con fines comerciales de 398.212,85 hectáreas, la finalidad de estas plantaciones es la producción de materias primas para abastecer los mercados nacionales de las industrias de aserrío, pulpa y papel, resinas, astillas entre otras, en la actualidad, se cubre el 95% del mercado nacional de madera de Pino caribe, lo que ha conllevado a la eventual disminución progresiva de la presión sobre la explotación de los bosques naturales.

**Mapa 1.** Ubicación de las plantaciones forestales en el Sur de los estados Monagas y Anzoátegui. Venezuela



Esta región se caracteriza por presentar un relieve de altiplanicie, valles y planicies de origen Pleistoceno, conocido como Formación Mesa con presencia de suelos arenosos profundos y franco arenosos de muy baja fertilidad natural, baja retención de humedad, pH ácido (4,2 a 4,8), clasificados como Arenic Haplustox, Psamentic Haplustox and Oxic Haplustults (Márquez et al. 1994). La vegetación del área de estudio exhibe gran variedad de tipos fisionómicos, estructurales y florísticos, como respuesta a las condiciones físico-ambientales sobre la cual se desarrollan, entre ellas: precipitación media anual la cual varía de 1.000 mm a 1.300 mm, temperatura media anual 26 °C; dentro de las zonas de vida Bosque seco Tropical (BsT), Bosque muy seco Tropical (BmsT) y Trasción Bosque seco Tropical a Bosque muy seco Tropical (Visáez, F 1988). (Holdridge, L. 1996).

Las características físico naturales de las áreas de plantaciones forestales con la especie *P. caribaea* var *hondurensis* en el sur de los estados Monagas y Anzoátegui, según Holdridge (1996), corresponde a bosque seco tropical (bsT), con notable influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la temporada de lluvia se localiza en el período de mayo a octubre y, las precipitaciones promedio anuales oscilan entre un rango de 800 a 1.200 mm, con características de corta duración, alta intensidad y carácter localiza-



do, la temporada de sequía se presenta entre los meses de noviembre a mayo, aunque en noviembre y diciembre ocurren lluvias esporádicas denominadas “Nortes”. La temperatura media anual es de 27,5°C, los suelos son muy residuales producto de la lixiviación de los viejos aluviones cuaternarios, con texturas arenosas y baja retención de humedad, ácidos y muy pobres, con bajos contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, muy baja capacidad de intercambio catiónico, déficit de cationes básicos, media a alta saturación por aluminio en el complejo de intercambio catiónico; (Visaez, F, 1988) (Lugo et al. 2006).

### *4.3. Origen De Las Precipitaciones En Venezuela.*

La ubicación de Venezuela en la región tropical, al Norte de América del Sur entre las coordenadas geográficas 0°38'53" y los 12°11'46" de latitud norte y entre los 58°10'00" y los 73°25'00" de longitud oeste, está influenciada por una serie de fenómenos meteorológicos, es así como a nivel global la influencia de las altas presiones subtropicales, la baja presión Ecuatorial y, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), donde confluyen principalmente los vientos alisios provenientes del noreste y del sudeste estructurando un subsistema que se desplaza en sentido meridional siguiendo el movimiento del sol (Martelo, María, 2003-, Goldbrunner, 1984; Pulwarty, Barry, Hurst, Sellinger, & Mogollon, 1998) condicionan la ausencia o presencia de eventos de precipitación o sequías en el territorio nacional.

A una escala mediana, las precipitaciones en Venezuela son provocadas por todo un conjunto de situaciones de origen sinópticos entre las que se sobresalen por sus efectos las Ondas del Este una oscilación de los vientos alisios que provocan inestabilidad

que se mueve del este (Atlántico) al Oeste (Colombia) con fuertes lluvias que afectan la región norte del país. Las Vaguadas de Alturas, es una zona de relativa baja presión en altura originada por los movimientos de los vientos en alturas, su movimiento es de Oeste (Colombia) hacia el Este (Atlántico). Restos de frentes fríos está determinado por las incursiones provenientes del hemisferio sur afectando la región Guayana, los llanos orientales y centrales. Tormentas tropicales, depresiones tropicales y huracanes, se originan en el Atlántico Tropical muy cerca del Norte de África desplazándose hacia el golfo de México con poco impacto sobre Venezuela, aunque se originan precipitaciones fuertes en la región costera, también puede afectar la zona de convergencia intertropical provocando buen tiempo (Martelo, María, 2003, García y Guevara 1993 y Gold Brunner 1984).

A nivel local, un elemento sumamente importante en el origen de las precipitaciones es la topografía que origina precipitaciones de origen orográfico en aquellas regiones con presencia de montañas que obligan a los vientos a ascender provocando un enfriamiento adiabático que formación de nubes generadoras de lluvias en la parte de Barlovento mientras que al otro lado en la zona de Sotavento tiene un efecto de sequía, ocurre generalmente en la Cordillera de los Andes, La Sierra de Perijá, en algunas zonas de la Cordillera de la Costa, Barlovento Aroa, Zona Oriental del Estado Falcón entre otras. Un fenómeno importante en las líneas de costas es la presencia de brisas mar (aire denso frío) – Tierra (aire ligero caliente) durante el día y en las noches brisas tierra (aire denso frío) – mar (aire ligero caliente) que forman nubes que son transportadas por los vientos alisios tierra adentro y provocan precipitaciones en los llanos orientales (García Guevara 1993).

Finalmente están las precipitaciones de origen convectivas producto de la incidencia de los rayos sobre grandes superficies generalmente de topografía plana que provoca calentamiento del aire a nivel de la superficie del suelo el cual asciende formando nubes de gran desarrollo vertical (convectivas) que generan precipitaciones de carácter tormentoso particularmente en la región de los llanos orientales, centrales y occidentales de Venezuela.

Venezuela, en términos generales, las precipitaciones muestran una alta intensidad, corta duración y carácter localizado. Diversos estudios sobre las características de las precipitaciones han determinado una gran variabilidad tanto latitudinal como longitudinal, con un rango mayor a los 3.000 mm/año en la Región Guayana, en la faja costera al norte (> 600 mm/año) en los llanos orientales (1.200 mm/año) centrales (1.500 mm/año) llanos occidentales (> 2.400 mm/año), en la Región de los Andes (mínimo 600 mm y un máximo mayor a 3.800 mm), en el Lago de Maracaibo (2.800 mm al sur y > 200 mm/año en Perijá). Martelo, (2003); García L F y Guerra A (1999).

#### 4.4. Analisis De Las Precipitaciones Para El Periodo Base Y Futuras

Los resultados del análisis estadístico descriptivo aplicados a los valores promedios de precipitación mensual para la estación EL Meray, durante el período 1991 - 2022, (período base) muestra un valor promedio anual de 1.236,13 mm caracterizado por un régimen unimodal con un valor máximo de lluvias en el mes de julio (210,6 mm) y un mínimo en abril (24,5 mm). Los máximos absolutos se muestran en los meses de junio (417,5 mm) y julio (385,2 mm) mientras que los mínimos en marzo (0,00 mm) y abril (0,00 mm) donde la temporada de sequias mani-

fiesta su mayor intensidad. Cuadro 1.

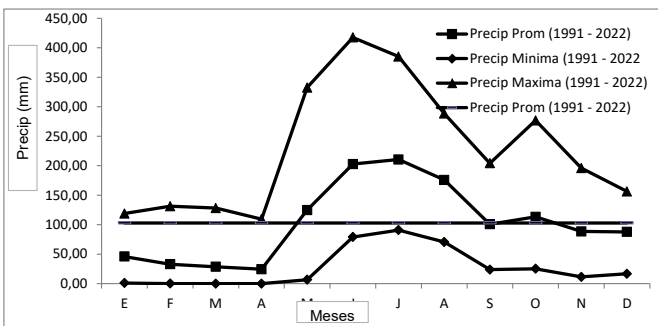
La temporada de lluvias ocurre durante el período comprendido entre los meses de mayo a diciembre, donde se presenta un valor promedio de 1.104,21 mm (89,33%), con una gran influencia la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) activando la ocurrencia de precipitaciones en el territorio de Venezuela, mientras que la temporada de sequías esta comprendida entre los meses de enero a abril, con un valor promedio de 131,96 mm (10,68%). Grafico 1.

**Cuadro 1.** Estadística descriptiva de los valores de precipitación promedio en la Estación El Meray, para el período base 1991 – 2022 (mm)

Estadísticos	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio	45,9	32,9	28,6	24,5	124,8	202,7	210,6	175,9	100,7	113,2	88,5	87,7
Mediana	43,8	20,7	22,2	13,9	104,5	191,5	200,6	173,1	97,7	106,9	82,2	83,8
Desv Estandar	33,0	33,0	31,1	27,3	82,3	84,6	65,1	61,7	45,9	61,1	48,3	37,4
Mínimo	1,0	0,20	0,00	0,00	6,6	79,1	90,8	70,6	23,8	25,2	11,4	16,7
Máximo	118,9	131,3	128,1	109,5	332,6	417,5	385,2	288,4	204,2	276,8	196,0	156,3

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 1.** Distribución mensual de las precipitaciones promedios, máximas y mínimas en la Estación El Meray, Periodo 1991 – 1922 (mm).



Fuente: Elaboración propia

En el período 2023 – 2054, el valor promedio anual de precipitación es de 1.287,52 mm, con un régimen unimodal, con un valor máximo en el mes de junio (196,6 mm) y un

mínimo en febrero (30,2 mm). Los máximos absolutos se presentan en junio (199,6 mm) y julio (192,9 mm) y los mínimos en febrero (28,9 mm) y abril (29,5 mm). A nivel general se puede observar un ligero incremento de las precipitaciones promedios en casi todos los meses superando los 50,0 mm a excepción de febrero (30,2 mm) y abril (34,1 mm). Cuadro 2.

La temporada de lluvias comprendida para este período entre los meses de mayo a enero, permite observar una precipitación promedio anual de 1.168,15 mm, lo que representa un 90,73% de la precipitación media anual mientras que la temporada de sequías estimada de febrero a abril, las lluvias muestran un valor promedio anual de 119,45 mm, representando el 9,28% de las lluvias promedios anuales. Gráfico 2.

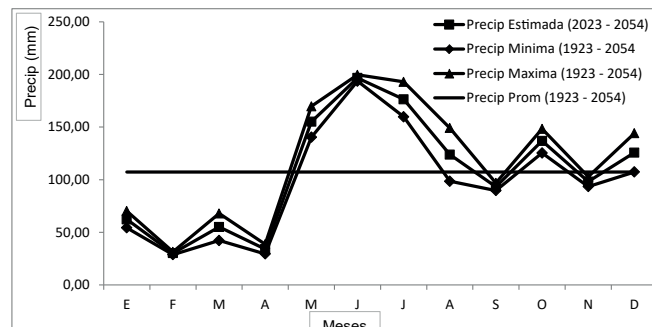
Comparando las precipitaciones ocurridas en la temporada de lluvias para este período (2023 – 2054) con la temporada de lluvias del período base (1991 – 2022) se observa un incremento del 5,79% de las lluvias, mientras que para la temporada de sequías se observa una reducción bastante significativa de -9,48% de las lluvias en comparación con la temporada de sequías del período base, lo que puede significar la presencia de una temporada de sequías más intensa.

**Cuadro 2.** Estadística descriptiva de los valores estimados de precipitación promedio en la Estación El Mery, para el período 2023 - 2054 (mm)

Estadísticos	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio	62,3	30,2	55,1	34,1	155,0	196,6	176,3	123,8	93,3	136,8	98,1	125,7
Mediana	62,3	30,2	55,1	34,1	155,0	196,6	176,3	123,8	93,3	136,8	98,1	125,7
Desv Estandar	4,8	0,8	7,7	2,8	8,8	1,8	10,0	15,3	2,2	6,9	2,8	11,1
Mínimo	54,3	28,9	42,3	29,5	140,4	193,3	159,8	98,5	89,7	125,4	93,5	107,4
Máximo	70,3	31,5	67,9	38,8	169,7	199,6	192,9	149,1	96,9	148,3	102,8	144,1

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 2.** Distribución mensual de las precipitaciones promedio, máximas y mínimas en la Estación El Mery, Período 1923 – 1954 (mm)



Fuente: Elaboración propia.

En el período 2056 – 2086, la precipitación promedio anual es de 1.338,81 mm, caracterizado por un régimen bimodal con valores máximos en junio (196,6 mm) y diciembre (163,7 mm), mientras que el mínimo ocurre en febrero (27,5 mm). Los máximos absolutos se presentan en mayo (200,0 mm) y junio (193,4) mientras que los mínimos en marzo (25,6 mm).y febrero (26,2 mm). En general en este período las precipitaciones medias a nivel mensual muestran una tendencia a incrementarse superando los 50 mm a excepción de febrero (27,5 mm) Cuadro 3.

En este período, se muestra una tendencia similar al período anterior con una temporada de lluvias comprendida desde el mes de mayo a enero donde tiende a registrarse la mayor cantidad de lluvias con un valor promedio de 1.186,17 mm (88,60%), mientras que durante el período de sequías de febrero a abril es posible que ocurran precipitaciones promedio en el orden de los 152,72 mm (11,41%), El mes de marzo, histórica-

mente caracterizado por ser seco, se nota la posible ocurrencia de precipitaciones que superan el promedio mensual para ese mes. Grafico 3.

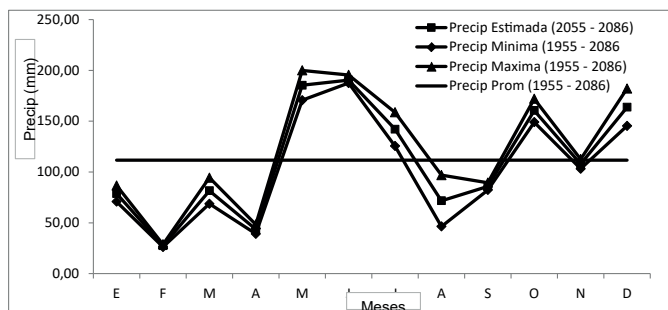
El análisis de la temporada de lluvias para este período (2055 – 2086) permite observar un ligero incremento de las lluvias del orden del 7,42%, mientras que para la temporada de sequías es posible que ocurran aumentos muy significativos de las precipitación del orden de 15,73%, comparado con la temporada de lluvias y sequías del período base (1991 – 2022) respectivamente, lo que permite inferir que en este período van a ocurrir abundantes precipitaciones durante todos los meses.

**Cuadro 3.** Estadísticas descriptivas de los valores estimados de precipitación promedio en la Estación El Meray, para el período 2055 - 2086 (mm)

Estadísticos	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio	78,7	27,5	81,5	43,7	185,3	196,6	142,1	71,6	85,9	160,5	107,8	163,7
Mediana	78,7	27,5	81,5	43,7	185,3	190,5	142,1	71,6	85,9	160,5	107,8	163,7
Desv Estandar	4,8	0,8	7,7	2,8	8,9	1,79	10,0	15,3	2,18	6,9	2,84	11,1
Mínimo	70,7	26,2	25,6	39,1	170,6	187,5	125,5	46,4	82,2	149,0	103,1	145,3
Máximo	86,7	28,8	94,3	48,3	200,0	193,4	158,7	96,9	89,5	171,9	112,5	182,1

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 3.** Distribución mensual de las precipitaciones promedios, máximas y mínimas en la Estación El Meray, Período 1955 – 1986 (mm).



Fuente: Elaboración propia.

Para el período 2087 – 2118 en la estación El Meray, las precipitaciones promedio anual es de 1.390,02 mm, algo superior a los períodos

anteriores con una tendencia a un régimen bimodal, los valores máximos promedios de precipitación se presentan en los meses de mayo (215,6 mm) y diciembre (201,6 mm) mientras que el mínimo en febrero (24,8 mm). Los máximos absolutos ocurren en diciembre (220,0 mm) y mayo (203,3 mm), y el mínimo en febrero (23,4 mm) Cuadro 4.

En este período se observa una situación similar comparada con los dos períodos anteriores, la temporada de lluvias se extiende de mayo a enero con un valor promedio de 1.204,63 mm (86,66%) mientras que en la temporada de sequías (febrero – abril) las lluvias muestran un valor promedio de 185,88 mm (13,37%), aunque para el mes de marzo se esperan abundantes precipitaciones. Estos resultados permiten considerar este período atípico con presencia de abundantes precipitaciones, prácticamente durante todos los meses del año a excepción del mes de febrero que puede considerarse como un mes seco. Figura 4.

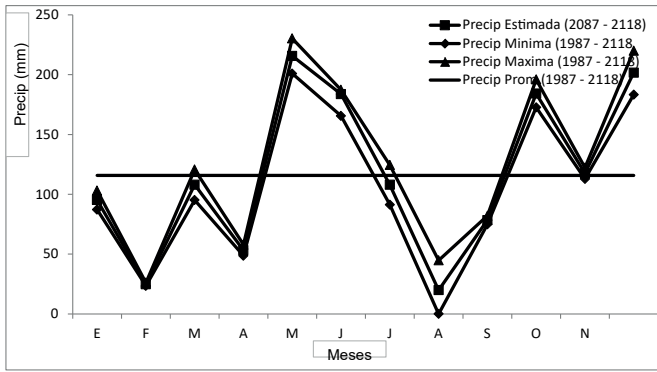
**Cuadro 4.** Estadísticos descriptivos de los valores estimados de precipitación promedio en la Estación El Meray, para el período 2087 - 2118 (mm)

Estadísticos	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio	95,2	24,8	107,3	53,3	215,6	183,7	107,9	19,9	78,4	184,1	117,5	201,6
Mediana	95,2	24,8	107,9	53,3	215,6	184,2	107,9	19,5	78,4	184,1	117,5	201,6
Desv Estandar	4,8	0,80	7,7	2,8	8,9	3,8	10,0	14,7	2,18	6,9	2,8	11,1
Mínimo	87,2	23,4	95,1	48,6	200,9	165,5	91,3	0,00	74,8	172,7	112,8	183,3
Máximo	103,1	26,1	120,7	57,9	203,3	187,3	124,5	44,7	82,0	195,6	122,2	220,0

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.** Distribución mensual de las precipitaciones promedios, máximas y mínimas en la Estación El Meray, Período 2087 – 2118 (mm).





Fuente: Elaboración propia.

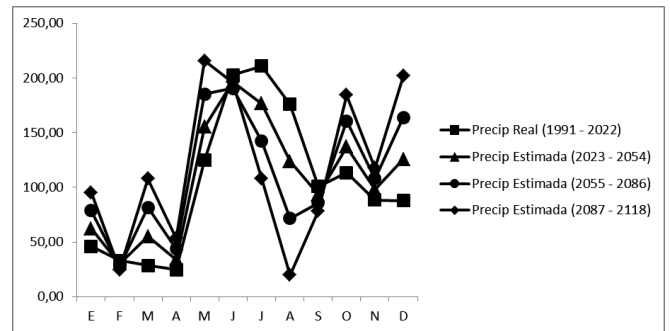
La aplicación del análisis de regresión lineal permitió obtener una serie de ecuaciones que permitieron la estimación de la posible ocurrencia de precipitaciones en la zona de estudio para el período 2023 - 2110; posteriormente se estimaron las precipitaciones medias mensuales para el corto plazo (2023 - 2054), mediano plazo (2055 - 2086) y largo plazo (2087 - 2118), respectivamente, mientras que la serie histórica de control (1991 - 2022) fue determinado considerando el valor promedio de los datos mensuales de precipitación ocurrida en la estación El Merrey, ubicada en el Campamento Chaguaramas de la Empresa Maderas del Orinoco, C.A. Cuadro 5.

Los resultados obtenidos permiten observar en términos generales, una posible tendencia a un ligero incremento en las precipitaciones promedios anuales en el sur de los estados Monagas y Anzoátegui, tal y como se muestra en el cuadro 5, donde se aprecian incrementos del 4,16% en el corto plazo (2023 - 2054), de 8,31% en el mediano plazo (2055-2086) y, 12,46% en el largo plazo (2087 - 2118) respectivamente. Gráfico 5.

Estos resultados permiten inferir la presencia de fenómenos meteorológicos tales como bajas presiones ecuatoriales, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), el fenóme-

no la Niña, ondas del Este, vaguadas de alturas, frentes fríos, tormentas, depresiones, huracanes entre otros. Que activan la ocurrencia y duración de abundantes precipitaciones en el territorio de Venezuela y particularmente el sur de los estados Monagas y Anzoátegui con incidencia en el crecimiento y desarrollo de las especies forestales establecidas en el área, por lo que es probable una mayor sobrevivencia y un incremento en la producción y productividad.

**Gráfico 5.** Distribución mensual de las precipitaciones para el período base (1991 - 2022) y para el corto plazo (2023 - 2054), Mediano plazo (2055 - 2086) y largo plazo (2087 - 2118) (mm).



Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro N° 5, permite observar las precipitaciones promedios anuales y mensuales para el período base (1991 - 2022), a corto plazo (2023 - 2054), mediano plazo (2055 - 2086) y largo plazo (2087 - 2118), la ecuación de la recta y el coeficiente de determinación, observándose que existe muy poca correlación entre las variables estudiadas.

**Cuadro 5.** Valores promedios estimados de la precipitación futura mensual y anual aplicando análisis de regresión lineal en la Estación El Merrey de Maderas del Orinoco, C.A. (mm)

Meses	Precipitación Promedio real (mm) (1991-2022)	Precipitación promedio proyección futura (mm)			Ecuación lineal para proyección media mensual Y = Precipitación media a encontrar X= El año en que se pretende calcular la precipitación media y = 0,5135x - 984,47 y = 0,085x + 203,47 y = 0,8259x - 1628,5 y = 0,2987x - 574,75 y = 0,9463x - 1774,02 y = -0,1913x + 586,57 y = -1,0693x + 2356,1 y = -1,6305x + 3447,6 y = -0,2329x + 568,08 y = 0,7389x - 1369,4 y = 0,3020x - 519,31 y = 1,1858x - 2291,5 y = 1,603x - 1980,2	(R <sup>2</sup> = 1)
		2023-2054 (mm)	2055 - 2086 (mm)	2087 - 2118 (mm)		
E	45,93	62,30	78,73	95,16	y = 0,5135x - 984,47	0,0212
F	32,91	30,20	27,48	24,76	y = 0,085x + 203,47	0,0006
M	28,60	55,10	81,53	107,85	y = 0,8259x - 1628,5	0,0622
A	24,52	34,15	43,71	53,27	y = 0,2987x - 574,75	0,0105
M	124,77	155,03	185,31	215,60	y = 0,9463x - 1774,02	0,0116
J	202,74	196,60	196,6	183,76	y = -0,1913x + 586,57	0,0004
J	210,60	176,33	142,11	107,90	y = -1,0693x + 2356,1	0,0237
A	175,92	123,83	71,65	19,89	y = -1,6305x + 3447,6	0,0615
S	100,73	93,31	85,86	78,41	y = -0,2329x + 568,08	0,0023
O	113,24	136,85	160,49	184,13	y = 0,7389x - 1369,4	0,0129
N	88,49	98,15	107,84	117,54	y = 0,3020x - 519,31	0,0035
D	87,72	125,75	163,70	201,64	y = 1,1858x - 2291,5	0,0883
Anual	1236,13	1287,52	1338,81	1390,11	y = 1,603x - 1980,2	0,0046
Media	103,01	107,30	111,57	115,84		

Fuente: Elaboración propia

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La ubicación de la República Bolivariana de Venezuela al norte de América del Sur, muestra un predominio de una serie de fenómenos meteorológicos con incidencia a una escala global, donde es notable la influencia de las altas presiones subtropicales, la baja presión ecuatorial y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) a mediana escala, situaciones sinópticas como la presencia de ondas del este, vaguadas de alturas, frentes fríos, tormentas, depresiones tropicales y cierta medida los huracanes dan origen a precipitaciones importantes, mientras que a nivel local se destacan la presencia de los sistemas montañosos y los procesos de convección por calentamiento de las superficies de los suelos, entre otros, condicionan la ocurrencia de las estaciones de lluvias o sequías sobre el territorio nacional.

Los resultados obtenidos de los análisis estadísticos descriptivos aplicados a los valores anuales y mensuales de precipitación en la estación meteorológica El Meray para el período 1991 – 2022 (período base) permite observar un valor promedio anual de 1.236,13 mm, con un valor máximo promedio de 210,6 mm en el mes de julio y un mínimo

promedio de 24,5 mm en abril, en la temporada de lluvias (mayo – diciembre) ocurren las mayores cantidades de lluvias con una media de 1.104,21mm, (89,33% del promedio anual) mientras que en la temporada secas comprendida entre los meses de enero a abril las lluvias apenas muestran un valor promedio de 131,66 mm (10,68% del promedio anual).

La precipitación promedio anual estimada para el corto plazo (2023 – 2054) fue de 1.287,52 mm, (un incremento de 4,16% de las lluvias promedios anuales comparado con el período base), la precipitación media máxima 196,60 mm puede ocurrir en el mes de junio, mientras que el promedio mínimo 30,14 mm en febrero; para la temporada de lluvias (mayo a enero) es probable que la precipitación promedio anual estén en el orden de los 1.168,15 mm (90,73% del promedio anual), mientras que en la temporada de sequías (febrero a abril) se estima una precipitación media de 119,45 mm (9,28% del promedio anual), comparando con el período base puede ocurrir un incremento de 5,79% de las precipitaciones en la temporada de lluvias, mientras que en la temporada de sequías una disminución del orden de -9,48%, lo que puede significar la ocurrencia de una temporada de sequías relativamente más seca que el período base (1991 – 2022).

Para el mediano plazo (2055 – 2086) se estima una precipitación promedio anual de 1.338,61 mm (un incremento de 8,29% comparado con el período base), con un régimen bimodal la precipitación promedio máxima se estima pueda ocurrir en los meses de junio con 196,6 mm y diciembre 163,7 mm, mientras que el mínimo en febrero con 27,48 mm. La temporada de lluvias (mayo a enero) pueden ocurrir precipitaciones del orden de los 1.186,17 mm (88,60% de la precipitación promedio anual) con un incremento de 7,42%

de las lluvias comparado con la temporada de lluvias del período base y, en la temporada de sequías (febrero a abril) las lluvias sean de 152,72 mm (11,41% de la precipitación promedio anual) con un incremento de 15,73 de las lluvias comparado con la temporada de sequías del período base, es decir, se estima para este período la ocurrencia de abundantes precipitaciones.

En el largo plazo (2087 – 2118) es probable que la precipitación promedio anual este por el orden de los 1.390,02 mm (12,46% de incremento comparado con el período base), se muestra un régimen bimodal de lluvias con máximos en los meses de mayo de 215,60 mm y diciembre de 201,64 mm y un mínimo en febrero de 24,76 mm. Para la temporada de lluvias estimada entre los meses de mayo a enero, es probable que las lluvias muestren un valor de 1.204,03 mm (un incremento de 9,04% comparado la temporada de lluvias del período base) mientras que en la temporada de sequías comprendida de febrero a abril las lluvias pueden ser de 185,88 mm (un incremento de 40,86 5 comparado con la temporada de sequías del período base).

Estos resultados nos permiten reflejar posible incremento en la frecuencia, ocurrencia y duración de fenómenos meteorológicos que de alguna manera activan la ocurrencia de abundantes precipitaciones sobre el territorio de la República Bolivariana de Venezuela, tales como la presencia más activa de bajas presiones ecuatoriales, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), el fenómeno la Niña, ondas del Este, vaguadas de alturas, frentes fríos, tormentas, depresiones, huracanes entre otros.

## 6. BIBLIOGRAFÍAS

Alvarado, A.; Raigosa, J.; Oviedo, J. (2012). Nutrición y fertilización de coníferas: *Pinus* spp., *cupressus* spp. in Alvarado a, Rraigosa j. (eds). 2012. Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales. accs, San José, Costa Rica. pp. 221-245

Besteiro, Sebastián (2014). Evaluación de la influencia hidrológica de forestaciones en la llanura pampeana. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Facultad Agronómica y Forestales, Buenos Aires. Argentina.

Borota, J. (1971). A preliminary volume table for *Pinus caribaea*. *Silvic. Res. Note* 17. Dar es Salaam, Tanzania: Ministry of Natural Resources and Tourism, Forest Division. 7 p.

Barrett, W. H.G.; Golfari, L. (1962). Descripción de dos nuevas variedades del "pino del Caribe". *Caribbean Forester*. 23(2): 59-71.

COMMONWEALTH AGRICULTURAL BUREAU INTERNATIONAL. 2014. *Pinus caribaea*. Disponible en <http://www.cabi.org/isc/datasheet/41573>

CVG – PROFORCA (1998). Los pinares de oriente. Bosque para salvar los bosques. CVG – Productos Forestales de Oriente, C.A (CVG – PROFORCA), Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela. 135p.

Corma (2015). El Agua y las plantaciones forestales. Aportes al conocimiento de la gestión sustentable. Corporación Chilena

- de la Madera, Comité de Agua. Concepción, Chile. 34 p.
- Greaves, Eduardo; Yelitza Marín; Francisco Visaez y José Vicente Hernández (2015). Forestry plantations of *Pinus caribaea* in Venezuela as a solar energy collector. *Inter-ciencia*, vol. 40, núm. 7, julio, 457-464p
- García L F. y Guerra (1993). Manual de Pronósticos Meteorológicos. Departamento de alerta contra Inundaciones y Sequias Dirección de Hidrología y Meteorología. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas. D F. Venezuela 76 p.
- García, L. F y Guerra A. (1991). Identificación de patrones sinópticos meteorológicos en Venezuela. – Resumen 1988 – 1997. Asesora Meteo, C.A. Proyecto Pronósticos y Proyectos Hidrometeorológico D. F., preparado por la Dirección de Hidrología y Meteorología. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas. Venezuela. 89 p más anexos.
- Gold Brunner A (1984) Atlas Climático de Venezuela 1951- 1970. Servicio de Meteorología. Fuerzas Aérea Venezolana, Maracay Estado Aragua. Venezuela. 100 p.
- Holdridge, L. (1996). Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 225p.
- Holdridge, LR. (1967). Life zone ecology. Revised edition. San José, Costa Rica, STC. 206 p.
- Leguía, Efraín J, Bruno Locatelli y Pablo Imbach (s/f). Impacto del cambio climático en plantaciones forestales en Centroamérica. *Comunicación Técnica. Recursos Naturales y ambientales* N° 56 – 57; 150 – 159.
- Lugo, L; A, Mora; C, Suarez y M, Montarulio; (2006). Relación entre la mortalidad y los suelos en las plantaciones de pino caribe del oriente de Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana*, 39: 57–83p.
- Lamb, A.F.A (1973). *Pinus caribaea*. Oxford, OX1, England. University of Oxford, Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute. FAST Growing Timber Trees of the Lowland Tropics, No. 6
- Martelo, Maria Teresa (2003). La Precipitación en Venezuela y su relación con el cambio climático. Republica Bolivariana de Venezuela, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Dirección General de Cuencas Hidrográficas, Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología. Caracas, D F. 70 p.
- Martelo, María Teresa (2003). Influencia de las variables macroclimáticas en el clima de Venezuela. República Bolivariana de Venezuela, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Dirección General de Cuencas Hidrográficas, Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología. Caracas, D F. 71 p.
- Márquez O, R. Hernández Gil; W. Franco y F. Visaez. (1994). Factores edáficos y estado nutricional de plantaciones de *Pinus caribaea* en relación a la muerte regresiva, en Uverito, Estado Monagas. *Venesuelos*, Vol. 2. 1:15-18p.



Pulwarty, R. S., R. Barry, C. Hurst, K. Sellinger, and L. Mogollon, (1998).: Precipitation on the Venezuelan Andes in the context of regional climate. Meteor. Atmos. Phys., 16, 217-237.

Quiroz, Ruiz, Ivis,; Franklin, Paredes y Ediberto Guevara (2017). Análisis de la tendencia de la precipitación y las sequías en Venezuela. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ) Disertaciones doctores en Ambiente y Desarrollo. Coordinación de área de Postgrado, Vicerrectorado de Infraestructura y procesos industriales. San Carlos estado Cojedes, Venezuela. P- 35 – 50.

Rojas, Freddy y Edgar Ortiz (1991). Pino Caribe, *Pinus caribaea* var *hondurensis* (Barret y Golfari) especie de Árbol de usos múltiple en América Central. Colección de

Guías Silvicultura les, Serie Técnica N° 175. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Visaez, Francisco (2023). Vulnerabilidad de las plantaciones forestales de *Pinus caribaea* var *hondurensis* al fenómeno el niño/oscilación sur (ENSO) en el sur de los estados Monagas y Anzoátegui, Venezuela. Revista Naturaleza Sociedad y Ambiente, vol 10; 15 – 27p.

Visaez Francisco (1988) Influencia de las variables edáficas y climáticas sobre el crecimiento y desarrollo de la especie Pino caribe (*Pinus caribaea* var *hondurensis*) en el sur de los estados Monagas y Anzoátegui, Venezuela. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Geografía. Mérida. Estado Mérida, Venezuela. 121 p.

## Sobre autor

---

### Msc. Geóg. Francisco José Visaez Salazar

Magister y Especialista en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Experimental de Guayana, (UNEG), Ciudad Guayana, Venezuela, Especialista en Gestión Económica del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, Universidad de Alcalá de Henares, (UAH), Alcalá de Henares- Madrid, España. Geógrafo Universidad de los Andes (ULA), Mérida, estado Mérida, Venezuela. con una amplia y sólida experiencia profesional de 34 años en CVG – PROFORCA (Maderas del Orinoco, C.A.), donde en la actualidad ocupo el cargo de Especialista adscrito a la Coordinación de Tierras de la Consultoría Jurídica. Experiencia docente a nivel de Maestría en la Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), instructor de cursos en Ecuador y Venezuela. Coautor de publicaciones en revistas científicas internacionales y nacionales, Coordinador de proyectos de estudios de impactos ambientales y auditorías ambientales.

[Franvisaez54@gmail.com](mailto:Franvisaez54@gmail.com)

Copyright (c) 2024 Francisco José Visaez Salazar



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen del licencia - Textocompletodelalicensia](#)

Revista digital: ISSN 2707-9643  
Revista impresa: ISSN 2313-786X  
Editorial Servi Prensa, Guatemala  
<https://doi.org/10.37533/cunsurori.v11i1.105>

Vol. 11 No. 1  
Enero - Diciembre  
2024