



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
MATURÍN - ESTADO -MONAGAS**

**ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL CULTIVO DE MAÍZ
(*Zea mays L.*) EN EL ESTADO MONAGAS, VENEZUELA;
USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).**

**TRABAJO DE GRADO MODALIDAD INVESTIGACIÓN
PRESENTADO POR**

María Elizabeth Febres Hernández

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Maturín, Abril de 2018



ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
SUB-COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

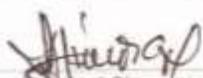
CTG-EIA-IA- 2018

MODALIDAD: TESIS DE GRADO

ACTA N° 1884

En Maturín, siendo las 10:00 (a.m.) del día 04 de mayo del 2018 reunidos en la Sala "Pedro Silva Guillen" de la Escuela de Ingeniería Agronómica, Campus: Los Guaritos del Núcleo de Monagas de la Universidad de Oriente, los miembros del jurado profesores: Victor Malavé (Asesor Académico), José Simosa (Jurado) y Marden Vázquez (Jurado). A fin de cumplir con el requisito parcial exigido por el Reglamento de Trabajo de Grado vigente para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, se procedió a la presentación del Trabajo de Grado, titulado: "ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (Zea mays L.) EN EL ESTADO MONAGAS, VENEZUELA USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)" Por la Bachiller: MARÍA ELIZABETH FEBRES HERNÁNDEZ, C.I: 18.825.853. El jurado, luego de la discusión del mismo acuerdan calificarlo como:

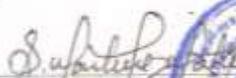
APROBADO


Prof. José Simosa Ing.
C.I. 4.580.289
Jurado


Prof. Marden Vázquez MSc.
C.I. 5.721.636
Jurado


Prof. Victor Malavé MSc.
C.I. 5.895.244
Asesor Académico


Prof. Nelson José Moritáño Mesa
C.I. 4.505.457
Sub-Comisión de Trabajo de Grado


Prof. Silvia Martínez MSc.
C.I. 12.537.017
Jefe de Departamento

Según establecido en resolución de Consejo Universitario N° 1034/2009 de fecha 11/06/2009 y Artículo 13 L. de la Ley del Reglamento de Trabajo de Grado de la Universidad de Oriente, se declara que esta acta tiene validez y es válida y debe ser asentada en el libro de Actas de Trabajos de Grado del Departamento de Ingeniería Agronómica, EIA de la Universidad de Oriente y estar debidamente firmada por el (los) asesor (es) y el (los) miembros del jurado.



DEDICATORIA

Con cariño y respeto, para todos aquellos que creyeron en mí.

María Elizabeth Febres Hernández

AGRADECIMIENTO

Allah, Todopoderoso, Misericordioso, Compasivo...

A mis padres, Elizabeth Hernández y Luis Febres. Mi abuela Lila Febres por haberme educado y formado como una mujer de bien. A mis hermanos Jesús, Marjurs, Flor, María José, Guadalupe, Lila, Luis Alberto y Luis Alexander. Agradezco a José Alexander Laverde por su apoyo incondicional, cariño y comprensión; a mi asesor Víctor Hugo Malavé, por su paciencia y dedicación. A mis amigos, Juan Ortega, Lismary Rodríguez, Eliana Azocar, Mariannys Sánchez, Elith Ramírez. A mis queridas, Maykelis Martínez, Naileth Carmona, Francis Salazar, Roysa Malavé por soportarme tanto. Y por último y no menos importante a los profesores los cuales estimo mucho, Ángel Martínez, Nelson Montaña, Omar Lanz, Leonardo Lara.

María Elizabeth Febres Hernández

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE GENERAL | v |
| ÍNDICE DE CUADROS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| RESUMEN | xi |
| SUMMARY | xii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS | 3 |
| OBJETIVO GENERAL | 3 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 4 |
| 2.2 BASES TEÓRICAS | 7 |
| 2.2.1 Origen del maíz..... | 7 |
| 2.2.2 Importancia del cultivo | 7 |
| 2.2.3 El maíz en Venezuela | 9 |
| 2.2.4 Clasificación taxonómica del maíz..... | 10 |
| 2.2.5 Características morfológicas de maíz | 10 |
| 2.2.5.1 Sistema Radicular | 10 |
| 2.2.5.2 Tallo | 11 |
| 2.2.5.3 Hojas | 11 |
| 2.2.5.4 Inflorescencia..... | 12 |
| 2.2.5.5 Semilla o grano | 12 |
| 2.2.6 Condiciones edafoclimáticas del cultivo de maíz..... | 13 |
| 2.2.6.1 Altitud (m.s.n.m)..... | 13 |
| 2.2.6.2 Precipitación (mm/anual)..... | 13 |
| 2.2.6.3 Humedad relativa (%)..... | 13 |
| 2.2.6.4 Temperatura (°C) | 14 |
| 2.2.6.5 Número de meses húmedos | 14 |
| 2.2.6.6 Textura | 14 |
| 2.2.6.7 Fertilización | 14 |
| 2.2.6.8 pH..... | 14 |
| 2.2.6.9 Pendiente..... | 15 |
| 2.2.7 Características agroecológicas del estado Monagas, Venezuela | 15 |
| 2.2.7.1 Ubicación | 15 |
| 2.2.8 Zonificación de cultivo..... | 17 |
| 2.2.9 Sistema de Información Geográfica (SIG) | 18 |
| 2.2.9.1 Componentes principales del SIG..... | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.9.2 Funciones básicas de los SIG..... | 20 |
| 2.2.9.3 Aplicaciones de los SIG..... | 21 |
| 2.2.10 Modelo cartográfico..... | 22 |
| 2.2.11 Geoestadística | 22 |
| 2.2.12 Modelo Raster..... | 23 |
| 2.2.13 Métodos de interpolación | 23 |
| 2.2.13.1 Distancia inversa ponderada (IDW)..... | 23 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 25 |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDIO..... | 25 |
| 3.2 MATERIALES Y EQUIPOS | 26 |
| 3.3 SOFTWARE | 26 |
| 3.4 METODOLOGÍA | 27 |
| 3.4.1 Fases de la investigación | 27 |
| 3.4.1.1 FASE I: Recolección de la información preliminar..... | 28 |
| 3.4.1.2 FASE II: Manejo de software SIG-GRASS para la elaboración de mapas raster de variables | 31 |
| 3.4.1.3 FASE III: Manejo de software SIG-GRASS para álgebras de mapas | 41 |
| 3.4.1.4 FASE IV: Manejo de software SIG-GRASS para análisis espacial de resultados | 43 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 44 |
| 4.1 ESTRUCTURA METODOLÓGICA CONCEPTUALIZADA PARA LA ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>) EN EL ESTADO MONAGAS, USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)..... | 44 |
| 4.2 DEFINICIÓN DE ZONAS AGROCLIMÁTICAS..... | 45 |
| 4.2.1 Altitud..... | 45 |
| 4.2.2 Temperatura..... | 47 |
| 4.2.3 Precipitación | 49 |
| 4.2.4 Meses húmedos..... | 51 |
| 4.2.5 Humedad..... | 53 |
| 4.3 DEFINICIÓN DE ZONAS FISIOEDÁFICAS | 55 |
| 4.3.1 Pendiente..... | 55 |
| 4.3.2 Textura..... | 57 |
| 4.3.3 pH | 59 |
| 4.3.4 Fertilidad natural..... | 61 |
| 4.3.4.1 Aluminio (Al)..... | 61 |
| 4.3.4.2 Calcio (Ca)..... | 62 |
| 4.3.4.3 Magnesio (Mg)..... | 64 |
| 4.3.4.4 Potasio (K) | 66 |
| 4.3.4.5 Fósforo (P) | 68 |
| 4.3.4.6 Manganeso (Mn)..... | 70 |
| 4.3.4.7 Cobre (Cu) | 72 |

| | |
|--|------------|
| 4.3.4.8 Zinc (Zn) | 74 |
| 4.3.4.9 Materia orgánica (MO) | 76 |
| 4.3.5 Unidades de zonificación..... | 80 |
| 4.3.5.1 Unidad de zonificación agroclimática | 80 |
| 4.3.5.2 Unidad de zonificación fisioedáfica..... | 81 |
| 4.3.5.3 Unidad de zonificación edafoclimática..... | 82 |
| CONCLUSIÓN..... | 84 |
| LITERATURA CITADA | 86 |
| ANEXOS | 90 |
| HOJAS METADATOS..... | 162 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Requerimientos de temperatura (°C) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación..... | 35 |
| Cuadro 2. Requerimientos de precipitación (mm/anual) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación..... | 35 |
| Cuadro 3. Requerimientos de humedad (%) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación..... | 36 |
| Cuadro 4. Requerimientos de meses húmedos para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación..... | 36 |
| Cuadro 5. Requerimientos de altitud (m.s.n.m) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación..... | 36 |
| Cuadro 6. Requerimientos de pendiente (%) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación..... | 36 |
| Cuadro 7. Requerimientos de texturas para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación..... | 37 |
| Cuadro 8. Clasificación numérica de las clases texturales involucradas en el análisis de la variable textura | 37 |
| Cuadro 9. Requerimientos de fertilidad, para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación..... | 38 |
| Cuadro 10. Requerimientos de pH para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación. | 39 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ventana "visualización de mapa" mostrando la ubicación de la región o área de estudio. | 25 |
| Figura 2. Requerimientos edafoclimáticos de algunos cultivos. (Urriola, 2007)..... | 28 |
| Figura 3. Selección de los SRTM empleados para la definición del área de estudio, y para el cálculo de la variable altitud y pendiente..... | 29 |
| Figura 4. Ventana visualización del portal web de INAMEH | 29 |
| Figura 5. Ventana de CROPWAT, visualización del cálculo de los meses húmedos de la estación Aguasay..... | 30 |
| Figura 6. Ventana visualización de archivo en formato txt para la variable precipitación | 32 |
| Figura 7. Ventana visualización de módulo de importación en GRASS SIG de datos en formato txt para la variable precipitación | 32 |
| Figura 8. Ventana visualización de módulo de importación de datos GRASS GIS datos ya cargados, variable humedad. | 33 |
| Figura 9 .Distribución espacial de los 197 puntos, de los datos de muestreo de las variables edáficas en el área de estudio. | 34 |
| Figura 10. Mapa del estado Monagas, de la variable Zn interpolado | 34 |
| Figura 11. Módulo r.reclass en GRASS mostrando reclasificación de la variable textura..... | 39 |
| Figura 12. Mapa del estado Monagas, de la variable precipitación reclasificada..... | 40 |
| Figura 13. Una aproximación al modelo cartográfico disponible para zonificación de cultivos con GRASS | 41 |
| Figura 14. Modulo calculadora de mapa visualización GRASS GIS | 42 |
| Figura 15. Mapa del estado Monagas para la zonificación edafoclimática del cultivo de maíz, producto de la multiplicación en GRASS GIS | 43 |
| Figura 16. Estructura metodológica conceptualizada para la zonificación edafoclimática del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) en el estado Monagas, usando Sistemas de Información Geográfica (SIG). | 44 |
| Figura 17. Mapa del estado Monagas, de la variable altitud (m.s.n.m). | 46 |
| Figura 18. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable temperatura (°C). | 47 |
| Figura 19. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable temperatura (°C). | 48 |
| Figura 20. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable precipitación (mm). | 49 |
| Figura 21. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable precipitación (mm). | 50 |
| Figura 22. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable meses húmedos. | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 23. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable meses húmedos. | 52 |
| Figura 24. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable humedad. | 53 |
| Figura 25. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable humedad. | 54 |
| Figura 26. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable pendiente (%). ... | 55 |
| Figura 27. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable pendiente (%). | 56 |
| Figura 28. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable textura. | 57 |
| Figura 29. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable textura. | 58 |
| Figura 30. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable pH. | 59 |
| Figura 31. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable pH. | 60 |
| Figura 32. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Al (meq/100 g). | 61 |
| Figura 33. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Al (meq/100 g). | 62 |
| Figura 34. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Ca (meq/100 g). | 63 |
| Figura 35. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Ca (meq/100 g). | 64 |
| Figura 36. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Mg (meq/100 g). | 65 |
| Figura 37. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Mg (meq/100 g). | 66 |
| Figura 38. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable K (meq/100 g). | 67 |
| Figura 39. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable K (meq/100 g). | 68 |
| Figura 40. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable P (mg/kg). | 69 |
| Figura 41. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable P (mg/kg). | 70 |
| Figura 42. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Mn (mg/kg). | 71 |
| Figura 43. Mapa del estado Monagas, reclasificación variable Mn (mg/kg). | 72 |
| Figura 44. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Cu (mg/kg). | 73 |
| Figura 45. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Cu (mg/kg). | 74 |
| Figura 46. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Zn (mg/kg). | 75 |
| Figura 47. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Zn (mg/kg). | 76 |
| Figura 48. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable MO (%). | 77 |
| Figura 49. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable M.O (%). | 78 |
| Figura 50. Mapa del estado Monagas, Mapa de fertilidad natural para el cultivo de la naranja dulce. | 79 |
| Figura 51. Mapa del estado Monagas, unidad de zonificación agroclimática. | 81 |
| Figura 52. Mapa del estado Monagas, unidad de zonificación fisioedáfica. | 82 |
| Figura 63. Mapa del estado Monagas, unidad de zonificación edafoclimática. | 83 |



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
MATURÍN – ESTADO MONAGAS

ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN EL ESTADO MONAGAS, VENEZUELA; USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

Autor: María Elizabeth Febres Hernández

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar las zonas aptas para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el estado Monagas, usando como herramientas principal el software *Grass Gis* versión 7.2, para el manejo, procesamiento y análisis de datos georreferenciados de variables climáticas y edáficas, empleando técnicas y métodos de análisis espacial, obteniendo una serie de mapas temáticos que permite visualizar el comportamiento y valor específico para cada variable en estudio, lo que permitió su interpolación y reclasificación para el estado Monagas, así también se elaboraron los mapas de las zonas que satisfacen los requerimientos aptos para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Dando como resultados las zonas que satisfacen las condiciones climáticas y edáficas para la zonificación del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), siendo esta área de 239.059 hectáreas representando un 8.33% del área del estado Monagas. El resultado de esta investigación es un sistema dinámico que obedece a una función matemática en el que a partir de un lenguaje estructurado de consulta de los atributos de cada variable bajo estudio en cada mapa, se identificaron las zonas aptas para el desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), y en base a estos resultados se puede diseñar planes, facilitando la toma acertada de decisiones al momento de establecer una siembra en el estado Monagas.

Palabras claves: Maíz, Zonificación, SIG, Mapas, Estado Monagas, Análisis, Procesamiento, Variables, Datos.



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
MATURÍN – ESTADO MONAGAS

EDAFOCLIMÁTICA ZONIFICATION OF CORN CULTIVATION (*Zea mays L.*) IN THE STATE MONAGAS, VENEZUELA; USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (SIG)

Author: María Elizabeth Febres Hernández

SUMMARY

The present research work was carried out in order to determine the areas suitable for the cultivation of maize (*Zea mays L.*) in the Monagas state, using as main tools the Grass Gis software version 7.2, for the management, processing and analysis of georeferenced data of climatic and edaphic variables, using spatial analysis techniques and methods, obtaining a series of thematic maps that allow to visualize the behavior and specific value for each variable under study, which allowed its interpolation and reclassification for the Monagas state, so maps of the zones that satisfy the requirements suitable for the cultivation of corn (*Zea mays L.*). Giving as results the zones that satisfy the climatic and edaphic conditions for the zoning of the corn crop (*Zea mays L.*), being this area of 239,059 hectares representing 8.33% of the area of the Monagas state. The result of this investigation is a dynamic system that obeys to a mathematical function in which from a structured language of consultation of the attributes of each variable under study in each map, the zones suitable for the development of the corn crop were identified (*Zea mays L.*), and based on these results, plans can be designed, making it easier to make decisions when establishing a planting in the Monagas state.

Keywords: Corn, Zoning, GIS, Maps, Monagas State, Analysis, Processing, Variables, Data.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz es una actividad económica que año tras año emplea importantes cantidades de insumo, genera numerosos puestos de trabajo tanto directos como indirectos, y demanda inversiones monetarias de significativo valor. Durante todo el año es posible observar este cultivo en varias zonas del estado Monagas y de Venezuela en general, pero es en la época de lluvias cuando crece la superficie sembrada, dado que representa un cultivo estratégico para el Estado, toda vez que representa una de las fuentes de alimento más demandadas en el país.

Numerosas investigaciones se han desarrollado en la Universidad del Oriente relacionadas con este cultivo. Se han abordado aspectos como: fertilización, densidad de siembra, control de plagas y enfermedades, manejo postcosecha, entre otras. Para el año 1995 se condujo un trabajo de investigación relacionado con la zonificación de este cultivo en la zona oriental de Venezuela (Saviñón, 1995). En dicho trabajo sólo se abordaron variables climáticas para la zonificación haciendo uso de mapas fundamentalmente del tipo vectorial (iso líneas de precipitación y temperatura).

En el presente trabajo se aborda la zonificación del cultivo de maíz en el estado Monagas, usando las capacidades computacionales disponibles en el software de Sistema de Información Geográfica (SIG), conocido como Sistema de Soporte para Análisis de Recursos Geográficos (GRASS por sus siglas en inglés). El empleo de esta herramienta computacional le incorpora, además de velocidad al cálculo y cartografía de los resultados, la facilidad de manejar las variables edáficas y las variables climáticas, en relación con los requerimientos agroecológicos que demanda el cultivo de maíz. En tal sentido, representa el empleo de herramientas computacionales de última generación.

El resultado de este trabajo, puede servir de referencia en la toma de decisiones para quienes tienen la responsabilidad acerca de los planes de inversión agrícola en la región, considerando que la información aquí generada permite definir las zonas del estado Monagas, donde el cultivo expresa sus mayores capacidades genéticas y de producción. De esta forma se garantiza el uso adecuado de los recursos e insumos en general, dedicados a esta actividad.

Todo el conglomerado de instituciones tanto privadas como gubernamentales tienen, en los resultados de esta investigación, un punto de apoyo sobre el cual pivotar al momento de seleccionar los sitios sobre los cuales se asignarán créditos agrícolas para este cultivo.

De igual manera, este trabajo representa el fortalecimiento de la metodología de zonificación, agregando un nuevo enfoque metodológico, el cual incluye la aplicación de técnicas propias de la Geoestadística como lo es la interpolación.

Finalmente se considera relevante la presente investigación, pues permitió obtener una valiosa base de datos generada a partir de los datos iniciales, que serán de utilidad para otras investigaciones.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Identificar las zonas, del estado Monagas, que muestren los valores óptimos de las variables edafoclimáticas, requeridas por el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Jerarquizar los requerimientos edafoclimáticas del cultivo de maíz.
- Diseñar la base de datos edafoclimáticas en el marco de un Sistema de Información Geográfica.
- Aplicar técnicas de análisis espacial, orientadas a la elaboración de mapas raster de las variables edafoclimáticas involucradas en el proceso de zonificación de cultivos.
- Cartografiar las zonas aptas para el cultivo de maíz en el estado Monagas.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- **Internacional**

Inzunza *et al* (2006) realizaron en España la zonificación agroecológica de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y sorgo (*Sorghum vulgare* L.). Se utilizaron datos diarios de temperatura máxima y mínima del aire de 22 estaciones climáticas, cartas edafológicas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y programas de cómputo para estimar unidad de calor, radiación solar y período libre de heladas, y los rendimientos potenciales de los cultivos estudiados a un nivel de riesgo de 20 por ciento ($a = 0.20$). También se usó un Sistema de Información Geográfica IDRISI y un modelo digital de elevación para obtener, sobreponer imágenes y delimitar áreas con rendimientos potenciales similares. Los resultados indican que existen superficies con condiciones de clima y suelo favorables para la obtención del potencial de rendimiento de maíz, trigo y sorgo, excepto para el frijol, donde el clima fue el factor limitante.

- **Nacionales**

Ortega, (1967) realizó para Venezuela la zonificación del cultivo de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) tomando en cuenta las características ecológicas de cada región, sus limitaciones edáficas y topográficas, distancia de las zonas productoras a los centros de almacenamiento, consumo y vías de comunicación existentes.

- **Regionales**

Saviñón, (1995) realizó la zonificación de maíz (*Zea mays, L.*) de acuerdo a sus requerimiento hídricos y térmicos de la región nororiental de Venezuela. Para el estudio se utilizó la información pluviométrica de 88 estaciones meteorológicas distribuida en toda el área; de acuerdo a su altitud se le determinó la temperatura media mensual y anual mediante las fórmulas desarrolladas por Rondón (1974) para este fin. Se determinó la variabilidad de la época de siembra para cada año de registro y para el promedio de cada año de registro y el promedio de años de cada estación, igualmente se determinó el porcentaje de años negativos, la precipitación a cosecha y se establecieron las clases de suelos aptas para el cultivo. A las variables se les identificó con un índice, el cual representa un rango de la variable en cuestión que va de mejor a peor.

- **Locales**

Martínez y Parra (2000) para la zonificación del cultivo de la guanábana (*Annona muricata L.*) en el estado Monagas, emplearon la metodología para la zonificación de cultivos desarrollada por el IICA (1971) ampliada por García – Benavides (1974) donde se establece los criterios para la realización de estudios de zonificación. El tipo de análisis empleado fue el de balance de agua en el suelo a lo largo del ciclo anual, este tipo de análisis permitió definir zonas agroclimáticas, las cuales fueron jerarquizadas (apto – moderadamente apto – no apto). Para ello se empleó información suministrada por 21 estaciones climatológicas con vigencia hasta el año 1990 y para 30 años de registro, dado que la información térmica fue escasa, los datos de temperatura faltantes fueron estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

González, (2005) realizó la zonificación de cultivo de lechosa (*Carica papaya* var. Maradol) de acuerdo a las condiciones térmicas, hídricas, edáficas y de mercado. Para el estudio se empleó la información meteorológica de 21 estaciones distribuidas en las áreas bajo estudio. Seleccionadas de acuerdo a su altitud y para 30 años de registro; dentro de la información térmica se utilizaron las ecuaciones de temperatura media mensual y anual en función de la elevación sobre el nivel del mar derivadas por el profesor Rondón (1974). Se elaboraron mapas de isotermas medias anuales e isoyetas, se realizó el mapa de zonificación agro climáticas, que al ser superpuestos en el mapa edáfico dio como resultado las zonas potenciales para el desarrollo del cultivo en el estado Monagas. El resultado arrojó 26.500 ha aptas para el cultivo, 388.500 ha regulares y 546,500 ha no aptas para agricultura de secano. Se estudiaron los posibles mercados.

Rojas (2015), mediante el uso del software *Grass Gis* versión 6.0.4, llevó a cabo la zonificación de la caña de azúcar (*Saccharum* “Híbridos Complejos”) en el estado Monagas. La base de datos primarios consistió principalmente de información proveniente de imágenes satelitales, registros de precipitación y de temperatura suministrados por 47 estaciones climatológicas y de valores promedios que indican las condiciones físicas y químicas de los suelos del estado Monagas. La información fue plasmada en mapas temáticos, los cuales fueron fusionados para determinar las zonas aptas para el cultivo de la caña de azúcar en el estado Monagas. Además, desarrolló un esquema metodológico para la zonificación de cultivos mediante la aplicación del software *Grass Gis*, con la finalidad de definir el esquema de trabajo para la manipulación, procesamiento y análisis espacial de datos georreferenciados.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Origen del maíz

El maíz (*Zea Mays* L.) es un cereal y es uno de los principales alimentos cultivados en el mundo. Su centro de origen se encuentra en Mesoamérica, es decir México y Guatemala, allí fue domesticado hace aproximadamente 8000 años. Luego su cultivo fue expandiéndose al resto de América y otros continentes. Fue de gran importancia para las civilizaciones precolombinas (aztecas, incas y mayas), pues además de ser su principal fuente de alimento, era fundamental en el desarrollo de su cultura. Este se veía reflejado en sus creencias, ceremonias religiosas, también fue utilizado como elemento decorativo, hacían mitos y leyendas sobre este y hasta era considerado un dios ya que representaba un símbolo de riqueza. Se puede considerar al maíz como la base de la alimentación de las culturas americanas. Posteriormente, con el descubrimiento de América, este cereal fue difundido a los demás continentes (Carrillo, 2012).

En Venezuela se conoce su origen mucho antes de que llegaran los colonizadores españoles, el maíz ya era utilizado por las tribus indígenas. En 1579, Nicolás de Federmann informa la existencia de maíces de tres y cuatro formas y colores, que eran cultivados por las etnias del valle del río Barquisimeto el cual es uno de los primeros inicios para dar a conocer el maíz como elemento esencial en la mesa del venezolano, desde aquella época hasta el día de hoy (López, 2012).

2.2.2 Importancia del cultivo

El maíz es el cultivo más importante del sector agrícola vegetal en Venezuela y ha sido considerado como un rubro estratégico, dada su importancia en la dieta diaria del venezolano, con un aporte proteico de 6,5 gramos/persona/día y aporte calórico de

316 calorías/persona/día (FEDEAGRO, 2009; BOLPRIAVEN, 2008) además de constituir una fuente generadora de empleos, debido al gran número de personas que lo cultivan a través de casi toda la geografía nacional principalmente en los estados Guárico y Portuguesa con los mayores volúmenes de producción, seguidos por Barinas, Yaracuy, Monagas y Aragua (este último con mayor producción de semilla).

En la actualidad, más del 85% de la producción nacional corresponde a maíz de grano blanco semi duro, utilizado en un 80% por la industria de molienda seca en la elaboración de harinas precocidas, el restante se emplea en las empresas procesadoras de maíz pilado y para el consumo fresco. El maíz amarillo sólo representa entre el 10 y 15% de la producción (Alfaro *et al.*, 2004).

Hasta octubre de 2010, solo se sembraron en las zonas productoras alrededor de 450.000 ha de maíz, al cierre del año, la producción de maíz blanco llegó a 2.496.207 toneladas, siendo los estados: Portuguesa, Guárico y Barinas los de mayor importancia. Con respecto al maíz amarillo, este rubro arrojó una producción de 823.360 toneladas. Para el ciclo de invierno 2010, se observó una producción de 3.834.912 toneladas de maíz blanco semiduro, cifra que garantiza la continuidad de satisfacer la demanda y el consumo de harina pre-cocida requerida en el país y a la vez consolida la reserva estratégica nacional (Fedeagro, 2012).

Según Fedeagro, (2012) en Venezuela, el consumo de maíz ha venido incrementando en los últimos años como harina pre-cocida, alcanzando un valor de 39,8 kg/per/año. En los últimos años la producción de maíz en Venezuela ha decaído; según cifras de Fedeagro (2011) este descenso se ubicó en 20%, atribuible principalmente a una política de control de precios fijados por debajo de los costos reales de producción, trayendo como consecuencia una disminución de la rentabilidad para el productor.

2.2.3 El maíz en Venezuela

La Venezuela del contacto euro americano estaba poblada en su mayor parte por grupos Caribes y Arawakos. Para ese momento, el maíz era la principal fuente de subsistencia y constituía el alimento básico, desempeñaba un papel predominante en las creencias y ceremonias religiosas como elemento decorativo de cerámicas, siendo además motivo de leyendas y tradiciones que resaltan la importancia económica, agrícola y social de su cultivo. El maíz era considerado casi como un Dios, rindiéndole culto y siendo objeto del folklore y ritos religiosos que aún perduran en el gentilicio venezolano (Segovia y Alfaro, 2009).

La obra “El Orinoco Ilustrado y Defendido”, habla sobre la existencia de una singular especie de maíz que plantaron los Otomacos, Guamos y Paos, al cual llaman Onona o maíz de los 2 meses. Actualmente, este maíz es conocido como Aragüito, el cual forma parte de los 19 complejos germoplásmicos de Venezuela (Grant *et al.*, 2005). En estos complejos se cuenta con 1.164 entradas o muestras de maíz que se conservan en el banco de germoplasma del INIACENIAP, Venezuela (Segovia *et al.*, 2003).

En todo el período colonial hasta mediados de la década del 40 del siglo XX, se plantaban todos los tipos de maíces descritos por Grant *et al.*, (2005) en el territorio nacional. La modernización del cultivo del maíz comienza a partir del año 1939, con la incorporación de cultivares mejorados desarrollados por investigadores del rubro. El germoplasma base para el desarrollo de las nuevas variedades e híbridos provino de esos cultivares locales y del intercambio de líneas con Colombia, México, América Central y el Caribe (Segovia y Alfaro, 2009).

2.2.4 Clasificación taxonómica del maíz

Según Valladares, (2010)

Grupo de las FANEROGAMAS (plantas con flores)

División de las SPERMATOFITAS (plantas con una sola hoja cotiledonar)

Subdivisión ANGIOSPERMA (plantas con óvulos encerrados en el ovario)

Clase MONOCOTILEDONEAS (plantas con un solo cotiledón)

Orden GLUMIFLORAS

Familia GRAMINEAS (Poaceae)

Especie *Zea mays* L.

2.2.5 Características morfológicas de maíz

Botánicamente el maíz (*Zea Mays* .L) pertenece a la familia de las gramíneas, es anual, alta de raíces fibrosas y un tallo erecto de diversos tamaños de acuerdo al cultivo, con hojas lanceoladas, presenta flores masculinas y femeninas, se reproduce por polinización cruzada, presenta una panoja a menudo una por tallo, allí se desarrollarán los granos; las características detalladas se describen a continuación:

2.2.5.1 Sistema Radicular

Valladares, (2010) reporta que las raíces representan un papel importante en las plantas como un componente funcional y estructural; en la planta de maíz madura esta pueden profundizar hasta los 1.8 m y explorar 2 m de diámetro, el sistema radicular del maíz presenta tres tipos de raíz:

- Raíz seminal o principal, se originan en la radícula luego de la germinación, son emitidas por las semillas, pueden ser de una a cuatro raíces, que van a suministrar anclaje y nutrientes a la semilla.
- Raíces adventicias, casi la totalidad del sistema radicular son de éste tipo, las que pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad, dependiendo de las reservas de humedad de los suelos.
- Raíces de sostén o soporte que se originan en los nudos basales, favoreciendo una mayor estabilidad de la planta y forman parte en el proceso fotosintético.
- Raíces aéreas las cuales no alcanzan el suelo.

2.2.5.2 Tallo

Es simple, cilíndrico, erecto, de elevada longitud, sin ramificaciones, interiormente es carnosos, filamentosos y con mucho contenido de agua. Compuesto de nudos y entrenudos, los cuales varían de 8-25 con un promedio de 14, exponiendo una hoja en cada nudo y una yema en la base de cada entrenudo, el tallo alcanza su máximo desarrollo cuando la panoja ha emergido completamente y se ha iniciado la producción de polen (Pérez, 2011).

2.2.5.3 Hojas

Son usualmente verdes, pero se pueden hallar rayadas en blanco y verde o verde y púrpura, presentándose en igual cantidad que los entrenudos, largas y anchas, planas con los bordes generalmente lisos, de gran tamaño. Alternas, paralelinervias. Crecen en la parte superior de los nudos, se abrazan al tallo por estructuras llamadas vainas. El haz es piloso adaptado para absorción de energía solar, mientras que el envés es glabro con numerosos estomas que permiten el proceso respiratorio. En la superficie foliar de la unión del limbo con la vaina existe una proyección delgada y

semitransparente llamada lígula esta restringe el paso de agua y reduce las pérdidas por evaporación (Valladares, 2010).

2.2.5.4 Inflorescencia

La inflorescencia femenina está conformada por un raquis o tusa donde van, un par de glumas externas, 2 yemas, 2 paleas, 2 flores una de las cuales es estéril y la otra fértil razón por la que el número de hileras de mazorcas es par, todo la inflorescencia femenina está protegida por brácteas o hojas de la mazorca las cuales sirven para proteger al grano.

La inflorescencia masculina es la terminación del tallo principal y está formada por una espiga central y varias ramas laterales, organizadas en un panícula laxa, allí se agrupan las flores masculinas agrupadas en espiguillas pareadas, una es pedicelada y la otra es sésil; cada espiguilla posee dos florecillas funcionales y cada una posee tres anteras productoras de polen.

Se dice que es una planta monoica, por presentar en la misma planta pero en sitios diferentes flores femeninas (mazorca) y masculinas (espiga). La polinización se lleva a cabo cuando las condiciones ambientales y fisiológicas lo permita, las anteras liberan polen y este cae sobre los estigmas (Pérez, 2011).

2.2.5.5 Semilla o grano

Son granos o carióspsides que se encuentran en la mazorca, esta puede contener de 300-1000 según el número de hileras, pueden ser dentados o semi dentados, también cristalinos u opacos, dependiendo de la variedad; en cuanto a su color, destacan los maíces blancos y los amarillos (mayor contenido de caroteno), los cuales son preferidos por la agroindustria (Valladares, 2010).

2.2.6 Condiciones edafoclimáticas del cultivo de maíz

A continuación se detallan los requerimientos edafoclimáticos de este cultivo:

2.2.6.1 Altitud (m.s.n.m)

En los trópicos el maíz crece desde 0- 3000 msnm, es posible cultivar maíz con niveles óptimos desde 0-2500 msnm, los rendimientos disminuyen en altitudes mayores a los 3000 msnm; Cedaf (1998) señala que en altitudes menos a los 3000 msnm las plantas pueden alcanzar alturas de 2-3 m, mientras que en alturas mayores a los 3000 msnm pueden llegar a 0,5 m.

2.2.6.2 Precipitación (mm/año)

Se considera oportuna una estación de lluvia con 800-1500 mm, la cual debe estar bien distribuida. En el maíz la disponibilidad de agua en el momento oportuno, es quizás el factor más crítico para determinar el rendimiento final. El periodo con mayor exigencia de agua es el que va 15 días antes y 30 días después de la floración; un “stress” causado por deficiencia de agua durante el periodo de floración puede ser motivo de una merma del 6-13 % del rendimiento final (Urriola, 2007).

2.2.6.3 Humedad relativa (%)

En condiciones de sequedad atmosférica el cultivo no se desarrolla bien, la polinización se ve favorecida por una humedad relativa alta. El maíz exige niveles óptimos de humedad que van desde 75-85 %, bajo condiciones de secano y con variedades adaptadas (Urriola, 2007).

2.2.6.4 Temperatura (°C)

La media debería de ser de 18-29 °C y la óptima debería ser de 21-28 °C. Benachio, (1981) reporta que el efecto de la temperatura en el maíz es más marcado en el periodo de crecimiento que después de la floración.

2.2.6.5 Número de meses húmedos

Para el cultivo de maíz son recomendables de 3 a 9 meses húmedos (Urriola, 2007).

2.2.6.6 Textura

El maíz es un cultivo que necesita suelos estructurados, fértiles y profundos que permitan el desarrollo de las raíces, que eviten los encharcamientos siendo al mismo tiempo capaces de almacenar agua, y que permitan un aprovechamiento óptimo de los nutrientes. Se adapta a diferentes tipos de suelos entre ellos, Franco, Franco Arcilloso, Franco Limoso (Urriola, 2007).

2.2.6.7 Fertilización

Requiere de una fertilización alta. El cultivo de maíz es muy exigente en fósforo, nitrógeno y sobre todo al tiempo de la floración es crítico para el rendimiento final (Urriola, 2007).

2.2.6.8 pH

Para este cultivo el pH del suelo puede ir desde 5.5 – 7.5, un pH fuera de esos límites puede aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se

produce toxicidad o carencia. Con un pH inferior 5.5 a menudo hay problemas de toxicidad de Al, Mn y carencia P, Mg. Con un pH superior a 8 tiende a presentarse carencia de Fe, Mn, Zn (Urriola, 2007).

2.2.6.9 Pendiente

Se recomienda una pendiente de 0.0 a 10 % (Benachio, 1981)

2.2.7 Características agroecológicas del estado Monagas, Venezuela

2.2.7.1 Ubicación

MARNR, (1997) detalla que el estado Monagas está situada estratégicamente en la región Nor-Oriental de Venezuela, a la cual se integra junto con los estados Anzoátegui, Sucre; y es el segundo en extensión en la región Nor-Oriental. Su capital es Maturín. Geográficamente Monagas se ubica a 9° 49' 55" de latitud Norte y 63°10 ' 41" de longitud Oeste, a una cota media de 67 msnm. Los estados Anzoátegui y Sucre constituyen sus límites por el oeste y el norte respectivamente, al igual que lo hacen los estados Bolívar y Delta Amacuro por el sur y el este.

Según MARNR, 1997 el estado Monagas presenta cuatro paisajes bien definidos:

- **De montaña**, es de relieve escarpado y complejo con elevaciones hasta los 2300 msnm y pendientes promedio de 45%. Presenta valles depresiones donde la pendiente es inferior a 12%, producto de las diferentes zonas de vida (ecológicas), siendo predominante la zona de vida de bosque húmedo premontano, las temperaturas van de 16-25 °C y precipitación de 900-1800 mm.

Los suelos son de tipo montañoso escarpado y escabroso quebrado, poco profundos de moderada a alta pedregosidad, moderada a baja fertilidad y alta susceptibilidad a la erosión; en ella nace los ríos Guarapiche, Aragua, Caripe, Amana, Punceres entre los más importantes.

- **Piedemonte**, se caracteriza por presentar colinas aisladas de poca altura, que solo en algunos casos sobrepasan los 500 msnm, los valles son de cierta amplitud y las laderas de pendientes suaves.
- **Altiplanicie**, esta se denomina también llanos altos y se subdivide en dos sectores:
 - a) **La mesa del piedemonte**, la cual presenta topografía general suavemente inclinada, con pendiente entre 2-6 % y elevaciones inferiores a 400 msnm, con clima uniforme, con pequeñas variaciones en las lluvias, vegetación predominante de selva veranera y sabana; predominan los suelos de Orden Ultisol (muy lixiviados) y Entisoles (poco desarrollo pedogenético). En general son pocos permeables y profundos, altamente erodables, de baja fertilidad y algunos presentan alta pedregosidad.
 - b) **La mesa llana**, es una altiplanicie de topografía plana o casi plana, con pendientes de 1-2 % y elevaciones menores a 40 msnm ocupa casi la mitad del estado, su clima es uniforme con lluvias entre 900-1300 mm y épocas lluviosas y secas bien diferenciadas, con temperatura anual de 27 °C, su vegetación naturales de sabana y morichales. Predominan suelos Ultisol (Paleustults), Oxisol (Haplustox), Entisol (Quartzipsaments). Los dos primeros son suelos muy lixiviados, pobres en nutrientes, los otros son más recientes, de textura arenosa y baja fertilidad excesivo drenaje.
- **Planicies o llanos bajos**, ocupa casi un 30% del territorio comprende la llamada planicie aluvial de desborde y la planicie deltaica, presenta un superficie de sedimentación con pendientes menores 1% y una altitud de 20 m.

2.2.8 Zonificación de cultivo

La zonificación es la sectorización de un territorio con diversos criterios, para identificar unidades geográficas relativamente homogéneas con características físicas, biológicas y socioeconómicas, con potencial ecológico para su evaluación (Espinosa y Roquera, 2007; Lasso *et al.*, 2011). Y su objetivo siempre se relaciona con la clasificación y representación espacial de la aptitud de la tierra con respecto a un determinado uso (Pérez y Geissert, 2006).

Para determinar las bases de la zonificación agroecológica para los cultivos existe diversidad de métodos científicos utilizados internacionalmente. Sin embargo, cada estudio tiene sus particularidades, determinadas entre otros aspectos por la disponibilidad de información ambiental (Espinosa y Roquera 2007). El empleo de uno u otro método dependen del tipo de cultivo, información existente sobre el mismo, nivel de precisión y efectividad respecto al resultado final en los trabajos de investigación (Pérez y Geissert, 2006)

Las investigaciones más avanzadas de zonificaciones, están compuestas por bases de datos enlazadas a un sistema de información geográfica y relacionadas con modelos computarizados, que contienen múltiples aplicaciones potenciales en el manejo de los recursos naturales y planificación del uso de la tierra (FAO, 1997).

La zonificación permite apoyar los programas de extensión por medio de la identificación de áreas con características biofísicas propias para la implementación de paquetes tecnológicos que incluyen tipos de uso sostenido de la tierra, desarrollados por la investigación u otras vías. Además, permiten colaborar con los programas de investigación en la identificación de factores edáficos o climáticos limitantes para el desarrollo de paquetes tecnológicos, que incluyen uso sostenido de la tierra (Suárez, 2014).

2.2.9 Sistema de Información Geográfica (SIG)

Luzania (2005), comenta que un Sistema de Información Geográfica es una herramienta basada en computadora utilizada para mapear y analizar eventos que ocurren en un área geográfica. La tecnología de estos sistemas integra operaciones de bases de datos, tales como consultas y análisis estadístico, con la visualización y el análisis geográfico que ofrecen los mapas. Estas habilidades los distinguen de otros sistemas de información ya que se pueden explicar eventos y planear estrategias.

Perencsik (2005) sostiene que un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una colección organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para la captura eficiente, almacenamiento, integración, actualización, modificación, análisis espacial, y despliegue de todo tipo de información geográfica referenciada. También se puede percibir un SIG como un conjunto de operadores que manipulan una base de datos espaciales.

El término SIG se establece de la palabra en inglés Geographic Information System (GIS). Se le define como una herramienta de software que permite almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica. Éste tiene la capacidad de efectuar una gestión completa de datos referenciados geográficamente. Por datos referenciados se indica a los datos geográficos o mapas que constan de coordenadas geográficas reales asociadas, así como de datos alfanuméricos o descriptivos que se asocian a esos mapas para formar a una base de datos integrada con este concepto de SIG (Mancebo *et al.*, (2008)).

2.2.9.1 Componentes principales del SIG

Un SIG está formado por cinco componentes o elementos y cada uno de esos componentes cumplen con una función para que existan entre ellos una interacción.

Es decir, éstos conforman la información para que sea procesada o se realice un tratamiento, los recursos técnicos, humanos y las metodologías que se adopten en la organización o la empresa. A continuación se describen a esos componentes de acuerdo a Mancebo *et al* (2008):

- a) **Hardware:** Es el equipo de cómputo con el que opera un SIG. Actualmente el software de estos sistemas se ha adaptado a diversos tipos de hardware desde arquitecturas clientes-servidor hasta computadoras de escritorio aisladas. Para las consultas espaciales el hardware es útil para efectuar el procesamiento de las operaciones que con base a algoritmos solucionan las relaciones entre geometrías.
- b) **Software:** Proporciona las herramientas y funciones necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica, para ello se necesitan de elementos principales de software los cuales son:
 - Herramientas para la entrada y manipulación de información geográfica
 - Un sistema de administración de base de datos (DBMS Data Base Management System).
 - Herramientas que soportan consultas, análisis y visualización de elementos geográficos.
 - Una interfaz gráfica de usuario (GUI Graphical User Interface) de manera que facilite el acceso a las herramientas anteriormente mencionadas.
- c) **Dato:** Se refiere al elemento principal para lograr una correcta información. Es decir una vez conocido el objeto del modelo del mundo real, se identifican las propiedades que lo forman, por ejemplo, sus atributos que se refieren a los elementos descriptivos y el tipo de geometría como el elemento espacial. En las consultas espaciales es necesario conocer el tipo de geometría entre los objetos del mundo real que se relacionan topológicamente.

- d) **Recurso humano:** Son las personas que se encargan de administrar el sistema así como de desarrollar un proyecto basado en el mundo real, entre los que se involucran analistas, desarrolladores, administradores, programadores, y usuarios. Por ejemplo, para las consultas espaciales, esas personas se refieren a quienes proporcionan la información fuente, realizan la edición de la información, implementan los algoritmos útiles para resolver las consultas espaciales y los usuarios finales que se favorecen de la aplicación o proyecto elaborado.
- e) **Métodos:** Son los planes de un buen diseño y las normas por parte de la empresa, las cuales son modelos y prácticas de operación de cada organización. (E.S.R.I., 2001). Este último se basa en los estándares reconocidos para aspectos geográficos, que sugieren las medidas a adoptar para un determinado enfoque de aplicación y de esta manera respaldar su forma de trabajo.

Los componentes mencionados tienen la finalidad para establecer la estructura de un SIG y en concordancia con ello implementar aplicaciones que apoyen la toma de decisiones, reiterando que esa aplicación por sí sola no refleja la solución, sino que es interpretada por la persona responsable de decidir. Una de las funciones más importantes del SIG es la capacidad de combinar distintas capas en una sola operación, que se conoce con el nombre de “superposición”.

2.2.9.2 Funciones básicas de los SIG

Según FAO, 2000.

Básicamente, el SIG permite obtener una gran cantidad de información de distinto tipo, tratarla para convertirla en conjuntos de datos compatibles, combinarlos y exponer los resultados sobre un mapa. Algunas de las operaciones estándar del SIG son:

- Integración de mapas trazados a distintas escalas, o con proyecciones o leyendas diferentes.
- Cambios en los mapas de la escala, proyecciones, leyenda, inscripciones. etc.
- Superposición de distintos tipos de mapas de una determinada zona para formar un nuevo mapa en el que se incluyen los datos descriptivos de cada uno de los mapas. Por ejemplo, un mapa de vegetación podría superponerse sobre un mapa de suelos. Este a su vez podría colocarse sobre otro mapa con la finalidad de conseguir un mapa de idoneidad para el fin que se pretenda.
- Creación de zonas intermedias o próximas en torno a las líneas o polígonos de un mapa. Esta técnica se utiliza para buscar zonas a una distancia dada de las carreteras, ríos, etc., o de ciertas condiciones temáticas. Estas zonas intermedias pueden a su vez utilizarse como otra capa de superposición.

2.2.9.3 Aplicaciones de los SIG

Los SIG llegan a tener múltiples aplicaciones, beneficio y utilidad nombrando algunas, entre ellas:

Según E.S.R.I., 2001

- Aplicación Forestal, para determinar la magnitud de la tala y conocer la vía o el acceso a esa tala.
- Bases de datos ambientales, con estos datos realizar planes convenientes a evitar deterioros naturales en una región.
- Censos, con los datos obtenidos conocer los usos de los servicios que se ofrecen en un área como la distribución de agua potable y transporte.

- Grandes bases cartográficas, con estas bases de datos se adquiere más fácilmente el mantenimiento de inventario con referencias espaciales de los bienes inmuebles así como de su valoración y para preparar una gestión.

2.2.10 Modelo cartográfico

Geogra (2008) señala que el Modelo Cartográfico es una metodología general, pero bien definida, que se usa para abordar diversas aplicaciones de los SIG de un modo sencillo. Es una técnica usada tanto para SIG raster como vectorial y, como su propio nombre indica, el modelado cartográfico supone el uso de modelos de información geoespacial representados cartográficamente como mapas.

El Modelo Cartográfico se usa para analizar simultáneamente las características tanto espaciales como temáticas de la información geoespacial. Aisladamente, la componente temática de la información geoespacial se analiza mediante la realización de operaciones estadísticas sobre los datos (ej. hallando la media y la desviación típica), mientras que las características espaciales de la información geoespacial se describen mediante técnicas de análisis espacial (que se basan en coordenadas).

2.2.11 Geoestadística

En los años 60, Matheron acuñó el término de Geoestadística; y definió como "la aplicación del formalismo de las funciones aleatorias al reconocimiento y estimación de fenómenos naturales" (Geogra, (2008).

La Geoestadística es una rama de la estadística aplicada que se especializa en el análisis, modelación y predicción de la variabilidad espacial de fenómenos en Ciencias de la Tierra. Formalizó y generalizó matemáticamente un conjunto de

técnicas desarrolladas por D. G. Krige (1941) que explotaban la correlación espacial para hacer predicciones en la evaluación de reservas de las minas de oro en Sudáfrica. Es importante resaltar que en Geoestadística el propósito esencial es la interpolación y si no hay continuidad espacial pueden hacerse predicciones carentes de sentido.

2.2.12 Modelo Raster

Vílchez (2000), define al modelo de datos raster como una malla o retícula de celdas de igual tamaño (generalmente cuadradas), conocidas también con el nombre de píxeles, que se superponen sobre el mapa analógico, de manera que cada celda posea un valor único que el mapa analógico adopta en esa posición.

Según Schowengerdt (2007), un dato raster es, en esencia, cualquier tipo de imagen digital representada en mallas. El modelo de SIG raster o de retícula se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor.

2.2.13 Métodos de interpolación

La interpolación tiene como objetivo estimar, a partir de una muestra, valores de Z para un set de puntos (X, Y) . La interpolación puede utilizarse para cumplir tres funciones: (a) estimar valores de Z para ubicaciones particulares (X, Y) ; (b) estimar valores de Z para una cuadrícula rectangular; (c) cambiar la resolución de la cuadrícula en un archivo raster (método conocido como remuestreo) (Vílchez (2000)).

2.2.13.1 Distancia inversa ponderada (IDW)

La interpolación por distancia inversa ponderada, IDW, se basa en la ley básica de geografía que dice que las cosas cercanas a otras son más parecidas que aquellas

lejanas. Para predecir el valor de cualquier punto sin registro, IDW usa los valores medidos alrededor del punto. Dichos valores si son cercanos al punto de predicción, tienen más influencia sobre el valor predicho que los alejados. Se asume que cada punto con registro tiene alguna influencia local que disminuye con la distancia. IDW es un interpolador determinístico que es rápido porque tiene pocas decisiones que tomar, además de los parámetros. Además el IDW es un interpolador exacto, lo que significa que las predicciones que hace son idénticas a los datos registrados cuando predice en los puntos con registros (E.S.R.I., 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La región bajo estudio comprende el estado Monagas. Está ubicado en el marco geográfico definido por las coordenadas $10^{\circ}19'14.9''$ y $8^{\circ}22'57.8''$ de Latitud Norte, y entre los $63^{\circ}27'33''$ y $64^{\circ}03'49''$ de Longitud Oeste. Limita por el norte con el estado Sucre, al sur con los estados Bolívar y Anzoátegui; al este con el estado Delta Amacuro; y al oeste con el estado Anzoátegui. Abarca una superficie de **28700 km²/2.870.000 hectáreas**. (SIG-GRASS 7.0.2)

Una representación gráfica de la ubicación relativa del área en estudio se muestra en la figura 1



Figura 1. Ventana "visualización de mapa" mostrando la ubicación de la región o área de estudio.

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

a) Materiales

Se entiende como materiales en una investigación, el conjunto de elementos que serán empleados para el desarrollo de la misma y que serán consumidos, de modo que no se recuperan. En ese sentido, la elaboración de este trabajo sólo requiere el empleo de materiales de oficina: papel, tinta para imprimir, material de encuadernación

b) Equipos

Son los instrumentos o dispositivos que se emplean y que de alguna manera se conservan. Entre ellos, serán usados para esta investigación, computadora e impresora.

3.3 SOFTWARE

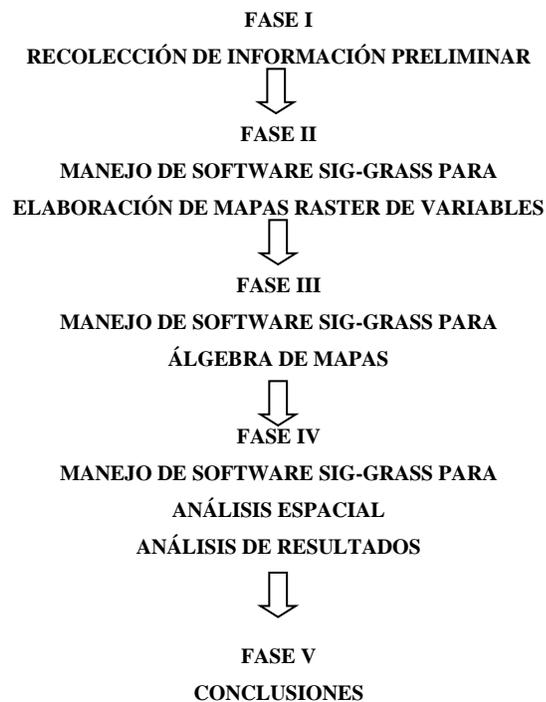
- a) Esta investigación se desarrolló fundamentalmente con el empleo del software con capacidad de diseño de Sistemas de Información Geográfica. Especialmente usando el software libre conocido como Sistema de Soporte para Análisis de Recursos Geográficos (GRASS, por sus siglas en inglés), se puede descargar de la página web <http://grass.osgeo.org/download/>.
- b) El software que se usó para la evaluación estadística y el desarrollo de algunos procedimientos geoestadísticos es R, el cual puede descargarse de la página web <http://cran.r-project.org/>.
- c) Se empleó el software CROPWAT 8.0 el cual es de descarga gratis de la página web de la F.A.O para meses húmedos.
- d) Para altitud se usó el modelo digital de elevación y se usara el software disponible en el portal web <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/>.

3.4 METODOLOGÍA

Según las características de esta investigación es clasificada como del tipo “Proyecto Especial” con elementos propios de una investigación de campo. Los datos que se manejan en esta investigación, tanto los datos de suelo como los datos climáticos son medidos en sitio, unos mediante métodos de muestreo convencional, y los otros en las estaciones climatológicas, cuya fuente es el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH).

3.4.1 Fases de la investigación

La investigación se desarrollará aplicando un conjunto de fases. El esquema metodológico puede observarse a continuación:



3.4.1.1 FASE I: Recolección de la información preliminar

La zonificación de cultivos comienza con la especificación de los requerimientos agroecológicos del cultivo, continúa con la evaluación de las condiciones agroecológicas de las zonas a evaluar, y termina con el manejo cartográfico, en el marco de un Sistema de Información Geográfica, de la información espacial recogida.

- Las variables agroecológicas del área de estudio fueron las reportadas por Urriola (2007) pueden observarse en la Figura 2 y son los que se listan a continuación. Altitud (msnm), Precipitación (mm), Temperatura (°C), Humedad relativa (%), Número de meses húmedos, Textura, Fertilidad, y pH.

ADAPTABILIDAD AGROECOLOGICA DE CIERTOS CULTIVOS Y PLANTACIONES.
INDICES MAS IMPORTANTES

| Cultivos y plantaciones | Altitud (msnm) | Precipitación (mm) | Variables climáticas | | | Nº de meses | Textura | Variables edáficas | | |
|-------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------|------------------|-------------|-----------------|--------------------|------------|---------|
| | | | Temperatura | | Humedad relativa | | | Renaje | Fertilidad | pH |
| | | | media | óptima | | | | | | |
| Maíz | 0-3.000 | 800-1.500 | 18-29 | 21-29 | 75-85 | 3 a 9 | F, FA, FL media | Bueno | Alta | 5,5-7,5 |
| Sorgo | | 300-600 | 33 | 27 | 60-75 | | | | | 5,0-6,5 |
| Arroz | | 900-1.500 | 21-33 | 25 | 65-80 | | Media a pesada | Acepta mal drenaje | Moderada | 4,0-8,0 |

Figura 2. Requerimientos edafoclimáticos de algunos cultivos. (Urriola, 2007)

- La altitud se manejó haciendo uso del modelo digital de elevación disponible en el portal web de la Universidad de Maryland, donde se reportan los datos derivados de la Misión Topográfica de Radar Aerotransportado (SRTM, según sus siglas en inglés) disponible en el portal web <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/>.



Figura 3. Selección de los SRTM empleados para la definición del área de estudio, y para el cálculo de la variable altitud y pendiente.

- Las variables referidas a las condiciones climáticas, (precipitación, temperatura, humedad relativa) se obtuvieron del portal web del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) disponible en <http://www.inameh.gob.ve/>. Como se observa en la figura 4.



Figura 4. Ventana visualización del portal web de INAMEH

- El número de meses húmedos se calculó, comparando los valores mensuales de precipitación con los valores mensuales de Evapotranspiración. Los meses donde la precipitación supere los valores de Evapotranspiración se consideran meses húmedos. La evapotranspiración se calculó mediante el empleo del software CROPWAT 8.0 el cual es de descarga gratis de la página web de la F.A.O.

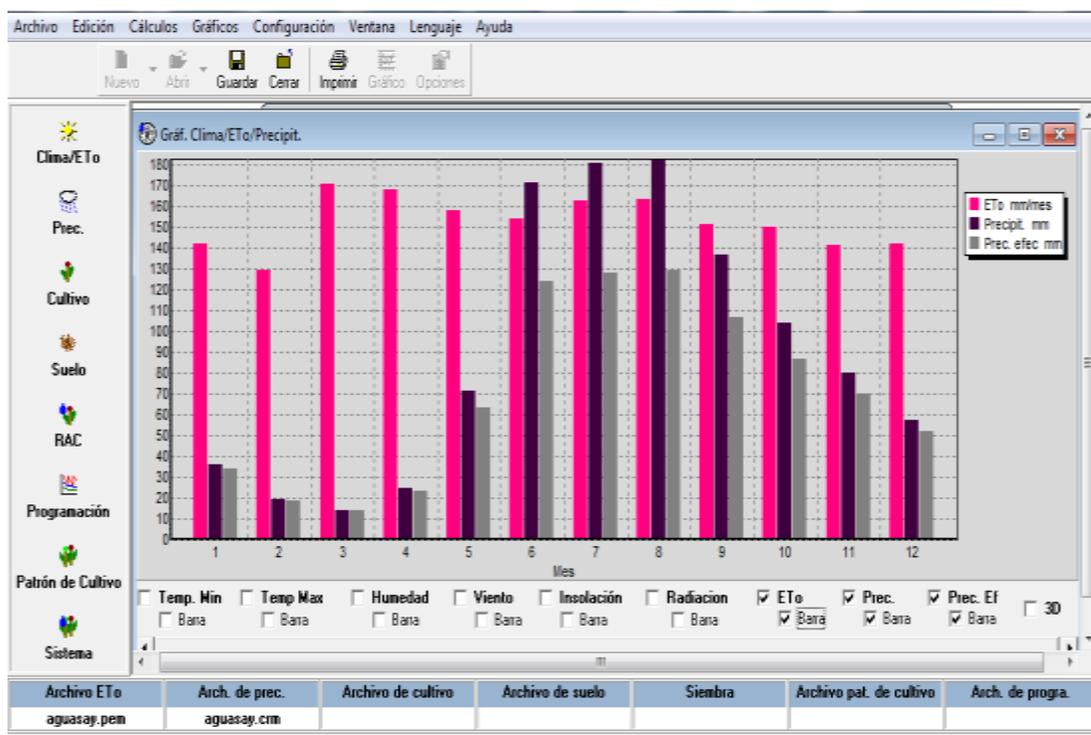


Figura 5. Ventana de CROPWAT, visualización del cálculo de los meses húmedos de la estación Aguasay.

- Los datos referidos a las características del suelo del área en estudio (textura, fertilidad y pH) se tomaron de la base de datos edáficos de todo el estado Monagas, suministrado por el Dr. Ivan Maza (2010) donde se reportó información referente a las propiedades físicas y químicas de los suelos del estado Monagas, organizada por municipios y tabulada para 197 puntos de muestreo distribuidos de la siguiente manera: 197 para pH, 197 para Fósforo

(P), 197 para Calcio (Ca), 197 para Magnesio (Mg), 194 para Potasio (K), 194 para Materia Orgánica (MO), 176 para textura, (Mn), 140 para Hierro (Fe), 140 para Zinc (Zn), 139 para Manganeso y 131 para Cobre (Cu). Formalmente la fertilidad fue calculada según los criterios de asignación de dicha condición en función de los niveles de los elementos químicos presentes en el suelo.

- Las variables edafoclimáticas en esta investigación se incluyó la variable pendiente topográfica. La pendiente es la variación de la distancia vertical con respecto a la distancia horizontal. Se estableció un rango de pendiente máxima para definir áreas aptas para el cultivo de maíz considerando la necesidad de mecanización. Los datos usados para calcular la pendiente se tomaron del modelo digital de elevación disponible en el portal web <http://glcfapp.umd.edu:8080/esdi/>. El mapa de pendiente se obtuvo usando las facilidades disponibles en el software SIG-GRASS.

3.4.1.2 FASE II: Manejo de software SIG-GRASS para la elaboración de mapas raster de variables

- En principio se procedió a elaborar los archivos en formato txt (también conocidos como archivos planos) donde se incluyeron el par de coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo acompañado del valor que reportó cada variable en particular. Dicho archivo tiene tres columnas: la primera columna contiene las coordenadas Este, la segunda columna las coordenadas Norte y la tercera columna el valor que muestra cada variable en cada uno de los sitios de muestreo. Este archivo tuvo un número de filas igual al número de puntos de muestreo.

| Archivo | Edición | Formato | Ver | Ayuda |
|-----------------------|-------------|---------|------------|---------|
| LA_AGUADA | 1137825.854 | | 379959.688 | 1190.63 |
| EL_MUERTO | 1134806.714 | | 365345.158 | 1007.20 |
| CANCAMURE | 1141553.498 | | 368413.001 | 1559.80 |
| BRASIL_CANAL_NO_2 | 1154446.559 | | 370894.326 | 368.83 |
| QUATACARAL_NUMERO_1 | 1151374.621 | | 370882.906 | 497.09 |
| LAS_MATICAS_GRANJA | 1158119.48 | | 374590.64 | 401.42 |
| HACIENDA_LA_CONCORDIA | 1154249.004 | | 445691.454 | 1207.86 |
| CARIACO_1160414_281 | 432933.885 | | 834.46 | |
| SALTINAS_DE_ARAYA | 1171065.863 | | 303054.112 | 218.53 |
| CAIGUIRE | 1156289.724 | | 370901.193 | 279.50 |
| CUMANA_BUENA_VISTA | 1156296.574 | | 369076.795 | 246.63 |
| CUMANA_U_D_O | 1156296.574 | | 369076.795 | 388.67 |
| CUMANA_GRANJA | 1156289.724 | | 370901.193 | 452.33 |
| CUMANA_SABILAR | 1160590.45 | | 370917.256 | 381.53 |
| EL_CHAGO | 1131039.994 | | 388456.36 | 3811.99 |
| COROZAL_RONDON | 1154430.975 | | 375151.442 | 861.50 |
| CUMANA_AEROPUERTO | 1156269.753 | | 376374.325 | 489.56 |
| QUARTA_1144001_992 | 370855.622 | | 986.80 | |
| CANCAMURE | 1144008.772 | | 569030.578 | 1518.17 |
| CERRO_SABINO | 1156276.314 | | 374549.958 | 278.42 |
| LAS_CUNETAS | 1126767.302 | | 379922.166 | 1433.08 |
| LA_DANTA | 1118248.835 | | 357367.805 | 1651.79 |
| SABANA_DE_NEVERE | 1126739.556 | | 388442.847 | 1103.12 |
| CARUPANO | 1178789.633 | | 471250.183 | 762.71 |
| PALMARITO | 1119952.709 | | 398161.25 | 1448.16 |
| EL_GUAMAL | 1128665.118 | | 364713.157 | 1321.91 |
| CARUPANO | 1178787.22 | | 474288.24 | 840.18 |
| RIO_CARIBE | 1183695.545 | | 484012.263 | 845.22 |
| LA_MARGARITA | 1176942.65 | | 476717.432 | 1051.35 |
| CHACARACUAL | 1176935.006 | | 496769.568 | 1158.66 |
| EL_CHACAL | 1178783.538 | | 481579.53 | 745.99 |
| LA_GLORIA | 1180628.739 | | 476112.354 | 1036.58 |
| LOMAS_DE_RIO_SECO | 1170800.298 | | 476105.533 | 1096.95 |
| EL_RINCON | 1172642.711 | | 476714.527 | 1216.87 |
| EL_PILAR | 1165881.299 | | 484611.889 | 1254.29 |
| TUNAPUY_1170793_866 | 488868.305 | | 1179.63 | |
| CARIACO_MUELLE | 1160429.204 | | 493638.241 | 787.91 |
| QUEBRADASECA | 1139542.839 | | 425593.706 | 955.99 |
| EL_NEGRO | 1149356.899 | | 432912.541 | 937.29 |
| CARIACO_SILO | 1160414.281 | | 43931.885 | 836.30 |
| CARIACO_CORDON | 1159784.533 | | 441444.224 | 924.04 |
| EL_ALGORROBITO | 1159742.957 | | 476705.876 | 1522.27 |
| VALLE_SOLO | 1159737.635 | | 47040.981 | 1569.22 |
| LAS_PALOMAS | 1156056.166 | | 478527.462 | 1505.24 |
| GUATAMARE | 1162197.139 | | 481570.753 | 1699.86 |
| CANGRE_JAL | 1159753.84 | | 463938.897 | 1031.09 |
| SAN_ANTONI_DEL_GOLFO | 1160448.569 | | 417126.536 | 871.26 |
| CAMPEARITO | 1151165.367 | | 454200.27 | 1267.25 |
| CASANAY | 1164065.296 | | 454217.271 | 772.43 |
| AGUA_FRIA_ARRIBA | 1157906.312 | | 468800.871 | 1264.49 |
| LAPICA_DE_CATUARO | 1156083.749 | | 451166.594 | 1299.26 |

Figura 6. Ventana visualización de archivo en formato txt para la variable precipitación

- Cada uno de los archivos de cada variable fue “importado” hacia el área de trabajo de GRASS usando el módulo de importación de datos en formato xyz disponible desde la barra de herramientas de GRASS (Archivo---importar---).

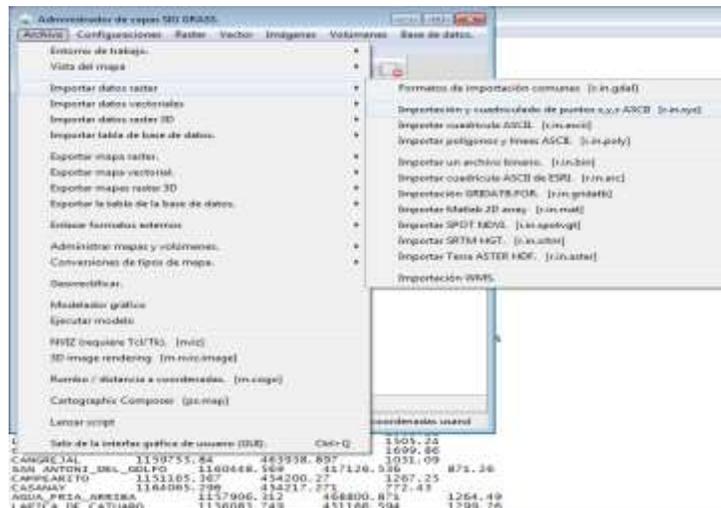


Figura 7. Ventana visualización de módulo de importación en GRASS SIG de datos en formato txt para la variable precipitación

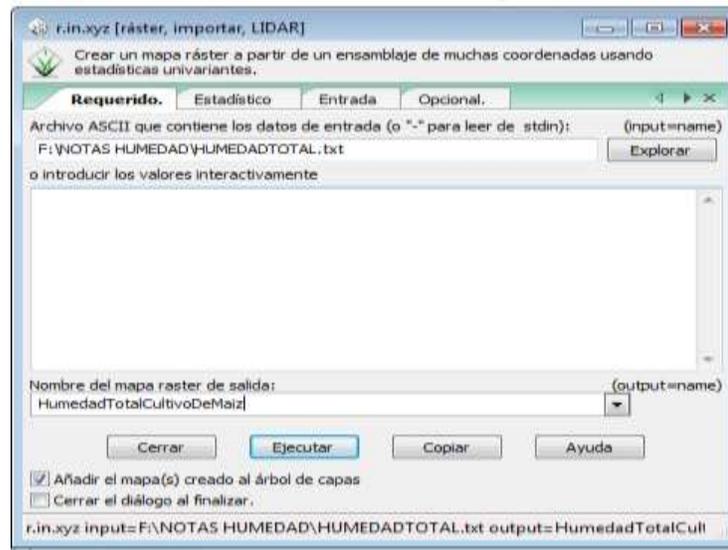


Figura 8. Ventana visualización de módulo de importación de datos GRASS GIS datos ya cargados, variable humedad.

Un mapa raster muestra un conjunto de celdas o píxeles, cada uno conteniendo el valor de la variable objetivo. Es posible observar la distribución de los datos de una región preparando el mapa raster generado de la interpolación de los datos de derivados de varias estaciones climatológicas distribuidas en varios lugares dentro y fuera del espacio de interés. De esta forma igualmente se procede con cualquier variable de la que se conozca sus valores en sitios puntuales, generando los mapas distribuidos de dicha variable. Los datos climáticos de precipitación, temperatura, humedad relativa y el número de meses húmedos que depende de la precipitación y temperatura para el cálculo de la evapotranspiración, fueron procesados en mapas separados para generar sus respectivos mapas distribuidos.

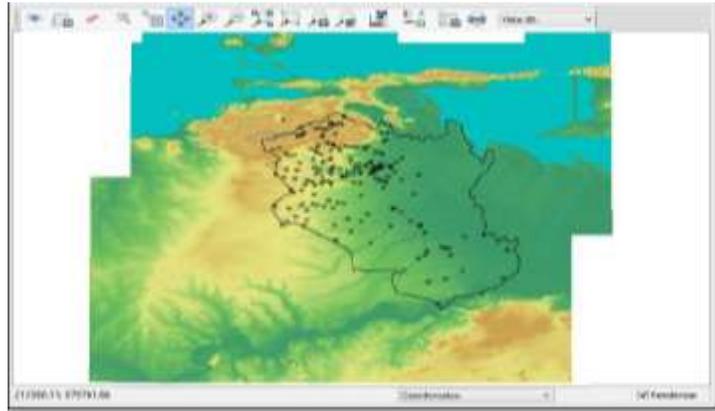


Figura 9 .Distribución espacial de los 197 puntos, de los datos de muestreo de las variables edáficas en el área de estudio.

- Se procedió a interpolar para cada variable, los datos que fueron importados en formato txt, de este modo se generaron los mapas que muestran el comportamiento de cada variable de forma distribuida en el área de interés.

Los datos de suelo, tanto los físicos como químicos fueron sometidos a diferentes procesos de interpolación espacial con el propósito de generar los mapas distribuidos. Para la interpolación se usó el método del inverso de la distancia ponderada que ofrece el software GRASS.

A manera de ilustración se elaboró las representaciones gráficas de cada mapa que muestra el comportamiento de cada variable y la leyenda respectiva.

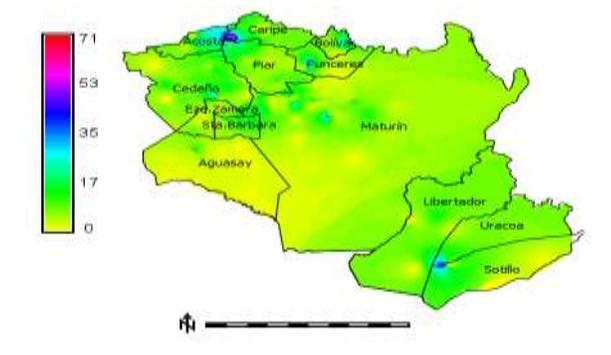


Figura 10. Mapa del estado Monagas, de la variable Zn interpolado

- La reclasificación de los mapas de cada variable. Reclasificar consiste en reemplazar los valores de los píxeles del mapa, según los requerimientos del cultivo para una variable dada. Los valores originales de los píxeles que cumplan con los valores requeridos por el cultivo, fueron reemplazados por valor unitario. En el mapa reclasificado, todos los píxeles mostraron el valor uno (1). Cada uno de estos píxeles así reclasificados, mostrara en el mapa original, los valores de cada variable, dentro del rango requerido por el cultivo.

Se definieron los rangos de adaptabilidad agroclimática para el cultivo de maíz, considerando para ello los resultados derivados de trabajos de Urriola (2007).

Temperatura (°C)

Cuadro 1. Requerimientos de temperatura (°C) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación.

| Categoría | Crítica Mínima | Óptima | Crítica Máxima |
|----------------------------------|----------------|--------|----------------|
| Rango | ≤ | 21-28 | ≥ |
| Índice de Reclasificación | 3 | 1 | 2 |

Precipitación (mm/añual)

Cuadro 2. Requerimientos de precipitación (mm/añual) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación.

| Categoría | Crítica Mínima | Óptima | Crítica Máxima |
|----------------------------------|----------------|----------|----------------|
| Rango | ≤ | 800-1500 | ≥ |
| Índice de Reclasificación | 3 | 1 | 2 |

Humedad (%)**Cuadro 3. Requerimientos de humedad (%) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación.**

| Categoría | Critica | Regular | Óptima |
|----------------------------------|---------|---------|--------|
| Rango | 68-70 | 71-74 | 75- 86 |
| Índice de Reclasificación | 2 | 3 | 1 |

Meses Húmedos**Cuadro 4. Requerimientos de meses húmedos para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación.**

| Categoría | Críticos | Óptimos |
|----------------------------------|----------|---------|
| Rango | ≤ | 3-9 |
| Índice de Reclasificación | 3 | 1 |

Altitud (m.s.n.m)**Cuadro 5. Requerimientos de altitud (m.s.n.m) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación.**

| Categoría | Crítica Mínima | Óptimos | Crítica Máxima |
|----------------------------------|-------------------|---------|-------------------|
| Rango | ≤0 | 0-3000 | ≥ |
| Índice de Reclasificación | 3 | 1 | 2 |

Pendiente (%)**Cuadro 6. Requerimientos de pendiente (%) para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación**

| (%) | Categoría | Índice de reclasificación |
|---------|---------------------|---------------------------|
| 0 - 10 | Aptas | 1 |
| 11 - 20 | Moderadamente aptas | 2 |
| 21 - ≥ | No aptas | 3 |

Textura

Cuadro 7. Requerimientos de texturas para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación

| Categoría | No aptas | Moderadamente aptas | Aptas |
|----------------------------------|----------|---------------------|---------|
| Rango | 1-2-3-12 | 4-9-10-11 | 5-6-7-8 |
| Índice de Reclasificación | 3 | 2 | 1 |

Cuadro 8. Clasificación numérica de las clases texturales involucradas en el análisis de la variable textura

| Textura | Clasificación n |
|---------|-----------------|
| a | 1 |
| aF | 2 |
| Fa | 3 |
| FAa | 4 |
| F | 5 |
| FA | 6 |
| FL | 7 |
| FAL | 8 |
| L | 9 |
| AL | 10 |
| Aa | 11 |
| A | 12 |

Fertilidad

Cuadro 9. Requerimientos de fertilidad, para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación.

| Elemento | Baja (3) | Moderad a (2) | Alta (1) | Método | Índice de reclasificación |
|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|
| Al (mEq/100g suelo) | $1.50 \leq$ | 1.50 – 3.00 | ≥ 3.00 | KCl, 1N | 3 |
| Ca (mEq/100g suelo) | $0.75 \leq$ | 0.75 – 2.00 | ≥ 2.00 | AcNH ₄ ,1N | 1 |
| Mg (mEq/100g suelo) | $0.25 \leq$ | 0.25 – 0.65 | ≥ 0.65 | AcNH ₄ ,1N | 1 |
| K (mEq/100g suelo) | $0.13 \leq$ | 0.13 – 0.26 | ≥ 0.26 | Bray 1 | 1 |
| P (ppm) | $15 \leq$ | 15 – 30 | ≥ 30 | Bray 1 | 1 |
| Mn (ppm) | ≤ 1.5 | 1.5 -2.5 | ≥ 2.5 | Doble ácido | 1 |
| Cu (ppm) | ≤ 0.8 | 0.8 -1.2 | ≥ 1.2 | Doble ácido | 1 |
| Zn (ppm) | ≤ 150 | 151 – 250 | ≥ 251 | Doble ácido | 1 |
| MO (%) | ≤ 2 | 2-4 | ≥ 5 | Walkley y Black | 1 |

pH

Cuadro 10. Requerimientos de pH para el cultivo de Maíz. Rangos, categorías e índices de reclasificación.

| Categoría | Críticos Mínimo | Óptimos | Critico Máximo |
|----------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| Rango | ≤ 5 | 5-1- 8 | ≥ 8,1 |
| Índice de Reclasificación | 3 | 1 | 2 |

Tomando en cuenta en los cuadros anteriores se realizó la reclasificación de cada variable usando el modulo r.reclass en GRASS mostrado en la figura 11, para la elaboración del mapa correspondiente a cada variable, el resultado fue un mapa como el que se muestra a continuación en la figura 12.

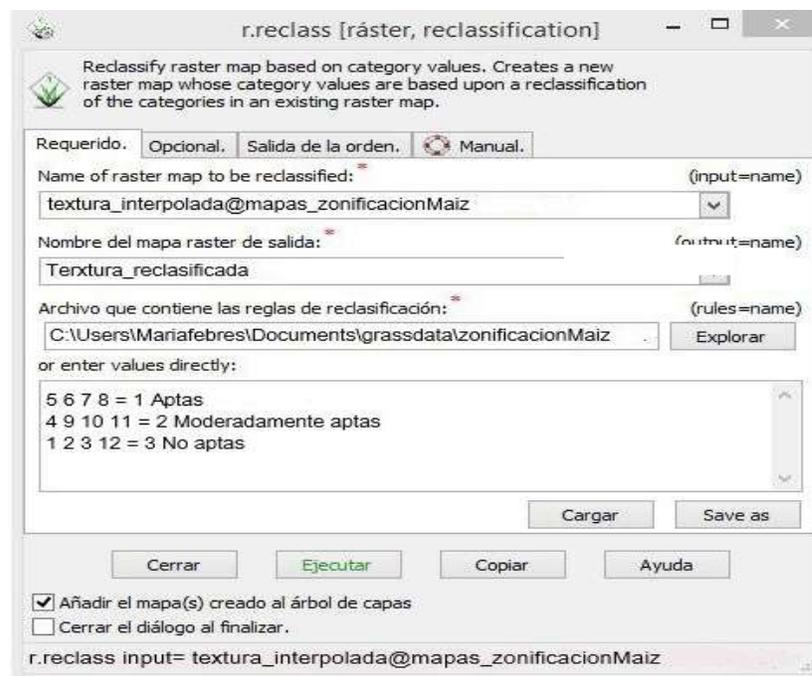


Figura 11. Módulo r.reclass en GRASS mostrando reclasificación de la variable textura

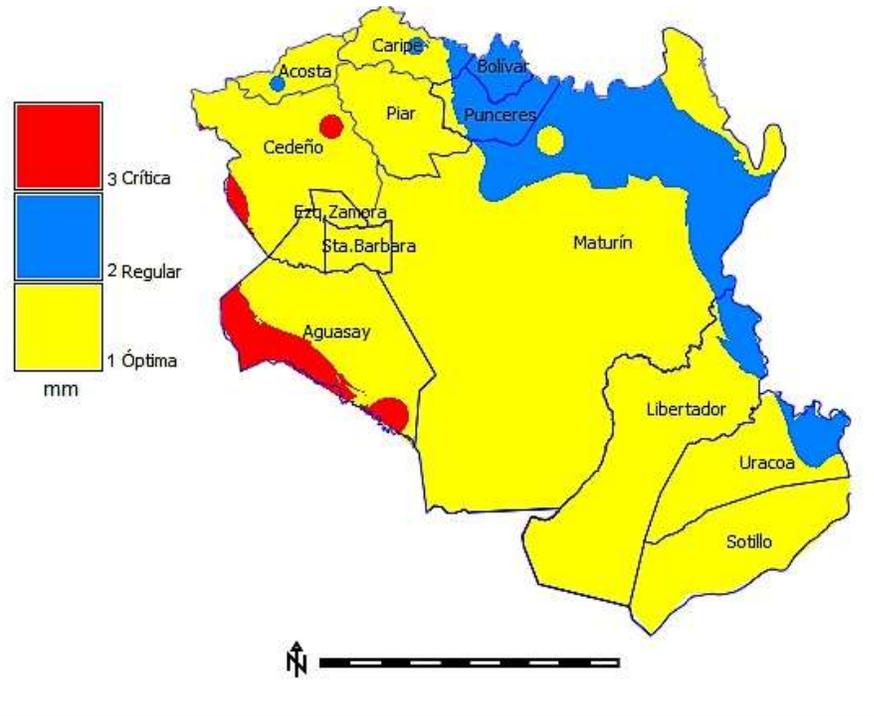


Figura 12. Mapa del estado Monagas, de la variable precipitación reclasificada

De esta forma, el mapa así reclasificado, sólo mostrará las zonas donde la variable trabajada (temperatura, pH, precipitación, textura, etc.) muestra los valores requeridos por el cultivo. La razón por la cual es necesario que los valores de los píxeles en los mapas reclasificados muestren uno (1), en la siguiente fase que corresponde con la operación conocida como “álgebra de mapas”.

En el diagrama de flujo que se muestra a continuación puede observarse el esquema metodológico orientado a la obtención de un mapa reclasificado. Este esquema contempla desde la importación de los datos originales hasta su reclasificación.

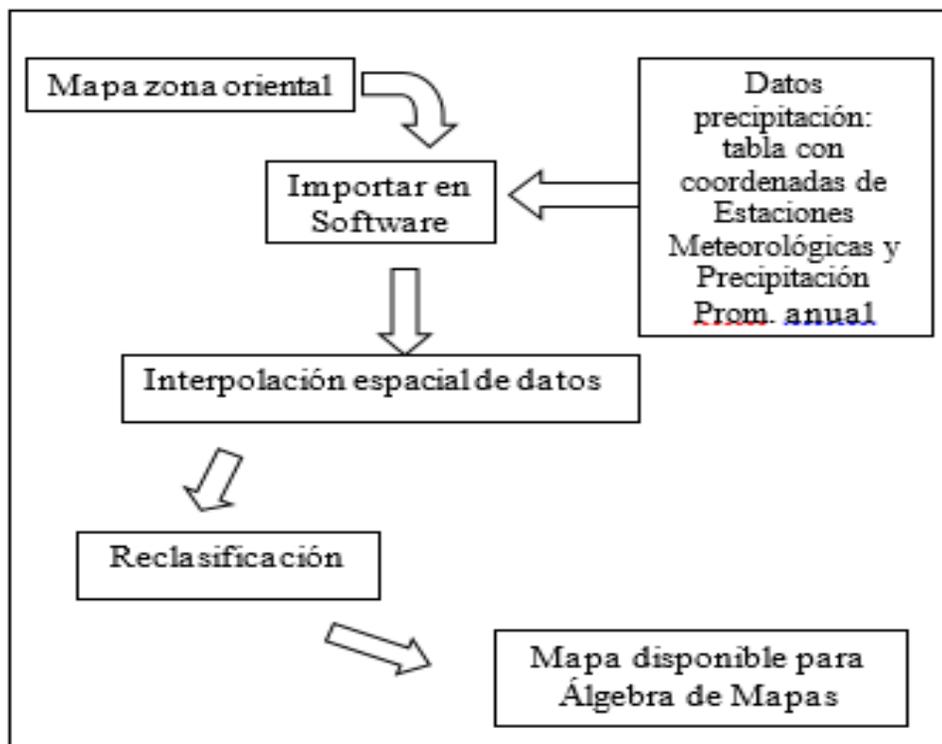


Figura 13. Una aproximación al modelo cartográfico disponible para zonificación de cultivos con GRASS

Este modelo cartográfico se repitió para todas las variables involucradas en la caracterización agroecológica del área en estudio. Una vez reclasificados los mapas, estuvieron disponibles para la fase de Álgebra de Mapas.

3.4.1.3 FASE III: Manejo de software SIG-GRASS para álgebras de mapas

- Luego que los mapas reclasificados estuvieron listos, se procedió a lo que se conoce como “análisis espacial”, se ejecutó el “álgebra de mapas”. Esta operación involucro la multiplicación de todos los mapas raster que contenían la distribución espacial de todas las variables agroecológicas que satisfacen los requerimientos del cultivo. De esta multiplicación de mapas se obtuvo un único

mapa, cuyo resultado mostró las zonas, de la región bajo estudio, donde se satisfacen los requerimientos agroecológicos del cultivo de maíz. El álgebra de mapas se ejecutó con el módulo: calculadora de mapas de GRASS. Este módulo solicita el nombre del mapa que contiene el resultado, los nombres de los mapas involucrados en la operación, y la expresión matemática requerida, que para este caso, corresponde con la operación de multiplicación.

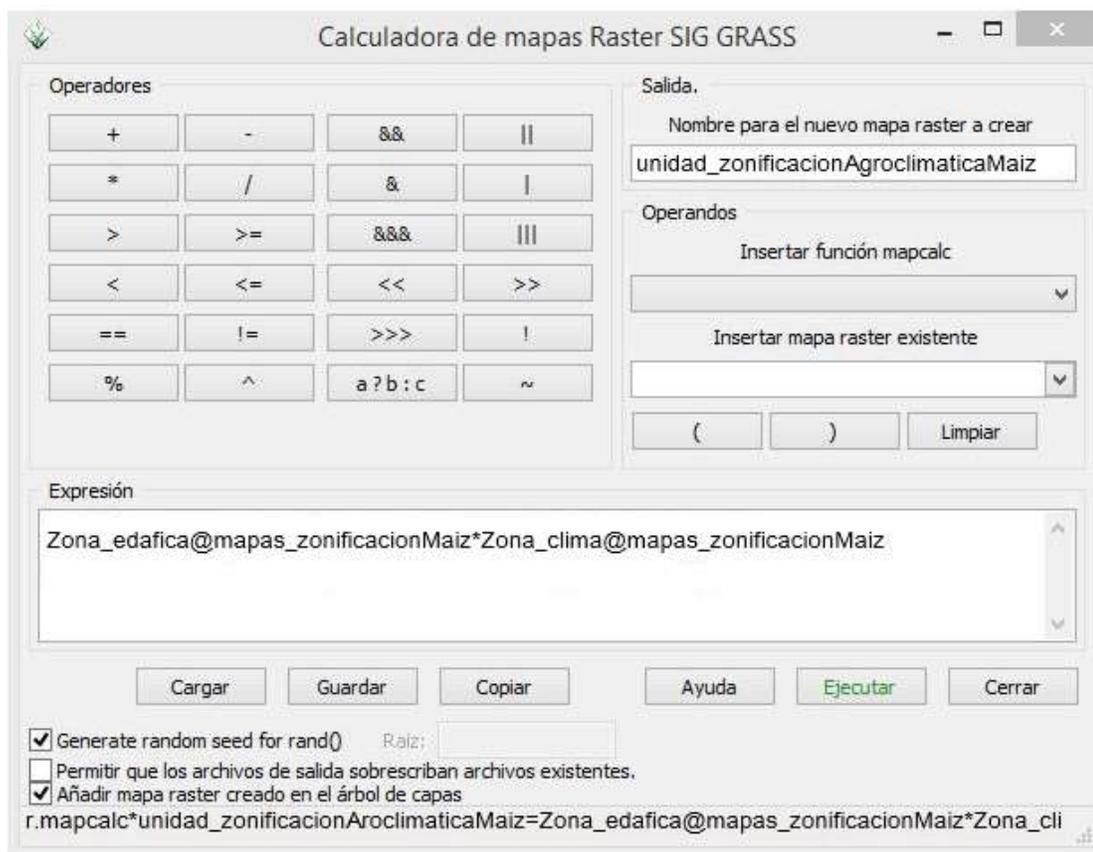


Figura 14. Módulo calculadora de mapa visualización GRASS GIS

3.4.1.4 FASE IV: Manejo de software SIG-GRASS para análisis espacial de resultados

- Evaluación estadística: tipo estadística descriptiva

Las zonas aptas para el desarrollo el cultivo de maíz, según el análisis espacial de sus condiciones agroecológicas y en concordancia con los requerimientos del cultivo, fueron las mostradas en el mapa obtenido del proceso de “álgebra de mapas” mencionado en el aparte anterior. Para este mapa se ejecutó una evaluación estadística del tipo descriptiva, procedimiento conocido como Análisis Exploratorio de Datos (AEDA), para el estudio de los resultados en función del comportamiento de las zonas idóneas para el cultivo: número de lotes, dimensión espacial de cada lote (área expresada en hectáreas), y superficie total apta para el cultivo.

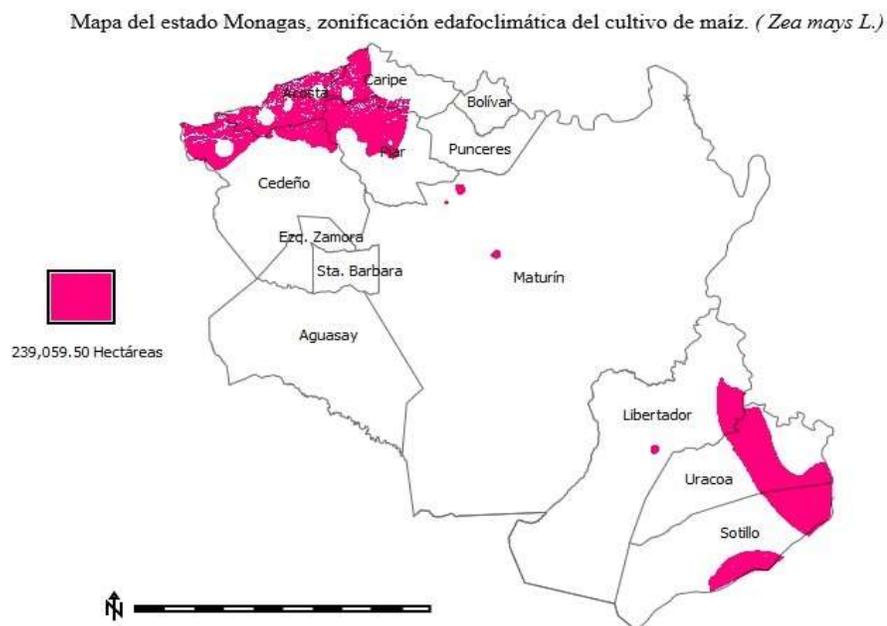


Figura 15. Mapa del estado Monagas para la zonificación edafoclimática del cultivo de maíz, producto de la multiplicación en GRASS GIS

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 ESTRUCTURA METODOLÓGICA CONCEPTUALIZADA PARA LA ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN EL ESTADO MONAGAS, USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

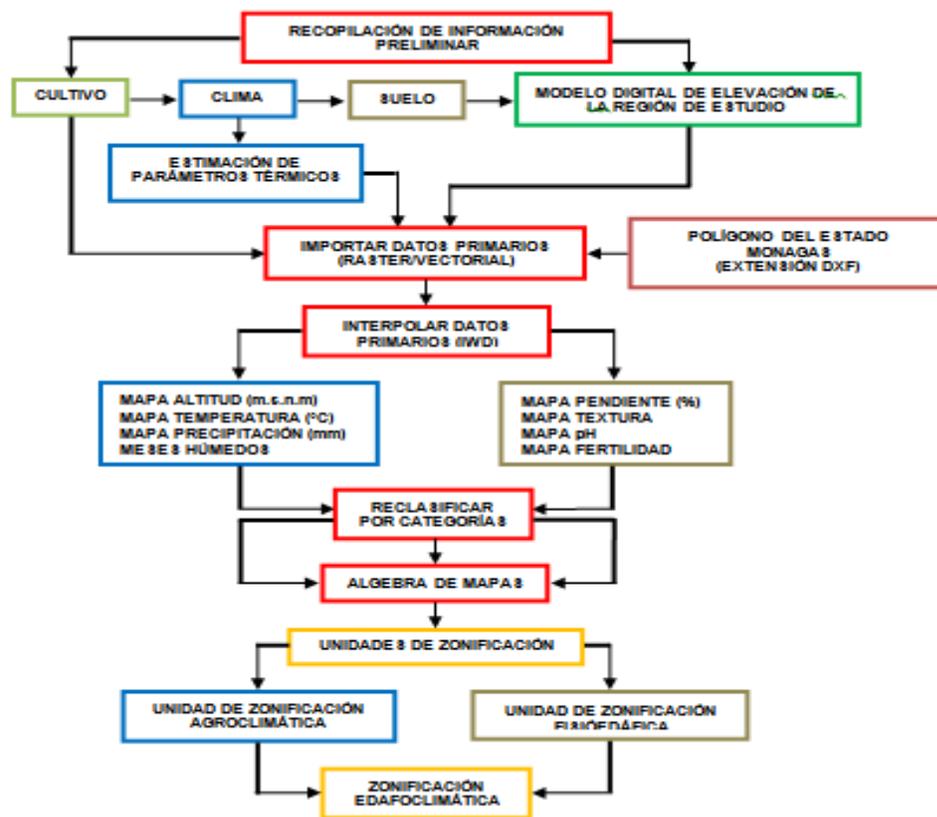


Figura 16. Estructura metodológica conceptualizada para la zonificación edafoclimática del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el estado Monagas, usando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En la figura 16 se esquematiza la estructura metodológica conceptualizada para la zonificación edafoclimática del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el estado Monagas, usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), la cual señala la base de datos

primarios, los procesos que cada etapa contempla, los nombres de los mapas de entrada y los procesos que sobre ellos se ejecutan, y los mapas de salida que contienen los resultados finales de la investigación.

4.2 DEFINICIÓN DE ZONAS AGROCLIMÁTICAS

Mediante el empleo de técnicas y métodos de análisis espacial, se obtuvo como resultado una serie de mapas temáticos que permite visualizar la distribución y comportamiento para cada variable en estudio sobre el estado Monagas, por lo que cada mapa consta de una leyenda, que mediante un gradiente e intensidad de colores facilita la interpretación de los resultados obtenidos.

4.2.1 Altitud

Los atributos de la variable altitud fueron obtenidos a partir del modelo digital de elevación del estado Monagas, el cual fue definido a través de los SRTM descargados del portal web de la GLCF.

Tal como se observa en la figura 17, en el estado Monagas se encuentran superficies situadas desde el nivel del mar hasta los 2588 m.s.n.m, por lo que la altura va aumentando en dirección Suroeste y Norte, y de Este a Oeste respectivamente.

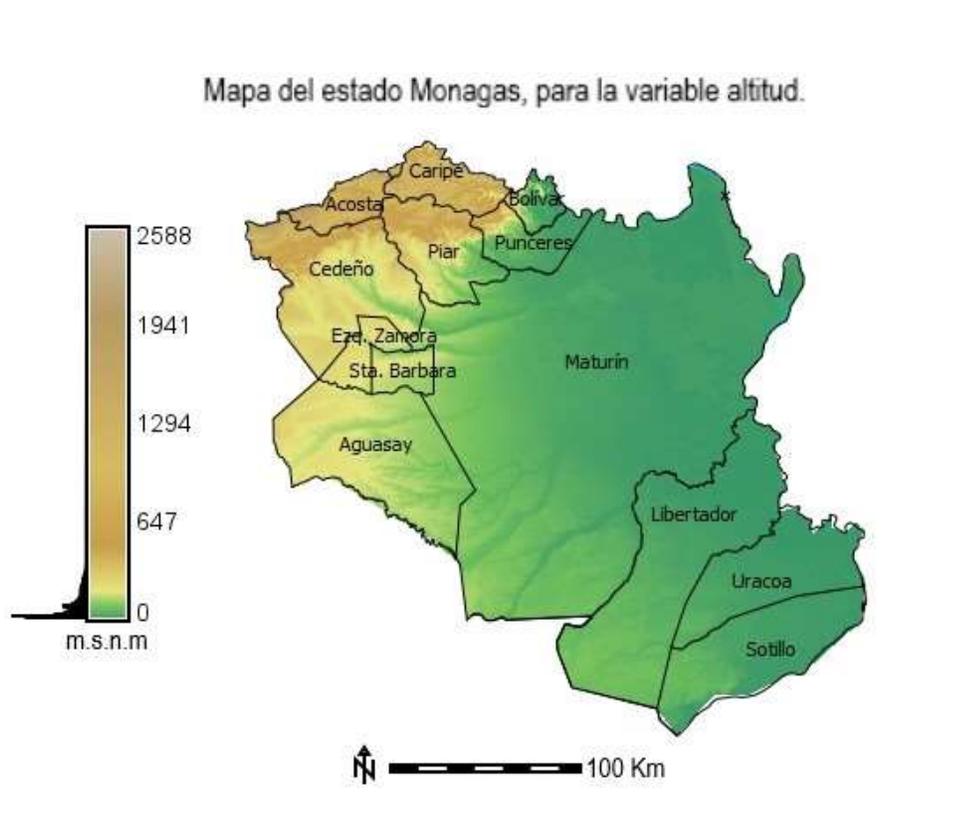


Figura 17. Mapa del estado Monagas, de la variable altitud (m.s.n.m).

La altitud influye en las temperaturas y las precipitaciones. La temperatura varía en la tropósfera: decrece unos 0,5-0,6 °C por cada 100 m de ascenso en cualquier lugar de la Tierra, es decir, la temperatura suele ser más baja en las zonas montañosas que en las llanuras costeras. Sin embargo, las precipitaciones son más abundantes en las zonas más elevadas, como las sierras, y tienden a ser mayores en las laderas de barlovento de las montañas, por lo que las variaciones e intensidad de ambos factores en el estado Monagas están relacionados directamente con la altura.

Mediante la reclasificación de la variable altitud para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), cuyo requerimiento va desde los 0 y 3000 m.s.n.m, obtuvo que las zonas situadas en altitudes desde los 0-3000 m.s.n.m representan 100% de la superficie total del estado

Monagas, los resultados de la reclasificación no arroja limitaciones para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) ya que todo el estado Monagas está dentro del rango permitido.

4.2.2 Temperatura

Como ya se ha mencionado, las variaciones de temperatura en el estado Monagas están directamente influenciadas por la altura. En este sentido, en estaciones a mayor altura las temperaturas serán más bajas, mientras que la estación ubicada a menor altitud, reporta una temperatura medias anuales mayores.

En la figura 18 se observa la distribución espacial de la variable temperatura sobre el estado Monagas.

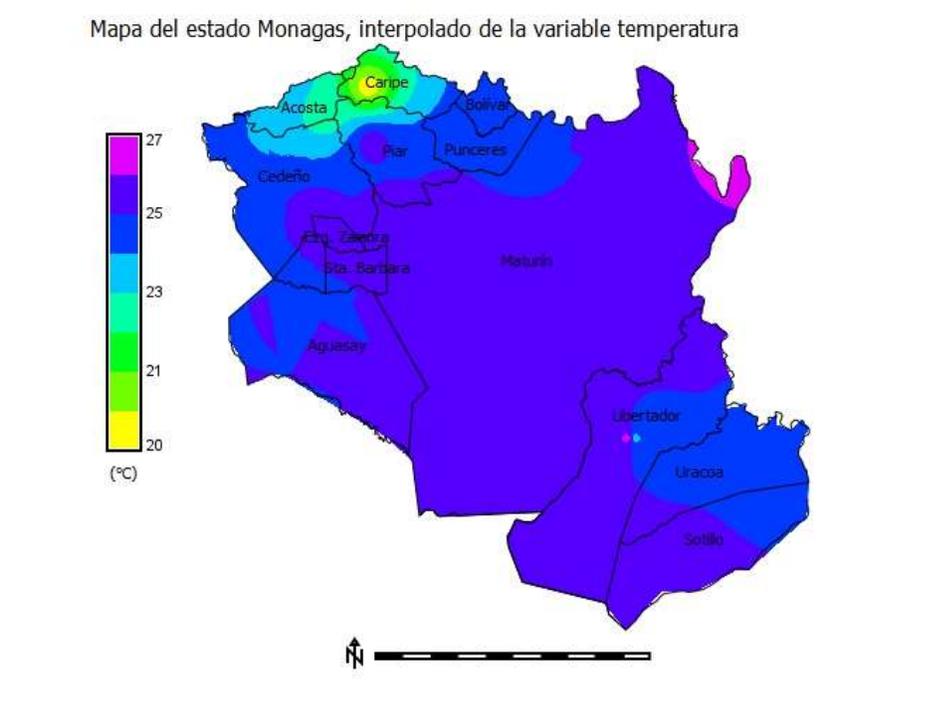


Figura 18. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable temperatura (°C).

Mediante la reclasificación de la variable temperatura ($^{\circ}\text{C}$), se logró definir las zonas que cumplen con las requerimientos de temperatura (Crítica mínima – Óptima – Crítica máxima) para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el estado Monagas.

En la figura 19 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable temperatura sobre el estado Monagas.

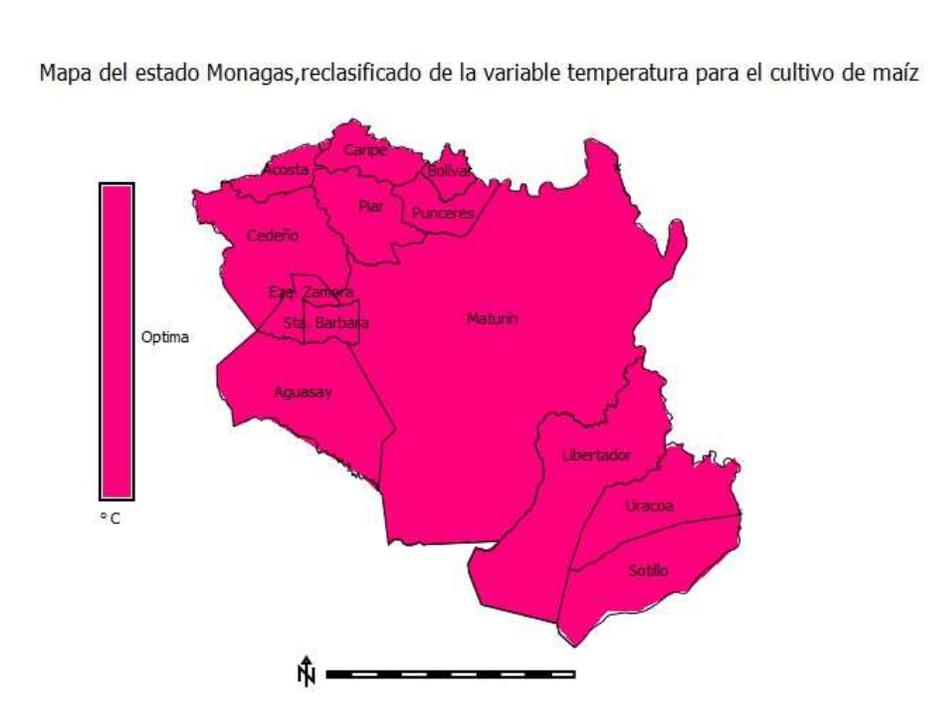


Figura 19. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

Todo el estado Monagas satisfacen los requerimientos óptimos de temperatura ($20 - 28^{\circ}\text{C}$) para buen desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays L.*). No se reportó temperaturas mínimas ni máximas (crítica).

4.2.3 Precipitación

Tal como se observa en la figura 20, la distribución espacial de la precipitación en el estado Monagas se caracteriza por presentar variaciones que van desde los 620 mm hasta los 2190 mm anuales en dirección Suroeste y Noreste respectivamente.

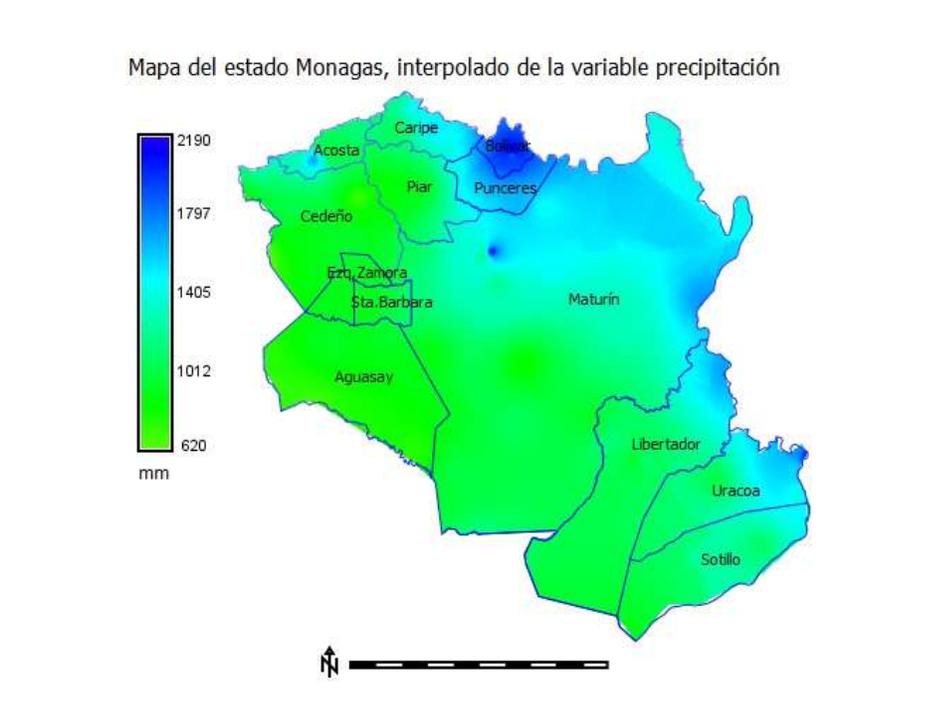


Figura 20. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable precipitación (mm).

Se ha evidenciado que las lluvias se inician a partir del mes de mayo hasta los meses de noviembre y diciembre, concentrándose en estos meses el 85% de la cantidad de precipitación caída durante el año y repartida de ocho a nueve meses. A la duración del periodo lluvioso, se agrega la intensidad y el volumen de las precipitaciones, teniendo como meses más lluviosos los de junio, julio y agosto, en los cuales se concentran entre el 40% y 60% de la cantidad de precipitación caída durante el año. Sin

embargo, la precipitación varía de un lugar a otro, dependiendo de la altitud y orientación, disminuyendo de Este a Oeste.

En la figura 21 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable precipitación sobre el estado Monagas.

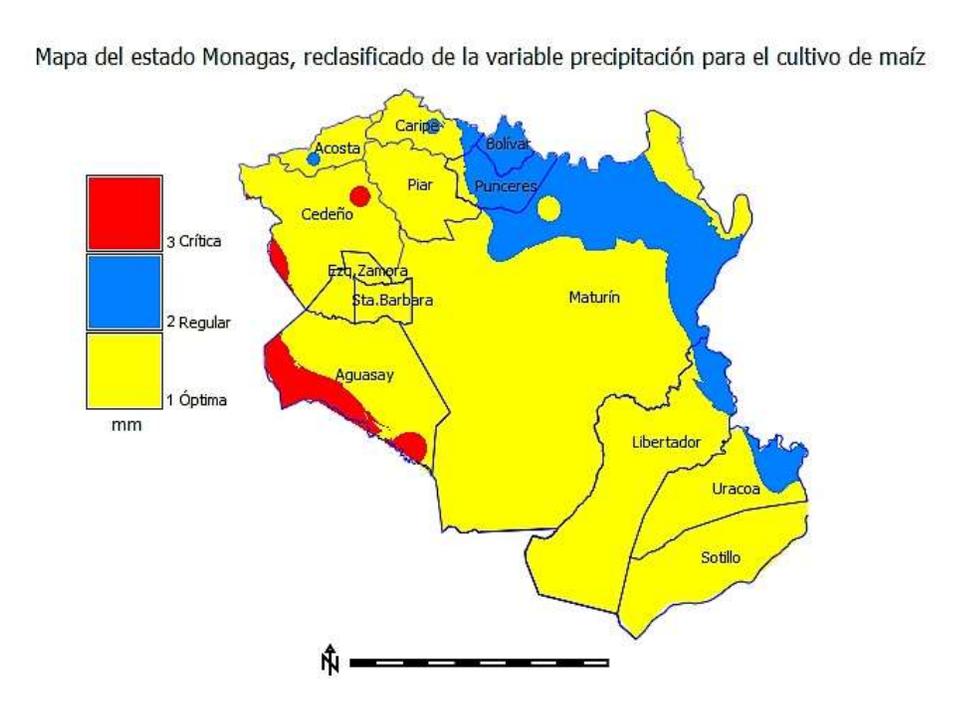


Figura 21. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable precipitación (mm).

Las zonas que satisfacen los requerimientos óptimos de precipitación (800 mm – 1500 mm) para el cultivo de maíz, en estado Monagas, abarcan casi todos los municipios cuyas zonas representan 79.24% de la superficie total.

Por el contrario, las zonas que satisfacen los requerimientos críticos mínimos de precipitación (-800 mm) se localizan en parte del municipio Cedeño y Aguasay, los críticos máximos de precipitación (1600 mm) se ubican en la zona de los municipios

Punceres y Bolívar, parte del municipio Maturín, Libertador y Uracoa del Monagas, las cuales representan el 17.90 y 2.86 % de la superficie total.

4.2.4 Meses húmedos

En la figura 22 se observa la distribución espacial de la variable meses húmedos interpolados sobre el estado Monagas.

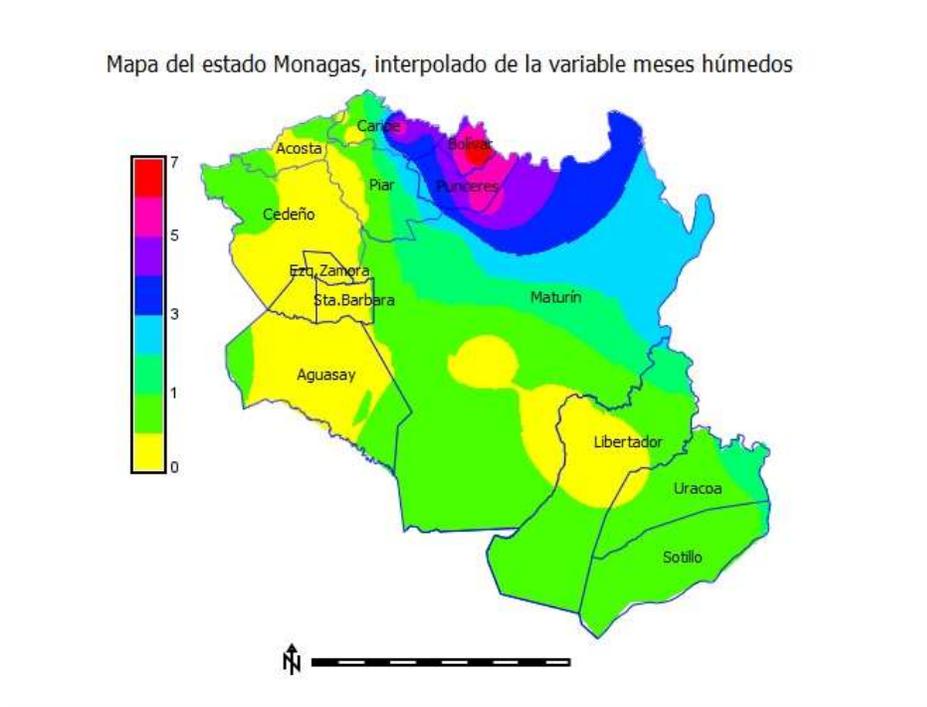


Figura 22. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable meses húmedos.

Mediante la reclasificación de la variable meses húmedos, se logró definir las zonas con altas, moderadas y pocas demandas de riego sobre el estado Monagas.

En la figura 23 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable meses húmedos sobre el estado Monagas.

Mapa del estado Monagas, reclasificado de la variable meses húmedos para el cultivo de maíz

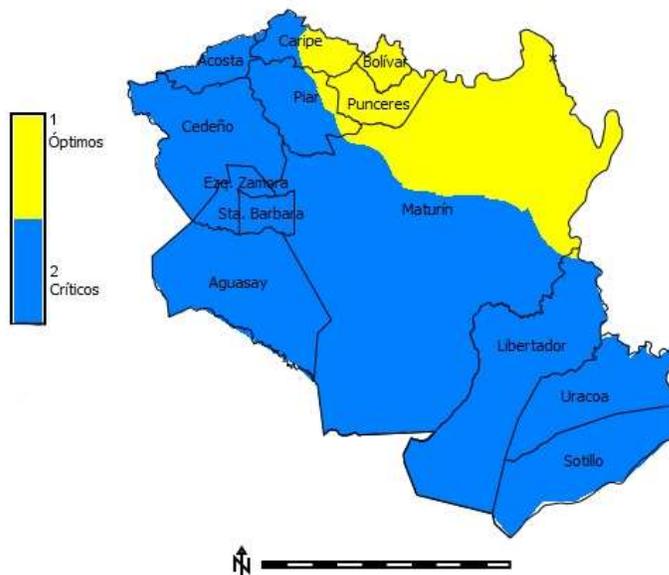


Figura 23. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable meses húmedos.

Mediante la reclasificación de la variable meses húmedos para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), tenemos que zonas localizadas al norte, noroeste, oeste y sur del estado Monagas, se caracterizan por un bajo almacenamiento de agua en el suelo, el cual se produce durante los meses de mayor precipitación (junio, julio y agosto), por lo que el déficit hídrico en plantaciones situadas en estas zonas se debe suplir mediante riego.

El bajo almacenamiento de agua en el suelo, está relacionado por el volumen de las precipitaciones que se presentan en estas zonas y las pérdidas de agua que se produce a causa de factores como: la Escorrentía Superficial (ES) y la Percolación Profunda (PP).

Las zonas con meses críticos, representan el 79.81% de la superficie total del estado Monagas.

Por el contrario las zonas situadas hacia el Noreste y Este del estado Monagas, se caracterizan por presentar (medio – alto) capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, el cual se produce durante los meses (junio – diciembre).

Las zonas con meses óptimos representan el 20.19% de la superficie total del área de estudio.

4.2.5 Humedad

En la figura 24 se observa la distribución espacial de la variable humedad sobre el estado Monagas

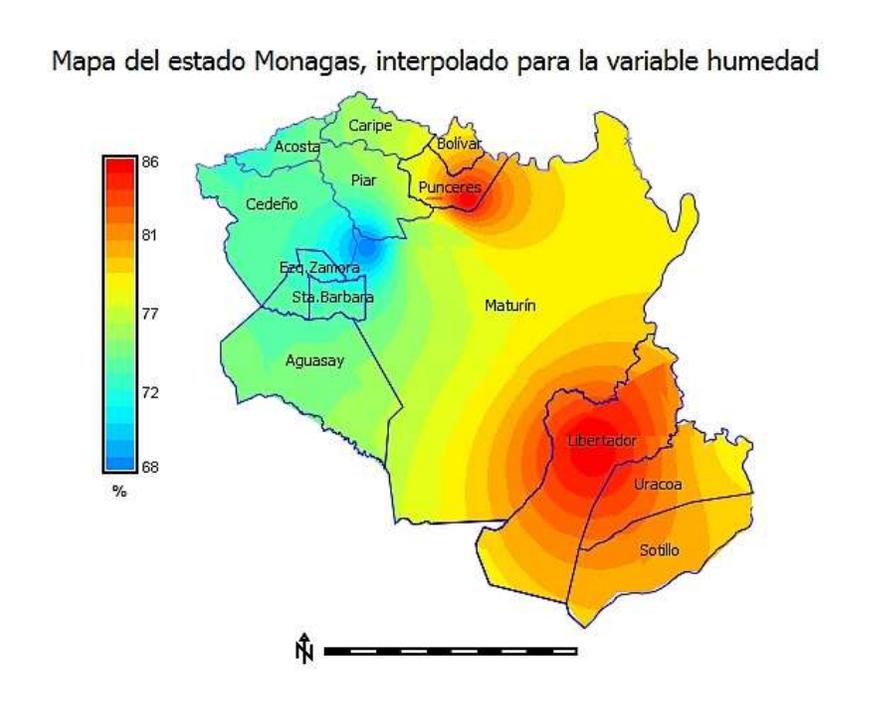


Figura 24. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable humedad.

El mapa de la reclasificación de la variable humedad para el cultivo de maíz, para el estado Monagas se muestra en la figura 25

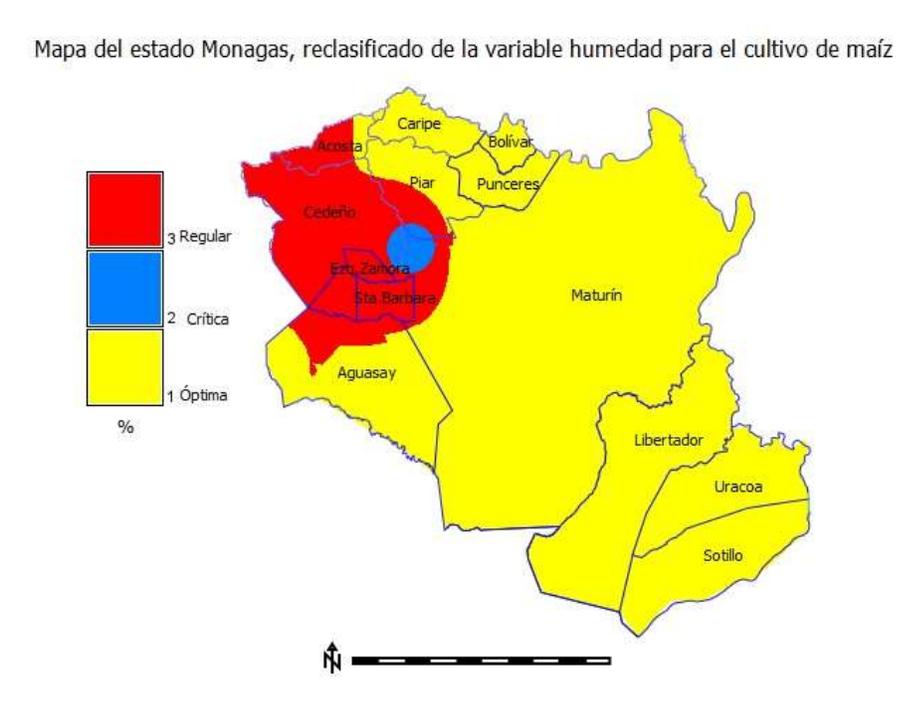


Figura 25. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable humedad.

Mediante la reclasificación de la variable humedad para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), Las zonas que satisfacen los requerimientos óptimos de humedad (75-85 %) para el cultivo de maíz en estado Monagas, representan 81,3 % de la superficie total. Teniendo que los municipios, Ezequiel Zamora, Cedeño, Santa Bárbara, parte de Aguasay y Acosta, Piar y Maturín presentan una humedad regular con un área de 17,73% y una humedad crítica representada por 0,96 %.

4.3 DEFINICIÓN DE ZONAS FISIOEDÁFICAS

4.3.1 Pendiente

En la figura 26 se muestra los atributos de la variable pendiente obtenidos a partir del modelo digital de elevación del estado Monagas, definido por los SRTM descargado del portal web de la GLCF.

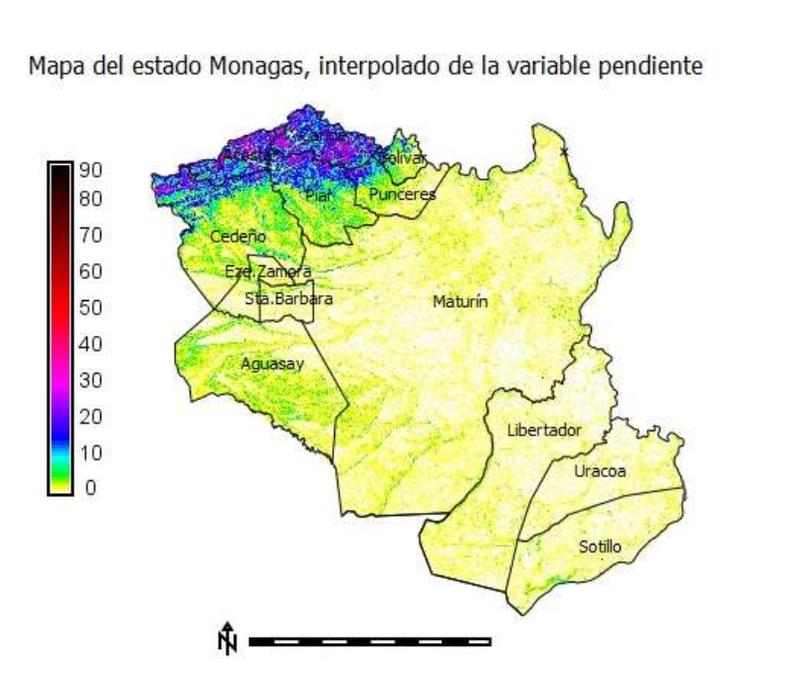


Figura 26. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable pendiente (%).

A partir de la reclasificación de la variable pendiente, se logró definir las zonas cuyo suelos presentan una pendiente entre (0 – 10%) y (11 – 20%), así como el descarte de aquellas zonas con pendientes mayores al 20%.

En la figura 27, se observa los resultados de la reclasificación de la variable pendiente.

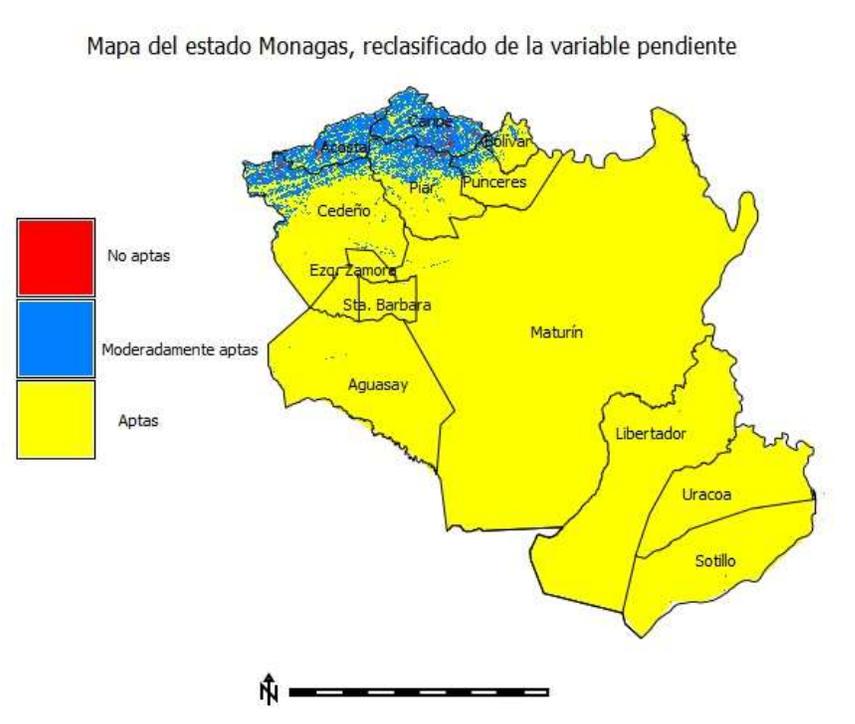


Figura 27. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable pendiente (%).

Zonas con pendientes aptas entre (0 – 10%), representan el 90.94 % de la superficie total del área de estudio. En estas zonas las posibilidades de mecanización y labores rutinarias de manejo, cosecha y mantenimiento de la plantación son exitosas, ya que existe la posibilidad del libre tránsito de maquinaria agrícola y de operarios.

Por el contrario, los suelos situados hacia el Norte y Noroeste del estado Monagas presentan pendientes moderadamente aptas, cuyos suelos son de topografía muy accidentada y de alta susceptibilidad a la erosión. Sin embargo, en estas zonas existen depresiones y valles de relativa importancia donde la pendiente es menor al 12%, estas zonas representan el 8.90 % de la superficie total del estado Monagas.

Aquellas zonas cuyos suelos presentan una pendiente mayor al 20% se clasifican como no aptas, esto debido a los altos riesgos de erosión y a las dificultades de

mecanización y manejo del cultivo, estas zonas representan el 0.16 % de la superficie total del estado Monagas.

4.3.2 Textura

Los resultados de esta variable provienen de 176 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

Tal como se observa en la figura 28, las proporciones de arena, limo y arcilla se configuraron en diferentes clases texturales (a – aF – Fa – FAa – F – FA – FL – FAL – L – AL – Aa– A), que de acuerdo a la clasificación numérica establecida para su respectivo análisis, estas se corresponden al siguiente orden (1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 12).

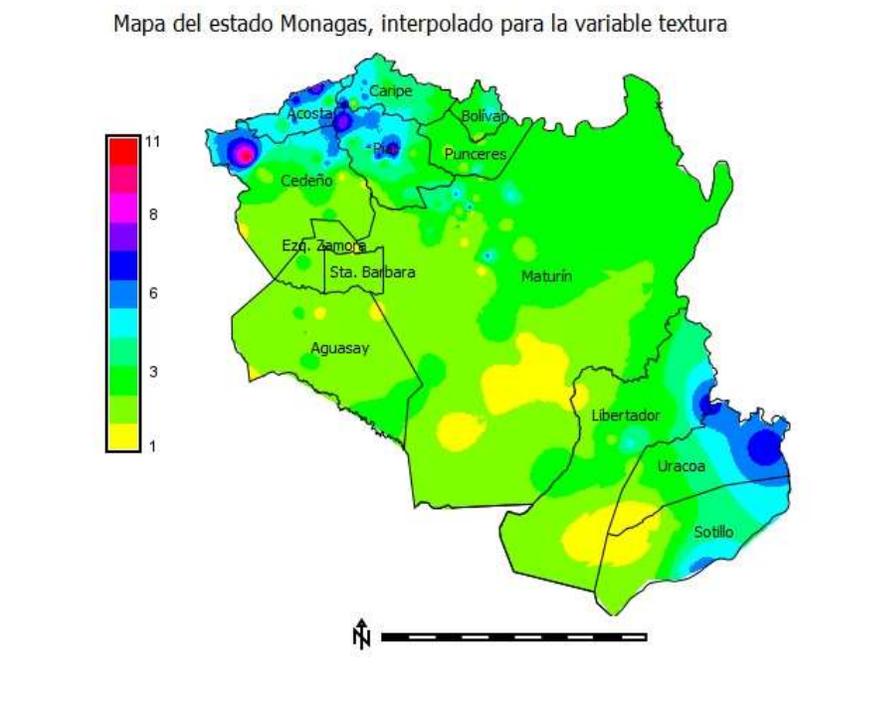


Figura 28. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable textura.

Mediante la reclasificación de la variable textura, se logró definir las zonas con condiciones de textura apta (F – FL – FA–FAL) para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), las cuales representan el 13.23% de la superficie total del estado Monagas

Por el contrario, las zonas con condiciones de textura moderadamente apta (FAa – L – AL – Aa) para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), representan el 8.34% de la superficie total del estado Monagas.

Fueron descartadas las zonas con condiciones de textura no apta (a – aF – Fa-A) para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), las cuales representan el 78.43% de la superficie total del estado Monagas.

En la figura 29, se detallan los resultados de la reclasificación de la variable textura.

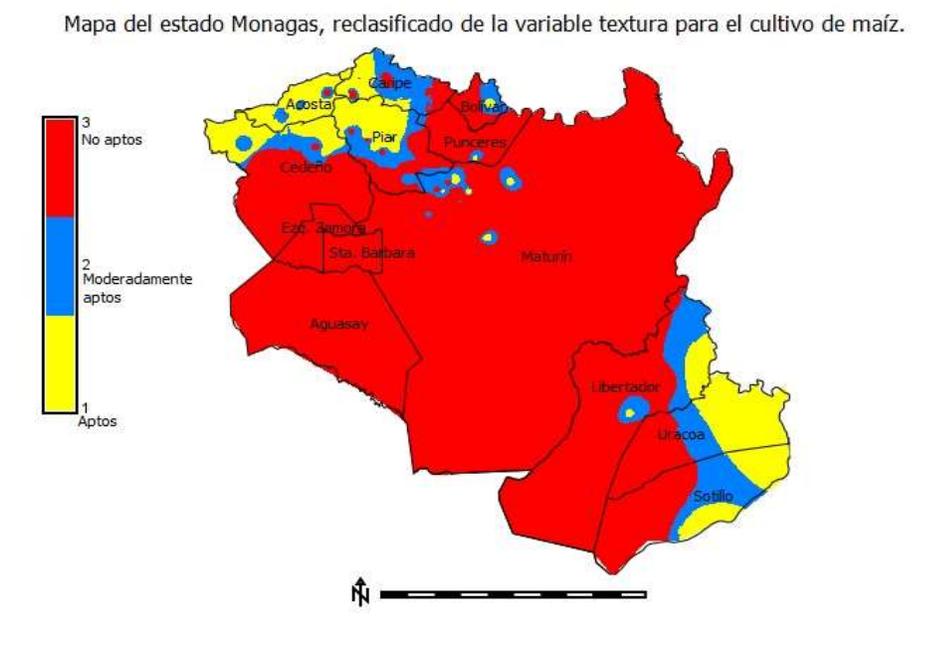


Figura 29. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable textura.

4.3.3 pH

Los resultados de esta variable provienen de 197 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

Como se detalla en el figura 30, los valores de pH en los suelos del estado Monagas varían de 3 a 9, que de acuerdo a la clasificación establecida por Jaramillo (2002) y Casanova (2005), estos suelos se clasifican como: fuertemente ácido (3.00 – 5.00), moderadamente ácido (5.00 – 5.50), ligeramente ácido (5.50 – 6.50), neutros (6.50 – 7.00), ligeramente alcalino (7.00 – 8.00) y moderadamente alcalino (8.00 – 9.00) respectivamente.

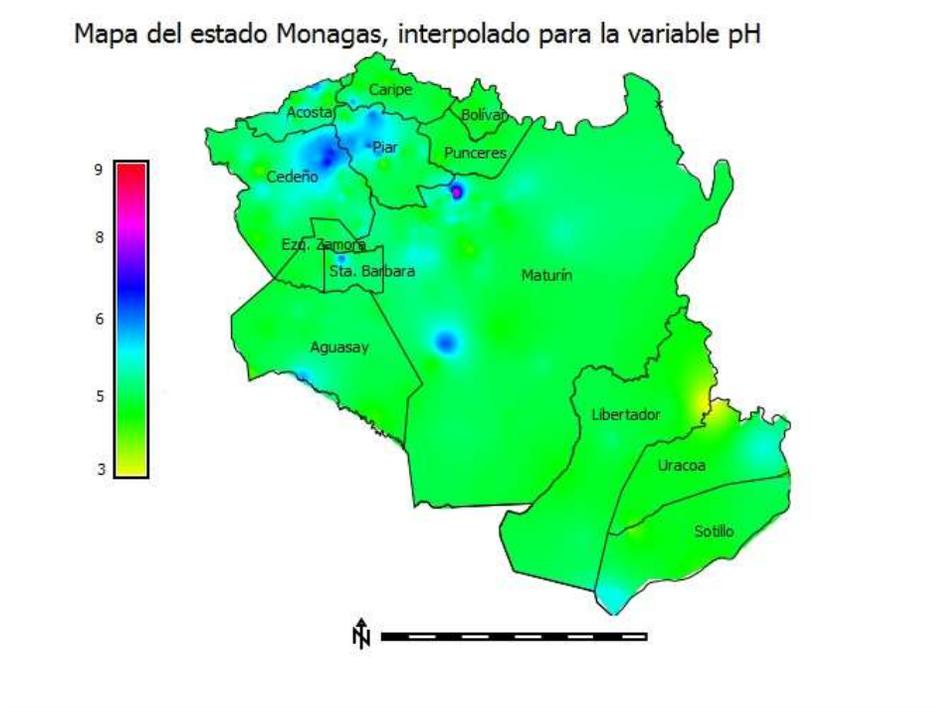


Figura 30. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable pH.

Mediante la reclasificación de la variable pH, se logró definir las zonas cuyo suelos se caracterizan por presentar un pH ligeramente ácido hasta ligeramente alcalino

(5.50 – 7.50), descartando finalmente aquellas zonas cuyo suelos presentan un pH (3.00 – 5.00) y (7.50 – 9.00) respectivamente.

En la figura 31 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable pH.

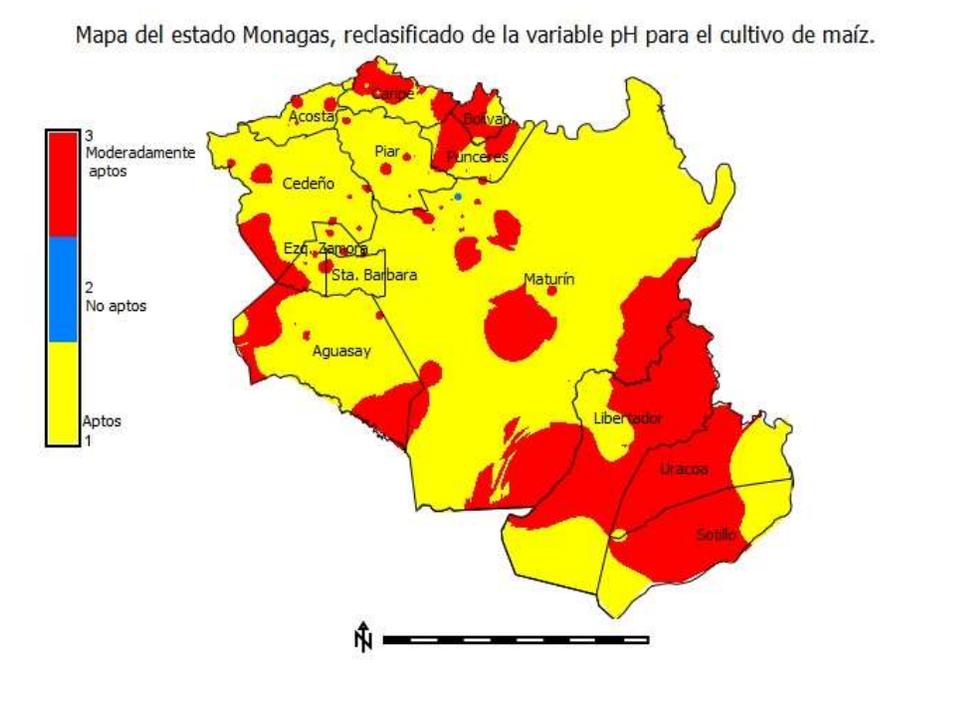


Figura 31. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable pH.

Las zonas cuyo suelos presentan un pH apto (5.50 – 7.50) para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), representan el 67.54% de la superficie total del estado Monagas.

Por el contrario, las zonas en cuyos suelos presentan un pH no apto (≥ 8.00) para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), representan el 0.02% y moderadamente ácido (5.00 – 5.50) representa el 32.44% de la superficie total del estado Monagas.

Navarro (2003) y, Navarro y Navarro (2013), indican que las principales limitantes de estos suelos para su uso desde el punto de vista agrícola, se relacionan con

problemas de nutrición ocasionadas por desbalances de nutrimentos o por deficiencias de ellos.

4.3.4 Fertilidad natural

Se elaboraron un conjunto de mapas temáticos en los cuales se detalla la distribución y el contenido de nutrimentos que definen la fertilidad del suelo (baja – media – alta), que al ser superpuestos (multiplicación de mapas) detallara las zonas de fertilidad alta para el cultivo de maíz.

4.3.4.1 Aluminio (Al)

Los resultados de esta variable provienen de 160 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

En la figura 32 se muestra la distribución espacial de la variable Aluminio (Al) sobre el estado Monagas.

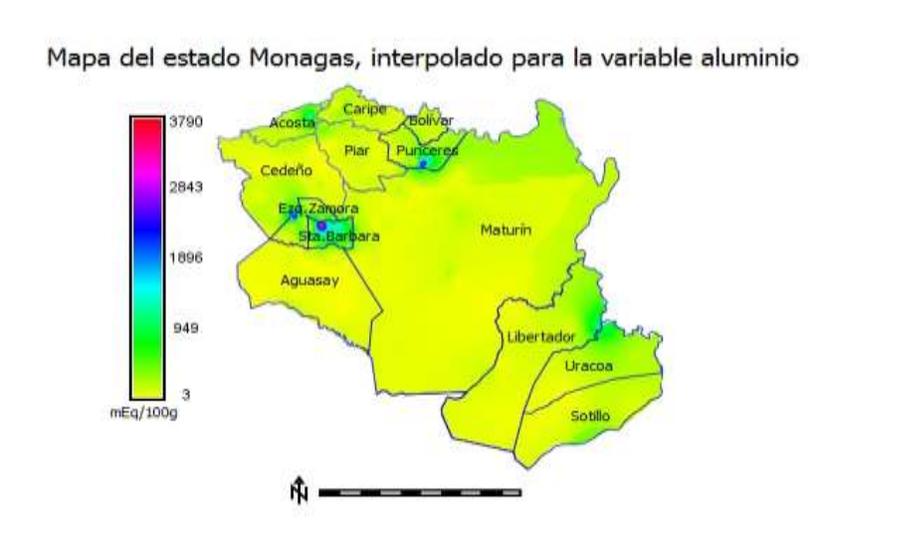


Figura 32. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Al (meq/100 g).

Mediante la reclasificación de la variable aluminio (Al), se logró definir el contenido de aluminio en los suelos del estado Monagas, siendo en su mayoría de contenido bajo (0 – 1.50 meq/100 g)

En la figura 33 se muestra los resultados de la reclasificación de la variable aluminio (Al).

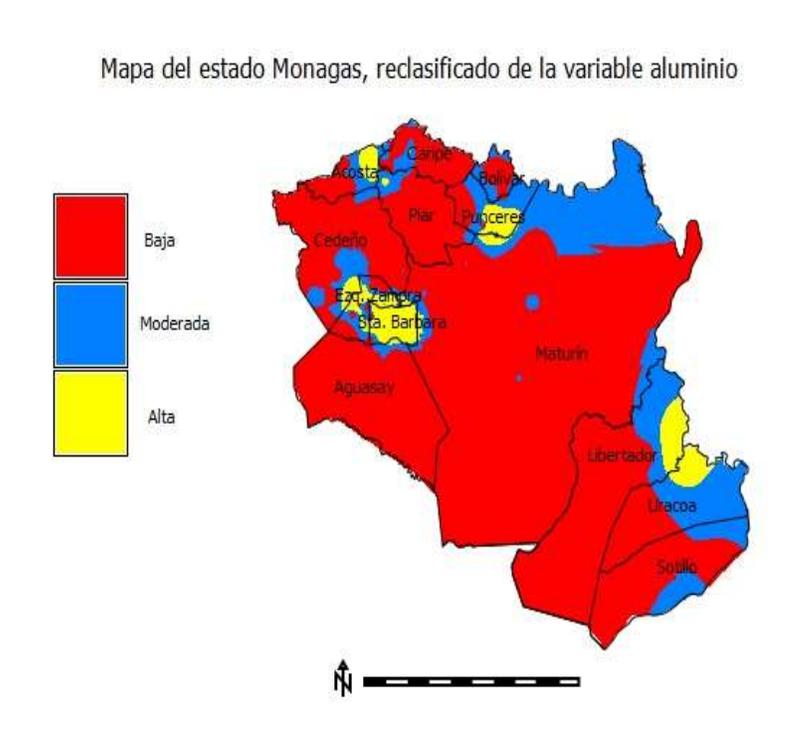


Figura 33. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Al (meq/100 g).

4.3.4.2 Calcio (Ca)

Los resultados de esta variable provienen de al menos 197 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

Tal como se muestra en la figura 34, el contenido de calcio (Ca) en los suelos del estado Monagas varían de 0.1 a 42 meq/100 g de suelo.

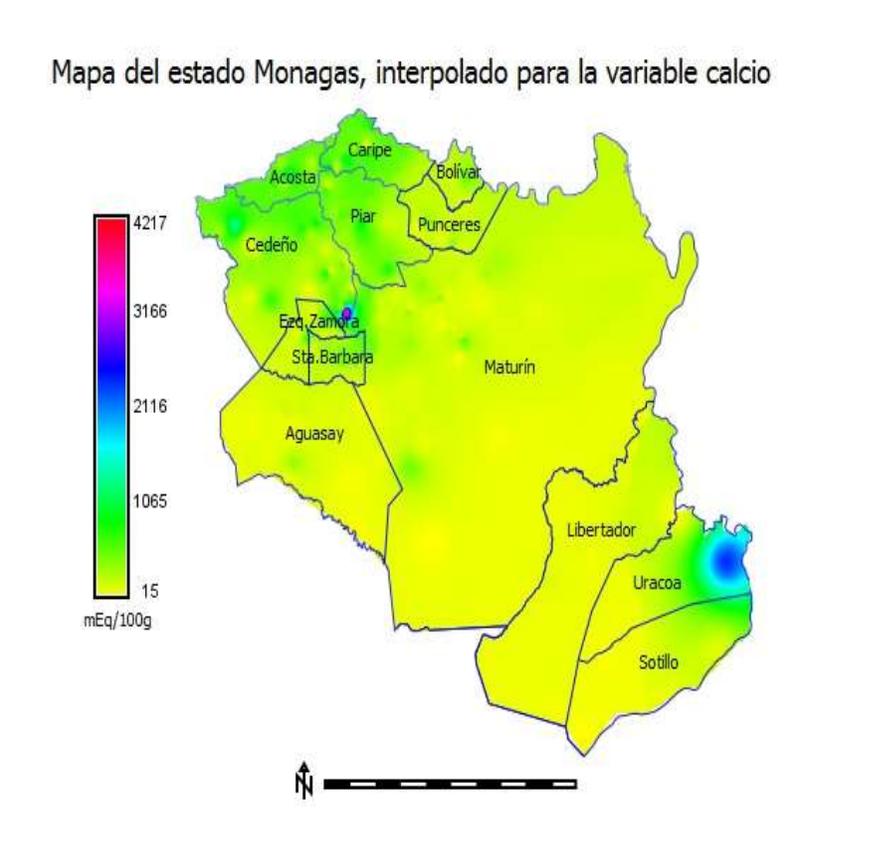


Figura 34. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Ca (meq/100 g).

A partir de la reclasificación de la variable calcio (Ca) se ha evidenciado que al menos el 18.9% de los suelos del estado Monagas contienen suficiente calcio (Ca) (≥ 2.00 meq/100 g) en forma aprovechable para el cultivo de maíz.

Por el contrario, las zonas en cuyo suelos se presenta (0.75 – 2.00 meq/100 g) y bajo (0 – 0.75 meq/100 g) contenido de este elemento en el suelo, representan el 75.3 y 5.80% de la superficie total del estado Monagas.

En la figura 35 se muestra los resultados de la reclasificación de la variable calcio (Ca).

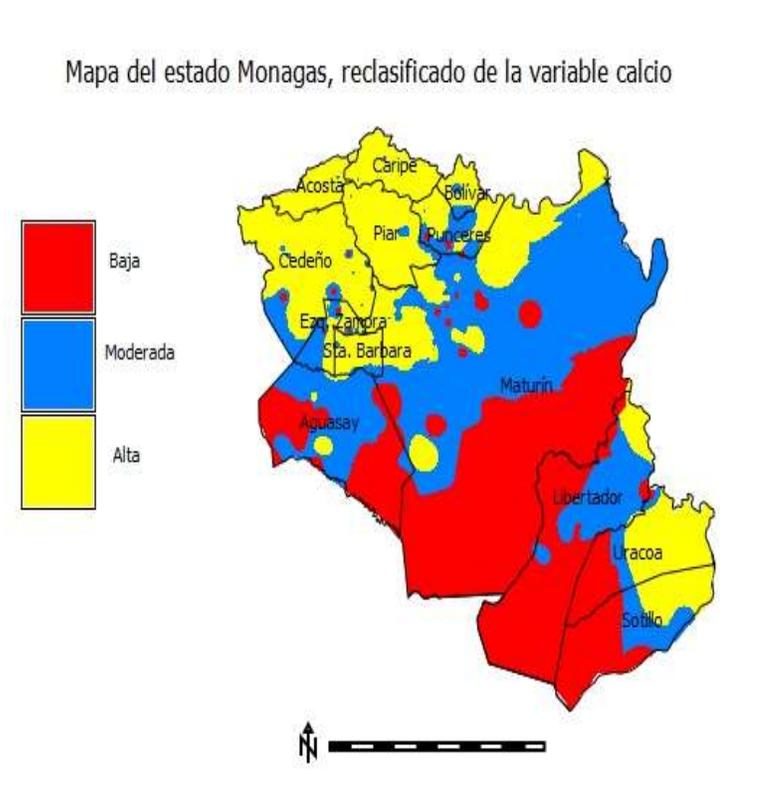


Figura 35. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Ca (meq/100 g).

4.3.4.3 Magnesio (Mg)

Los resultados de esta variable provienen de al menos 197 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

En la figura 36, se detalla la distribución espacial de la variable magnesio (Mg) sobre el estado Monagas.

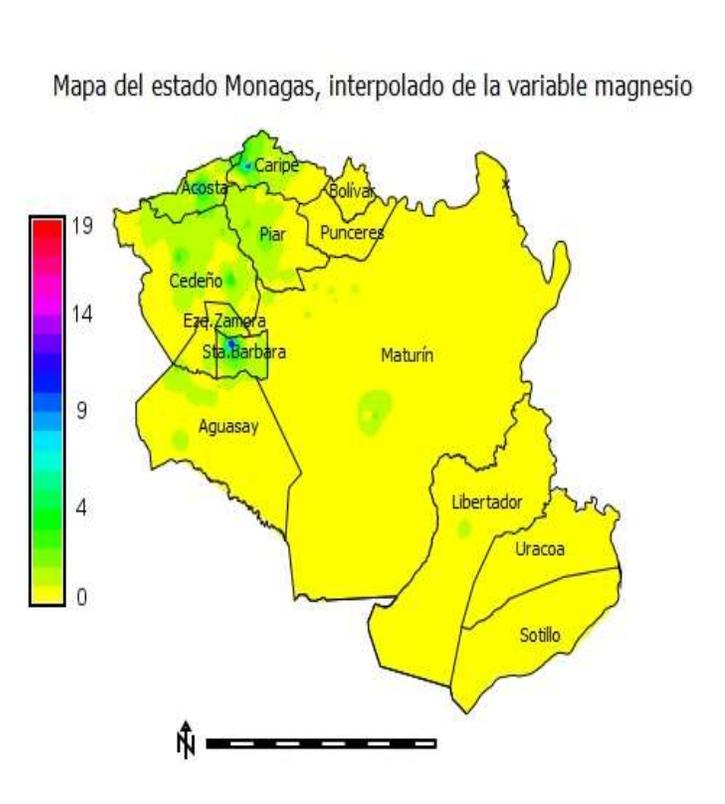


Figura 36. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Mg (meq/100 g).

Mediante de la reclasificación de la variable magnesio (Mg) se pudo evidenciar que los suelos del estado Monagas son pobre (0 – 0.25 meq/100 g de suelo) en cuanto a magnesio (Mg) se refiere, cuyas zonas representan al 98.2% de la superficie total del estado Monagas.

Sin embargo, existe la posibilidad de suplir la deficiencia de este elemento en el suelo, optando usar como fuente cal agrícola (Casanova, 2005).

Por el contrario, las zonas cuyo suelos disponen de magnesio (Mg) suficiente (\geq 0.65 meq/100 g de suelo) para el cultivo de maíz representan el 1.2 % de la superficie total del estado Monagas.

En la figura 37 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable magnesio (Mg).

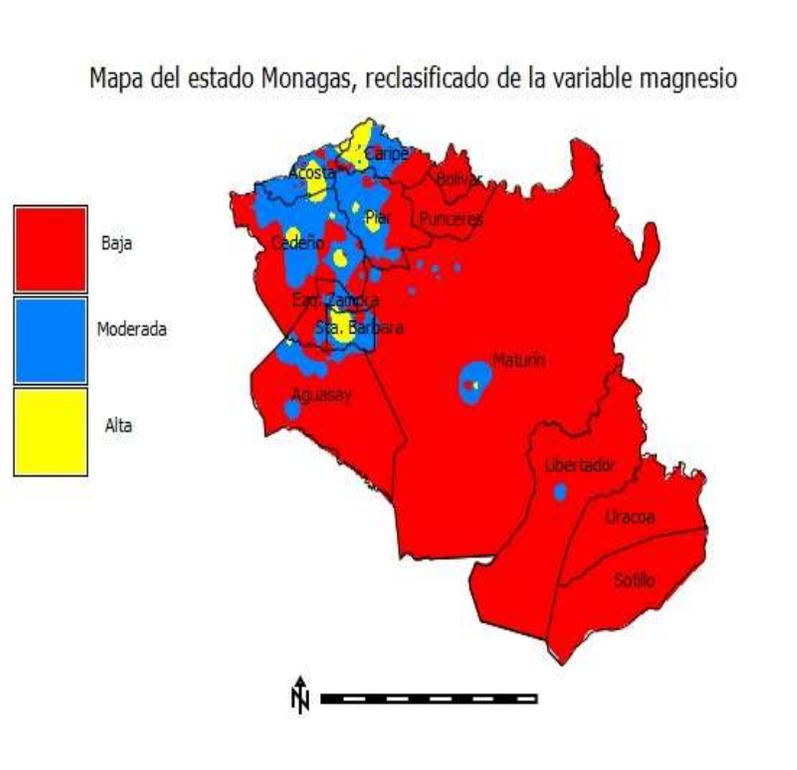


Figura 37. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Mg (meq/100 g).

4.3.4.4 Potasio (K)

Los resultados de esta variable provienen de al menos 194 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

En la figura 38 se observa la distribución espacial de la variable potasio (K) sobre el estado Monagas.

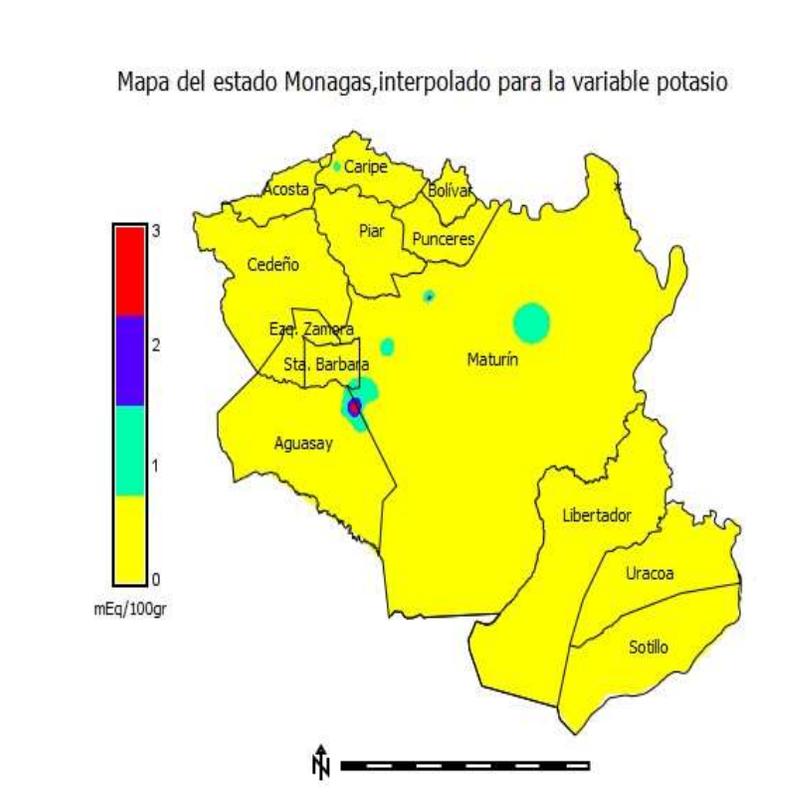


Figura 38. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable K (meq/100 g).

Mediante la reclasificación de la variable potasio (K), no se portaron zonas en cuyo suelos se pueda satisfacer los requerimientos de potasio (K) (≥ 0.26 meq/100 g de suelo) para el cultivo de maíz representan 0.15 % de la superficie total del estado Monagas.

Por lo que la deficiencia de este elemento en el suelo se debe suplir mediante un programa de fertilización basado en un análisis certero de suelos.

Por el contrario las zonas donde se presenta bajo (≤ 0.13 meq/100 g) y moderado (0.13—0.26 meq/100 g) contenido de potasio (K) suman un total de 99.85% de la superficie total del estado Monagas.

En la figura 39 se observa los resultados de la reclasificación de la variable potasio (K).

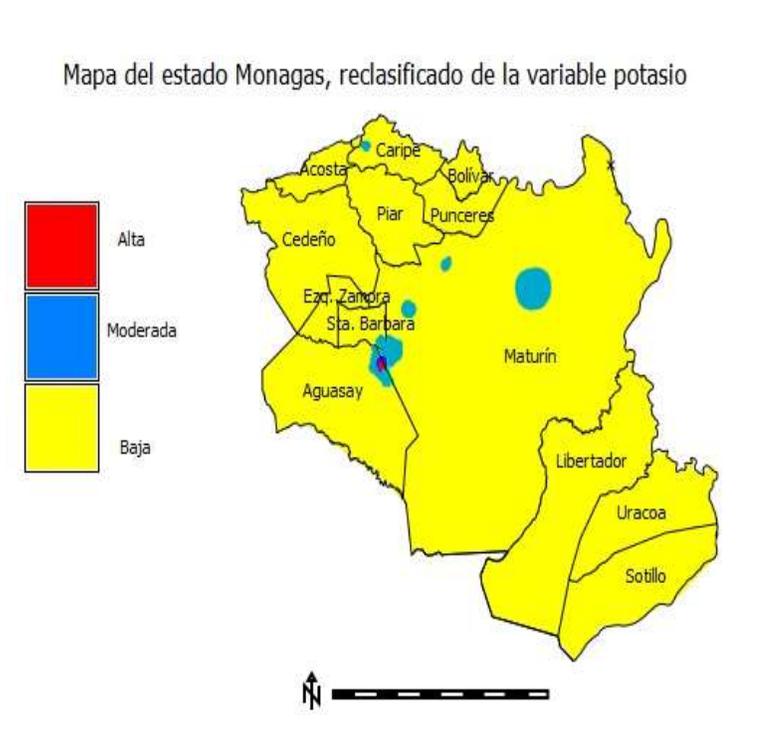


Figura 39. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable K (meq/100 g).

4.3.4.5 Fósforo (P)

Los resultados de esta variable provienen de al menos 197 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

Tal como se observa en la figura 40, el contenido de fósforo (P) en los suelos del estado Monagas varía entre 1 a 168 mg/kg de suelo.

Mapa del estado Monagas, interpolado para la variable fósforo

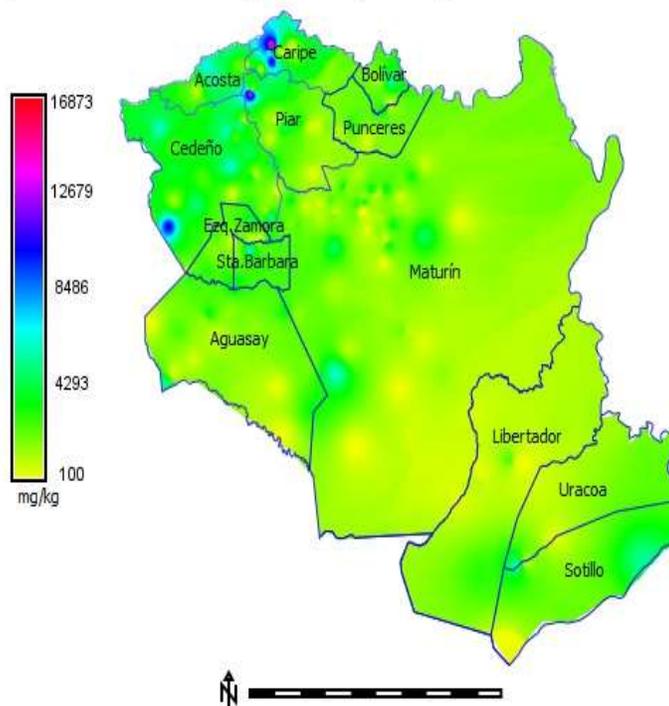


Figura 40. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable P (mg/kg).

Mediante la reclasificación la variable fósforo (P) se logró definir las zonas cuyos suelos pueden satisfacer los requerimientos de fósforo (P) (30.00 – 166.00 mg/kg de suelo) para el cultivo de maíz, los cuales representan el 10.77% de la superficie total del estado Monagas.

Por el contrario las zonas en cuyos suelos se presenta un bajo (0 – 15.00 mg/kg de suelo) y moderado (15.00 – 30.00 mg/kg de suelo) contenido de fósforo (P) representan el 68.82% y 20.41% de la superficie total del estado Monagas.

En la figura 41 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable fósforo (P).

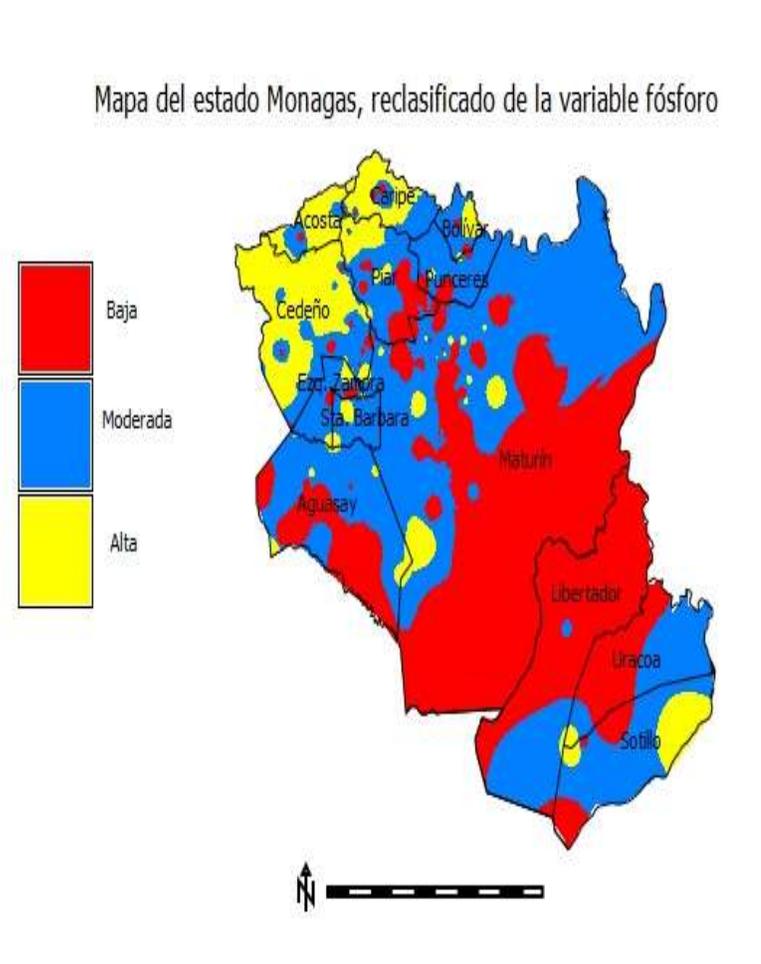


Figura 41. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable P (mg/kg).

4.3.4.6 Manganeseo (Mn)

Los resultados de esta variable provienen de al menos 139 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

Tal como se observa en la figura 42, el contenido de manganeso (Mn) en los suelos del estado Monagas oscila entre 0 a 137 mg/kg de suelo.

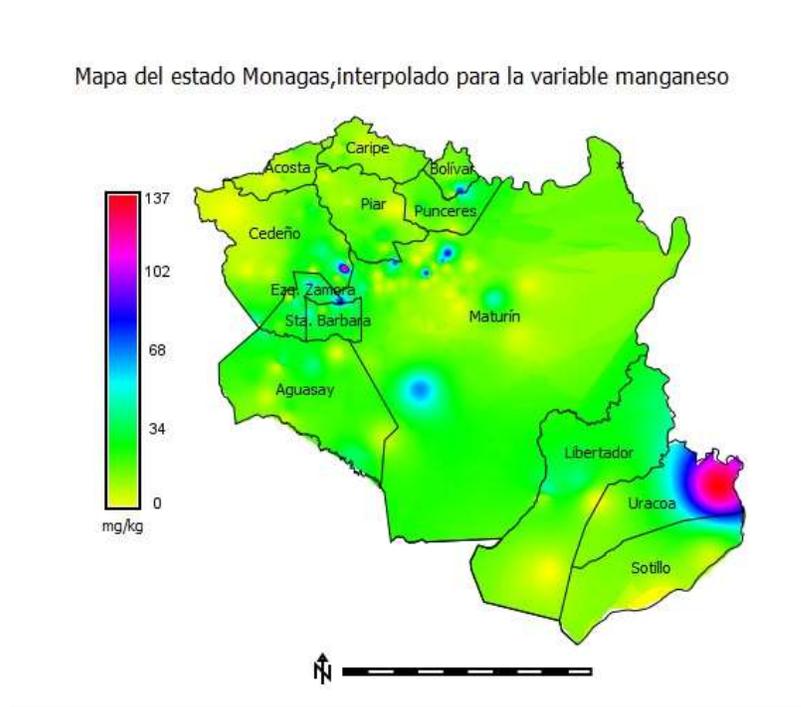


Figura 42. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Mn (mg/kg).

Mediante la reclasificación de la variable manganeso (Mn) se ha evidenciado que el 99.56% de los suelos del estado Monagas, se presenta alto contenido de manganeso (2.50 – 137.00 mg/kg de suelo). Bajo estas condiciones se aumenta la probabilidad de presentar problemas por fitotoxicidad a causa del alto contenido de este elemento en el suelo.

Las zonas con un rango de fertilidad baja media de manganeso (Mn) (0 – 1.50 mg/kg de suelo) (1.5– 2.50 mg/kg de suelo) para el cultivo de maíz se restringen a pequeñas zonas las cuales representan el 0.44% de la superficie total del estado Monagas.

En la figura 43 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable manganeso (Mn) sobre el estado Monagas.

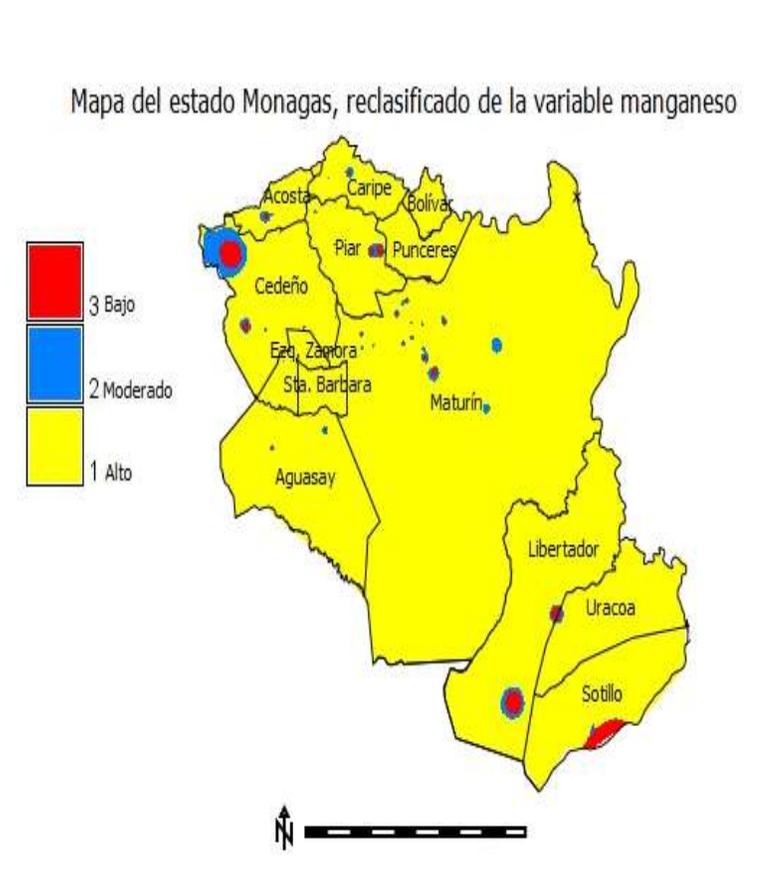


Figura 43. Mapa del estado Monagas, reclasificación variable Mn (mg/kg).

4.3.4.7 Cobre (Cu)

Los resultados de esta variable provienen de al menos 131 puntos de muestreos en todo el estado Monagas.

Tal como se observa 44, el contenido de cobre (Cu) en los suelos del estado Monagas oscila entre 0 a 53 mg/kg de suelo.

Mapa del estado Monagas, interpolado para la variable cobre

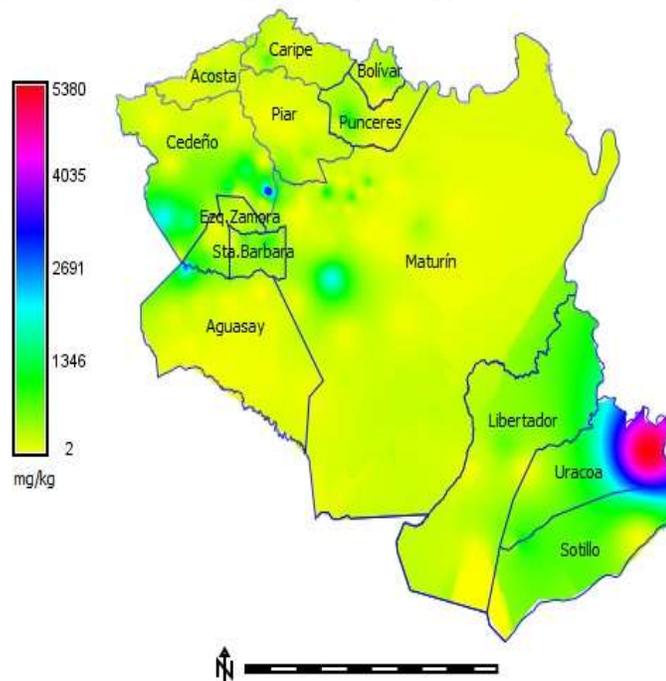


Figura 44. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Cu (mg/kg).

A partir de la reclasificación de la variable cobre (Cu), se ha constatado que en la los suelos del estado Monagas se presenta un alto contenido de este elemento en el suelo, cuyas zonas representan el 52.06% de la superficie total del área del estado Monagas. Los suelos con un contenido medio de cobre (Cu) (0.80 – 1.20 mg/kg de suelo) y bajo (0– 0.80 mg/kg de suelo) para el cultivo de la maíz, estas zonas representan el 47.94% de la superficie total del estado Monagas.

En la figura 45 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable cobre (Cu) sobre el estado Monagas.

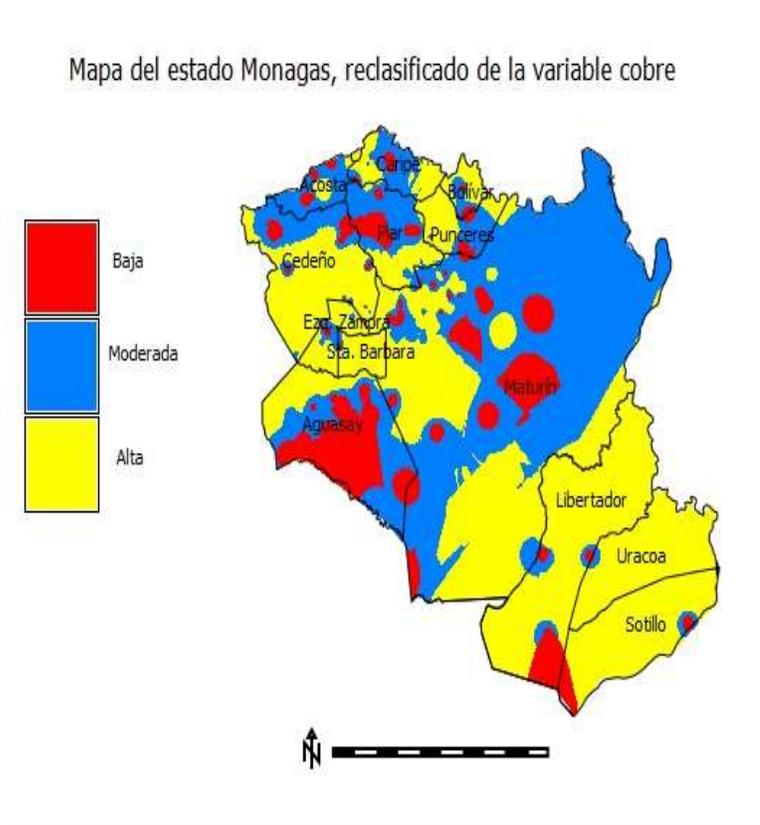


Figura 45. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Cu (mg/kg).

4.3.4.8 Zinc (Zn)

Los resultados de esta variable provienen de 140 puntos de muestreo en todo el estado Monagas.

En la figura 46 se observa la distribución espacial de la variable zinc (Zn) sobre el del estado Monagas.

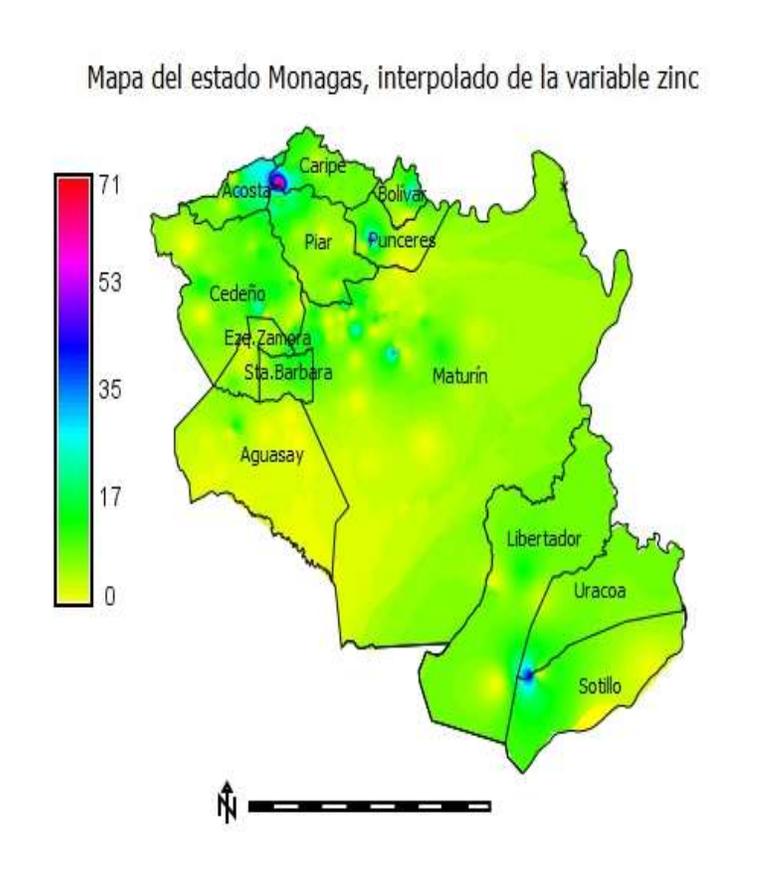


Figura 46. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable Zn (mg/kg).

Mediante la reclasificación de la variable zinc (Zn), se pudo constatar que el 88.52% de los suelos del estado Monagas, se presenta un alto contenido este elemento en el suelo (2.50 – 71.00 mg/kg de suelo), apto para el cultivo de maíz. Para las zonas que definen un contenido bajo y medio de zinc (Zn) (0 – 1.50 mg/kg de suelo) (1.50 – 2.50 mg/kg de suelo) se restringen en pequeñas zonas que representan el 11.48% de la superficie total del estado Monagas.

En la figura 47 se detalla los resultados de reclasificación de la variable zinc (Zn).

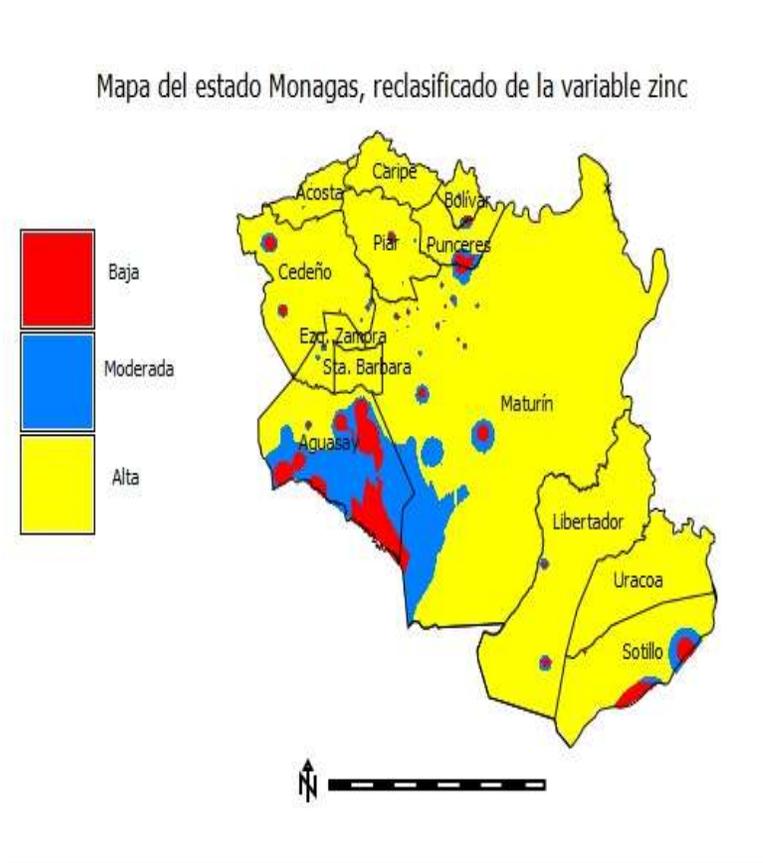


Figura 47 Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable Zn (mg/kg).

4.3.4.9 Materia orgánica (MO)

Los resultados de esta variable provienen de 194 puntos de muestreo en todo el estado Monagas.

En la figura 48 se observa la distribución espacial de la variable MO (%) sobre los suelos del estado Monagas.

Mapa del estado Monagas, interpolado para la variable materia orgánica

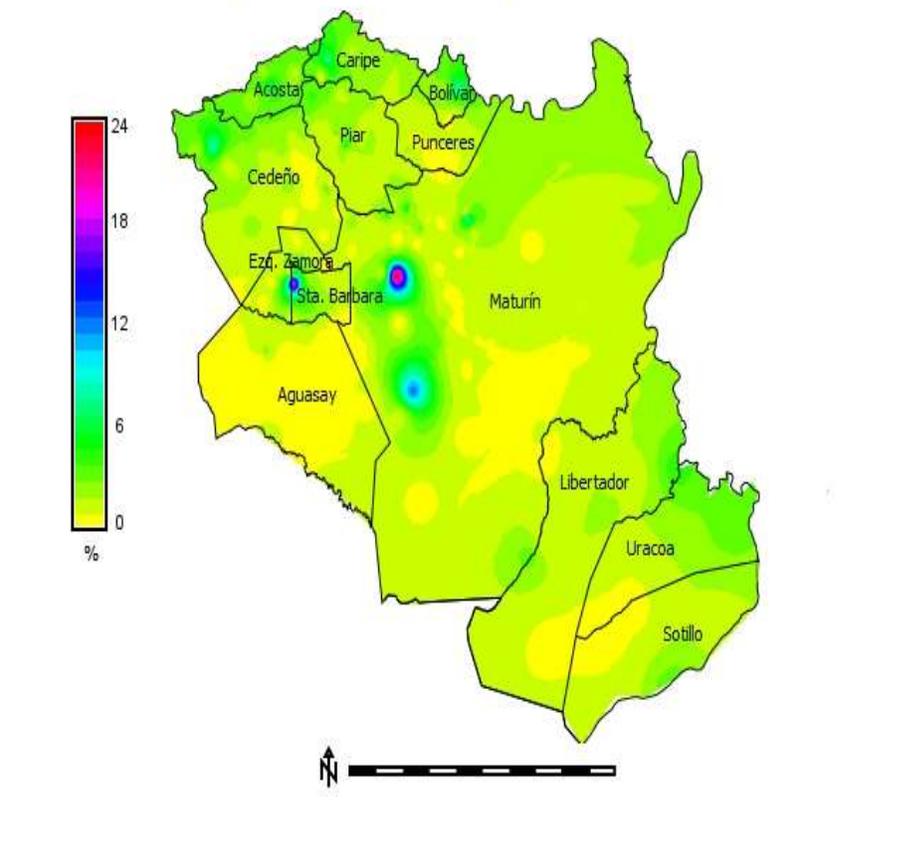


Figura 48. Mapa del estado Monagas, interpolación de la variable MO (%).

Mediante la reclasificación de la variable materia orgánica (MO) se logró definir la superficies del estado Monagas que presenta alto ($\geq 4\%$) contenido de materia orgánica solo representan el 1.8 %. Los de bajo contenido de materia orgánica (0 – 2%) siendo el 95.5% de los suelos, los de contenido moderado (2 – 4%) en cuanto a materia orgánica se refiere representan 2.7%.

En la figura 49 se detalla los resultados de la reclasificación de la variable materia orgánica (MO).

Mapa del estado Monagas, reclasificado de la variable materia orgánica

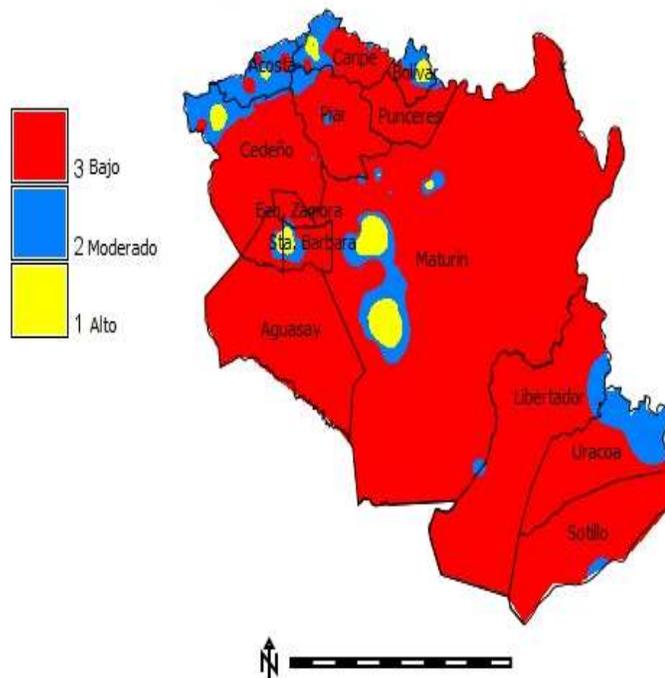


Figura 49. Mapa del estado Monagas, reclasificación de la variable M.O (%).

Después de la superposición de los mapas reclasificados (multiplicación de mapas) de cada elemento, se obtuvo como resultado final un conjunto vacío de información, es decir, que no se reportaron zonas con condiciones de fertilidad óptimas para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Esto debido a la deficiencia de potasio (K) en el suelo, así como la heterogeneidad de las demás variables involucradas para el análisis de la variable fertilidad natural.

En la figura 50 se observa los resultados obtenidos a través de la superposición (multiplicación de mapas) de las variables involucradas para el análisis de la variable fertilidad natural.

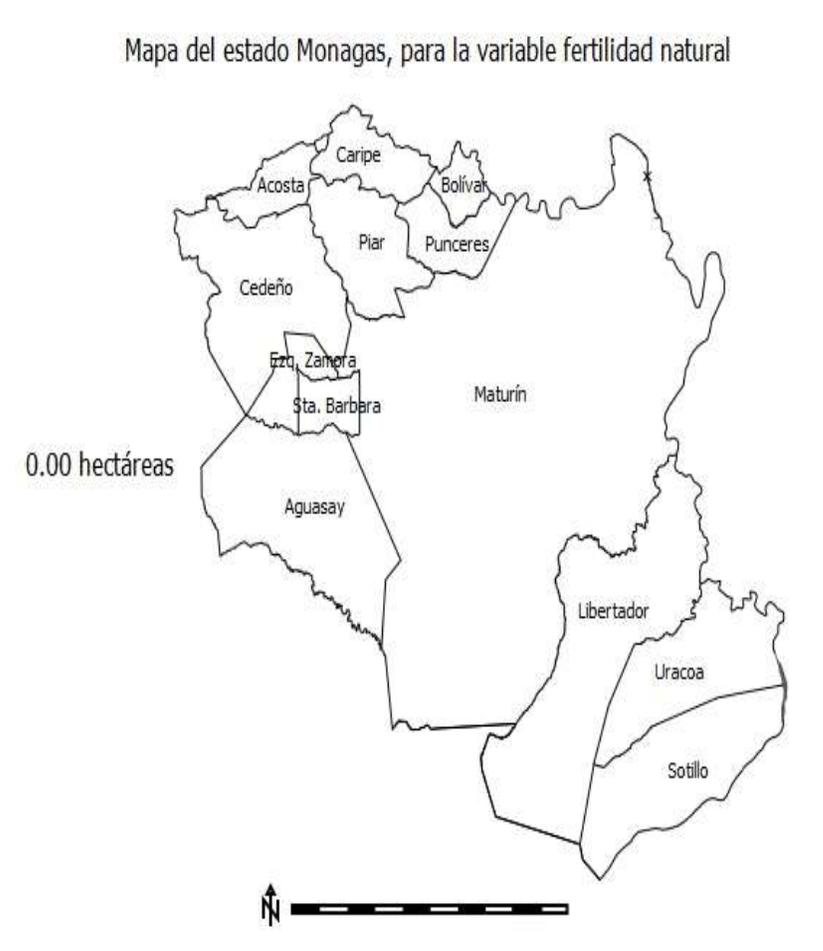


Figura 50. Mapa del estado Monagas, Mapa de fertilidad natural para el cultivo de la naranja dulce.

Cabe destacar que los mapas reclasificados para las variables involucradas en el análisis de la variable fertilidad natural, se puede utilizar como un marco referencial para la definición de un programa de fertilización basado en las exigencias nutricionales del cultivo de maíz.

En este sentido, la deficiencia de cualquier elemento requerido para la nutrición del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), se puede suplir mediante un programa de fertilización basado en un análisis certero de suelo

4.3.5 Unidades de zonificación

4.3.5.1 Unidad de zonificación agroclimática

Los resultados de esta unidad de zonificación se obtuvieron mediante la superposición (multiplicación de mapas) en cuyas zonas se satisfacen las condiciones (mínima – óptima – máxima) en cuanto a temperatura, precipitación, humedad, altitud, meses húmedos. Dando como resultado las zonas que cumplen condiciones agroclimáticas óptimas para el cultivo de maíz.

Las áreas obtenidas para esta unidad de zonificación, fue 2.191.612 hectáreas con condiciones agroclimáticas aptas para el cultivo de maíz, cuya zonas representan el 76.36% de la superficie total del estado Monagas.

Las zonas que satisfacen los requerimientos agroclimáticos para el cultivo de maíz, definieron casi todo el estado Monagas con condiciones aptas, salvo para los municipios, Bolívar, Punceres y pequeña parte de Aguasay y Maturín.

En la figura 51 se observan las zonas que satisfacen los requerimientos agroclimáticos para el cultivo de maíz en el estado Monagas.

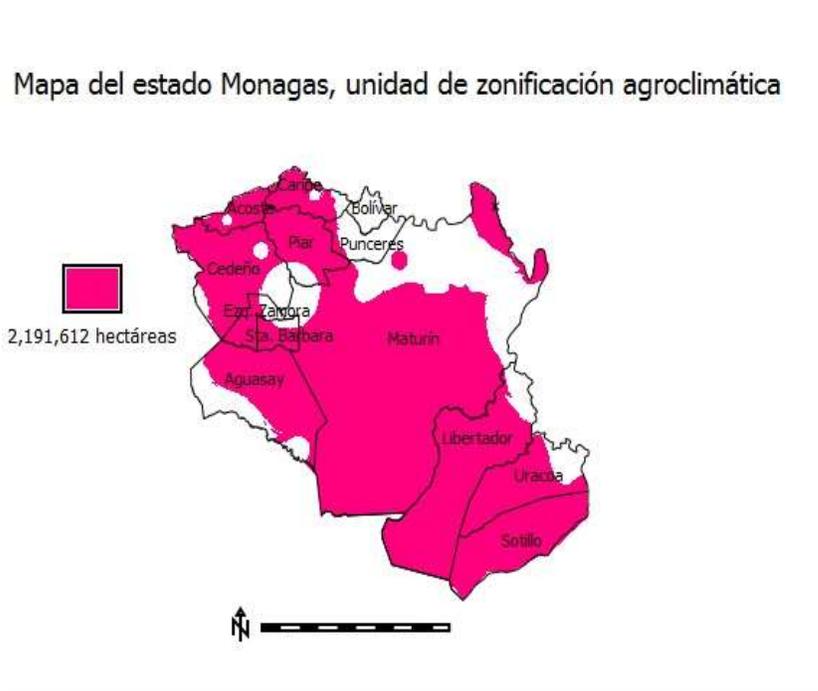


Figura 51. Mapa del estado Monagas, unidad de zonificación agroclimática.

4.3.5.2 Unidad de zonificación fisioedáfica

Esta unidad de zonificación se obtuvo como resultado mediante la superposición (multiplicación de mapas) con condiciones adecuadas de pendiente, textura y pH respectivamente.

Para esta unidad de zonificación se excluyó la variable fertilidad natural, ya que no se reportaron zonas donde se pueda satisfacer las exigencias de fertilidad para el cultivo de maíz.

Las áreas obtenidas en esta unidad de zonificación fisioedáfica resultaron 281.080,74 Hectáreas que representan el 9.79% de la superficie total del estado Monagas. Las zonas con condiciones fisioedáficas aptas para el cultivo de maíz se localizan mayormente en pequeñas áreas de los municipios Cedeño, Piar, Acosta y

Caripe, Uracoa, Libertador, Sotillo y áreas aún más pequeñas dispersas en el municipio Maturín.

En la figura 52, se observan las zonas con condiciones fisioedáficas aptas para el cultivo de la maíz en el estado Monagas.

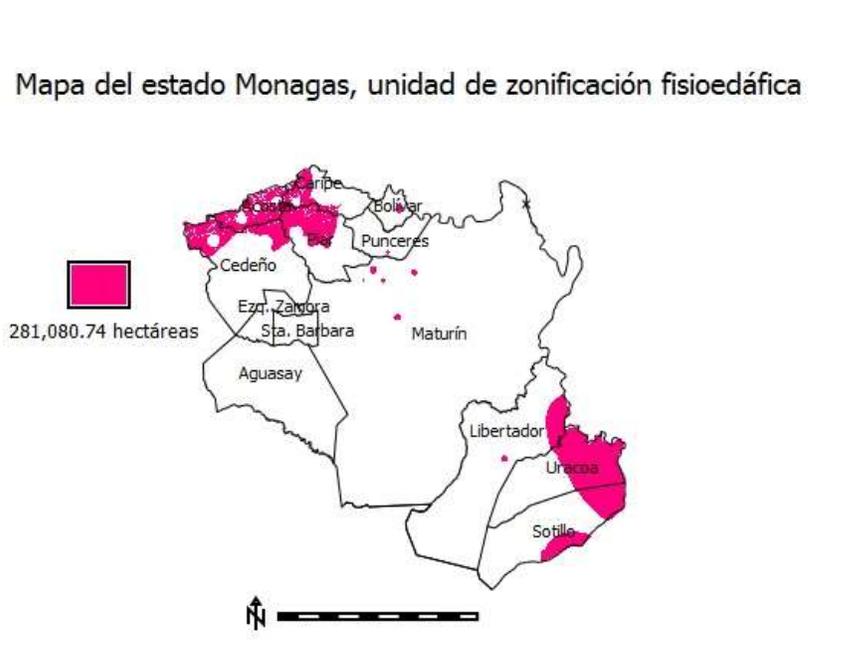


Figura 52. Mapa del estado Monagas, unidad de zonificación fisioedáfica.

4.3.5.3 Unidad de zonificación edafoclimática

Luego de haber señalado las potencialidades y limitaciones para cada unidad de zonificación, estas se superpusieron (multiplicaron) para obtener aquellas zonas que puedan satisfacer las exigencias agroclimáticas y fisioedáficas para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en el estado Monagas.

Las zonas con condiciones edafoclimáticas aptas para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), están representadas en una superficie de 239.059,50 hectáreas, estas zonas se

localizan hacia el Norte del estado Monagas, quedando representadas principalmente por parte de los municipios Piar, Cedeño, Caripe, Uracoa, Sotillo, Libertados y áreas aún más pequeñas en Maturín y todo el municipio Acosta, de esta manera quedo distribuida la zonificación edafoclimática del cultivo de maíz en la superficie total del estado Monagas que representa el 8.33 %.

En la figura 53 de observan las zonas que satisfacen los requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de maíz en el estado Monagas.

Mapa del estado Monagas, unidad de zonificación edafoclimática para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

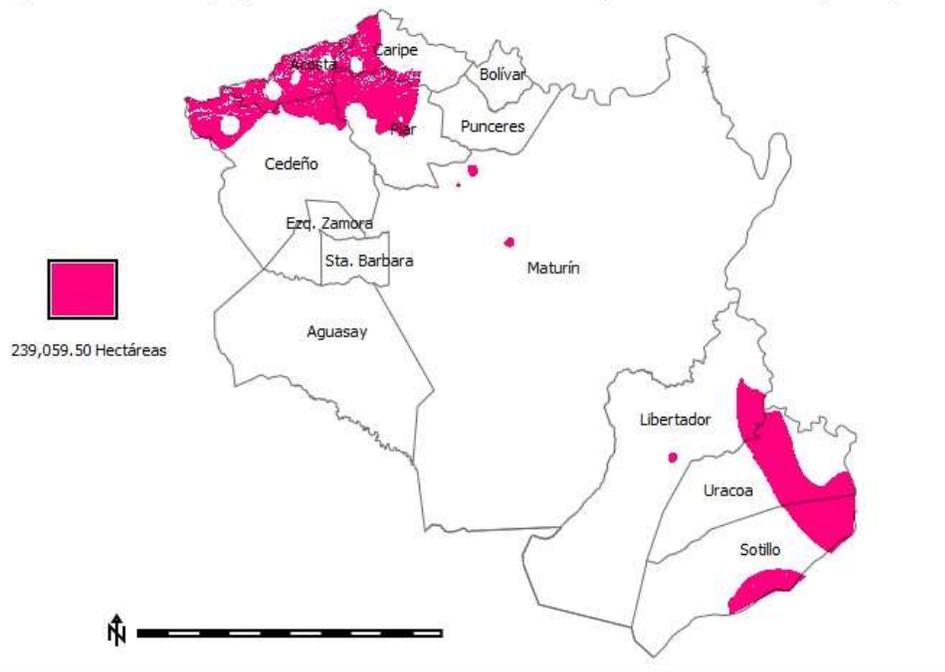


Figura 63. Mapa del estado Monagas, unidad de zonificación edafoclimática.

CONCLUSIÓN

Los trabajos de zonificación revisten gran importancia, fundamentalmente cuando se trata de hacer una planificación en los sectores productivos donde el ambiente juega un rol decisivo. Cada especie vegetal tiene exigencias agroecológicas específicas y su potencial de producción y de rendimiento unitario dependerá en gran parte de la satisfacción de esos requerimientos

La zonificación edafoclimática presentada contribuye al reordenamiento de las áreas maiceras, en función de las potencialidades para el cultivo y de la optimización del uso del suelo, propiciando alcanzar mejores rendimientos por hectárea.

La presente zonificación edafoclimática del cultivo de maíz (*zea mays L*) es un valioso instrumento de carácter técnico, basado en la información sobre las condiciones naturales existentes en el estado Monagas. La metodología consideró las principales variables para el desarrollo del cultivo, altitud, temperatura, humedad, números meses húmedos precipitación, pendiente, textura.

En comparación con el trabajo realizado por Saviñón en el 1995, donde se solo se obtuvieron xxx de has aptas para el cultivo de maíz, encontramos que mediante de uso del SIG se obtuvo que para el estado Monagas la zonificación apta para este cultivo abarca una superficie de 239.059,50 hectáreas, estas zonas se localizan hacia el norte y sur del estado Monagas, quedando representadas principalmente por parte de los municipios Piar, Cedeño, Caripe, Uracoa, Sotillo, Libertados y áreas aún más pequeñas en Maturín y abarcando todo el municipio Acosta, de esta manera quedo distribuida la zonificación edafoclimática del cultivo de maíz en la superficie total del estado Monagas representando el 8.33 %.

La existencia de bases de datos climáticos y edafológicos permite establecer estrategias certeras para alcanzar mayores rendimientos de las cosechas, en función de la zonificación edafoclimática propuesta. La implementación del SIG GRASS 7.0.2, como herramienta de análisis espacial, contribuyó al proceso automatizado de evaluación de las potencialidades naturales para el fomento del cultivo de maíz (*zea mays L*) y su zonificación. Por su contenido, este enfoque y metodología pueden ser implementados en cualquier marco geográfico, adecuándose a las escalas cartográficas y evaluando las distintas apreciaciones edafoclimáticas. Por ello, en correspondencia con lo afirmado anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue reseñar los principales aspectos de la zonificación edafoclimática del cultivo de maíz (*zea mays L*) además de sentar un precedente para futuras zonificaciones, en función de ser aplicados en los estudios para diferentes cultivos de interés regional.

La base de datos creada en el presente trabajo permite la incorporación de nuevas capas de información, así como la incorporación de nuevas variables agroclimáticas y fisioedáficas. Lo anterior permite actualizar y plantear una serie de extensiones al trabajo ya realizado.

LITERATURA CITADA

Alfaro, Y., V. Segovia, M. Mireles, P. Monasterios, G. Alejos y M. Pérez. (2004). El maíz amarillo para la molienda húmeda. CENIAP HOY. N° 6. Septiembre – Diciembre.

Asociación Cartográfica Internacional. (1995). Series Cartográficas, Nomenclatura. España: 17ava. Asamblea General.

Bolsa de Productos e Insumos Agropecuarios de Venezuela. C.A. (BOLPRIAVEN). (2008). Base de datos. Agroalimentaria de Venezuela. [Disponible en <http://www.bolpriaven.com/>]. Consultado 09-06-2014.

Carrillo, P (2012). El maíz en Venezuela. [Documento en Línea]. [Disponible en <http://historiadelmaizvznzla.blogspot.com/>]. Consultado el 09-06-2015.

Casanova, E. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo*. Caracas, Venezuela.

E.S.R.I, (2001) 21th Annual Conference November 26-28, 2001 in Washington, D.C. [Documento en Línea]. [Disponible <http://www.esrimug.org/2001AnnConf.html>.] Consultado el 09-06-2015.

FAO, (1978). Report on the Agroecological zones project. World Soil Resources Report, 1978, vol. 1, pp. 48.

FAO, (2000). Sistema de Información Geográfica en el desarrollo sostenible [Documento en Línea]. [Disponible en <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/eigis000.htm>]. Consultado el 08/06/2015.

FEDEAGRO (Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios) (2009). Cae producción de maíz, arroz, sorgo, caña, café, papa y frutales. [Disponible en <http://www.guia.com.ve/noti/55914/cae-produccion-de-maiz-arroz-sorgo-cana-cafe-papa-y-frutales>]. Consultado el 01/05/2015.

FEDEAGRO (Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios). (2011). Producción de maíz en el país cayó 20% en 2011. [Disponible

en:<http://www.ultimasnoticias.com.ve/noticias/actualidad/economia/produccion-de-maiz-en-el-pais-cayo-20--en-2011.aspx>]. Consultado el 23/04/2015.

FEDEAGRO (Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios). (2012). Estadísticas Agrícolas. [Disponible en <http://www.fedeagro.org/>] Consultado el 23/04/2015.

Grant, U. J., W. H. Hatheway, D. H. Timothy, C. Cassalet D. and L. M. Roberts. (1965). Razas de maíz en Venezuela. Bogotá, Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico Número. 1. Editorial ABC. 92 p.

Geogra, J (2008). Vector Overlay Processes. [Documento en línea] [Disponible en http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/SuperposicionVectorial/VOModule/VO_Concepts.htm]. Consultado 22/05/15.

Gumilla, J. (1791). El Orinoco Ilustrado y Defendido. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia. Caracas, Venezuela, 1963. pp. 524. (Serie: Fuentes para la Historia Colonial de Venezuela, N° 68).

Hansen, F. (2006). Manual de cartografía. [Documento en línea]. Disponible [<https://www.ipgh.org/spanish/publicaciones/periodicas/revista-cartografica/rca082.htm>]. Consultado 10/06/15.

Inzunza, M; Villa, M; Catalán, A, Mendoza, F; (2006) *Zonificación agroecológica del maíz, frijol, trigo y sorgo en la Región Lagunera. Agrofaz: publicación semestral de investigación científica, ISSN 1665-8892, Vol. 6, N° 2, 2006*, págs. 189-196.

Joly, F. (1976). *La cartographie*. Paris: Presses Universitaires de France. Primera edición.

Lasso B., Cruz G., Haro P. (2011). *Zonificación agroecológica de tres cultivos estratégicos (Maíz, Zea mayz; Arroz, Oryza sativa; Caña de azúcar, Saccharum officinarum) en catorce cantones de la cuenca baja del río Guayas*, Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), Venezuela, 2011.

- López, J (2012).** El maíz en Venezuela. [Documento en Línea]. [Disponible en <http://historiadelmaizvzla.blogspot.com/>]. Consultado el 09-06-2015.
- Luzanía, M. (2005).** ¿Qué son los sistemas de información geográfica? [Revista en línea]. Disponible: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol18num3/articulos/informacion%20geografica/index.htm> [Consulta: 2012, noviembre 21]
- Mancebo, S; Ortega, E; Criado, V; Ramos, L (2008).** Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental. Madrid, España. 1era edición.
- MANR- Zona 12.** División de Desarrollo y Ordenamiento de Ambiente: SubRegión Maturín. Inventario analítico. Volumen II- Serie Informes Técnicos/Zona 12/I.T/77. Maturín estado Monagas, Venezuela, Diciembre 1997.
- Navarro, G. y Navarro, S. (2013).** *Química agrícola. Química del suelo y de los nutrientes esenciales de las plantas.* [Libro en línea]. Consultado el 10 de marzo de 2016 en: <https://books.google.co.ve/books?id=RSs6AgAAQBAJ&pg=PA7&dq=libro+de+quimica+agricola&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiIp7HKuefPAhWB1x4KHT5SAukQ6wEIjAB#v=onepage&q=libro%20de%20quimica%20agricola&f=false>
- Navarro, G. (2003).** *Química agrícola.* [Libro en línea]. Consultado el 10 de marzo de 2016 en: <https://books.google.co.ve/books?id=HufLwjgirtwC&printsec=frontcover&dq=libro+de+quimica+agricola&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiIp7HKuefPAhWB1x4KHT5SAukQ6wEIGzAA#v=onepage&q=libro%20de%20quimica%20agricola&f=false>
- Ortega, Y. (1967)** Zonificación de la caraota (*Hpaseolus vulgaris*) en Venezuela. Agronomía tropical (Maracay – Venezuela).
- Oviedos, J. (1824).** Historia de la conquista y población de la provincia de Venezuela. Reimpreso en Caracas. Imprenta Navas Spínola. Caracas, Venezuela. 615 p.
- Perencsik, A., Woo, S., Booth, B., Croser, S., Clark, J. y MacDonald, A. (2005),** ArcGis9: Building a Geodatabase, ESRI Inc., California, EEUU

- Pérez, E. y Geissert D. (2006).** “Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (*Coffea arabica* L.)–palma camedor (*Chamadorea elegans* Mart)”, Caracas, Venezuela, *INCI*, Vol. 31(8).
- Pérez, H. (2011).** Morfología de la planta de maíz. [Documento en Línea]. [Disponible en <http://elmaizdelzulia.blogspot.com/2011/02/morfologia-de-la-planta-de-maiz.html>]. Consultado el 04-06-2015.
- Saviñón, J. (1995).** Zonificación edafoclimáticas del cultivo de Maíz (*Zea mays*, L) en la región nororiental. Universidad de Oriente, Monagas.
- Schowengerdt, R. (2007).** Remotesensing: models and methods for image processing. Tercera edición. San Diego, California - Estados Unidos.
- Segovia, V.; Alfaro Y. (2009).** El maíz: un rubro estratégico para la soberanía agroalimentaria de los venezolanos. *Agronomía Tropical* 59 (3): 237-247.
- Segovia, V; Fuenmayor, F; Alfaro, Y. (2003).** Report of Venezuela. **In:** S. Taba (Ed.), Latin American maize germplasm conservation: regeneration, *in situ* conservation, corn subsets, prebreeding. Proceedings of a workshop held at CIMMYT. April 7-10. Mexico. p. 68.
- Suárez, Gicli (2014).** Apuntes sobre la zonificación agroecológica de los cultivos. Particularidades en Cuba. *cultrop*, Dic 2014, vol.35, no.4, p.36-44. ISSN 0258-5936.
- Urriola, P (2007).** La agricultura en el estado Monagas, el ayer, el hoy y el mañana. Universidad de Oriente. Editorial Universidad de Oriente, Cumana/Sucre/Venezuela 2008.
- Valladares, A (2010).** Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de grano, universidad nacional autónoma de Honduras. Cultivos de grano APV-350. Unidad 2. p. 3.

ANEXOS

ÁPENDICE A

Cuadro 1. Ubicación relativa, elevación, periodo de registro y promedios de precipitación media anual (P.M.A), temperatura mínima anual (T.Min.A), temperatura media anual (T.Med.A), temperatura máxima anual (T.Max.A) y evapotranspiración potencial anual (E.T.P.A) de las estaciones climatológicas bajo estudio del estado Monagas.

| Estaciones climatológicas | Coordenada Norte | Coordenada Este | Elevación (m.s.n.m) | Periodo de registro | P.M.A* (mm) | T.Min.A* (°C) | T.Med.A* (°C) | T.Max.A* (°C) | E.T.P.A*** (mm) |
|------------------------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| Barrancas del Orinoco | 962810.59 | 586714.16 | 12 | 1977-2007 | 1108.30 | 21.66 | 27.40 | 34.74 | 1650.29 |
| San José de Buja | 1055032.34 | 533326.83 | 20 | 1977-2007 | 1419.84 | 21.57 | 27.24 | 34.71 | 1663.85 |
| El silencio | 1013673.92 | 520682.91 | 25 | 1977-2007 | 1093.09 | 21.51 | 27.16 | 34.68 | 1671.52 |
| Cachipo | 1097665.19 | 493230.76 | 30 | 1977-2007 | 1758.26 | 21.46 | 27.07 | 34.66 | 1678.04 |
| Santa Rita | 1035473.59 | 494318.14 | 30 | 1977-2007 | 1019.20 | 21.46 | 27.07 | 34.66 | 1677.87 |
| Temblador | 996339.74 | 542675.01 | 30 | 1977-2007 | 1002.75 | 21.46 | 27.07 | 34.66 | 1678.87 |
| Caripito | 1116553.84 | 491042.11 | 40 | 1977-2007 | 2109.40 | 21.35 | 26.91 | 34.61 | 1684.25 |
| La centella | 1011979.93 | 492117.54 | 60 | 1977-2007 | 1207.64 | 21.12 | 26.60 | 34.52 | 1710.93 |
| Maturín-Aeropuerto | 1078658.98 | 480065.94 | 65 | 1977-2007 | 1306.45 | 21.07 | 26.53 | 34.50 | 1632.37 |
| Joaquín | 991874.43 | 470128.57 | 100 | 1977-2007 | 1187.39 | 20.68 | 26.09 | 34.32 | 1807.61 |
| San Félix | 1100189.06 | 429656.25 | 160 | 1977-2007 | 808.49 | 20.68 | 25.55 | 34.33 | 1767.15 |
| Aguasay | 1041573.63 | 420759.73 | 200 | 1977-2007 | 1078.35 | 19.60 | 25.32 | 33.89 | 1806.11 |
| Viento fresco | 1080075.59 | 427421.21 | 200 | 1977-2007 | 995.88 | 19.60 | 25.32 | 33.39 | 1791.92 |
| El tejero | 1066102.92 | 426296.89 | 240 | 1977-2007 | 988.65 | 19.06 | 25.16 | 33.71 | 1825.49 |
| Aragua de Maturín | 1101724.77 | 429656.21 | 242 | 1977-2007 | 1028.63 | 19.15 | 25.16 | 33.70 | 1842.47 |
| Aparicio | 1105978.33 | 438310.92 | 300 | 1977-2007 | 917.17 | 18.56 | 25.03 | 33.45 | 1859.14 |
| La Pinta | 1096250.49 | 405525.71 | 440 | 1977-2007 | 1216.14 | 17.17 | 25.01 | 32.87 | 1875.86 |
| El Guamo | 1113981.93 | 428584.19 | 440 | 1977-2007 | 1062.47 | 17.17 | 25.01 | 32.87 | 1861.68 |
| La Margarita | 1126187.64 | 460375.03 | 760 | 1977-2007 | 2049.23 | 14.29 | 23.70 | 31.66 | 1898.87 |
| Los Cinco Cruces | 1135257.50 | 452719.43 | 800 | 1977-2007 | 1673.93 | 13.96 | 23.21 | 31.52 | 1857.78 |
| Tierra Blanca | 1131194.58 | 438354.21 | 920 | 1977-2007 | 1437.58 | 13.00 | 21.10 | 31.12 | 1815.80 |
| Caripe | 1123445.58 | 443818.23 | 960 | 1977-2007 | 1194.86 | 12.70 | 20.16 | 30.99 | 1842.84 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método Penman – Monteith (1990).

Cuadro 2. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Barrancas del Orinoco.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 88.70 | 39.30 | 38.60 | 36.90 | 100.40 | 179.80 | 152.10 | 126.40 | 76.30 | 61.80 | 89.90 | 118.10 | 1108.30 |
| TEMP.MEDIA** | 26.13 | 26.47 | 27.36 | 28.24 | 28.46 | 27.49 | 27.13 | 29.19 | 27.92 | 28.05 | 27.41 | 26.96. | 27.40 |
| TEMP.MIN** | 20.76 | 20.80 | 21.64 | 22.53 | 22.68 | 22.39 | 22.42 | 22.61 | 22.81 | 22.89 | 22.35 | 20.95 | 21.66 |
| TEMP.MAX** | 31.38 | 31.50 | 32.46 | 32.94 | 32.40 | 33.27 | 33.20 | 33.38 | 33.07 | 32.98 | 32.36 | 31.54 | 34.74 |
| E.T.P*** | 126.28 | 121.10 | 145.28 | 143.12 | 140.60 | 143.80 | 148.24 | 151.15 | 142.09 | 139.29 | 125.00 | 124.34 | 1650.29 |
| PREC.EFEC | 72.60 | 33.70 | 34.60 | 31.10 | 80.80 | 146.20 | 121.90 | 101.90 | 61.70 | 50.00 | 71.80 | 95.00 | 901.40 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.40 |
| DEFICIT | 53.68 | 87.40 | 110.68 | 112.02 | 59.80 | 0.00 | 23.94 | 49.25 | 80.39 | 89.29 | 53.20 | 29.34 | 748.99 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 3. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación San José de Buja.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 69.72 | 46.03 | 32.21 | 45.10 | 104.52 | 221.69 | 197.28 | 186.90 | 114.34 | 134.68 | 143.32 | 124.09 | 1419.84 |
| TEMP.MED** | 26.08 | 26.43 | 27.30 | 28.10 | 28.26 | 27.28 | 26.94 | 26.98 | 27.71 | 27.85 | 27.26 | 26.85 | 27.25 |
| TEMP.MIN** | 20.67 | 20.80 | 21.54 | 22.50 | 22.60 | 22.31 | 22.30 | 22.48 | 22.69 | 22.88 | 22.25 | 20.86 | 21.57 |
| TEMP.MAX** | 31.43 | 31.68 | 32.62 | 33.09 | 32.52 | 33.25 | 33.21 | 33.37 | 33.06 | 32.97 | 33.33 | 31.50 | 34.71 |
| E.T.P*** | 125.22 | 121.70 | 146.97 | 144.76 | 142.47 | 144.58 | 149.73 | 152.31 | 142.00 | 138.31 | 132.84 | 123.46 | 1663.85 |
| PREC.EFEC | 55.80 | 36.80 | 25.80 | 36.10 | 83.60 | 177.40 | 157.80 | 149.40 | 91.40 | 107.80 | 144.6 | 99.30 | 1135.80 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 32.93 | 41.00 | 38.09 | 0.00 | 0.00 | 11.76 | 0.00 | 123.78 |
| DEFICIT | 69.42 | 84.90 | 121.17 | 108.66 | 58.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.51 | 30.51 | 0.00 | 12.40 | 498.44 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 4. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación El Silencio.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 56.37 | 37.28 | 20.24 | 28.89 | 87.78 | 164.27 | 143.76 | 176.07 | 116.06 | 85.41 | 86.19 | 90.71 | 1093.09 |
| TEMP.MED** | 26.06 | 26.41 | 27.26 | 28.01 | 28.14 | 27.16 | 26.82 | 26.87 | 27.58 | 27.71 | 27.17 | 26.78 | 27.16 |
| TEMP.MIN** | 20.61 | 20.78 | 21.47 | 22.43 | 22.55 | 22.27 | 22.23 | 22.41 | 22.62 | 22.88 | 22.19 | 20.80 | 21.51 |
| TEMP.MAX** | 31.36 | 31.79 | 32.71 | 33.18 | 32.58 | 33.23 | 33.21 | 33.26 | 33.09 | 32.96 | 33.31 | 31.47 | 34.68 |
| E.T.P*** | 126.23 | 123.06 | 148.43 | 145.98 | 143.51 | 144.04 | 149.59 | 152.23 | 142.82 | 138.65 | 132.92 | 124.07 | 1671.52 |
| PREC.EFEC | 45.10 | 29.80 | 16.20 | 23.10 | 70.20 | 131.40 | 115.00 | 140.90 | 92.90 | 68.00 | 69.00 | 72.60 | 874.60 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 81.13 | 93.26 | 132.23 | 122.88 | 73.31 | 12.64 | 34.59 | 11.33 | 49.92 | 70.65 | 63.92 | 51.47 | 797.33 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 5. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Cachipo.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 70.74 | 39.68 | 34.74 | 47.54 | 136.93 | 227.74 | 246.25 | 281.15 | 166.35 | 179.15 | 203.38 | 179.80 | 1758.26 |
| TEMP.MED** | 26.04 | 26.38 | 27.23 | 27.93 | 28.02 | 27.04 | 26.71 | 26.76 | 27.45 | 27.57 | 27.09 | 26.71 | 27.07 |
| TEMP.MIN** | 20.55 | 20.78 | 21.40 | 22.35 | 22.50 | 22.22 | 22.16 | 22.33 | 22.54 | 22.86 | 22.12 | 20.75 | 21.46 |
| TEMP.MAX** | 31.49 | 31.88 | 32.88 | 33.26 | 32.65 | 33.22 | 33.21 | 33.36 | 33.03 | 32.95 | 33.30 | 31.45 | 34.65 |
| E.T.P*** | 127.13 | 127.27 | 150.04 | 147.29 | 144.53 | 144.86 | 150.53 | 153.11 | 142.20 | 138.49 | 132.77 | 123.50 | 1678.04 |
| PREC.EFEC | 56.40 | 31.80 | 27.80 | 38.00 | 109.50 | 182.20 | 197.10 | 184.90 | 133.00 | 139.30 | 162.60 | 143.80 | 1406.40 |
| ALMACENAMIENTO | 29.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 37.37 | 83.94 | 100.00 | 90.80 | 91.61 | 100.00 | 100.00 | 632.99 |
| DEFICIT | 0.00 | 66.20 | 122.24 | 109.29 | 35.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 332.76 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.73 | 0.00 | 0.00 | 21.44 | 20.00 | 37.17 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 6. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Santa Rita.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 52.73 | 29.94 | 19.86 | 26.25 | 61.87 | 166.38 | 162.78 | 130.11 | 98.78 | 80.03 | 98.79 | 91.70 | 1019.20 |
| TEMP.MED** | 26.04 | 26.38 | 27.23 | 27.93 | 28.02 | 27.04 | 26.71 | 26.76 | 27.45 | 27.57 | 27.09 | 26.71 | 27.07 |
| TEMP.MIN** | 20.55 | 20.78 | 21.40 | 22.35 | 22.50 | 22.22 | 22.16 | 22.33 | 22.54 | 22.86 | 22.12 | 20.75 | 21.46 |
| TEMP.MAX** | 31.49 | 31.88 | 32.88 | 32.26 | 32.65 | 33.22 | 33.21 | 33.36 | 33.03 | 32.95 | 33.30 | 31.45 | 34.65 |
| E.T.P*** | 127.08 | 123.23 | 150.02 | 147.30 | 144.56 | 144.89 | 150.56 | 153.12 | 142.49 | 138.46 | 132.72 | 123.44 | 1677.87 |
| PREC.EFEC | 42.20 | 23.90 | 15.90 | 21.00 | 49.50 | 133.10 | 130.20 | 104.10 | 79.00 | 64.00 | 79.00 | 73.40 | 815.50 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 84.88 | 99.33 | 134.12 | 126.30 | 95.06 | 11.46 | 20.36 | 49.02 | 63.49 | 74.46 | 53.72 | 50.04 | 862.24 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 7. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Temblador - Aeropuerto.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 54.98 | 28.80 | 20.16 | 36.42 | 77.42 | 151.27 | 158.44 | 143.50 | 101.77 | 64.97 | 86.03 | 78.99 | 1002.75 |
| TEMP.MED** | 26.10 | 26.38 | 27.22 | 27.93 | 28.02 | 27.04 | 26.71 | 26.76 | 27.45 | 27.57 | 27.09 | 26.71 | 07.07 |
| TEMP.MIN** | 20.55 | 20.78 | 21.40 | 22.36 | 22.50 | 22.22 | 22.16 | 22.33 | 22.54 | 22.86 | 22.13 | 20.75 | 21.56 |
| TEMP.MAX** | 31.49 | 31.89 | 32.80 | 33.26 | 32.65 | 33.23 | 33.21 | 33.36 | 33.03 | 32.95 | 33.30 | 31.45 | 34.66 |
| E.T.P*** | 127.59 | 124.20 | 149.79 | 147.22 | 144.33 | 143.91 | 150.29 | 153.00 | 142.58 | 138.77 | 133.20 | 123.99 | 1678.87 |
| PREC.EFEC | 42.20 | 23.90 | 15.90 | 21.00 | 49.50 | 133.10 | 130.20 | 130.20 | 104.10 | 79.00 | 64.00 | 73.40 | 815.50 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 85.39 | 100.30 | 133.89 | 126.22 | 94.83 | 10.81 | 20.09 | 22.80 | 38.48 | 59.77 | 69.20 | 50.59 | 812.46 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 8. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Caripito.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 119.90 | 52.88 | 50.18 | 72.37 | 148.65 | 312.71 | 294.09 | 245.31 | 216.10 | 203.11 | 218.46 | 175.61 | 2109.40 |
| TEMP.MED** | 25.99 | 26.34 | 27.16 | 27.77 | 27.80 | 26.81 | 26.50 | 26.54 | 27.21 | 27.31 | 26.92 | 26.58 | 26.91 |
| TEMP.MIN** | 20.44 | 20.75 | 21.27 | 22.22 | 22.40 | 22.13 | 22.02 | 22.18 | 22.39 | 22.84 | 22.01 | 20.63 | 21.35 |
| TEMP.MAX** | 31.55 | 32.06 | 32.97 | 33.42 | 32.77 | 33.20 | 32.22 | 33.34 | 33.01 | 32.94 | 33.27 | 31.39 | 34.61 |
| E.T.P*** | 126.40 | 123.91 | 151.01 | 149.48 | 147.30 | 145.63 | 151.92 | 153.89 | 143.14 | 137.46 | 131.78 | 122.33 | 1684.25 |
| PREC.EFEC | 95.90 | 42.30 | 40.20 | 57.90 | 118.90 | 250.20 | 235.30 | 196.20 | 172.90 | 162.50 | 174.70 | 140.50 | 1687.40 |
| ALMACENAMIENTO | 69.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 769.50 |
| DEFICIT | 0.00 | 12.11 | 110.81 | 91.58 | 28.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 242.90 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.57 | 83.38 | 42.31 | 29.76 | 25.04 | 42.92 | 18.17 | 246.15 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 9. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación La Centella.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 58.85 | 28.90 | 19.67 | 28.39 | 83.76 | 170.09 | 227.44 | 164.43 | 133.45 | 103.47 | 97.53 | 91.61 | 1207.64 |
| TEMP.MED** | 26.91 | 26.25 | 27.04 | 27.48 | 27.39 | 26.38 | 26.10 | 26.15 | 26.76 | 26.84 | 26.62 | 26.34 | 26.68 |
| TEMP.MIN** | 20.21 | 20.68 | 21.01 | 21.95 | 22.20 | 21.95 | 21.74 | 21.88 | 22.10 | 22.81 | 21.76 | 20.40 | 21.12 |
| TEMP.MAX** | 31.66 | 32.33 | 33.25 | 33.68 | 32.96 | 33.15 | 33.22 | 33.31 | 32.96 | 32.91 | 33.21 | 31.26 | 34.52 |
| E.T.P*** | 130.15 | 127.59 | 156.02 | 153.07 | 149.37 | 145.39 | 152.83 | 155.36 | 144.26 | 138.46 | 134.30 | 124.14 | 1710.93 |
| PREC.EFEC | 47.10 | 23.10 | 15.80 | 22.70 | 67.00 | 136.00 | 181.90 | 131.50 | 106.70 | 82.80 | 78.00 | 73.30 | 966.00 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.54 | 5.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 35.22 |
| DEFICIT | 83.05 | 104.49 | 140.22 | 130.37 | 82.37 | 3.39 | 0.00 | 0.00 | 31.88 | 55.66 | 56.30 | 50.84 | 738.57 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 10. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Maturín - Aeropuerto.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 56.35 | 30.72 | 24.84 | 41.94 | 108.20 | 208.46 | 202.24 | 172.50 | 130.20 | 105.15 | 118.96 | 106.84 | 1306.45 |
| TEMP.MED** | 25.89 | 26.23 | 27.01 | 27.41 | 27.31 | 26.29 | 26.01 | 26.06 | 26.65 | 26.73 | 26.55 | 26.28 | 26.53 |
| TEMP.MIN** | 20.15 | 20.65 | 20.95 | 21.89 | 22.18 | 21.90 | 21.67 | 21.81 | 22.03 | 22.80 | 21.70 | 20.34 | 21.07 |
| TEMP.MAX** | 30.81 | 32.39 | 33.32 | 33.73 | 33.01 | 33.13 | 33.22 | 33.30 | 32.95 | 32.90 | 33.20 | 31.23 | 34.50 |
| E.T.P*** | 54.99 | 128.57 | 155.98 | 153.95 | 149.86 | 146.01 | 147.81 | 155.63 | 144.81 | 137.93 | 133.98 | 123.25 | 1632.37 |
| PREC.EFEC | 45.10 | 24.60 | 19.80 | 33.50 | 86.60 | 166.70 | 161.80 | 138.00 | 104.20 | 84.20 | 95.10 | 85.40 | 1045.00 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.84 | 33.83 | 16.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 69.87 |
| DEFICIT | 9.89 | 103.97 | 136.18 | 120.45 | 63.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.41 | 53.73 | 38.88 | 37.85 | 588.62 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 11. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Joaquín.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 39.73 | 21.33 | 15.10 | 27.58 | 93.75 | 185.88 | 191.48 | 186.88 | 138.28 | 112.59 | 101.51 | 73.23 | 1187.39 |
| TEMP.MED** | 25.75 | 26.10 | 26.84 | 27.02 | 26.74 | 25.68 | 25.44 | 25.50 | 26.01 | 26.06 | 26.13 | 25.92 | 26.09 |
| TEMP.MIN** | 19.76 | 20.43 | 20.50 | 21.35 | 21.82 | 21.58 | 21.20 | 21.31 | 21.54 | 22.72 | 21.33 | 19.94 | 20.68 |
| TEMP.MAX** | 31.83 | 32.62 | 33.67 | 34.04 | 33.21 | 33.04 | 33.20 | 33.24 | 32.86 | 32.84 | 33.14 | 30.97 | 34.33 |
| E.T.P*** | 132.98 | 130.96 | 162.11 | 159.42 | 153.61 | 145.96 | 155.47 | 157.53 | 151.99 | 202.53 | 130.95 | 124.11 | 1807.61 |
| PREC.EFEC | 31.80 | 17.00 | 12.10 | 22.10 | 75.00 | 148.70 | 153.20 | 149.50 | 110.60 | 90.10 | 81.20 | 58.60 | 949.90 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.74 | 0.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.21 |
| DEFICIT | 101.18 | 113.96 | 150.01 | 137.32 | 78.61 | 0.00 | 0.00 | 7.56 | 41.39 | 112.43 | 49.75 | 65.51 | 857.62 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 12. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación San Félix.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PRECL.MED* | 17.77 | 10.10 | 11.19 | 24.08 | 62.58 | 123.59 | 110.30 | 126.82 | 110.45 | 97.53 | 74.38 | 39.58 | 808.49 |
| TEMP.MED** | 25.54 | 25.92 | 26.59 | 26.57 | 26.09 | 24.94 | 24.73 | 24.81 | 25.22 | 25.27 | 25.63 | 25.45 | 25.55 |
| TEMP.MIN** | 19.10 | 19.85 | 19.74 | 20.65 | 21.24 | 21.05 | 20.46 | 20.52 | 20.78 | 22.5 | 20.58 | 19.27 | 20.03 |
| TEMP.MAX** | 32.04 | 32.48 | 33.96 | 34.26 | 33.27 | 32.86 | 33.15 | 33.12 | 32.70 | 32.72 | 33.07 | 30.42 | 34.06 |
| E.T.P*** | 135.79 | 131.27 | 167.03 | 164.80 | 158.15 | 148.92 | 159.35 | 161.02 | 148.74 | 132.81 | 137.77 | 121.51 | 1767.15 |
| PREC.EFEC | 14.20 | 8.10 | 9.10 | 19.20 | 50.10 | 101.30 | 88.20 | 101.40 | 88.40 | 78.00 | 59.50 | 31.70 | 649.10 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 121.59 | 123.17 | 157.93 | 145.60 | 108.05 | 47.62 | 71.15 | 59.62 | 60.34 | 54.81 | 78.27 | 89.81 | 1117.96 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 13. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Aguasay.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 35.85 | 19.45 | 13.98 | 24.53 | 71.27 | 171.36 | 180.44 | 182.75 | 136.96 | 104.17 | 79.93 | 57.64 | 1078.35 |
| TEMP.MED** | 25.41 | 25.82 | 26.50 | 26.40 | 25.85 | 24.63 | 24.44 | 24.53 | 24.89 | 24.96 | 25.43 | 25.23 | 25.34 |
| TEMP.MIN** | 18.21 | 18.7 | 18.75 | 19.63 | 20.48 | 20.33 | 19.54 | 19.54 | 19.99 | 19.83 | 19.67 | 18.38 | 19.15 |
| TEMP.MAX** | 32.16 | 31.44 | 33.92 | 34.15 | 32.96 | 33.18 | 33.00 | 32.94 | 32.46 | 32.53 | 33.03 | 32.60 | 33.70 |
| E.T.P*** | 139.88 | 131.25 | 169.80 | 167.23 | 158.48 | 148.73 | 160.51 | 162.24 | 150.06 | 138.22 | 139.31 | 140.43 | 1806.11 |
| PREC.EFEC | 28.70 | 15.50 | 11.20 | 19.60 | 57.00 | 137.00 | 144.30 | 146.20 | 109.50 | 83.30 | 68.90 | 46.10 | 862.40 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 111.18 | 115.75 | 158.60 | 147.63 | 101.48 | 11.73 | 16.31 | 16.04 | 40.56 | 54.92 | 70.41 | 94.33 | 938.94 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 14. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Viento Fresco.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 28.38 | 14.64 | 11.56 | 26.50 | 82.68 | 179.69 | 165.75 | 136.90 | 113.20 | 99.36 | 79.92 | 57.26 | 995.88 |
| TEMP.MED** | 25.41 | 25.82 | 26.50 | 26.40 | 25.85 | 24.63 | 24.44 | 24.53 | 24.89 | 24.96 | 25.43 | 25.23 | 25.34 |
| TEMP.MIN** | 18.21 | 18.7 | 18.75 | 19.63 | 20.48 | 20.33 | 19.54 | 19.54 | 19.99 | 19.83 | 19.67 | 18.38 | 19.15 |
| TEMP.MAX** | 32.16 | 31.44 | 33.92 | 34.15 | 32.96 | 33.18 | 33.00 | 32.94 | 32.46 | 32.53 | 33.03 | 32.60 | 33.70 |
| E.T.P*** | 138.81 | 130.88 | 159.59 | 167.27 | 158.71 | 149.03 | 161.46 | 162.36 | 149.95 | 137.90 | 139.31 | 126.66 | 1791.92 |
| PREC.EFEC | 22.70 | 11.70 | 9.30 | 21.20 | 66.20 | 143.70 | 132.60 | 109.50 | 90.60 | 79.50 | 63.90 | 45.80 | 796.60 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 116.11 | 119.18 | 150.29 | 146.07 | 92.51 | 5.33 | 28.86 | 52.86 | 59.35 | 58.40 | 75.41 | 80.86 | 985.23 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 15. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación El Tejero.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 30.15 | 17.93 | 12.70 | 27.86 | 67.70 | 181.25 | 177.65 | 145.78 | 101.89 | 93.60 | 76.48 | 55.81 | 988.80 |
| TEMP.MED** | 25.28 | 25.73 | 26.41 | 26.32 | 25.72 | 24.43 | 24.24 | 24.35 | 24.68 | 24.78 | 25.31 | 25.05 | 25.19 |
| TEMP.MIN** | 18.23 | 18.81 | 18.77 | 19.66 | 20.50 | 20.34 | 19.56 | 19.56 | 19.86 | 19.78 | 19.69 | 18.40 | 19.06 |
| TEMP.MAX** | 32.16 | 33.05 | 33.93 | 34.09 | 32.92 | 32.60 | 33.01 | 32.94 | 32.47 | 32.53 | 33.03 | 32.60 | 33.71 |
| E.T.P*** | 141.27 | 139.78 | 171.26 | 168.24 | 158.31 | 149.30 | 162.73 | 163.64 | 151.17 | 137.65 | 140.63 | 141.51 | 1825.49 |
| PREC.EFEC | 24.10 | 14.30 | 10.20 | 22.30 | 54.20 | 145.00 | 142.10 | 116.60 | 81.50 | 74.90 | 61.20 | 44.50 | 790.80 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 117.17 | 125.48 | 161.06 | 145.94 | 104.11 | 4.30 | 20.63 | 47.04 | 69.67 | 62.75 | 79.43 | 97.01 | 1034.59 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 16. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Aragua de Maturín.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 35.71 | 15.18 | 17.67 | 28.18 | 80.44 | 164.38 | 168.42 | 139.64 | 125.79 | 109.97 | 80.17 | 62.39 | 1028.63 |
| TEMP.MED** | 25.27 | 25.73 | 26.41 | 26.32 | 25.72 | 24.43 | 24.21 | 24.35 | 24.67 | 24.78 | 25.31 | 25.04 | 25.16 |
| TEMP.MIN** | 20.15 | 20.65 | 20.95 | 21.89 | 22.18 | 21.90 | 221.67 | 21.81 | 22.03 | 22.80 | 21.70 | 20.34 | 21.07 |
| TEMP.MAX** | 30.81 | 32.39 | 33.32 | 33.73 | 33.01 | 33.13 | 33.22 | 33.30 | 32.95 | 32.90 | 33.20 | 31.23 | 34.50 |
| E.T.P*** | 140.75 | 139.43 | 171.10 | 168.27 | 159.44 | 154.91 | 163.13 | 164.31 | 150.90 | 149.67 | 139.52 | 140.95 | 1842.47 |
| PREC.EFEC | 28.60 | 12.60 | 14.20 | 22.60 | 64.30 | 131.40 | 134.70 | 111.70 | 100.60 | 87.40 | 64.20 | 49.90 | 822.10 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 112.15 | 126.83 | 156.90 | 145.67 | 95.14 | 23.51 | 28.43 | 52.61 | 50.30 | 62.27 | 75.32 | 91.05 | 1020.18 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 17. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Aparicio.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 19.53 | 12.25 | 15.18 | 24.32 | 64.07 | 120.93 | 145.78 | 152.83 | 120.23 | 111.16 | 77.29 | 53.54 | 917.17 |
| TEMP.MED** | 25.45 | 25.60 | 26.31 | 26.32 | 25.72 | 24.33 | 24.07 | 24.68 | 24.56 | 24.73 | 25.27 | 24.87 | 24.97 |
| TEMP.MIN** | 17.60 | 17.89 | 18.06 | 18.94 | 19.96 | 19.83 | 18.96 | 18.92 | 19.27 | 19.16 | 19.04 | 17.78 | 18.56 |
| TEMP.MAX** | 32.17 | 32.95 | 33.72 | 33.90 | 32.60 | 32.66 | 32.85 | 32.79 | 32.28 | 32.38 | 33.01 | 32.59 | 33.45 |
| E.T.P*** | 142.97 | 142.26 | 172.61 | 169.83 | 158.94 | 153.16 | 164.06 | 165.78 | 152.73 | 151.68 | 142.15 | 142.98 | 1859.14 |
| PREC.EFEC | 15.60 | 9.80 | 12.20 | 19.40 | 51.30 | 96.70 | 116.60 | 122.20 | 96.20 | 88.90 | 61.80 | 42.80 | 733.60 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 127.37 | 132.46 | 160.41 | 150.43 | 107.64 | 56.46 | 47.46 | 43.58 | 56.53 | 62.78 | 80.35 | 100.18 | 1125.65 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 18. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial de la estación La Pinta.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 35.81 | 23.23 | 25.56 | 46.30 | 96.64 | 191.03 | 171.58 | 180.01 | 119.19 | 140.40 | 108.34 | 78.99 | 1216.14 |
| TEMP.MED** | 24.53 | 25.24 | 26.08 | 26.64 | 26.21 | 24.64 | 24.31 | 24.55 | 24.87 | 25.25 | 25.55 | 25.65 | 25.16 |
| TEMP.MIN** | 16.19 | 15.55 | 16.49 | 17.37 | 18.74 | 18.67 | 17.76 | 17.66 | 18.45 | 18.04 | 17.62 | 16.78 | 17.17 |
| TEMP.MAX** | 31.88 | 32.46 | 33.04 | 33.17 | 31.62 | 31.85 | 32.32 | 32.37 | 31.79 | 31.96 | 32.94 | 32.41 | 32.87 |
| E.T.P*** | 146.73 | 146.78 | 172.96 | 170.39 | 156.10 | 151.76 | 165.22 | 168.23 | 152.66 | 152.86 | 146.82 | 145.35 | 1875.86 |
| PREC.EFEC | 28.60 | 17.80 | 20.50 | 37.00 | 77.30 | 152.80 | 137.20 | 144.00 | 95.30 | 112.30 | 86.60 | 63.20 | 972.60 |
| ALMACENAMINETO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.04 |
| DEFICIT | 118.13 | 128.98 | 152.46 | 133.39 | 78.80 | 0.00 | 28.02 | 24.23 | 57.36 | 40.56 | 60.22 | 82.15 | 904.30 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 19. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación El Guamo.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 23.98 | 15.43 | 21.12 | 33.65 | 84.57 | 140.14 | 156.27 | 159.48 | 129.22 | 128.40 | 108.25 | 66.95 | 1062.47 |
| TEMP.MED** | 24.53 | 25.24 | 26.08 | 26.64 | 26.21 | 24.64 | 24.31 | 24.55 | 24.87 | 25.25 | 25.55 | 25.65 | 25.01 |
| TEMP.MIN** | 16.19 | 15.55 | 16.49 | 17.37 | 18.74 | 18.67 | 17.76 | 17.66 | 18.45 | 18.04 | 17.62 | 16.39 | 17.17 |
| TEMP.MAX** | 31.88 | 32.46 | 33.04 | 33.17 | 31.62 | 31.85 | 32.32 | 32.37 | 31.79 | 31.96 | 32.94 | 32.41 | 32.87 |
| E.T.P*** | 146.04 | 146.57 | 172.85 | 170.41 | 156.21 | 151.91 | 165.36 | 168.29 | 152.60 | 152.98 | 139.38 | 139.08 | 1861.68 |
| PREC.EFEC | 19.20 | 12.30 | 16.90 | 26.90 | 67.70 | 112.10 | 125.00 | 127.60 | 103.40 | 98.70 | 86.60 | 53.60 | 849.90 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 126.84 | 134.27 | 155.95 | 143.51 | 88.51 | 39.81 | 40.36 | 40.69 | 49.20 | 54.28 | 52.78 | 85.48 | 1011.68 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 20. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación La Margarita.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 113.78 | 69.26 | 58.71 | 54.90 | 139.49 | 290.88 | 246.88 | 248.83 | 236.06 | 199.34 | 222.27 | 168.78 | 2049.23 |
| TEMP.MED** | 22.50 | 23.43 | 24.72 | 26.64 | 27.02 | 25.57 | 24.64 | 25.31 | 25.84 | 26.53 | 26.06 | 23.88 | 23.70 |
| TEMP.MIN** | 13.26 | 11.29 | 13.32 | 12.00 | 16.21 | 16.23 | 15.83 | 15.67 | 17.26 | 15.81 | 14.36 | 13.63 | 14.29 |
| TEMP.MAX** | 30.11 | 30.98 | 31.84 | 31.96 | 30.28 | 33.33 | 30.26 | 31.12 | 30.41 | 30.70 | 31.84 | 31.75 | 31.66 |
| E.T.P*** | 143.19 | 143.98 | 176.41 | 179.93 | 155.81 | 173.85 | 158.83 | 166.41 | 147.57 | 153.17 | 149.30 | 150.11 | 1898.87 |
| PREC.EFEC | 91.00 | 55.40 | 47.00 | 43.90 | 111.50 | 232.60 | 197.40 | 199.00 | 188.80 | 159.40 | 177.80 | 135.00 | 1638.90 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 58.75 | 97.32 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 84.89 | 640.96 |
| DEFICIT | 52.19 | 88.58 | 129.41 | 136.03 | 44.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 450.52 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.91 | 41.23 | 6.23 | 28.50 | 0.00 | 105.87 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 21. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Los Cinco Cruces.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 97.20 | 86.46 | 56.84 | 76.94 | 89.16 | 208.30 | 238.08 | 122.39 | 166.53 | 168.81 | 150.19 | 142.26 | 1673.93 |
| TEMP.MED** | 22.16 | 23.08 | 24.42 | 26.42 | 26.90 | 25.53 | 24.54 | 25.24 | 25.87 | 26.49 | 25.47 | 23.67 | 23.21 |
| TEMP.MIN** | 12.92 | 10.86 | 12.96 | 13.96 | 15.92 | 15.95 | 15.64 | 15.48 | 17.30 | 15.94 | 14.58 | 13.32 | 13.96 |
| TEMP.MAX** | 30.11 | 30.98 | 31.84 | 31.96 | 30.28 | 33.33 | 30.26 | 31.12 | 30.41 | 30.70 | 31.84 | 31.75 | 31.66 |
| E.T.P*** | 142.30 | 142.83 | 176.00 | 172.60 | 157.84 | 150.61 | 155.96 | 165.61 | 146.07 | 150.99 | 147.38 | 149.61 | 1867.8 |
| PREC.EFEC | 77.80 | 69.20 | 45.40 | 61.50 | 71.40 | 166.60 | 190.40 | 154.50 | 133.20 | 134.60 | 120.20 | 113.80 | 1338.60 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.99 | 34.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 50.43 |
| DEFICIT | 64.50 | 73.63 | 130.60 | 111.10 | 86.44 | 0.00 | 0.00 | 11.11 | 12.87 | 16.39 | 27.18 | 35.81 | 569.63 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 22. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Tierra Blanca.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 74.56 | 70.78 | 44.60 | 70.79 | 84.55 | 127.29 | 177.16 | 173.67 | 173.52 | 138.28 | 165.28 | 136.94 | 1437.58 |
| TEMP.MED** | 21.01 | 21.86 | 23.34 | 25.39 | 26.10 | 25.05 | 23.90 | 24.69 | 25.29 | 25.91 | 25.41 | 22.81 | 21.10 |
| TEMP.MIN** | 11.94 | 10.21 | 11.95 | 13.02 | 15.08 | 15.11 | 15.12 | 14.98 | 17.61 | 15.68 | 13.75 | 12.46 | 13.00 |
| TEMP.MAX** | 28.81 | 29.96 | 31.10 | 30.75 | 29.85 | 29.42 | 28.78 | 30.32 | 29.58 | 29.91 | 30.61 | 29.71 | 31.12 |
| E.T.P*** | 138.83 | 140.85 | 175.18 | 168.56 | 159.07 | 149.14 | 149.23 | 162.53 | 139.81 | 148.15 | 143.98 | 140.47 | 1815.80 |
| PREC.EFEC | 59.70 | 56.60 | 35.70 | 56.80 | 57.60 | 101.80 | 93.70 | 138.90 | 138.80 | 110.60 | 132.20 | 109.50 | 1101.80 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 79.13 | 84.25 | 139.48 | 111.76 | 101.47 | 47.34 | 55.53 | 23.63 | 1.01 | 37.55 | 11.78 | 30.97 | 723.90 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 23. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Caripe.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 73.72 | 31.26 | 27.10 | 34.36 | 90.94 | 157.63 | 163.42 | 178.39 | 126.19 | 116.06 | 25.75 | 74.50 | 1195.86 |
| TEMP.MED** | 20.58 | 21.39 | 22.94 | 24.92 | 25.68 | 24.76 | 23.58 | 24.37 | 24.99 | 25.57 | 25.12 | 22.46 | 20.16 |
| TEMP.MIN** | 11.63 | 10.11 | 11.63 | 12.74 | 14.81 | 14.85 | 14.96 | 14.83 | 17.80 | 15.65 | 13.50 | 12.19 | 12.70 |
| TEMP.MAX** | 28.47 | 29.65 | 30.83 | 30.93 | 29.69 | 32.74 | 28.37 | 30.11 | 29.36 | 29.69 | 30.24 | 29.36 | 30.99 |
| E.T.P*** | 138.66 | 143.87 | 173.58 | 170.37 | 157.47 | 174.73 | 148.04 | 161.60 | 137.65 | 147.12 | 142.44 | 147.31 | 1842.84 |
| PREC.EFEC | 59.00 | 25.00 | 21.70 | 27.50 | 72.30 | 126.10 | 130.70 | 110.70 | 101.00 | 92.00 | 97.40 | 59.60 | 923.80 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 79.66 | 118.87 | 151.88 | 142.87 | 85.17 | 48.63 | 17.34 | 50.90 | 36.65 | 55.12 | 45.04 | 87.71 | 919.84 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

ÁPENDICE B

Cuadro 24. Ubicación relativa, elevación, periodo de registro y promedios de precipitación media anual (P.M.A), temperatura mínima media anual (T.Min.A), temperatura media anual (T.Med.A), temperatura máxima media anual (T.Max.A) y evapotranspiración potencial media anual (E.T.P.A) de las estaciones climatológicas bajo estudio del estado Anzoátegui.

| Estaciones climatológicas | Coordenada Norte | Coordenada Este | Elevación (m.s.n.m) | Periodo de registro | P.M.A* (mm) | T.Min.A** (°C) | T.Med.A** (°C) | T.Max.A** (°C) | E.T.P.A*** (mm) |
|---------------------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Campo Mata | 1016993.69 | 386650.30 | 135 | 1977-2007 | 1137.73 | 20.30 | 25.75 | 34.18 | 1765.19 |
| San Diego de Cabrutica | 1041183.67 | 381230.19 | 140 | 1977-2007 | 1120.04 | 20.24 | 25.71 | 34.16 | 1765.32 |
| Santo Tomas | 1014835.91 | 414113.21 | 145 | 1977-2007 | 1017.07 | 20.19 | 25.66 | 34.13 | 1767.22 |
| San Miguel | 952542.19 | 460197.51 | 177 | 1977-2007 | 1147.12 | 19.31 | 25.44 | 33.99 | 1782.00 |
| La Viuda | 979797.09 | 427234.60 | 188 | 1977-2007 | 1113.55 | 19.72 | 25.35 | 33.94 | 1776.64 |
| Úrica | 1073931.70 | 390109.58 | 240 | 1977-2007 | 1120.97 | 19.06 | 25.16 | 33.71 | 1838.27 |
| Mundo Nuevo | 1096010.02 | 382499.99 | 500 | 1977-2007 | 1294.91 | 16.60 | 25.00 | 32.63 | 1885.66 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 25. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Campo Mata.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 17.66 | 15.48 | 9.23 | 40.71 | 70.53 | 159.32 | 194.52 | 227.42 | 150.03 | 135.79 | 80.08 | 36.91 | 1137.73 |
| TEMP.MED** | 25.62 | 25.99 | 26.69 | 26.72 | 26.32 | 25.21 | 24.98 | 25.06 | 25.50 | 25.55 | 25.81 | 25.63 | 25.75 |
| TEMP.MIN** | 19.37 | 20.11 | 20.06 | 20.90 | 21.48 | 21.27 | 20.76 | 20.84 | 21.09 | 22.64 | 20.87 | 19.54 | 20.30 |
| TEMP.MAX** | 31.96 | 32.61 | 33.88 | 34.21 | 33.31 | 32.94 | 33.18 | 33.17 | 32.77 | 32.77 | 33.09 | 30.66 | 34.18 |
| E.T.P*** | 135.77 | 132.42 | 165.57 | 162.70 | 156.69 | 147.33 | 157.29 | 159.40 | 148.35 | 138.24 | 137.68 | 128.75 | 1765.19 |
| PREC.EFEC | 14.20 | 12.40 | 7.40 | 32.60 | 56.40 | 127.40 | 155.60 | 181.90 | 120.00 | 108.60 | 64.10 | 29.50 | 910.00 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.50 |
| DEFICIT | 121.57 | 120.02 | 158.17 | 130.10 | 100.29 | 19.93 | 1.69 | 0.00 | 5.85 | 29.64 | 73.58 | 99.25 | 860.09 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 26. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación San Diego de Cabrutica.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 6.97 | 9.43 | 10.12 | 36.44 | 101.29 | 178.90 | 199.33 | 209.53 | 156.74 | 110.78 | 73.79 | 26.66 | 1120.04 |
| TEMP.MED** | 26.94 | 25.98 | 26.68 | 26.68 | 26.27 | 25.15 | 24.98 | 25.01 | 25.44 | 25.49 | 25.77 | 25.59 | 25.71 |
| TEMP.MIN** | 19.31 | 20.07 | 19.99 | 20.84 | 21.43 | 21.22 | 20.72 | 20.77 | 21.02 | 22.62 | 20.81 | 19.49 | 20.24 |
| TEMP.MAX** | 31.98 | 32.59 | 33.90 | 34.22 | 33.28 | 32.92 | 33.17 | 33.16 | 32.76 | 32.76 | 33.08 | 32.53 | 34.16 |
| E.T.P*** | 135.18 | 132.02 | 166.12 | 163.50 | 156.89 | 147.62 | 158.21 | 159.55 | 148.27 | 137.19 | 137.19 | 122.86 | 1765.32 |
| PREC.EFEC | 5.60 | 7.50 | 8.10 | 29.10 | 81.00 | 143.10 | 159.40 | 167.60 | 125.40 | 88.60 | 59.00 | 21.40 | 895.90 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.19 | 9.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 129.58 | 124.52 | 158.02 | 134.40 | 75.86 | 4.52 | 0.00 | 0.00 | 13.63 | 48.59 | 78.19 | 101.46 | 868.77 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 27. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Santo Tomas.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC* | 22.64 | 12.65 | 11.50 | 29.25 | 77.28 | 151.50 | 176.67 | 175.48 | 125.67 | 101.35 | 76.24 | 56.79 | 1017.07 |
| TEMP.MED** | 25.59 | 25.96 | 26.70 | 26.65 | 26.22 | 25.09 | 24.88 | 24.95 | 24.64 | 25.43 | 25.73 | 25.56 | 25.66 |
| TEMP.MAX** | 31.99 | 32.57 | 33.92 | 34.23 | 33.28 | 32.81 | 33.17 | 33.15 | 32.74 | 32.75 | 33.08 | 32.54 | 34.13 |
| TEMP.MIN** | 19.26 | 20.02 | 19.93 | 20.84 | 21.39 | 21.18 | 20.64 | 20.71 | 20.96 | 22.61 | 20.76 | 19.43 | 20.19 |
| E.T.P*** | 136.24 | 132.33 | 166.27 | 163.45 | 156.87 | 146.39 | 158.08 | 159.87 | 148.08 | 138.09 | 138.26 | 123.29 | 1767.22 |
| PREC.EFEC | 18.10 | 10.20 | 9.20 | 23.40 | 61.80 | 121.20 | 141.40 | 140.40 | 100.60 | 81.10 | 61.00 | 45.40 | 813.80 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 118.14 | 122.13 | 157.07 | 140.05 | 95.07 | 25.19 | 16.68 | 19.47 | 47.48 | 56.99 | 77.26 | 77.89 | 953.42 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 28. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación San Miguel.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC* | 30.34 | 21.39 | 13.80 | 34.44 | 95.55 | 186.06 | 207.54 | 192.64 | 105.30 | 101.21 | 94.64 | 64.16 | 1147.12 |
| TEMP.MED** | 25.49 | 26.84 | 26.56 | 26.48 | 25.97 | 24.79 | 24.58 | 24.68 | 25.06 | 25.12 | 25.53 | 25.35 | 25.44 |
| TEMP.MIN** | 18.91 | 19.65 | 19.53 | 20.44 | 21.08 | 20.90 | 20.26 | 20.30 | 20.57 | 22.53 | 20.39 | 19.08 | 19.31 |
| TEMP.MAX** | 32.08 | 32.34 | 33.99 | 34.27 | 32.95 | 32.81 | 33.12 | 33.08 | 32.66 | 32.68 | 33.05 | 30.24 | 33.99 |
| E.T.P*** | 139.01 | 132.63 | 169.30 | 165.63 | 155.38 | 147.49 | 159.01 | 161.34 | 149.81 | 138.42 | 140.33 | 123.87 | 1782.00 |
| PREC.EFEC | 24.20 | 17.10 | 11.00 | 27.50 | 76.40 | 148.90 | 166.00 | 154.10 | 84.20 | 81.00 | 75.80 | 51.40 | 917.60 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.41 | 8.40 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.97 |
| DEFICIT | 114.81 | 115.53 | 158.30 | 138.13 | 78.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 65.61 | 57.42 | 64.53 | 72.47 | 865.78 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 29. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación La Viuda.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC* | 14.22 | 12.40 | 7.89 | 30.20 | 86.94 | 164.86 | 189.45 | 193.75 | 167.00 | 136.35 | 75.03 | 35.41 | 1113.55 |
| TEMP.MED** | 25.45 | 25.85 | 26.53 | 26.44 | 26.53 | 24.71 | 24.50 | 24.60 | 24.97 | 25.03 | 25.47 | 25.29 | 25.35 |
| TEMP.MIN** | 20.96 | 19.52 | 19.40 | 20.30 | 20.98 | 20.80 | 20.13 | 20.17 | 20.44 | 22.50 | 20.26 | 18.96 | 19.72 |
| TEMP.MAX** | 32.10 | 32.22 | 33.99 | 34.26 | 33.20 | 32.77 | 33.11 | 33.06 | 32.62 | 32.66 | 33.05 | 30.12 | 33.94 |
| E.T.P*** | 130.37 | 132.63 | 169.28 | 166.37 | 158.04 | 147.84 | 159.96 | 161.60 | 149.39 | 138.88 | 140.73 | 121.55 | 1776.64 |
| PREC.EFEC | 11.40 | 9.90 | 6.30 | 24.20 | 69.50 | 131.80 | 151.60 | 155.00 | 133.60 | 109.10 | 60.00 | 28.30 | 890.70 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 118.97 | 122.73 | 169.98 | 142.17 | 88.54 | 16.04 | 8.36 | 6.60 | 15.79 | 29.78 | 80.73 | 93.25 | 892.94 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 30. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Úrica.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC* | 35.73 | 11.48 | 9.06 | 35.39 | 67.27 | 150.69 | 196.01 | 181.37 | 156.79 | 109.81 | 93.05 | 74.28 | 1120.97 |
| TEMP.MED** | 25.28 | 25.73 | 26.41 | 26.32 | 25.72 | 24.43 | 24.21 | 24.35 | 24.68 | 24.78 | 25.31 | 12.02 | 25.16 |
| TEMP.MIN** | 18.23 | 18.81 | 18.77 | 19.66 | 20.50 | 20.34 | 19.56 | 19.56 | 19.86 | 19.78 | 19.69 | 18.40 | 19.06 |
| TEMP.MAX** | 32.16 | 33.05 | 33.93 | 34.09 | 32.92 | 32.60 | 33.01 | 32.94 | 32.47 | 32.53 | 33.03 | 32.59 | 33.71 |
| E.T.P*** | 141.15 | 139.70 | 171.22 | 168.25 | 158.36 | 150.01 | 162.79 | 163.66 | 151.88 | 149.98 | 139.88 | 141.39 | 1838.27 |
| PREC.EFEC | 28.60 | 9.20 | 7.30 | 28.30 | 53.90 | 120.60 | 156.90 | 145.10 | 125.40 | 87.80 | 74.40 | 59.40 | 897.00 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 112.55 | 130.50 | 163.92 | 139.95 | 104.46 | 29.41 | 5.89 | 18.56 | 26.48 | 62.18 | 65.48 | 81.99 | 941.37 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 31. Promedios mensuales de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial de la estación Mundo Nuevo.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC* | 23.74 | 12.87 | 10.72 | 41.17 | 96.87 | 140.78 | 200.46 | 220.75 | 182.34 | 163.69 | 131.31 | 70.15 | 1294.90 |
| TEMP.MED** | 25.24 | 25.02 | 25.94 | 26.79 | 26.50 | 24.89 | 24.37 | 24.78 | 25.13 | 25.60 | 25.73 | 24.59 | 25.00 |
| TEM.MIN** | 15.60 | 14.56 | 15.86 | 16.74 | 18.24 | 18.20 | 17.33 | 17.20 | 17.85 | 21.97 | 17.06 | 15.83 | 16.60 |
| TEMP.MAX** | 31.66 | 32.21 | 32.76 | 32.88 | 31.25 | 31.75 | 32.03 | 32.17 | 31.56 | 31.76 | 32.86 | 32.26 | 32.63 |
| E.T.P*** | 147.43 | 148.24 | 173.57 | 170.68 | 155.67 | 152.96 | 164.84 | 168.33 | 153.68 | 154.23 | 148.36 | 147.68 | 1885.66 |
| PREC.EFEC | 19.00 | 10.30 | 8.60 | 33.00 | 7.50 | 112.60 | 160.40 | 176.60 | 145.80 | 131.00 | 105.00 | 56.20 | 1035.90 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.27 | 0.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.66 |
| DEFICIT | 128.43 | 137.94 | 164.97 | 137.68 | 148.17 | 40.36 | 4.44 | 0.00 | 0.00 | 23.23 | 43.36 | 91.48 | 920.06 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

ÁPENDICE C

Cuadro 32. Ubicación relativa, elevación, periodo de registro y promedios de precipitación media anual (P.M.A), temperatura mínima anual (T.Min.A), temperatura media anual (T.Med.A), temperatura máxima anual (T.Max.A) y evapotranspiración potencial anual (E.T.P.A) de las estaciones climatológicas bajo estudio del estado Sucre.

| Estaciones climatológicas | Coordenada Norte | Coordenada Este | Elevación (m.s.n.m) | Periodo de registro | P.M.A* (mm) | T.Min.A** (°C) | T.Med.A** (°C) | T.Max.A** (°C) | E.T.P.A*** (mm) |
|---------------------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Rio Grande | 1141569.51 | 465744.99 | 65 | 1977-2007 | 1985.68 | 21.07 | 26.53 | 34.50 | 1702.37 |
| Cumanacoa – La Granja | 1132854.39 | 397954.76 | 244 | 1977-2007 | 1429.23 | 18.14 | 25.15 | 33.61 | 1850.85 |
| Santa María | 1136728.82 | 435200.27 | 380 | 1977-2007 | 1550.27 | 18.76 | 25.00 | 33.40 | 1836.89 |
| Amanita | 1139145.64 | 440679.73 | 420 | 1977-2007 | 1286.14 | 17.36 | 25.01 | 32.95 | 1876.01 |
| Cocollar | 1125293.57 | 411079.16 | 834 | 1977-2007 | 1147.27 | 13.68 | 22.72 | 31.40 | 1846.67 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 33. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Rio Grande.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 83.75 | 65.00 | 60.25 | 65.47 | 162.15 | 275.52 | 269.91 | 231.10 | 193.62 | 180.64 | 215.95 | 183.27 | 1987.68 |
| TEMP.MED** | 25.89 | 26.23 | 27.01 | 27.41 | 27.31 | 26.29 | 26.01 | 26.06 | 26.65 | 26.73 | 26.55 | 26.28 | 26.53 |
| TEMP.MIN** | 20.15 | 20.65 | 20.95 | 21.89 | 22.18 | 21.90 | 21.67 | 21.81 | 22.03 | 22.80 | 21.70 | 20.34 | 21.07 |
| TEMP.MAX** | 30.81 | 32.39 | 33.32 | 33.73 | 33.01 | 33.13 | 33.22 | 33.30 | 32.95 | 32.90 | 33.20 | 31.23 | 34.50 |
| E.T.P*** | 121.24 | 126.57 | 155.51 | 154.01 | 150.94 | 146.49 | 154.66 | 155.81 | 144.63 | 137.41 | 132.77 | 122.35 | 1702.37 |
| PREC.EFEC | 67.00 | 52.00 | 48.20 | 52.40 | 129.70 | 220.40 | 215.90 | 184.90 | 154.60 | 144.50 | 172.20 | 146.60 | 1588.40 |
| ALMACENAMIENTO | 45.00 | 28.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 73.91 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 747.72 |
| DEFICIT | 0.00 | 0.00 | 78.50 | 101.61 | 21.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 201.35 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 35.15 | 28.99 | 9.97 | 7.09 | 39.43 | 24.25 | 144.88 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 34. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Cumanacoa – La Granja.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 36.53 | 24.52 | 31.34 | 74.36 | 103.87 | 110.21 | 170.54 | 218.36 | 214.93 | 190.97 | 162.02 | 91.52 | 1429.23 |
| TEMP.MED** | 25.27 | 25.73 | 26.40 | 26.32 | 25.72 | 24.42 | 24.20 | 24.34 | 24.66 | 24.77 | 25.30 | 25.04 | 25.15 |
| TEMP.MIN** | 17.98 | 18.21 | 18.45 | 18.48 | 19.37 | 20.28 | 20.14 | 19.32 | 19.30 | 19.62 | 18.89 | 18.15 | 18.14 |
| TEMP.MAX** | 32.17 | 33.02 | 33.86 | 34.07 | 32.83 | 32.52 | 32.94 | 32.88 | 32.40 | 32.47 | 33.02 | 32.60 | 33.61 |
| E.T.P*** | 141.07 | 139.86 | 171.94 | 173.24 | 162.89 | 149.76 | 159.81 | 165.66 | 153.64 | 150.14 | 141.88 | 140.95 | 1850.85 |
| PREC.EFEC | 29.20 | 19.60 | 25.10 | 59.50 | 83.00 | 88.20 | 136.50 | 174.60 | 171.90 | 152.70 | 129.60 | 73.20 | 1143.20 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.26 | 20.82 | 8.54 | 0.00 | 47.62 |
| DEFICIT | 111.87 | 120.26 | 146.84 | 113.74 | 79.89 | 61.56 | 23.31 | 8.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 65.21 | 731.62 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 35. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Santa María.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 51.07 | 39.44 | 42.01 | 84.00 | 91.86 | 145.10 | 207.77 | 233.80 | 207.76 | 185.83 | 152.84 | 108.73 | 1550.27 |
| TEMP.MED** | 24.78 | 25.41 | 26.18 | 26.48 | 25.94 | 24.44 | 24.09 | 24.37 | 24.67 | 24.96 | 25.39 | 24.73 | 25.01 |
| TEMP.MIN** | 17.81 | 18.46 | 18.30 | 19.18 | 20.13 | 20.00 | 19.16 | 19.13 | 19.46 | 19.36 | 19.25 | 17.98 | 18.76 |
| TEMP.MAX** | 32.17 | 32.99 | 33.80 | 34.00 | 32.74 | 32.47 | 32.91 | 32.84 | 32.35 | 32.43 | 33.02 | 32.60 | 33.40 |
| E.T.P*** | 141.52 | 139.92 | 172.08 | 169.54 | 159.49 | 151.06 | 164.48 | 165.09 | 152.87 | 150.84 | 133.64 | 136.35 | 1836.89 |
| PREC.EFEC | 46.90 | 37.10 | 39.20 | 72.70 | 78.40 | 111.40 | 138.70 | 146.30 | 138.70 | 130.60 | 115.40 | 89.80 | 1142.30 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 94.62 | 102.82 | 132.88 | 96.84 | 81.09 | 39.66 | 25.78 | 18.79 | 14.17 | 20.24 | 18.24 | 46.45 | 691.68 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 36. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Amanita.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 51.68 | 36.55 | 31.68 | 47.20 | 81.19 | 149.81 | 185.09 | 183.43 | 157.36 | 139.49 | 130.42 | 92.18 | 1286.14 |
| TEMP.MED** | 24.62 | 25.30 | 26.11 | 26.58 | 26.11 | 24.57 | 24.17 | 24.49 | 24.80 | 25.15 | 25.49 | 24.68 | 25.01 |
| TEMP.MIN** | 16.39 | 16.55 | 16.71 | 17.59 | 18.91 | 18.84 | 17.92 | 17.82 | 18.32 | 22.01 | 17.82 | 16.58 | 17.36 |
| TEMP.MAX** | 31.95 | 32.55 | 33.14 | 33.28 | 31.76 | 31.93 | 32.41 | 32.44 | 31.86 | 32.03 | 32.96 | 32.46 | 32.95 |
| E.T.P*** | 145.29 | 145.62 | 172.98 | 170.02 | 157.06 | 151.99 | 165.82 | 168.35 | 154.30 | 153.01 | 145.94 | 145.65 | 1876.01 |
| PREC.EFEC | 41.40 | 29.20 | 25.40 | 37.80 | 65.00 | 119.80 | 148.10 | 146.70 | 125.90 | 111.60 | 104.30 | 73.80 | 1028.90 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 103.89 | 116.42 | 147.58 | 132.22 | 92.06 | 32.19 | 17.72 | 21.65 | 28.40 | 41.41 | 41.64 | 71.85 | 847.03 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 37. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Cocollar.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 42.16 | 34.95 | 30.76 | 59.87 | 84.35 | 119.63 | 139.75 | 162.97 | 147.18 | 136.60 | 112.78 | 76.22 | 1147.27 |
| TEMP.MED** | 21.85 | 22.75 | 24.14 | 26.18 | 26.74 | 25.45 | 24.41 | 25.14 | 25.71 | 26.39 | 25.86 | 23.46 | 22.72 |
| TEMP.MIN** | 12.63 | 10.62 | 12.67 | 13.69 | 15.68 | 15.71 | 15.49 | 15.33 | 17.36 | 15.85 | 14.34 | 13.07 | 13.68 |
| TEMP.MAX** | 29.53 | 30.55 | 31.56 | 31.68 | 30.10 | 29.92 | 29.61 | 30.76 | 30.03 | 30.35 | 31.33 | 30.43 | 31.40 |
| E.T.P*** | 141.23 | 143.19 | 175.81 | 172.83 | 158.21 | 149.97 | 154.12 | 165.12 | 144.73 | 150.85 | 146.80 | 143.82 | 1846.67 |
| PREC.EFEC | 33.80 | 28.00 | 24.60 | 47.90 | 67.40 | 95.70 | 111.80 | 130.30 | 117.80 | 109.30 | 90.20 | 61.00 | 917.80 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| DEFICIT | 107.43 | 115.19 | 151.21 | 124.93 | 90.81 | 54.27 | 42.32 | 34.82 | 26.93 | 41.55 | 56.60 | 82.82 | 928.88 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

ÁPENDICE D

Cuadro 38. Ubicación relativa, elevación, periodo de registro y promedios de precipitación media anual (P.M.A), temperatura mínima anual (T.Min.A), temperatura media anual (T.Med.A), temperatura máxima anual (T.Max.A) y evapotranspiración potencial anual (E.T.P.A) de las estaciones climatológicas bajo estudio del estado Delta Amacuro.

| Estaciones climatológicas | Coordenada Norte | Coordenada Este | Elevación (m.s.n.m) | Periodo de registro | P.M.A* (mm) | T.Min.A** (°C) | T.Med.A** (°C) | T.Max.A** (°C) | E.T.P.A*** (mm) |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Boca de Araguaito | 947605.98 | 721042.32 | 2 | 1970-2007 | 1473.86 | 21.78 | 27.60 | 34.79 | 1645.51 |
| Pedernales | 1101440.82 | 580800.57 | 2 | 1970-2007 | 1511.62 | 31.78 | 27.60 | 34.79 | 1641.10 |
| Tucupita – La Granja | 1004438.65 | 604209.93 | 10 | 1970-2007 | 1395.49 | 31.69 | 27.44 | 34.75 | 1645.75 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 39. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Boca de Araguaito.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 97.63 | 78.43 | 51.11 | 58.63 | 134.26 | 216.77 | 195.53 | 166.92 | 107.87 | 91.35 | 132.33 | 143.01 | 1473.86 |
| TEMP.MED** | 27.17 | 26.52 | 27.43 | 28.43 | 28.72 | 27.76 | 27.38 | 27.43 | 28.21 | 28.38 | 27.61 | 27.11 | 27.60 |
| TEMP.MIN** | 20.67 | 20.80 | 21.77 | 22.74 | 22.78 | 22.48 | 22.57 | 22.77 | 22.97 | 22.90 | 22.48 | 21.08 | 21.78 |
| TEMP.MAX** | 31.31 | 31.25 | 32.25 | 32.74 | 32.24 | 33.30 | 33.20 | 33.40 | 33.10 | 33.00 | 33.39 | 31.59 | 34.79 |
| E.T.P*** | 126.19 | 119.56 | 142.79 | 140.53 | 138.07 | 142.97 | 147.41 | 150.32 | 141.36 | 139.02 | 132.86 | 124.44 | 1645.51 |
| PREC.EFEC | 78.10 | 62.70 | 40.90 | 46.90 | 107.40 | 173.40 | 156.40 | 133.50 | 86.30 | 73.00 | 105.80 | 114.40 | 1179.00 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 30.43 | 39.42 | 22.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 92.45 |
| DEFICIT | 48.09 | 56.86 | 101.89 | 93.63 | 30.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 32.46 | 66.02 | 27.06 | 10.04 | 466.72 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 40. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Pedernales.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 71.44 | 41.92 | 33.24 | 56.83 | 114.67 | 209.34 | 205.45 | 210.83 | 156.46 | 158.82 | 139.47 | 43.00 | 1511.62 |
| TEMP.MED** | 27.17 | 26.52 | 27.43 | 28.43 | 28.72 | 27.76 | 27.38 | 27.43 | 28.21 | 28.38 | 27.61 | 27.11 | 27.60 |
| TEMP.MIN** | 20.67 | 20.80 | 21.77 | 22.74 | 22.78 | 22.48 | 22.57 | 22.77 | 22.97 | 22.90 | 22.48 | 21.08 | 21.78 |
| TEMP.MAX** | 31.31 | 31.25 | 32.25 | 32.74 | 32.24 | 33.30 | 33.20 | 33.40 | 33.10 | 33.00 | 33.39 | 31.59 | 34.79 |
| E.T.P*** | 124.40 | 117.79 | 142.16 | 140.69 | 138.83 | 144.71 | 149.09 | 151.48 | 141.02 | 137.90 | 130.53 | 122.51 | 1641.10 |
| PREC.EFEC | 56.90 | 33.50 | 26.60 | 45.40 | 91.70 | 167.40 | 164.30 | 168.60 | 125.10 | 127.00 | 111.60 | 90.70 | 1209.00 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.69 | 37.90 | 55.02 | 39.10 | 28.20 | 9.27 | 0.00 | 192.18 |
| DEFICIT | 67.50 | 84.29 | 115.56 | 95.29 | 47.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.54 | 432.31 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 41. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la Tucupita – La Granja.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| PREC.MED* | 70.86 | 47.26 | 46.37 | 55.06 | 130.81 | 206.62 | 194.85 | 164.82 | 109.19 | 100.36 | 133.94 | 136.06 | 1395.49 |
| TEMP.MED** | 26.13 | 26.48 | 27.37 | 28.28 | 28.51 | 27.54 | 27.18 | 27.23 | 27.98 | 28.14 | 25.65 | 26.99 | 27.44 |
| TEMP.MIN** | 20.78 | 20.80 | 21.67 | 22.63 | 22.70 | 22.41 | 22.45 | 22.64 | 22.85 | 22.89 | 22.38 | 20.98 | 21.69 |
| TEMP.MAX** | 31.37 | 31.45 | 32.42 | 32.91 | 32.37 | 33.28 | 33.21 | 33.39 | 33.08 | 32.99 | 33.36 | 31.55 | 34.75 |
| E.T.P*** | 125.84 | 120.40 | 144.70 | 142.31 | 140.74 | 144.11 | 148.52 | 151.24 | 141.35 | 138.70 | 132.42 | 124.41 | 1645.75 |
| PREC.EFEC | 78.10 | 37.80 | 37.10 | 44.10 | 104.60 | 165.30 | 155.80 | 131.40 | 87.40 | 80.30 | 107.10 | 108.90 | 1137.90 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 21.19 | 28.47 | 8.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 58.29 |
| DEFICIT | 47.74 | 82.60 | 107.60 | 98.21 | 36.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 45.32 | 58.40 | 25.32 | 15.51 | 516.84 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

ÁPENDICE E

Cuadro 42. Ubicación relativa, elevación, periodo de registro y promedios de precipitación media anual (P.M.A), temperatura mínima anual (T.Min.A), temperatura media anual (T.Med.A), temperatura máxima anual (T.Max.A) y evapotranspiración potencial anual (E.T.P.A) de las estaciones climatológicas bajo estudio del estado Bolívar.

| Estaciones climatológicas | Coordenada Norte | Coordenada Este | Elevación (m.s.n.m) | Periodo de registro | P.Med.A* (mm) | T.Min.A** (°C) | T.Med.A** (°C) | T.Max.A** (°C) | E.T.P.A*** (mm) |
|---------------------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Puerto Ordaz | 92196.73 | 529784.33 | 51 | 1977-2007 | 1063.80 | 21.22 | 26.73 | 34.56 | 1702.84 |
| San Félix | 922045.79 | 537980.16 | 122 | 1980-2007 | 1087.70 | 20.07 | 25.85 | 34.23 | 1758.16 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 43. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación Puerto Ordaz.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 35.90 | 30.50 | 21.30 | 30.20 | 95.40 | 197.50 | 172.60 | 142.20 | 87.00 | 90.50 | 89.90 | 70.90 | 1063.80 |
| TEMP.MED** | 25.95 | 26.29 | 27.09 | 27.60 | 27.57 | 27.57 | 26.27 | 26.32 | 26.95 | 27.04 | 26.75 | 26.44 | 26.73 |
| TEMP.MIN** | 20.31 | 20.72 | 21.13 | 22.08 | 22.29 | 22.03 | 21.86 | 22.01 | 22.23 | 22.82 | 21.87 | 21.10 | 21.22 |
| TEMP.MAX** | 31.61 | 32.22 | 33.14 | 33.57 | 32.88 | 33.17 | 33.22 | 3.32 | 32.98 | 32.92 | 33.24 | 32.42 | 34.56 |
| E.T.P*** | 130.54 | 127.36 | 154.05 | 151.61 | 147.61 | 144.19 | 151.52 | 154.21 | 144.35 | 139.16 | 135.18 | 123.06 | 1702.84 |
| PREC.EFEC | 28.70 | 24.40 | 17.00 | 24.20 | 76.30 | 158.00 | 138.10 | 113.80 | 69.60 | 72.40 | 71.90 | 56.70 | 851.10 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.39 |
| DEFICIT | 101.84 | 102.96 | 137.05 | 127.41 | 71.31 | 0.00 | 0.03 | 40.41 | 74.75 | 66.76 | 63.28 | 66.36 | 852.13 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

Cuadro 44. Promedios mensuales de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y balance hídrico de la estación San Félix.

| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PREC.MED* | 37.40 | 30.30 | 21.00 | 28.50 | 103.80 | 180.00 | 215.20 | 167.10 | 77.60 | 74.30 | 83.50 | 69.00 | 1087.70 |
| TEMP.MED** | 25.67 | 26.03 | 26.74 | 26.82 | 26.46 | 25.36 | 25.14 | 25.21 | 25.67 | 25.72 | 25.91 | 25.73 | 25.86 |
| TEMP.MIN** | 19.52 | 20.25 | 20.22 | 21.13 | 21.61 | 21.39 | 20.92 | 21.01 | 21.25 | 22.67 | 21.02 | 19.69 | 20.07 |
| TEMP.MAX** | 31.91 | 32.65 | 33.82 | 34.16 | 33.28 | 32.97 | 33.03 | 33.18 | 32.86 | 32.79 | 33.10 | 32.51 | 34.23 |
| E.T.P*** | 135.67 | 132.43 | 164.63 | 161.59 | 154.55 | 146.28 | 154.27 | 158.14 | 148.18 | 138.93 | 138.41 | 125.09 | 1758.16 |
| PREC.EFEC | 29.90 | 24.20 | 16.80 | 22.80 | 83.00 | 144.00 | 172.20 | 133.70 | 62.10 | 59.40 | 66.80 | 55.20 | 870.20 |
| ALMACENAMIENTO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.93 |
| DEFICIT | 105.77 | 108.23 | 147.83 | 138.79 | 71.55 | 2.28 | 0.00 | 6.51 | 86.08 | 79.53 | 71.61 | 69.89 | 888.07 |
| EXCESO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: *INAMEH (2015).

**Datos estimados mediante ecuaciones desarrolladas por Rondón (1984).

***Datos estimados mediante el método de Penman – Monteith (1990).

ÁPENDICE F

Cuadro 45. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Aguasay.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|----------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| Aguasay | 1042106.64 | 418725.86 | a-aF-Fa- FA | 5.35 | 1.15 | 2.02 | 1.11 | 0.18 | 36.4 | 40.20 | 1.68 | 67.20 | 15.60 | 2.59 |
| Altamira | 1027599.27 | 412728.01 | a-aF-Fa- Fa | 5.15 | 0.48 | 0.74 | 1.18 | 0.02 | 7.35 | 5.26 | 0.20 | 143.40 | 1.80 | 0.58 |
| Aricagua | 1132312.00 | 401575.00 | aF-Fa | 4.40 | 1.05 | 0.32 | 0.31 | 0.03 | 12.25 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.99 |
| Tonoro | 1053915.38 | 411104.28 | a-aF-Fa- FAa | 4.95 | ----- | 1.55 | 2.24 | 0.21 | 32.2 | 45.16 | 28.96 | ----- | 8.22 | 1.38 |
| Campo Oritupano | 1056341.00 | 409233.00 | a F | 5.00 | 0.28 | 1.45 | 0.86 | 0.01 | 3.10 | 0.40 | 0.64 | 14.00 | 0.80 | 0.78 |
| Carrizalito | 1045424.19 | 440680.83 | aF | 5.15 | 0.03 | 1.48 | 0.31 | 0.07 | 23.05 | 2.20 | 0.26 | 4.00 | 0.35 | 0.44 |
| El Arenal | 1024406.91 | 422360.96 | aF-Fa- FAa | 5.45 | 0.45 | 3.42 | 0.31 | 0.08 | 18.35 | 26.00 | 0.80 | 29.70 | 2.40 | 0.75 |
| El Cedral | 1038491.74 | 436932.93 | AF | 5.20 | ----- | 1.20 | 0.27 | 0.02 | 15.90 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.61 |
| El Guamo | 1039745.33 | 416833.78 | aF | 5.00 | 0.31 | 0.77 | 0.05 | 0.06 | 12.40 | 0.80 | 0.80 | 26.40 | 0.80 | 0.78 |
| El Pinal | 1036707.12 | 406759.93 | a-aF-Fa | 4.80 | 0.66 | 0.66 | 0.42 | 0.11 | 25.69 | 26.80 | 1.18 | 24.60 | 2.02 | 0.75 |
| La Florida | 1042287.05 | 426937.86 | a-aF | 5.05 | 0.20 | 1.75 | 1.05 | 0.13 | 16.3 | 30.60 | 0.40 | 14.80 | 3.05 | 0.84 |
| La Iglesia | 1035264.37 | 422186.15 | a-aF | 5.05 | 0.61 | 0.48 | 0.14 | 0.08 | 13.05 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.70 |
| La | 1035273.05 | 421513.72 | Fa | 4.90 | | 0.55 | 0.06 | ----- | 2.80 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.61 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------|-----------|--------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--|
| Madera | | | | | | | | | | | | | | | |
| La Pulvia | 1040648.12 | 430576.96 | a-aF-Fa | 5.25 | 0.28 | 1.19 | 0.52 | 0.08 | 20.0 | 43.20 | 0.60 | 17.20 | 0.80 | 0.89 | |
| Las | 1011384.60 | 459917.93 | Fa-FAa | 4.85 | 0.86 | 0.79 | 0.32 | 0.04 | 34.97 | 6.40 | 0.52 | 48.80 | 2.32 | 1.25 | |
| Gaviotas | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oritupano | 1002685.16 | 447313.88 | a-aF-Fa- FAa-FA | 4.55 | 1.17 | 0.32 | 0.16 | 0.14 | 2.28 | 38.50 | 1.40 | 45.80 | 1.82 | 1.16 | |
| Periquito | 1022938.43 | 404978.02 | aF-Fa | 5.15 | 0.14 | 1.19 | 0.35 | 0.11 | 5.35 | ----- | 0.60 | ----- | 1.35 | 0.87 | |
| Pulgatorio | 1039350.74 | 395027.11 | ----- | 5.05 | 0.28 | 0.66 | 0.14 | 0.06 | 2.95 | ----- | 28.96 | ----- | ----- | 0.57 | |
| Boca de Tonoro | 1051556.46 | 428579.63 | a-aF-Fa- FAa | 5.25 | 1.27 | 1.45 | 0.46 | 0.19 | 39.4 | ----- | 5.26 | ----- | 5.30 | 1.58 | |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 46. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Acosta.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|---------------------|-------------------------|------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Cocollar | 1122948.00 | 417850.00 | A-Fa | 4.55 | 1.59 | 3.53 | 0.66 | 0.51 | 67.85 | 7.04 | 0.80 | 39.20 | 2.40 | 2.32 |
| Culantrillar | 1114968.00 | 414220.00 | Fa | 4.6 | 1.89 | 0.56 | 0.40 | 0.03 | 8.0 | 1.60 | 0.80 | 39.80 | 2.00 | 2.12 |
| El Guamo | 1122244.09 | 439253.90 | a | 6.6 | ----- | 1.34 | 0.14 | 0.05 | 6.2 | 12.30 | ----- | ----- | ----- | 0.48 |
| El Manguito | 1115213.88 | 414419.25 | FA | 7.15 | ----- | 12.07 | 1.39 | 0.09 | 11.85 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.98 |
| El Palmar | 1123177.79 | 433370.26 | FAa-Fa | 5.1 | 0.83 | 7.52 | 0.81 | 0.18 | 9.65 | ----- | ----- | ----- | ----- | 3.59 |
| Guanaguana | 1114020.93 | 435174.92 | A-Aa-Fa | 6.2 | ----- | 6.89 | 1.17 | 0.21 | 139.40 | ----- | 1.40 | 19.60 | 24.00 | 3.37 |
| Las Piñas | 1115781.76 | 417143.92 | a- Aa-Fa | 4.8 | 1.31 | 4.27 | 0.68 | 0.09 | 38.55 | 3.60 | 0.6 | 59.50 | 5.60 | 3.96 |
| Los Caballos | 1116541.67 | 419006.67 | FAa | 5.0 | 0.05 | 3.45 | 1.32 | 0.36 | 49.80 | 17.20 | 2.00 | 14.00 | 12.00 | 3.34 |
| Portachuelo | 1106322.03 | 441913.71 | FAa | 6.15 | ----- | 5.87 | 2.09 | 0.9 | 13.55 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.95 |
| San Antonio | 1118806.16 | 420084.67 | FAa-Fa-Aa-a | 6.4 | 3.83 | 13.89 | 10.09 | 0.28 | 62.65 | 9.72 | 4.82 | 67.40 | 37.78 | 7.67 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 47. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Santa Bárbara.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|----------------------|------------------|-----------------|-------------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Morón | 1062594.78 | 443047.39 | a-aF-Fa-FAa | 5.3 | 16.0 | 4.22 | 0.85 | 0.19 | 24.27 | 22.00 | 10.40 | 91.40 | 12.25 | 1.07 |
| Padillero | 1061776.85 | 429221.79 | a-aF-Fa-FAa | 4.6 | 0.36 | 1.15 | 0.38 | 0.09 | 16.4 | 50.00 | 0.80 | 17.00 | 3.82 | 19.56 |
| San Pablo | 1042881.00 | 448740.00 | a | 4.95 | 0.24 | 0.62 | 0.13 | 0.01 | 34.5 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.67 |
| Santa Bárbara | 1063024.47 | 434991.45 | a-aF-Fa-FAa | 6.9 | 37.90 | 3.36 | 13.03 | 3.12 | 62.85 | 14.98 | 7.22 | 100.9 | 10.68 | 2.84 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 48. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Sotillo.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Barrancas del Orinoco | 961874.32 | 590703.65 | a-AF- Fa-FAa | 5.05 | 1.01 | 1.12 | 0.40 | 0.08 | 53.04 | 5.20 | 0.52 | 85.20 | 1.07 | 1.23 |
| Mata de Venado | 993452.00 | 543576.00 | F | 5.0 | 1.10 | 1.16 | 0.83 | 0.02 | 2.10 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.54 |
| Uverito | 960258.85 | 540860.09 | a | 5.25 | 0.41 | 0.72 | 0.22 | 0.09 | 57.95 | 13.02 | 4.05 | 17.20 | 44.32 | 0.34 |
| Vía Uverito | 960829.00 | 544215.00 | a | 4.15 | 0.44 | 0.19 | 0.05 | ----- | 8.80 | 14.04 | 12.17 | 22.60 | 0.50 | 0.62 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 49. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Púnceres.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| Cachipo | 1096600.57 | 485642.60 | aF-Fa- FA | 5.20 | 29.73 | 3.63 | 0.71 | 0.04 | 19.45 | 10.30 | 0.62 | 72.00 | 1.26 | 0.97 |
| El Pinto | 1103367.73 | 465585.53 | aF-Fa | 5.80 | 0.76 | 2.24 | 0.62 | 0.12 | 19.40 | 0.60 | 0.80 | 39.43 | 2.12 | 1.78 |
| La Bruja | 1101367.08 | 471819.56 | Fa | 4.20 | 0.62 | 0.62 | 0.22 | 0.02 | 15.20 | 5.20 | 0.08 | 42.00 | 0.40 | 2.65 |
| Mesa de Púnceres | 1103247.24 | 461683.95 | aF | 5.00 | 0.23 | 1.22 | 0.22 | 0.09 | 4.11 | 1.60 | 0.52 | 28.00 | 5.68 | 1.29 |
| Campo Miraflores | 1101540.61 | 471130.04 | Fa | 4.90 | 0.78 | 0.69 | 0.38 | 0.02 | 8.05 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.43 |
| Púnceres | 1094336.90 | 487207.22 | aF-Fa | 4.80 | 0.53 | 0.94 | 0.19 | 0.03 | 15.30 | 0.68 | 0.16 | 140.40 | 0.24 | 0.62 |
| Quiriquire | 1103326.14 | 474362.82 | a-aF-Fa | 4.95 | 0.82 | 4.52 | 0.51 | 0.01 | 39.40 | 38.82 | 14.80 | 65.50 | 39.12 | 0.96 |
| Tropical | 1097890.00 | 481457.00 | aF | 5.00 | 0.40 | 0.65 | 0.10 | 0.01 | 3.90 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.78 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 50. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, aluminio (Al), calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Uracoa.

| Localidad | Coordenada | Coordenada | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|------------------------|------------|------------|----------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| | Norte | Este | | | | | | | | | | | | |
| Bocas de Uracoa | 1008120.05 | 573565.92 | FL-FAL | 3.40 | 10.49 | 0.21 | 0.65 | 0.03 | 13.65 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Isla de Guara | 991916.08 | 594281.42 | A-FA-FAa | 5.80 | 2.15 | 23.87 | 0.67 | 0.16 | 22.60 | 137.40 | 53.80 | 138.40 | 8.16 | 3.85 |
| Los Barrancos | 969477.78 | 555515.33 | AF | 4.90 | 0.23 | 0.62 | 0.34 | 0.06 | 4.95 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.69 |
| Sur Monagas | 933966.00 | 534931.00 | aF | 5.90 | ----- | 0.28 | 0.05 | 0.30 | 3.10 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.20 |
| Uracoa | 994605.48 | 572221.15 | Aa-a | 4.55 | 3.97 | 0.74 | 0.41 | 0.05 | 20.20 | 0.04 | ----- | 8.80 | 0.60 | 3.13 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 51. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Piar.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Aragua de Maturín | 1102439.46 | 448976.94 | A-Aa-FAa-F-Fa | 6.65 | 1.66 | 9.94 | 3.23 | 0.33 | 50.7 | 18.20 | 0.92 | 59.55 | 11.85 | 4.19 |
| Altos los Pérez | 1105421.83 | 445099.27 | Aa-Fa | 7.15 | ----- | 5.64 | 1.05 | 0.15 | 1.15 | 2.02 | 0.30 | 20.60 | 4.28 | 3.63 |
| Aparicio | 1107253.88 | 439095.39 | Fa-FAa | 6.65 | 0.18 | 3.35 | 1.02 | 0.16 | 28.95 | 8.14 | ----- | 1.00 | 13.55 | 1.39 |
| Buena Vista | 1104294.84 | 445014.59 | aF-Fa | 5.60 | 0.84 | 3.37 | 1.08 | 0.12 | 20.25 | 16.72 | ----- | 4.80 | 6.68 | 0.29 |
| Chaguaramal | 1087865.42 | 460107.65 | FAa | 5.00 | 1.60 | 7.73 | 1.54 | 0.06 | 2.81 | 7.60 | 1.05 | 110.20 | 2.60 | 1.39 |
| La Toscana | 1084496.88 | 466606.44 | FAa | 6.00 | ----- | 2.92 | 0.44 | 0.08 | 12.00 | 13.60 | 0.80 | 52.80 | 15.20 | 1.29 |
| Mesa Antonia | 1104554.00 | 454649.00 | A-FA | 6.20 | ----- | 3.77 | 0.48 | 0.15 | 39.2 | 21.60 | 1.24 | 14.00 | 0.24 | 1.04 |
| Mesa de Púnceres | 1103104.03 | 458595.02 | FAa | 4.80 | 1.65 | 1.83 | 0.94 | 0.02 | 6.90 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.65 |
| Orocual | 1092309.47 | 459533.11 | aF-Fa-FAa | 5.10 | 0.68 | 4.52 | 0.84 | 0.09 | 17.20 | 34.80 | 4.48 | 27.80 | 12.80 | 1.33 |
| Los Pozos | 1099035.83 | 442898.88 | FAa | 5.60 | ----- | 3.14 | 1.13 | 0.06 | 6.21 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.29 |
| Rio Chiquito | 1117177.46 | 446901.07 | A-FAa-Fa | 6.75 | ----- | 5.87 | 0.73 | 0.22 | 43.00 | 15.62 | 0.98 | 22.00 | 15.68 | 1.88 |
| Taguaya | 1099273.83 | 450672.59 | aF-Fa-FAa | 4.15 | 1.12 | 6.81 | 2.08 | 0.26 | 25.12 | 22.00 | 0.40 | 68.80 | 6.24 | 1.31 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 52. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Maturín.

| Localidad | Coordenada | Coordenada | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|-------------------------------|------------|------------|----------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | Norte | Este | | | | | | | | | | | | |
| Agua Clarita | 984828.58 | 517747.81 | Fa | 4.70 | 1.76 | 0.55 | 0.43 | 0.01 | 4.60 | ----- | ----- | ----- | ----- | 3.49 |
| Agua Negra | 1030752.03 | 474184.22 | a-aF-Fa | 6.90 | 0.64 | 0.88 | 0.43 | 0.10 | 10.8 | 68.20 | 0.74 | 29.20 | 2.97 | 12.54 |
| Altamira del Tamarindo | 1076138.71 | 497083.42 | aF-Fa | 4.75 | 1.60 | 0.57 | 0.25 | 0.05 | 12.55 | 15.80 | 0.96 | 213.20 | 13.70 | 1.06 |
| Amana | 1066372.32 | 483960.48 | a-Fa | 4.25 | 0.20 | 2.29 | 0.66 | 0.02 | 10.00 | 9.79 | 0.40 | 53.80 | 37.96 | 0.86 |
| Amana del Tamarindo | 1066269.99 | 488817.16 | Fa | 5.10 | 0.41 | 1.53 | 0.86 | 0.14 | 3.30 | 6.80 | 0.80 | 14.00 | 0.40 | 1.20 |
| Amarilis | 1064913.91 | 462143.71 | a-aF-Fa-FAa | 6.00 | 0.43 | 2.59 | 0.74 | 0.14 | 25.30 | 22.80 | 1.26 | 17.40 | 9.06 | 1.10 |
| Los Araguaneyes | 1072698.09 | 518031.48 | Fa | 5.60 | ----- | 0.92 | 0.26 | 0.01 | 3.90 | 3.60 | 0.24 | 10.40 | 3.20 | 0.61 |
| Aribí | 1018742.69 | 420290.18 | a-aF-Fa-FAa | 6.40 | 1.98 | 0.71 | 0.29 | 1.23 | 18.8 | 6.60 | 0.30 | 61.40 | 1.80 | 1.22 |
| Bajo Guarapiche | 1078721.00 | 480200.98 | A-Aa-aF-Fa-FAa | 6.20 | ----- | 3.90 | 1.17 | 1.01 | 47.7 | 16.20 | 1.23 | 80.45 | 15.95 | 2.29 |
| Barrancas | 1081751.04 | 464346.49 | aF-FAa | 4.55 | 1.40 | 1.15 | 0.60 | 0.10 | 18.2 | 80.60 | 0.90 | 121.60 | 24.56 | 4.20 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------|-----------|-------------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
| Bejucales | 1079377.06 | 442988.86 | aF | 5.30 | 0.28 | 1.07 | 0.25 | 0.06 | 10.00 | | | | | | 1.13 |
| Boquerón | 1080076.38 | 479900.31 | aF-Fa | 4.65 | 0.57 | 0.64 | 0.20 | 0.05 | 8.75 | 0.80 | 0.62 | 137.60 | 0.82 | 0.63 | |
| Boquerón de Amana | 1063949.50 | 468081.05 | a-aF- AF-Fa | 5.90 | 1.08 | 3.42 | 0.28 | 0.08 | 49.65 | 11.64 | 1.56 | 124.00 | 2.62 | 24.35 | |
| Buena Vista | 1022772.67 | 468719.43 | Fa | 4.70 | ----- | 4.74 | 0.76 | 0.37 | 62.40 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.03 | |
| Campo Alegre | 1080440.92 | 484404.59 | a | 5.30 | ----- | 0.24 | 0.14 | 0.01 | 2.80 | 2.00 | ----- | 7.60 | 0.96 | ----- | |
| La Candelaria | 1070985.59 | 453747.67 | a-AF- Fa-FAa | 5.15 | 2.42 | 1.91 | 0.54 | 0.08 | 27.95 | 19.80 | 0.02 | 103.00 | 16.14 | 1.65 | |
| El Caratal | 999150.50 | 477026.99 | a | 5.20 | ----- | 0.15 | 0.05 | 0.01 | 2.40 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.37 | |
| Centellita San Juan | 1017845.37 | 494315.74 | a | 5.10 | 0.41 | 0.82 | 0.10 | 0.02 | 2.80 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.53 | |
| Chispero | 1018273.95 | 520001.81 | aF | 5.00 | 0.28 | 0.58 | 0.23 | 0.05 | 8.55 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.12 | |
| Corocitos | 1081963.54 | 445581.53 | a-aF-Fa | 5.20 | 0.53 | 0.56 | 0.20 | 0.04 | 4.54 | 2.00 | 6.28 | 18.40 | 1.72 | 0.96 | |
| Costo Abajo | 1082960.13 | 473248.88 | A-aF- Fa-FAa | 5.50 | 2.57 | 4.52 | 0.06 | 0.06 | 8.00 | 0.28 | 0.22 | 133.20 | 4.58 | 1.57 | |
| Costo Arriba | 1087246.08 | 477929.91 | A-Fa- FAa | 9.95 | 1.43 | 1.73 | 0.57 | 0.06 | 10.47 | 1.50 | 0.80 | 95.40 | 1.80 | 1.18 | |
| Cruz de la Paloma | 1075076.05 | 468674.29 | Fa | 4.90 | 0.17 | 0.25 | 0.07 | 0.02 | 5.10 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.14 | |
| Curiepe | 1050268.17 | 468956.92 | a- Fa | 5.20 | 0.59 | 1.08 | 0.25 | 0.04 | 12.70 | 14.12 | 21.20 | 38.00 | 1.12 | 0.66 | |
| El Blanquero | 1036589.98 | 497306.47 | a-aF-F- Fa-FAa | 4.80 | 2.69 | 0.72 | 2.30 | 0.05 | 7.80 | 19.40 | 0.70 | 96.60 | 1.23 | 1.39 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-----------|-----------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| El Chispero | 1018485.98 | 518497.65 | a-aF | 5.05 | 0.15 | 0.92 | 0.17 | 0.06 | 11.95 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.69 |
| El Costo | 1086404.70 | 475831.18 | Fa-FAa | 4.85 | 0.85 | 1.91 | 0.52 | 0.06 | 13.15 | 3.20 | 2.55 | ----- | 7.40 | 1.57 |
| El Corozo | 1071805.57 | 457451.69 | a-aF-Fa- FAa | 5.10 | 0.97 | 1.16 | 0.43 | 0.11 | 18.10 | 2.00 | 0.20 | 17.60 | 2.37 | 1.29 |
| El Furrrial | 1071322.81 | 451985.49 | a-aF-Fa- FAa | 5.45 | 1.38 | 6.55 | 0.99 | 0.37 | 17.25 | 50.60 | 0.76 | 157.60 | 20.12 | 0.42 |
| El Matero | 1018549.04 | 495776.00 | aF | 5.05 | 0.17 | 0.33 | 0.22 | 0.03 | 3.90 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.86 |
| El Merey | 1067379.08 | 503769.05 | a-F-Fa- aF | 5.05 | 2.21 | 1.15 | 0.87 | 0.51 | 47.35 | 50.40 | 4.00 | 198.80 | 14.80 | 1.57 |
| El Rosillo | 1068505.66 | 485659.78 | a-aF-Fa- FAa | 5.15 | 1.28 | 1.03 | 0.68 | 0.24 | 18.35 | 1.00 | 0.04 | 24.40 | 0.72 | 1.34 |
| El Silencio | 1079470.58 | 484735.34 | a-Fa | 5.30 | 0.27 | 0.88 | 0.21 | 0.03 | 14.40 | 1.20 | 0.40 | 22.80 | 9.20 | 0.83 |
| El Zamuro | 1064431.03 | 489979.59 | A-Fa- FAa | 5.35 | 1.25 | 5.65 | 0.99 | 0.65 | 38.95 | 0.62 | 0.36 | 197.20 | 4.12 | 1.31 |
| Guanipa de San Juan | 1058908.67 | 487798.84 | a | 5.40 | 0.99 | 0.18 | 0.18 | 0.03 | 3.65 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.66 |
| Guarapiche | 1078722.01 | 480200.18 | Fa | 6.10 | ----- | 5.74 | 1.35 | 0.51 | 33.90 | 11.62 | 0.66 | 31.60 | 10.96 | 1.17 |
| Guayabal | 1083401.15 | 472083.21 | Fa-FAa | 4.80 | 0.82 | 3.19 | 1.13 | 0.06 | 39.10 | 4.22 | 0.86 | 184.40 | 22.42 | 5.17 |
| La Hormiga | 1090569.26 | 503783.18 | Fa | 5.75 | 0.40 | 3.02 | 0.23 | 0.10 | 8.47 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.31 |
| Jusepín | 1079213.18 | 450848.86 | a-aF-Fa- FAa | 5.30 | 1.48 | 5.94 | 1.31 | 0.11 | 35.35 | 24.84 | 4.56 | 55.60 | 15.22 | 2.76 |
| La esperanza | 986534.71 | 523650.88 | Fa | 5.10 | 0.16 | 1.27 | 0.34 | 0.01 | 9.60 | 13.10 | 0.36 | 54.00 | 9.96 | 1.03 |
| La | 1052452.96 | 513762.99 | aF-Fa- | 5.00 | 0.76 | 1.16 | 1.31 | 0.07 | 10.60 | 4.80 | 0.60 | 18.80 | 4.80 | 1.18 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------|-----------|----------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|------|--|
| Morrocuya | | | FAa | | | | | | | | | | | | |
| La Pica | 1083121.58 | 493995.64 | aF-Fa- | 5.25 | 0.72 | 1.24 | 0.43 | 0.05 | 24.10 | 13.42 | 1.02 | 92.65 | 3.94 | 1.31 | |
| | | | FAa-F | | | | | | | | | | | | |
| La Puente | 1073567.43 | 476213.04 | a-a-F-Fa | 5.05 | 0.58 | 0.667 | 0.18 | 0.35 | 22.37 | 0.70 | 0.30 | 23.00 | 0.80 | 0.66 | |
| Laguna Grande | 1080555.33 | 494534.61 | Fa | 4.70 | 0.80 | 0.49 | 0.18 | 0.01 | 1.00 | 0.72 | 0.12 | 126.00 | 1.52 | 1.66 | |
| Las Piñas | 1081819.22 | 478885.50 | aF-a-Fa | 5.70 | ----- | 2.89 | 1.89 | 0.02 | 20.15 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.65 | |
| Los Cortijos | 1080164.42 | 484283.00 | a | 5.50 | ----- | 1.03 | 0.41 | 0.05 | 14.50 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.53 | |
| Maturín | 1077516.28 | 476907.09 | a-aF-Fa- | 6.20 | 1.38 | 2.76 | 0.57 | 2.12 | 31.48 | 93.24 | 9.60 | 183.20 | 16.25 | 3.06 | |
| | | | FAa | | | | | | | | | | | | |
| Medina | 1075563.68 | 441207.41 | a-aF-Fa | 4.80 | 0.54 | 0.69 | 0.18 | 0.07 | 12.80 | 6.84 | 0.72 | 19.10 | 1.30 | 0.78 | |
| Morichal | 1075515.43 | 480281.94 | a | 4.95 | 0.46 | 0.38 | 0.11 | 0.01 | 1.00 | 1.00 | ----- | 7.00 | 3.24 | 1.29 | |
| Morichal Largo | 1010558.36 | 523364.47 | a-aF | 5.05 | 0.55 | 0.59 | 0.29 | 0.03 | 6.05 | ----- | ----- | 6.40 | ----- | 0.78 | |
| Morichito | 1019321.44 | 401089.08 | a | 4.40 | 0.27 | 0.48 | 0.17 | 0.03 | 52.80 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.86 | |
| Paradero | 1079261.96 | 466982.50 | AF-Fa- | 4.60 | 0.71 | 1.84 | 0.48 | 0.05 | 25.80 | 18.42 | 12.66 | 142.02 | 1.64 | 1.16 | |
| | | | FAa | | | | | | | | | | | | |
| Pararecito | 1881540.52 | 486666.33 | Fa | 5.00 | 0.37 | 1.99 | 0.50 | 0.03 | 7.30 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.84 | |
| Parare | 1069137.17 | 481478.85 | a | 4.50 | 1.16 | 0.31 | 0.08 | 0.04 | 3.70 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.38 | |
| Parari | 1082526.74 | 488801.91 | ----- | 5.60 | ----- | 1.17 | 1.10 | 0.39 | 44.70 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.92 | |
| Pericoco | 1025569.14 | 457505.61 | a-aF-Fa | 5.10 | 0.72 | 0.67 | 0.18 | 0.04 | 19.70 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.91 | |
| Pueblo libre | 1072924.14 | 462499.15 | a-aF-Fa- | 5.60 | 0.88 | 2.13 | 0.83 | 0.05 | 10.70 | 3.54 | ----- | 57.40 | 2.00 | 1.13 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------|------------|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|------|--|
| | | | FAa | | | | | | | | | | | | |
| Rincón de Monagas | 1070883.45 | 491637.22 | aF-F-FAa | 5.00 | 0.90 | 1.04 | 0.43 | 0.08 | 35.10 | 18.68 | 1.02 | 238.20 | 8.08 | 0.97 | |
| Rio Tigre | 1032723.55 | 503221.50 | a-aF | 4.90 | 0.19 | 0.29 | 0.18 | 0.04 | 5.15 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.14 | |
| Rusio Viejo | 1076422.48 | 457283.44 | a-aF-Fa | 5.05 | 0.83 | 1.62 | 0.41 | 0.07 | 7.45 | 1.80 | 0.48 | 286.20 | 0.50 | 1.39 | |
| Sabaneta | 1078261.53 | 462646.31 | aF-Fa | 5.15 | 0.61 | 1.33 | 0.31 | 0.06 | 6.35 | 42.48 | 2.34 | 46.90 | 0.66 | 1.26 | |
| San Agustín | 1081659.69 | 493950.02 | Fa | 4.75 | | 1.37 | 0.38 | 0.08 | 13.79 | 2.80 | 0.24 | 9.60 | 4.84 | 1.38 | |
| San Pablo | 1042099.35 | 453941.80 | a-aF-Fa | 5.25 | 0.46 | 0.69 | 0.13 | 0.08 | 16.15 | 13.20 | 0.90 | 177.10 | 4.35 | 0.67 | |
| San Vicente | 1073965.09 | 468097.52 | a-aF-Fa-FAa-Aa | 5.70 | 0.64 | 3.81 | 1.11 | 0.11 | 22.00 | 7.38 | 1.40 | 48.00 | 28.48 | 0.67 | |
| Santa Bárbara | 1022794.41 | 511061.57 | a-aF | 5.25 | 0.39 | 0.78 | 0.32 | 0.08 | 15.70 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.98 | |
| Santa Elena | 1082515.85 | 483332.60 | A-Fa | 5.25 | 0.39 | 1.88 | 0.25 | 0.12 | 48.35 | 76.60 | 7.85 | 77.40 | 1.70 | 1.43 | |
| Santa Rita | 1036639.74 | 495423.89 | Fa-FAa | 4.65 | 0.44 | 1.26 | 0.57 | 0.12 | 21.65 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.75 | |
| UDO | 1075155.36 | 479109.414 | Fa | 4.90 | 0.14 | 1.62 | 0.74 | 0.09 | 1.66 | 3.00 | ----- | 207.20 | 2.36 | 1.66 | |
| Vivoral | 1085545.89 | 485363.92 | a-Fa-FAa | 4.75 | 2.55 | 2.33 | 0.51 | 0.20 | 23.85 | 88.22 | 1.22 | 172.96 | 3.06 | 1.36 | |
| Vuelta Larga | 1086597.73 | 498919.73 | A-aF-Fa | 5.6 | 0.51 | 3.10 | 0.89 | 0.04 | 33.85 | 20.28 | 2.30 | 61.40 | 6.66 | 1.35 | |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 53. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Libertador.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Agua Clara | 990886.02 | 525541.83 | aF-Fa | 4.85 | 0.92 | 0.80 | 0.32 | 0.15 | 3.81 | 45.82 | 2.04 | 90.00 | 1.78 | 1.39 |
| Chaguaramas | 957166.57 | 526425.98 | a | 5.20 | 0.48 | 0.88 | 0.21 | 0.60 | 29.75 | 0.40 | 0.20 | 30.60 | 1.20 | 0.34 |
| El Rosario | 100671.91 | 529492.59 | a-aF-F- FA-Fa | 4.85 | 2.33 | 0.77 | 0.84 | 0.50 | 9.12 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.58 |
| La Danta | 985997.00 | 545130.00 | a-aF-Fa- FAa | 4.75 | 0.98 | 0.59 | 0.26 | 0.04 | 6.75 | 0.45 | 0.30 | 59.80 | 3.45 | 1.57 |
| Las Alhuacas | 1006279.00 | 557038.00 | F-aF-Fa | 4.95 | 1.12 | 1.78 | 0.56 | 0.02 | 12.30 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.09 |
| Tabas | | | | | | | | | | | | | | |
| Mata de Venado | 993870.34 | 541017.15 | F-Fa | 5.00 | 1.20 | 0.18 | 0.48 | 0.03 | 2.10 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.32 |
| Mata Negra | 9922953.71 | 530475.60 | a | 5.10 | 0.76 | 0.19 | 0.04 | 0.03 | 4.25 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.73 |
| Temblador | 994933.82 | 537743.57 | a-aF-Fa- FAa | 5.30 | 1.34 | 1.08 | 1.37 | 0.12 | 24.75 | 40.10 | 6.62 | 7.06 | 14.44 | 1.84 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 54. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Cedeño.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | M.O |
|-------------------------|------------------|-----------------|-------------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Alto de San Juan | 1096439.31 | 404314.82 | aF | 4.20 | 0.47 | 1.06 | 0.49 | 0.05 | 26.00 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| Areo | 1077718.06 | 413669.61 | a-aF-Fa-FAa | 5.55 | 1.54 | 7.03 | 1.58 | 0.12 | 49.6 | 4.04 | ----- | 7.06 | 10.58 | 2.92 |
| Bajo Grande | 1087463.84 | 437017.86 | aF | 4.8 | 0.17 | 1.09 | 0.61 | 0.10 | 8.00 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.94 |
| Bejucales | 1079468.04 | 443923.59 | A-aF-Fa-Fa | 6.05 | 2.01 | 6.00 | 1.27 | 0.08 | 21.75 | 132.80 | 40.00 | 70.50 | 1.42 | 1.62 |
| Caicara | 1086342.81 | 435317.09 | a-aF-Fa-Fa | 5.95 | 1.82 | 8.44 | 5.64 | 0.45 | 38.35 | 43.40 | 16.04 | 77.20 | 17.22 | 0.94 |
| Caicarita | 1077196.84 | 434239.22 | a-aF-Fa | 5.45 | 1.37 | 2.33 | 1.08 | 0.21 | 32.00 | 27.04 | 0.42 | 22.20 | 7.85 | 1.02 |
| Canaguaima | 1089827.73 | 427419.50 | Fa | 6.10 | ----- | 2.39 | 0.50 | 0.53 | 63.50 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.54 |
| Capachito | 1057670.89 | 408160.32 | aF-Fa | 4.95 | 0.16 | 1.06 | 0.40 | 0.05 | 27.30 | 63.60 | 1.20 | 12.00 | 6.12 | 0.62 |
| Capacho | 1073270.93 | 395593.20 | a-aF | 5.00 | 0.55 | 1.04 | 0.21 | 0.11 | 23.85 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.02 |
| Cardones | 1096814.84 | 431410.99 | Fa | 6.30 | ----- | 3.25 | 0.77 | 0.12 | 43.50 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.86 |
| Guatata | 1099390.12 | 429583.79 | Aa-Fa-FAa | 7.40 | ----- | 2.82 | 0.79 | 0.26 | 21.10 | 26.58 | 0.80 | 31.00 | 15.45 | 0.45 |
| La Laguna | 1090578.46 | 443205.58 | a | 4.7 | 0.23 | 0.49 | 0.14 | 0.06 | 48.90 | 7.00 | 0.66 | 8.20 | 0.38 | 0.45 |
| La Llanera | 1103430.26 | 431248.90 | A-Fa-FAa | 7.35 | ----- | 9.29 | 2.48 | 0.87 | 64.35 | 40.56 | 0.44 | 4.80 | 9.26 | 1.37 |
| La Meseta | 1078604.34 | 431.117.82 | aF-Fa-FAa | 4.80 | 1.00 | 1.37 | 0.48 | 0.23 | 27.26 | 0.24 | 0.44 | 17.20 | 1.20 | 1.69 |
| La Morita | 1101978.90 | 398975.38 | Aa | 5.70 | ----- | 13.40 | 1.50 | 0.52 | 60.90 | 0.80 | 0.56 | 7.20 | 0.20 | 8.90 |
| La Tigra | 1089228.46 | 441873.26 | a-Fa- | 5.35 | ----- | 5.11 | 1.55 | 0.29 | 22.9 | 19.3 | 0.36 | 17.20 | 14.38 | 3.01 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|-----------|---------------------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| Los Pozos | 1086015.53 | 416212.65 | FAa a-Fa- FAa | 5.85 | ----- | 3.42 | 1.42 | 0.07 | 25.50 | 10.80 | 5.60 | 20.50 | 7.35 | 1.22 |
| Las Piñas | 1094573.98 | 434916.34 | a | 5.10 | 0.11 | 0.97 | 0.42 | 0.06 | 47.00 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.78 |
| Potrерito | 1073762.30 | 443148.87 | a-AF- Fa-FAa | 5.90 | 0.72 | 42.17 | 0.55 | 0.23 | 56.05 | 20.05 | 1.26 | 69.80 | 18.70 | 1.13 |
| Quebrada Seca | 1104843.09 | 432315.37 | Aa-Fa- FAa | 6.55 | 0.05 | 5.46 | 1.68 | 0.14 | 2.40 | 18.01 | 0.46 | 53.20 | 13.87 | 2.29 |
| Rio de Oro | 1094180.00 | 411794.00 | Fa | 5.75 | ----- | 5.58 | 3.93 | 0.19 | 36.15 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.49 |
| San Carlos | 1089004.47 | 405291.36 | Fa | 6.10 | ----- | 4.15 | 0.16 | | 40.7 | 6.60 | 0.40 | 23.20 | 16.15 | 2.34 |
| San Félix | 1101280.68 | 425821.35 | Fa- FAa | 6.35 | ----- | 7.60 | 1.20 | 0.14 | 58.3 | 15.80 | 3.08 | 14.58 | 5.88 | 2.55 |
| San José de Areo | 1078815.00 | 404935.00 | Fa- aF | 4.8 | 0.60 | 0.94 | 0.27 | 0.05 | 13.25 | 1.20 | ----- | 29.20 | 0.40 | 1.25 |
| San Juan | 1093709.88 | 407106.35 | Fa- aF | 4.95 | 0.46 | 1.02 | 0.41 | 0.17 | 32.60 | 5.08 | 2.86 | 70.00 | 5.36 | 1.68 |
| San Ramón | 1069375.65 | 412291.99 | a-aF-Fa- FAa | 5.05 | 0.83 | 2.29 | 0.62 | 0.35 | 30.90 | 19.27 | 17.03 | 22.80 | 8.65 | 1.09 |
| Tacata | 1100723.04 | 392929.53 | a-AF- Fa-FAa | 4.95 | 0.94 | 3.73 | 0.39 | 0.44 | 38.65 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.59 |
| Tarragona | 1070380.71 | 402669.25 | a-AF- Fa-FAa | 4.55 | 2.01 | 1.63 | 0.35 | 0.24 | 104.60 | 19.33 | 22.08 | 19.54 | 8.44 | 1.97 |
| Viento Fresco | 1080728.65 | 428331.50 | a-AF- Fa-FAa | 5.20 | ----- | 0.55 | 0.43 | 0.07 | 3.33 | 32.40 | 14.22 | 34.44 | 28.00 | 0.87 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 55. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Ezequiel Zamora.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|--------------------------|------------------|-----------------|------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Capsupal | 1066148.25 | 424308.05 | aF-Fa | 4.90 | 0.41 | 0.83 | 0.36 | 0.14 | 17.6 | 54.00 | 0.45 | 13.20 | 1.20 | 1.26 |
| El Carito | 1066692.71 | 438710.80 | a | 5.20 | | 1.32 | 0.78 | 0.05 | 3.40 | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.78 |
| El Tejero | 1065272.00 | 427344.93 | a-aF-Fa-Fa | 5.10 | 0.65 | 6.37 | 0.99 | 0.04 | 5.60 | 28.32 | 1.86 | 27.18 | 7.22 | 1.18 |
| La Dominga | 1073625.79 | 430197.04 | a-aF-Fa | 4.95 | 0.33 | 0.68 | 0.22 | 0.11 | 28.05 | 63.50 | 3.10 | 25.40 | 3.44 | 0.87 |
| Mata Grande | 1056200.55 | 417818.28 | a-aF-Fa-Fa | 4.90 | 0.56 | 1.37 | 0.71 | 0.13 | 30.75 | 17.20 | 9.08 | 21.80 | 10.24 | 0.74 |
| Musipan | 1065658.12 | 442321.91 | a-aF-Fa-Fa | 4.90 | 1.40 | 0.99 | 0.52 | 0.10 | 34.20 | 84.00 | 3.30 | 49.80 | 21.20 | 0.95 |
| Punta de Mata | 1072040.36 | 435366.58 | a-aF-Fa-Fa | 5.35 | 0.76 | 6.77 | 1.85 | 0.28 | 48.25 | 39.24 | 1.62 | 64.41 | 3.42 | 1.63 |
| Punta Gorda | 1067536.76 | 422130.20 | a-aF-Fa | 5.40 | 27.60 | 1.57 | 0.56 | 0.46 | 27.20 | 2.28 | 0.50 | 27.00 | 3.42 | 0.67 |
| Queregua | 1062379.00 | 420757.00 | aF-Fa-FAa | 5.00 | 0.84 | 1.34 | 0.31 | 0.29 | 17.15 | 34.80 | 1.05 | 26.40 | 2.65 | 0.89 |
| San José de Amana | 1066447.27 | 435320.37 | aF-a-FAa | 4.55 | 3.00 | 0.71 | 0.20 | 0.01 | 4.95 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.83 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 56. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Bolívar.

| Localidad | Coordenada | Coordenada | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|-------------------|------------|------------|---------|------|-------|------|------|------|-------|-------|------|--------|-------|------|
| | Norte | Este | | | | | | | | | | | | |
| Azagua | 1109007.36 | 487657.24 | aF | 5.10 | ----- | 1.46 | 0.34 | 0.01 | 36.60 | 3.60 | 0.20 | 59.20 | 2.40 | 0.45 |
| Caripito | 1118415.09 | 490776.49 | A-aF-Fa | 5.35 | 1.35 | 5.24 | 0.59 | 0.05 | 57.05 | 15.78 | 6.80 | 184.60 | 30.24 | 8.37 |
| Los Mangos | 1118735.67 | 486234.85 | Fa | 4.60 | 1.20 | 1.15 | 0.10 | 0.19 | 11.40 | 6.00 | 0.60 | 40.80 | 1.20 | 2.04 |
| Mozu | 1110501.05 | 490155.99 | Fa | 4.60 | 1.01 | 1.28 | 0.09 | 0.03 | 4.90 | 0.80 | 0.40 | 177.20 | 0.80 | 1.38 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Cuadro 57. Ubicación relativa y promedios de textura, pH, Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO) para localidades del municipio Caripe.

| Localidad | Coordenada Norte | Coordenada Este | Textura | pH | Al | Ca | Mg | K | P | Mn | Cu | Fe | Zn | MO |
|-------------|------------------|-----------------|----------------|------|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Buena Vista | 1127993.17 | 446806.38 | A-Fa-FAa | 4.60 | 4.80 | 3.61 | 0.22 | 0.05 | 2.25 | 9.30 | 0.80 | 71.80 | 7.80 | 2.63 |
| Boquerón | 1128600.16 | 442109.80 | FAa | 4.70 | 0.74 | 5.29 | 1.25 | 0.06 | 113.50 | 6.00 | 7.20 | 128.80 | 7.20 | 3.56 |
| Campo Claro | 1129380.55 | 451501.28 | Fa | 4.50 | 1.45 | 0.68 | 0.40 | 0.04 | 1.70 | 2.40 | 0.80 | 61.20 | 2.40 | 1.79 |
| Caripe | 1124483.50 | 443520.01 | A-Aa-aF-Fa-FAa | 5.50 | 3.08 | 11.10 | 1.63 | 1.25 | 113.26 | 21.40 | 8.78 | 98.40 | 23.77 | 5.48 |
| El Guácharo | 1127798.78 | 425502.02 | A-FAa | 6.50 | ----- | 5.93 | 0.45 | 0.21 | 49.80 | 20.80 | 0.85 | 13.00 | 29.60 | 3.57 |
| El Palmar | 1136717.69 | 453656.61 | FAa | 5.20 | ----- | 8.26 | 1.07 | 0.13 | 63.20 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| La Guanota | 1129721.23 | 443504.40 | A-Fa-FAa | 5.10 | 0.48 | 5.57 | 0.49 | 0.05 | 168.73 | 22.69 | 0.92 | 49.40 | 11.16 | ----- |
| La Cuchilla | 1116098.55 | 436101.09 | FAa-A | 4.35 | 4.14 | 1.16 | 1.52 | 0.08 | 10.95 | 2.00 | 1.20 | 32.80 | 7.10 | 4.67 |
| La Sabana | 1122944.36 | 430064.63 | Fa-FAa | 4.40 | 13.81 | 1.93 | 0.75 | 0.31 | 23.00 | ----- | ----- | ----- | ----- | 1.90 |
| La Placeta | 1121761.68 | 436764.78 | A-FAa | 5.25 | 0.18 | 9.12 | 0.80 | 0.13 | 39.60 | 18.60 | 0.80 | 27.80 | 71.00 | 4.55 |
| San Agustín | 1127715.36 | 442338.38 | A-Aa-aF-Fa-FAa | 4.60 | 1.15 | 4.08 | 19.53 | 0.08 | 48.95 | 4.20 | 0.80 | 103.00 | 18.40 | 11.53 |
| Santa Inés | 1126584.92 | 452446.76 | Fa-FAa | 4.70 | 0.96 | 7.76 | 0.38 | 0.09 | 18.35 | ----- | 0.31 | 108.00 | 3.37 | 2.14 |
| Teresén | 1127345.84 | 447782.00 | Fa | 5.10 | | 7.17 | 0.71 | 0.03 | 3.70 | ----- | ----- | ----- | ----- | 2.34 |

Fuente: Fuente: Maza *et al* (2012).

Ecuaciones para el cálculo de temperaturas medias, mensuales y anuales.

$$E = 26.1749 - 0.004825*(EL) + 0.000007546*(EL)^2 - 0.00000001363*(EL)^3 + 0.00000000000488*(EL)^4$$

$$F = 26.5343 - 0.005464*(EL) + 0.00001340*(EL)^2 - 0.000000002054*(EL)^3 + 0.00000000002747*(EL)^4$$

$$M = 27.4488 - 0.00801*(EL) + 0.00002145*(EL)^2 - 0.00000002747*(EL)^3 + 0.00000000000907*(EL)^4$$

$$A = 28.4703 - 0.01983*(EL) + 0.00005887*(EL)^2 - 0.00000006152*(EL)^3 + 0.000000000001740*(EL)^4$$

$$M = 28.7774 - 0.027407*(EL) + 0.00007749*(EL)^2 - 0.0000007488*(EL)^3 + 0.00000000002076*(EL)^4$$

$$J = 27.8163 - 0.02800*(EL) + 0.00007268*(EL)^2 - 0.0000006551*(EL)^3 + 0.00000000001743*(EL)^4$$

$$J = 27.4301 - 0.025871*(EL) + 0.00006584*(EL)^2 - 0.0000005962*(EL)^3 + 0.00000000001591*(EL)^4$$

$$A = 27.4794 - 0.026077*(EL) + 0.00006847*(EL)^2 - 0.00000006268*(EL)^3 + 0.00000000001683*(EL)^4$$

$$S = 28.2732 - 0.029653*(EL) + 0.00007663*(EL)^2 - 0.0000006897*(EL)^3 + 0.00000000001835*(EL)^4$$

$$O = 28.4465 - 0.031720*(EL) + 0.00008635*(EL)^2 - 0.00000007931*(EL)^3 + 0.000000000002138*(EL)^4$$

$$N = 27.6452 - 0.020155*(EL) + 0.00005513*(EL)^2 - 0.0000005208*(EL)^3 + 0.00000000001424*(EL)^4$$

$$D = 27.1407 - 0.015403*(EL) + 0.00003591*(EL)^2 - 0.0000003570*(EL)^3 + 0.00000000001012*(EL)^4$$

$$TM = 27.6364 - 0.020277*(EL) + 0.00005335*(EL)^2 - 0.00000005174*(EL)^3 + 0.00000000001444*(EL)^4$$

Coefficiente de regresión es, $r = 0.9747$, lo cual indica una buena predicción.

HOJAS METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

| | |
|---------------|---|
| Título | ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>) EN EL ESTADO MONAGAS, VENEZUELA; USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG). |
|---------------|---|

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

| Apellidos y Nombres | Código CVLAC / e-mail | |
|---|------------------------------|--|
| Febres Hernandez Maria Elizabeth | CVLAC | C.I: 18825853 |
| | e-mail | mariaelizabethfebres7@gmail.com |

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

Palabras o frases claves:

| |
|----------------|
| maíz |
| zonificación |
| SIG |
| monagas |
| grass |
| tesis de grado |

El representante de la subcomisión de tesis solicitará a los miembros del jurado la lista de las palabras claves. Deben indicarse por lo menos cuatro (4) palabras clave.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

| Área | Sub-área |
|---------------------------------|-----------------------|
| Tecnología y Ciencias Aplicadas | Ingeniería Agronómica |
| | |
| | |

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos un subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

Resumen (Abstract):

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar las zonas aptas para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el estado Monagas, usando como herramienta principal el software *Grass Gis* versión 7.2, para el manejo, procesamiento y análisis de datos georreferenciados de variables climáticas y edáficas, empleando técnicas y métodos de análisis espacial, obteniendo una serie de mapas temáticos que permite visualizar el comportamiento y valor específico para cada variable en estudio, lo que permitió su interpolación y reclasificación para el estado Monagas, así también se elaboraron los mapas de las zonas que satisfacen los requerimientos aptos para el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Dando como resultados las zonas que satisfacen las condiciones climáticas y edáficas para la zonificación del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), siendo esta área de 239.059 hectáreas representando un 8.33% del área del estado Monagas. El resultado de esta investigación es un sistema dinámico que obedece a una función matemática en el que a partir de un lenguaje estructurado de consulta de los atributos de cada variable bajo estudio en cada mapa, se identificaron las zonas aptas para el desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), y en base a estos resultados se puede diseñar planes, facilitando la toma acertada de decisiones al momento de establecer una siembra en el estado Monagas.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

Contribuidores:

| Apellidos y Nombres | Código CVLAC / e-mail | |
|--------------------------|-----------------------|---|
| MSc. Ing. Victor Malave | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC | C.I. 8.895.244 |
| | e-mail | vmalave@udo.edu.ve |
| MSc. Ing. Jose Simosa | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC | C.I 4.680.289 |
| | e-mail | jasimosam@gmail.com |
| MSc. Ing. Marden Vázquez | ROL | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC | C.I 5.721.636 |
| | e-mail | mardenv@gmail.com |

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad).. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

Fecha de discusión y aprobación:

| Año | Mes | Día |
|------|-----|-----|
| 2018 | 05 | 04 |

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

Lenguaje: spa

Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para ingles en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6

Archivo(s):

| |
|--------------------------|
| Nombre de archivo |
| NMOTTG_ FHME2018 |

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M
N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2
3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____ (opcional)

Temporal: _____ (opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Agrónomo

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarium en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

Nivel Asociado con el trabajo: Ingeniería

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

Área de Estudio:

Tecnología y Ciencias Aplicadas

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Si como producto de convenciones, otras instituciones además de la Universidad de Oriente, avalan el título o grado obtenido, el nombre de estas instituciones debe incluirse aquí.

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letido el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago, a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Firma]*
FECHA 5/8/09 HORA 5:30 PM
Cordialmente,
[Firma]
JUAN A. BOLANOS CUNIEL
Secretario

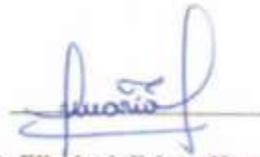
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/marujá

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 6/6

De acuerdo al Artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado:

Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quién deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.



María Elizabeth Febres Hernández

Autor



MSc. Victor Hugo Malavé

Asesor