

La --- Evapotranspiración Potencial en Nicaragua

Usando sensores remotos



Por
Isidro Salinas Marcenaro.
José René Jarquín Díaz.
Guillermo Javier Ortega Flores.
América Lucía Téllez Reyes.



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

La Evapotranspiración Potencial en Nicaragua

Usando sensores remotos

Autores:

Isidro Salinas Marcenaro

José René Jarquín Díaz

Guillermo Javier Ortega Flores

América Lucía Téllez Reyes

Managua, abril 2023

N
551.572

La Evapotranspiración Potencial en Nicaragua : Usando Sensores Remotos / Isidro Salinas Marcenaro; José Rene Jarquín Díaz; Guillermo Javier Ortega Flores; América Lucía Téllez Reyes .
-Managua Nicaragua, 2023.
95 p.

ISBN: 978-99924-1-055-4

1-METEOROLOGIA -2. CAMBIO CLIMATICO - 3. FACTORES CLIMATICOS 4. AGROECOLOGIA - 5. DATOS ATMOSFERICOS- 6. DATOS METEOROLOGICOS- 7. DAROS CLIMATOLOGICOS- 8. DATOS DE TEMPERATURA DE AGUA- 9. NICARAGUA

DEscripcion AGROVOC/Clasificación DEWEY

®Todos los derechos reservados 2020

©Universidad Nacional Agraria

Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria

Km. 12½ Carretera Norte, Managua, Nicaragua

Teléfono 22331871

Isidro Humberto Salinas Marcenaro

Email: isidro.salinas@ci.una.edu.ni

José René Jarquín Díaz

renejarquin.est@gmail.com

Guillermo Javier Ortega Flores

guillermo.ortega0407@gmail.com

América Lucía Téllez Reyes

tellezreyesamerica97@gmail.com

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria-UNA Managua, Nicaragua

Universidad Nacional Agraria – UNA Managua, Nicaragua

La UNA propicia la amplia disseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público y la sociedad en general obtengan el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en docencia, investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales de la UNA para fines académicos y no comerciales. Sin embargo, la UNA prohíbe la modificación parcial o total de este material y espera recibir los créditos merecidos por ellos.

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	1
PRÓLOGO.....	2
LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	5
2.1. Definición de la evapotranspiración.....	5
2.2. Tipos de evapotranspiración.....	6
2.3. Importancia agronómica de la evapotranspiración.....	7
2.4. Factores que afectan la evapotranspiración.....	8
2.4.1. Factores climáticos.....	8
2.4.2. Factores edáficos.....	9
2.4.3. Factores del cultivo.....	9
2.5. Métodos de cálculo de la evapotranspiración.....	10
2.5.1. Métodos directos.....	10
2.5.2. Métodos indirectos.....	11
METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL ESTUDIO.....	15
3.1. Obtención de los datos satelitales.....	15
3.1.1. Descripción del algoritmo MOD16A2 utilizado en el estudio.....	15
3.2. Procesamiento de las imágenes y productos.....	18
RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN NICARAGUA.....	20
4.1. Amplitud de la evapotranspiración potencial a nivel nacional en los meses de marzo y abril.....	20
4.2. Evapotranspiración potencial acumulada anual.....	22
4.3. Región Pacífico de Nicaragua.....	24
4.3.1. Departamento de Chinandega.....	24
4.3.2. Departamento de León.....	28
4.3.3. Departamento de Managua.....	31
4.3.4. Departamento de Masaya.....	34
4.3.5. Departamento de Granada.....	37
4.3.6. Departamento de Carazo.....	39
4.3.7. Departamento de Rivas.....	42
4.4. Región Central de Nicaragua.....	45
4.4.1. Departamento de Nueva Segovia.....	45
4.4.2. Departamento de Madriz.....	49

4.4.3. Departamento de Jinotega.....	52
4.4.4. Departamento de Estelí.....	55
4.4.5. Departamento de Matagalpa.....	57
4.4.6. Departamento de Boaco.....	61
4.4.7. Departamento de Chontales.....	63
4.4.8. Departamento de Río San Juan.....	66
4.5. Región Caribe de Nicaragua.....	68
4.5.1. Región Autónoma Costa Caribe Norte.....	68
4.5.2. Región Autónoma Costa Caribe Sur.....	71
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS.....	76

PRESENTACIÓN

La Universidad Nacional Agraria (UNA) de Nicaragua, como institución de educación superior que contribuye al desarrollo agrario integral y sostenible del país, y a la conservación del ambiente, se complace en entregar este valioso libro como resultado del trabajo conjunto de un grupo de investigadores conformado por docentes y estudiantes formados en esta institución.

Este libro representa un esfuerzo que integra conocimientos, experiencias, habilidades y dinamismo acerca de cuatro elementos climáticos, que analizados en conjunto expresan la demanda climática histórica del consumo de agua de un territorio en particular, expresado en términos de Evapotranspiración Potencial a nivel nacional.

El documento se centra en presentar datos actualizados de la Evapotranspiración Potencial en Nicaragua, la cual constituye un índice esencial para determinar las necesidades hídricas de las especies vegetales, y evaluar el consumo de agua de un territorio específico en un periodo de tiempo particular; lo que convierte a este libro en una herramienta básica e indispensable para el diseño de las estrategias de siembra de los cultivos de mayor importancia socioeconómica, tanto en zonas húmedas como secas del país.

A partir de este documento, sus autores pretenden aportar datos e información a familias agropecuarias, asociaciones, cooperativas, técnicos, extensionistas, ingenieros, investigadores, estudiantes universitarios y profesores vinculados al sector agropecuario nacional; que requieran calcular la cantidad de agua requerida en cada zona agroecológica del país para un cultivo en particular, contribuyendo a optimizar el uso de este recurso esencial para la producción agrícola en diferentes épocas de siembra.

El esfuerzo individual y colectivo gestado por los autores, expresa la alta capacidad de trabajo en equipo, lo que se traduce en el producto que hoy se está entregando. Desde la Facultad de Agronomía (FAGRO), promovemos esta iniciativa que llena un vacío de datos e información histórico a nivel nacional, y que da continuidad al proceso metodológico homogéneo de medición de la Evapotranspiración Potencial en Nicaragua, lo que permite establecer comparaciones que pueden llevar a reconocer los efectos del cambio climático, y sus repercusiones en el sector agropecuario.

Esperamos que este documento se convierta en un instrumento útil y necesario para asegurar las acciones vinculadas a la adaptación al cambio climático, así como contribuir a la identificación y diseño de políticas públicas nacionales.

Gregorio Varela Ochoa (q.e.p.d)
Decano
Facultad de Agronomía
Universidad Nacional Agraria

PRÓLOGO

La administración de datos relativos a elementos climáticos, meteorológicos y vegetativos ha venido evolucionando en Nicaragua a la par del desarrollo económico global. Mucha evidencia demuestra que el acceso y la utilización de grandes volúmenes de datos e información espacial y temporal de este tipo ha contribuido al desarrollo científico, económico y social de los países que han sabido aprovechar estos recursos, permitiendo la toma de decisiones y formulación de políticas cada vez más rápidas y acertadas, especialmente en el sector agroalimentario (Téllez y Ortega, 2021).

La evolución de este nuevo paradigma a nivel mundial, ha facilitado diferentes procesos para generar información clave que contribuya a la gestión de los sistemas agropecuarios a diferentes escalas, mediante el procesamiento oportuno de datos georreferenciados de un conjunto de variables meteorológicas, climáticas y de la superficie terrestre, que permiten monitorear e inferir sobre el estado de los paisajes agrícolas, lo cual contribuye decisivamente al alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en especial, a los relacionados con la eliminación del hambre, el mejoramiento de la seguridad nutricional, la reducción de la pobreza y el uso sostenible de los ecosistemas¹.

En este contexto, uno de los parámetros más importantes utilizados para el uso eficiente de un recurso clave para el sector agrícola, como lo es el agua, es la evapotranspiración potencial (ETP), sin embargo, su cálculo es un proceso muy complejo y variable, tanto en el espacio como en el tiempo, especialmente a gran escala sobre superficies heterogéneas, debido a la necesidad de un conjunto de datos meteorológicos y de la superficie terrestre (Sharma et al., 2016). A pesar de que a nivel nacional existe una red meteorológica que cuenta con 16 estaciones meteorológicas principales [distribuidas en 16 municipios²], 214 estaciones pluviométricas, 52 estaciones telemétricas y 3 estaciones ordinarias (Castellón, 2021), esta es insuficiente para cubrir y generar datos confiables de ETP, que puedan ser utilizados por agricultores, técnicos, investigadores y extensionistas para el diseño agronómico y uso eficiente del agua en los sistemas de riego en las diferentes zonas productivas y agroecológicas del país.

La incertidumbre asociada a los conjuntos de datos requeridos para el cálculo de la ETP en diferentes sitios geográficos, puede ser especialmente grande y conducir a una estimación incorrecta de este parámetro, lo cual repercutiría en los costos de producción concernientes a la infraestructura y operatividad del sistema de riego, en la optimización del recurso hídrico, en la ejecución de prácticas agrícolas, en la sanidad y fisiología de los cultivos, y consecuentemente en la previsión del rendimiento en la parcela. Por tal razón, conocer este pa-

¹Metas declaradas en los ODS 2 y 15.

²Ocotal, Condega, Puerto Cabezas, Jinotega, Muy Muy, Bluefields, Chinandega, Corinto, León, Managua, Nandaime, Jugalpa, Rivas, San Carlos, Masatepe y San Isidro.

rámetro correspondiente a la superficie vegetal específica, posibilita definir los coeficientes empíricos para calcular la evapotranspiración de los cultivos de interés, cuyo enfoque es la aproximación más real para cuantificar las necesidades hídricas (Allen et al., 2006).

Esta situación es esencialmente importante para el sector agrícola de Nicaragua, dado que los agroecosistemas se sustentan en dos modelos de producción, uno basado en el régimen pluviométrico y otro en la irrigación de tierras agrícolas. En ambos casos, la necesidad de utilizar datos e información confiable para la toma de decisiones y la optimización del recurso hídrico, es cada vez mayor, si se quiere ser más eficiente con el uso de los recursos para aumentar los rendimientos y los volúmenes de producción de los cultivos, y así fortalecer las cadenas de valor en un sector que representa consistentemente más del 13% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, 30% de los empleos y 52% del valor total de las exportaciones del país (Jiménez et al., 2020).

Por esta razón, potencializar el desarrollo del sector agrícola nacional, mediante datos e información precisa es clave y necesario para una correcta planificación y uso eficiente del recurso hídrico para la producción. Sin embargo, en el país existen una serie de limitantes técnicas relacionadas con el acceso a datos e información específica de manera confiable, que restringen el uso adecuado de este importante recurso. Uno de ellos, y el más importante desde el punto de vista agronómico, es la evapotranspiración. Este parámetro es el elemento más importante para configurar el balance hídrico de un sitio geográfico específico en un tiempo particular, y es un elemento decisivo para valorar la incidencia del uso eficiente del agua en la producción agropecuaria.

Bajo esta premisa, es fundamental el seguimiento de los cambios en la evapotranspiración de los cultivos en las diferentes zonas agroecológicas del país, dado que permite monitorear y analizar el desempeño de la producción en los rubros que tienen un peso importante en la economía nacional, basado en el uso eficiente del agua. En este sentido, para alcanzar esta competencia, es necesario disponer de datos e información climática y meteorológica precisa para el cálculo de la ETP, ya que este factor determina decisivamente diferentes acciones que garantizan la producción agrícola, tales como el diseño y la planificación de sistemas de riego, el manejo agronómico de un cultivo bajo riego, la estimación de rendimientos y pronóstico de cosechas, la identificación de tiempos de estrés o exceso hídrico, determinación del potencial de tierras, entre otros.

En Nicaragua se conocen dos antecedentes acerca de estudios de evapotranspiración a nivel nacional. La primera experiencia se reporta en los años 70, cuando George Hargreaves realizó un estudio sobre ETP en Nicaragua, basado en la información de temperatura media y humedad relativa del aire, que suministró la entonces incipiente red meteorológica nacional; pese a que en su momento los datos fueron publicados y divulgados, actualmente se ha perdido rastro de ellos. La segunda experiencia se encuentra en el libro titulado “Evapotranspiración Potencial en Nicaragua”, escrito por Isidro Salinas y Jorge Rodríguez, editado

y publicado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en el año 1998. En este documento se presenta la metodología empleada y los resultados obtenidos de ETP para 66 sitios de Nicaragua, con datos generados por la red meteorológica nacional entre los años 1975 y 1980.

LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

2.1. Definición de la evapotranspiración

La evapotranspiración (ET) es la pérdida de agua resultado de la suma de dos procesos separados; (i) la evaporación que consiste en la vaporización del agua de la superficie del suelo que eventualmente escapa hacia la atmósfera a partir de una temperatura determinada, (ii) y la transpiración, que se define como la pérdida fisiológica de agua de las plantas a través de la vaporización del agua líquida contenida en sus tejidos y su posterior remoción hacia la atmósfera, principalmente por los estomas de las hojas, pero también a través de la superficie de las flores y tallos.

Según National Geographic Society (2019), estos dos procesos representan el 90% y 10% de la humedad en la atmósfera de la tierra respectivamente, y es después de la precipitación, el proceso más significativo en el ciclo hidrológico.

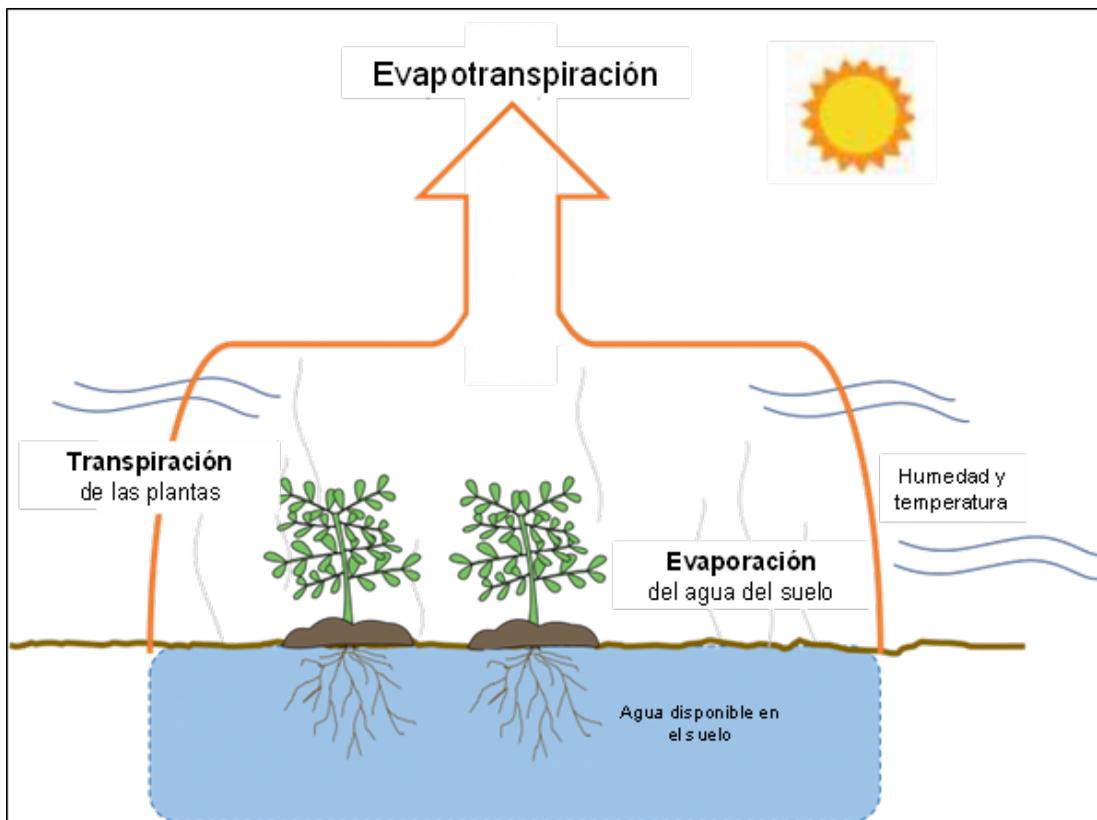


Figura 1. La evapotranspiración incluye la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas (Fuente: Bates y Jackson, 1982).

En la imagen anterior se ilustra que una planta típica que se encuentra en cualquier tipo de paisaje, absorbe agua del suelo a través de sus raíces. Esa agua se utiliza luego para funciones metabólicas y fisiológicas y finalmente se libera a la atmósfera en forma de vapor a través de los estomas. En general, esta absorción de agua en las raíces, el transporte de agua a través de los tejidos de la planta y la liberación de vapor por las hojas, se conoce como transpiración. El agua también se evapora directamente a la atmósfera desde el suelo cercano a la planta. Cualquier rocío o gotas de agua presentes en los tallos y las hojas de la planta eventualmente también se evaporan. El efecto aditivo de estos procesos es lo que denominamos ET (Water Science School, 2018).

La ET se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo. Esta unidad expresa la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de lámina de agua. La unidad de tiempo puede ser una hora, día, diez días, mes, año o un periodo completo del ciclo biológico de un cultivo (Allen et al., 2006). Para facilitar la comprensión, un valor de ET de 1 mm día⁻¹ (que es equivalente a 0.001 m día⁻¹), corresponde a una pérdida de 1 l de agua por metro cuadrado, o bien, 10 m³ por hectárea.

2.2. Tipos de evapotranspiración

Comúnmente se diferencian tres tipos de ET, según el estado de humedad o la cobertura vegetal, estos son:

Evapotranspiración real

La evapotranspiración real (ETR) corresponde a la pérdida de vapor de agua superficial hacia la atmósfera que realmente tiene lugar en un sitio específico cubierto por un cultivo o planta particular tomando en consideración las condiciones ambientales existentes. El término “real” se utiliza para distinguirla de la evapotranspiración potencial (ETP) [término que se explica a continuación], que, en términos generales, corresponde al límite superior hipotético de pérdida de agua por ET, con vegetación en condiciones no limitadas por el agua (Stanhill, 2005).

Evapotranspiración potencial

El término evapotranspiración potencial (ETP)³ se define como la máxima cantidad de agua que puede evaporar un suelo y transpirar un cultivo⁴ [generalmente un pasto corto de 10 a 12 cm de altura que sombrea totalmente la superficie], cuando no existen restricciones de humedad en el suelo (Salinas y Rodríguez, 1998). La ETP es solo una función de factores meteorológicos como la temperatura, la humedad del aire y velocidad del viento, y no se ve afectada por factores del suelo y las plantas, por este motivo, su valor refleja la energía disponible para evaporar el agua (“demanda climática”) dadas por las condiciones meteoroló-

³En muchos documentos consideran a la evapotranspiración potencial y de referencia como el mismo término.

⁴Generalmente se utiliza una gramínea con características fisiológicas y estructurales similares a *Lolium perenne* L. o *Festuca arundinacea* Schreb. Algunos investigadores también sugieren el uso de *Medicago sativa* L.

gicas del momento. Por ejemplo, en un clima muy lluvioso con un suelo con un contenido de humedad por encima de su capacidad de campo, la ETR es esencialmente igual a ETP, pero en un clima seco, la ETR es mucho menor que la ETP.

Muchos cultivos necesitan transpirar agua a tasas cercanas a la tasa de ETP, por ello en zonas donde la precipitación es mucho menor que la ETP, se requiere un riego considerable para satisfacer las necesidades hídricas de un cultivo (Fitts, 2013). En este sentido, se asume que las tasas de ETP son el límite superior de ET para una superficie con vegetación. La utilidad de este parámetro en particular es que, en el caso de sistemas de riego, ya sea por gravedad o aspersión, donde toda la superficie está mojada, una tasa de ET que se determina a partir de una evaporación y una transpiración máxima, es decir, cuando la disponibilidad de agua es continua e ilimitada, es una aproximación bastante confiable de la necesidad de agua de una planta.

Este enfoque explica explícitamente (pero en términos generales) el tipo y la frecuencia de riego a través de la fracción relativa del área mojada correspondiente a cada técnica en particular, por ejemplo, riego por aspersión, goteo o gravedad, por esta razón, es una herramienta bastante eficiente para calcular la demanda y uso del agua en la agricultura, permitiendo la estimación más cercana a lo que se puede denominar “demanda de agua de los cultivos” (Zribi et al., 2020). Las tasas de ETP generalmente se calculan con el método de Penmann – Monteith desarrollado por FAO (Allen et al., 2006).

Evapotranspiración del cultivo

La evapotranspiración del cultivo (ET_c) mide las necesidades hídricas de un cultivo, y se define como el valor máximo de ET de un cultivo u otra vegetación determinada en un estado vegetativo definido, y con una disponibilidad de humedad en el suelo suficiente para el uso máximo por las plantas. Para estimar la ET_c para un cultivo específico se requiere calcular la ETP y luego multiplicarlo por un coeficiente de reducción⁵ que representa el estrés hídrico del cultivo en una etapa de desarrollo específica, llamado “coeficiente del cultivo (K_c)”.

2.3. Importancia agronómica de la evapotranspiración

La ET es un parámetro agroclimático complejo con un importante interés de investigación práctico para las ciencias agrícolas, puesto que permite estimar las existencias de humedad del suelo y las necesidades hídricas para el crecimiento de los cultivos, particularmente durante los períodos de escasez de este recurso, y durante la temporada de crecimiento; también es un parámetro muy importante para el diseño y planificación de sistemas de riego. Por su importancia para el balance hídrico, las tasas de ET se utilizan a menudo en modelos hidrológicos, y también es un indicador útil en estudios de cambio y variabilidad climática. Desde el punto de vista agronómico las utilidades más importantes de este parámetro son:

⁵ Revisar anexo 2.

- La evapotranspiración es uno de los componentes más importantes del ciclo del agua puesto que representa aproximadamente el 70 % de la precipitación total (Alderton y Elias, 2021).
- Es un componente importante del equilibrio hídrico del suelo que desempeña un papel en la determinación de los rendimientos potenciales de los cultivos de importancia agrícola.
- Los y las especialistas de las ciencias agrícolas pueden usar la información de ET de la planta para programar riegos más precisos con el fin de ayudar a lograr rendimientos máximos y mejorar la productividad y uso eficiente del agua.
- Para el productor, la ET permite dar una estimación relativamente objetiva y confiable del agua necesaria para el crecimiento activo de las plantas, y así evitar situaciones de estrés hídrico que puedan reducir la producción, o bien, sobre utilizar el recurso hídrico.
- La ET también puede ayudar a delimitar las zonas agroecológicas, incluidas aquellas afectadas por sequías.

Todos estos elementos forman la base para desarrollar prácticas adecuadas de manejo de suelos y cultivos, incluyendo selección de variedades, técnicas de conservación del agua, patrones de cultivo y formas de mejorar la producción y productividad de los cultivos, especialmente en agroecosistemas de secano.

2.4. Factores que afectan la evapotranspiración

Las tasas de ET tienen variaciones espaciales y temporales, debido a que su valor se rige por varios factores, los cuales se agrupan en climáticos, edáficos y del cultivo (Bhatt y Hossain, 2019).

2.4.1. Factores climáticos

Radiación

La radiación es la principal fuente de energía para el proceso de ET. Depende de la densidad de flujo de radiación solar global y del albedo de la vegetación. Una vegetación más oscura absorbe más radiación solar incidente y evapotranspira más.

Temperatura

Las tasas de transpiración aumentan a medida que aumenta la temperatura, especialmente durante la temporada de crecimiento. Esto es consecuencia del incremento de la temperatura, debido a la luz solar más intensa y a las masas de aire más cálido, alrededor de la planta. Las temperaturas más altas inducen una mayor apertura de los estomas, mientras que las temperaturas más frías estimulan un efecto opuesto (Water Science School, 2018).

Humedad relativa

A medida que aumenta la humedad relativa del aire que rodea a la planta, la tasa de transpiración disminuye, dado que es más fácil que el agua se evapore en el aire más seco que en el

aire más saturado. Por ello, a mayor humedad relativa, menor demanda evaporativa y, por tanto, menor ET.

Velocidad del viento

La advección representa el transporte horizontal de energía de un área más seca a otra más húmeda, y dicha energía adicional se utiliza en el proceso de ET. El viento también ayuda a eliminar el vapor de agua cerca de las plantas a otras regiones, lo que da como resultado de que el aire más saturado cerca de la hoja, sea reemplazado por aire más seco.

2.4.2. Factores edáficos

Textura y estructura

La textura y la estructura del suelo son propiedades físicas, que influyen en la ET del cultivo al determinar la capacidad de retención de agua de los suelos. Los suelos arcillosos tienen una mayor capacidad de retención de agua, que los suelos arenosos, por lo tanto, son capaces de mantener una tasa de ET de cultivo más constante, durante más tiempo (Bhatt y Hossain, 2019).

Profundidad efectiva

Los impedimentos físicos en el perfil del suelo limitan el crecimiento del sistema radical de una planta, afectando su capacidad para explorar un mayor volumen de suelo tanto en épocas secas como lluviosas. En la temporada de lluvias, el suelo con obstrucciones físicas provoca anegamiento y anoxia radical a las plantas, mientras que en la estación seca se reduce el volumen de agua disponible. Como consecuencia, las tasas de ET pueden ser inferiores en suelos que tienen una baja profundidad efectiva (< 30 cm) bajo las mismas condiciones de regímenes de humedad y vegetación.

2.4.3. Factores del cultivo

Especie vegetal

Este factor está relacionado con la arquitectura foliar (distribución espacial de las hojas), la resistencia interna de la planta al transporte de agua y otros aspectos morfológicos (número, tamaño y distribución de los estomas, etc.), que ejercen una influencia directa en la ET. Por otra parte, algunas especies vegetales que crecen en regiones áridas, como las cactáceas, conservan mayor cantidad de agua en sus tejidos, al transpirar menos que otras plantas.

Profundidad del sistema radical

La profundidad del sistema radical de la planta está directamente relacionada con el volumen de suelo explorado por las raíces, con el objetivo de satisfacer la demanda hídrica. Un sistema radical superficial y poco desarrollado, por explorar un menor volumen de suelo, mantiene al cultivo más susceptible a períodos de sequía, disminuyendo los valores de ET.

Índice de área foliar en las diferentes etapas de crecimiento

El índice de área foliar en las diferentes etapas de crecimiento de una planta, está directamente relacionado con el tamaño de la superficie foliar transpirante, cuanto mayor sea el área foliar, mayor será la superficie transpirante y mayor será el potencial para el uso del agua.

Altura de la planta

La altura de la planta también influye en la ET. Las plantas más altas y ásperas interactúan más eficientemente con la atmósfera en movimiento, extrayendo más energía del aire y, por lo tanto, aumentando la ET.

2.5. Métodos de cálculo de la evapotranspiración

Existen varios métodos para calcular la evapotranspiración potencial. Estos se agrupan en métodos directos e indirectos.

2.5.1. Métodos directos

Miden directamente los consumos por evaporación y requieren para su determinación la instalación correcta de aparatos en la superficie, el cuidado y calibración de ellos y seguir la metodología específica en cada paso. Entre los más utilizados se encuentran el lisímetro, el balance de agua y los cambios en la disponibilidad de agua del suelo. Estos son aplicables en zonas donde se tiene una agricultura establecida, ya que proporcionan valores mucho más apegados a la realidad y sirven a la vez para ajustar los parámetros de los métodos indirectos.

Lisímetro

Consiste en un recipiente de lámina galvanizada formado por un tanque cilíndrico de aproximadamente 6 m de diámetro por 0.95 m de alto, en el que se coloca el suelo y el cultivo en estudio. El consumo de agua por ET se determina pesando diariamente el conjunto del suelo, plantas, agua y aparato, y por diferencia de peso se obtiene la humedad consumida. La reposición de agua se efectúa por medio de tanques de alimentación en forma automática.

Balance de agua

Este método se utiliza en grandes áreas, como cuencas donde la entrada y la salida se determinan a partir de mediciones de caudal y precipitación, y la cuenca se delimita y confina para eliminar otras fuentes importantes de entrada o salida. Este tipo de método generalmente proporciona solo estimaciones brutas, del promedio de agua evaporada y transpirada de áreas cultivadas y no cultivadas.

Estudio de cambios en los almacenamientos de humedad del suelo

Ya sea en el acuífero del nivel freático o en la zona no saturada del suelo, el método de cambios en los almacenamientos de humedad del suelo, se emplea para determinar el uso consuntivo⁶ de los cultivos de campo de riego, en un suelo bastante uniforme, cuando la profundidad del agua subterránea es tal que no influirá en la fluctuación de la humedad del suelo, dentro de la zona de raíces.

Estos estudios involucran la medición de la humedad del suelo desde varias profundidades en distintos momentos a lo largo del período de crecimiento. Se toman un gran número de mediciones para calcular el uso consuntivo promedio. El uso consuntivo estacional se calcula sumando los valores de uso consuntivo de cada intervalo de muestreo.

2.5.2. Métodos indirectos

Los métodos indirectos para calcular la ET surgieron precisamente por la dificultad de obtener mediciones de campo precisas, dados los altos costos de los métodos directos, especialmente en grandes superficies y diferentes zonas agroecológicas, por lo que se apoyan de diversas ecuaciones para estimar las tasas de ETP utilizando un conjunto de datos meteorológicos, por ejemplo, los métodos de Penman – Monteith FAO, Hargreaves y Samani, Thornthwaite, Priestley – Taylor y Turc, entre otros.

Cuadro 1. Requerimientos de datos para el cálculo de la ETP por diferentes métodos

Método de cálculo de la ETP	Factores radiativos			Factor advectivo
	Radiación solar	Temperatura del aire	Humedad relativa	Velocidad del viento
Penman - Monteith	✓	✓	✓	✓
Hargreaves y Samani	✓	✓	--	--
Thornthwaite	✓	✓	--	--
Priestley - Taylor	✓	✓	✓	--
Turc	✓	✓	✓	--

Fuente: Adaptado de Salinas y Rodríguez (1998)

⁶Se define el uso consuntivo como la suma de la ET y el agua utilizada directamente por la planta para construir sus tejidos. En términos generales, como el agua para construir los tejidos, comparada con la ET es despreciable, se puede asumir que el uso consuntivo es aproximadamente igual a la ET (Villón, s.f).

Como se muestra en el cuadro 1, las variables utilizadas para el cálculo de la ET se pueden agrupar en dos factores, factores radiativos que incluye la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar; y otro factor advectivo, que se refiere a la velocidad que alcanzan los desplazamientos de aire (Salinas y Rodríguez, 1998). A continuación, se describen los métodos indirectos más utilizados en Nicaragua para el cálculo de la ET.

Método de Penman - Monteith

La ecuación de Penman - Monteith es el método estándar para el cálculo de la ETP en todo el mundo. Este modelo fue desarrollado y generalizado por FAO, haciendo uso del concepto del cultivo de referencia, y reduce las imprecisiones del método original de Penman (1948) generando estimaciones más consistentes con una mayor cantidad de datos meteorológicos, ya que integra tanto factores radiativos como advectivos. Para garantizar la integridad de los cálculos, las mediciones de la radiación solar, la temperatura del aire, humedad relativa atmosférica y la velocidad del viento deben realizarse a 2 m de altura sobre la superficie del suelo (Allen et al., 2006).

$$ETP = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm día⁻¹).

R_n = Radiación neta en la superficie del cultivo (Mj m⁻² día⁻¹).

R_a = Radiación extraterrestre (mm día⁻¹).

G = Flujo del calor en el suelo (Mj m⁻² día⁻¹).

T = Temperatura media del aire a dos metros de altura (°C).

u₂ = Velocidad del viento a dos metros de altura (m s⁻¹).

e_s = Presión de vapor de saturación (kPa).

e_a = Presión real de vapor (kPa).

(e_s - e_a) = Déficit de presión de vapor (kPa).

Δ = Pendiente de la curva de presión de vapor de saturación (kPa °C⁻¹).

γ = Constante psicrométrica (kPa °C⁻¹).

Si se cuenta con el conjunto de datos requeridos [lo cual representa la principal limitante de la aplicación de este método], esta ecuación permite tener una representación clara, precisa y simple de los factores físicos y fisiológicos que gobiernan el proceso de la ET.

Método de Hargreaves y Samani

Esta ecuación desarrollada por Hargreaves y Samani (1985) requiere únicamente datos de temperatura media y radiación solar extraterrestre, es decir, la radiación solar recibida

sobre una superficie horizontal en el límite exterior de la atmósfera, para su aplicación (Salinas y Rodríguez, 1998). En caso de no contar con este dato, es posible calcularlo o tomar su valor desde tablas ya elaboradas, dado que es función de la latitud del lugar y de la época del año (Sánchez y Carvacho, 2011).

$$ETP = 0.0023 (T_{med} + 17.78) R_{\alpha} * (t_{max} - t_{min})^{0.5}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm día⁻¹).

Tmed = Temperatura media (°C).

Ra = Radiación solar extraterrestre (mm día⁻¹).

Tmax = Temperatura máxima (°C).

Tmin = Temperatura mínima (°C).

Método de Thornthwaite

La fórmula se basa en la temperatura y en la latitud, con la premisa de que esta última constituye un buen índice de la energía en un lugar específico. Este método permite estimar la ETP y tiene la ventaja de que la fórmula empleada para los cálculos usa datos climatológicos accesibles. Pese a que se obtienen buenos resultados en zonas húmedas con abundante vegetación, la principal limitante de este método es que su uso es específico para zonas tropicales húmedas, y sus valores son mensuales, por lo que, en términos agronómicos, no provee información importante para la planificación del riego (Salinas y Rodríguez, 1998). Su expresión general es:

$$ETP = 16 \left(10 * \frac{T}{I} \right)^a$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm mes⁻¹).

T = Temperatura media mensual (°C).

a = Coeficiente experimental de ajuste.

I = Índice calorífico (adimensional), calculado con la siguiente fórmula:

$$I = 12 \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

El cálculo de "a" se realiza basándose en el índice calorífico de la siguiente forma:

$$a = (675 * 10^{-9}) I^3 - (771 * 10^{-7}) I^2 - (179 * 10^{-4}) I + 0.492$$

Método de Priestley - Taylor

La ecuación de Priestley y Taylor (1972) es una versión reducida de la ecuación original de Penman (1948) y adaptada para zonas húmedas (Ortíz y Chile, 2020), ya que corresponde a un método de combinación simplificado, pues el término relacionado con el déficit de presión de vapor se reemplaza por un coeficiente empírico equivalente, relacionado a la humedad relativa media del periodo (Sánchez y Carvacho, 2011; Barreto y Morales, 2017).

$$ETP = \beta \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G)$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm día⁻¹).

β = Coeficiente que varía entre 1.26 para zonas húmedas (humedad relativa >60 %) y 1.74 para zonas áridas (humedad relativa <60 %).

Δ = Pendiente de la curva de presión de vapor de saturación (Mj m⁻² °C).

R_n = Radiación neta en la superficie del cultivo (Mj m⁻²).

G = Flujo del calor en el suelo (Mj m⁻² día⁻¹).

Método de Turc

Turc (1961) desarrolló la siguiente fórmula, basada en estudios estadísticos de 254 cuencas alrededor del mundo, tomando en consideración las variables de humedad relativa, temperatura del aire y la radiación solar recibida en la superficie. Si la humedad relativa del periodo es mayor del 50 %, la ecuación se resume en los siguientes términos:

$$ETP = 0.31 \left(\frac{T}{T+15} \right) (S_n + 2.09) \left[1 + \left(\frac{50 - HR}{70} \right) \right]$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm día⁻¹).

0.31 = Coeficiente de corrección de la humedad.

2.09 = Coeficiente de corrección del flujo de calor del suelo.

15 = Constante psicrométrica.

T = Temperatura promedio (°C).

S_n = Radiación neta en la superficie del cultivo (mm día⁻¹).

T = Temperatura media (°C).

HR = Humedad relativa media (%).

Cuando la humedad relativa es menor del 50%, la ecuación se define de la siguiente manera:

$$ETP = 0.31 \left(\frac{T}{T+15} \right) (S_n + 2.09)$$

METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL ESTUDIO

Actualmente, es posible obtener los conjuntos de datos agrometeorológicos necesarios para la aplicación de cualquiera de los métodos indirectos descritos con anterioridad utilizando sensores remotos. En este documento se aplicó un enfoque para la estimación de la ETP en los 153 municipios de Nicaragua, utilizando observaciones satelitales de teledetección del espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS, por sus siglas en inglés).

MODIS es uno de los 65 instrumentos acoplados en los satélites gemelos Terra y Aqua. Este sensor proporciona datos de 36 bandas espectrométricas que cubren longitudes de onda de 0.4 μm a 14.4 μm para proporcionar una serie completa de observaciones globales de la Tierra, los océanos y la atmósfera en las regiones visibles e infrarrojas del espectro. Los datos del MODIS, dependiendo de la banda específica, se proporcionan con resoluciones espaciales de 250, 500 o 1 000 m, y están disponibles en diversas plataformas de manera gratuita (Szewczak et al., 2020).

3.1. Obtención de los datos satelitales

Uno de los productos MODIS de la versión 6 (MOD16A2), es un paquete de cuatro parámetros que proporcionan valores de ETP global, que corresponden a ocho días de valores acumulados. Estos datos son proporcionados con una resolución de píxel de 500 m a través de un algoritmo que incluye entradas de datos meteorológicos diarios generados por la Oficina Global de Modelado y Asimilación (GMAO, por sus siglas en inglés)⁷, junto con productos de datos de detección remota del MODIS, como la dinámica de las propiedades de la vegetación, el albedo y la cobertura del suelo.

Los resultados de ETP para los 153 municipios de Nicaragua presentados en este documento, se extrajeron del producto MOD16A2 para un periodo de estudio de 21 años, comprendido de 2001 a 2021, utilizando para su procesamiento la plataforma online Google Earth Engine y el software Qgis para la generación de mapas. Esta amplitud en el período seleccionado, ha permitido contar con años climáticamente muy diversos, ya que coexisten años con periodos muy húmedos y secos debido a fenómenos climáticos como sequías y huracanes, con años “normales”, lo que ha permitido contar con una amplia serie de datos, que ha contribuido a fortalecer la validez de los resultados presentados en este documento, para su uso en campo.

3.1.1. Descripción del algoritmo MOD16A2 utilizado en el estudio

El algoritmo utilizado por el producto MOD16A2 para derivar el conjunto de datos de ETP se basa en la fórmula de Penman - Monteith y en la teoría del balance de energía superficial propuesta por Mu et al., (2007) y Mu et al., (2011). Este algoritmo consta de dos componentes: (i) datos meteorológicos, como radiación descendente total diaria ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), la temperatura media diaria del día y la noche ($^{\circ}\text{C}$), temperaturas máximas y mínimas diarias

⁷La cual es una división de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés).

(°C) y presión de vapor (kPa), obtenidos a partir de datos de re-análisis como variables de entrada provenientes de GMAO y (ii) datos provistos por el sensor MODIS de los productos MOD12Q1, MOD15A2 y MCD43B2/B3 como índice de área foliar, fracción de radiación fotosintéticamente activa absorbida, los componentes de la transpiración del dosel y la evaporación del suelo y la conductancia del dosel de la vegetación. Las restricciones de humedad de la superficie del suelo se estiman a partir de un conjunto de ecuaciones que se han desarrollado para diferentes tipos de cobertura del suelo derivado de estos datos (Mu et al., 2011).

Este algoritmo se ejecuta diaria y temporalmente, los valores diarios corresponden a la suma de la ETP del día y la noche. El valor final es el resultado de la suma de los flujos de vapor de agua de la evaporación del suelo, la evaporación del dosel húmedo y la transpiración de las plantas en la superficie del dosel seco. Usando una combinación de los dos componentes de datos mencionados con anterioridad, la fórmula de Penman - Monteith se ha adaptado de la siguiente manera para el cálculo de la ETP a través de este algoritmo (Running et al., 2019):

$$ETP = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)} = \frac{\Delta A' + \rho C_p (VPD)}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$

Donde $\Delta = d(e_s)/dT$ es la pendiente de la curva que relaciona la presión de vapor de saturación (kPa °C⁻¹), A' es la energía disponible repartida entre los flujos de calor sensible y calor latente en la superficie terrestre (Mj m⁻² día⁻¹) y $VPD = (e_s - e_a)$ es el déficit de presión de vapor de aire (kPa). Hasta aquí, todas las entradas se han definido previamente, excepto la resistencia superficial r_s (m s⁻¹), que es una resistencia efectiva que tiene en cuenta la evaporación de la superficie del suelo y la transpiración del dosel de la planta.

La ejecución rutinaria de este algoritmo, a menudo se ve obstaculizada por la necesidad de datos meteorológicos (A' , temperatura del aire y VPD) y las resistencias aerodinámicas y superficiales (r_a y r_s). Por ejemplo, se necesitan mediciones del flujo de calor del suelo y de la radiación para determinar A' ; temperatura y humedad del aire para calcular VPD ; y la velocidad del viento y los parámetros de rugosidad de la superficie para determinar r_a , por tal razón, la implementación de este modelo a escala regional requiere observaciones meteorológicas de las variables temperatura del aire, la humedad, la radiación solar y la velocidad del viento (Running et al., 2019).

Por otra parte, es muy frecuente que la estimación de la conductancia estomática máxima, incluido el efecto de la disponibilidad limitada de agua en el suelo y la fisiología estomática, requieran el acoplamiento de otros modelos biofísicos o de recurrir a funciones empíricas específicas para validar y complementar los resultados; todas estas consideraciones son realizadas y calibradas por el equipo de especialistas que procesan y generan el producto final para su descarga. La siguiente figura muestra la lógica detrás del resultado final del producto MOD16A2.

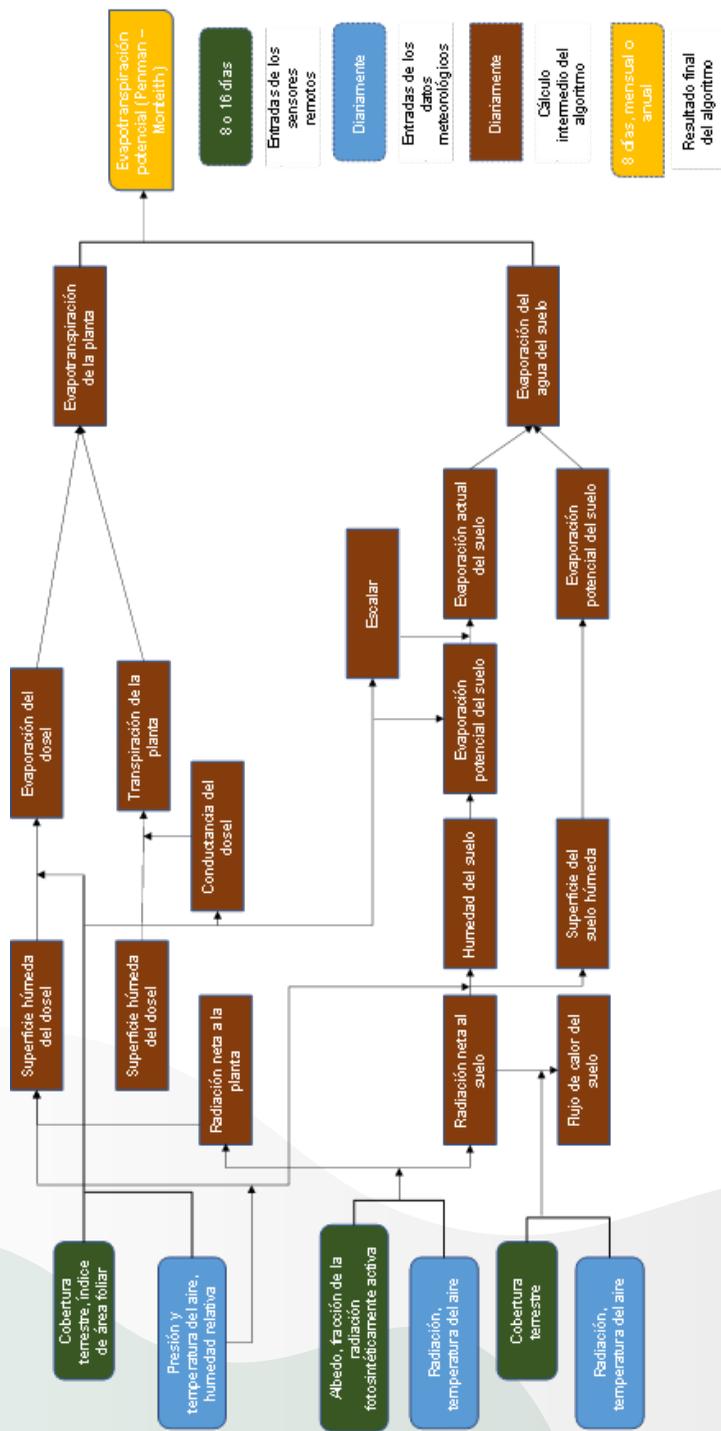


Figura 2. Diagrama de flujo del algoritmo MOD16A2 para el cálculo de la ETP (Fuente: Running et al., 2019).

3.2. Procesamiento de las imágenes y productos

Para capturar y procesar la información, se accedió al amplio catálogo de datos de Google Earth Engine. En esta plataforma se utilizó una capa vectorial de tipo polígono en formato “shapefile” para delimitar el área de los 153 municipios de Nicaragua. A través de esta capa se recortaron las imágenes y datos de detección remota del MODIS y se procesaron únicamente los píxeles de interés dentro del territorio nacional. Por defecto, el algoritmo reconoce las áreas altamente urbanizadas y omite el procesamiento de datos de ETP para estos sitios.

Dado que el conjunto de datos de ETP corresponde a un periodo acumulado de 10 días⁸, que va desde el 01 de enero de 2001 hasta el 31 de diciembre de 2021, se utilizó la función “**image.reduceRegion()**” de Google Earth Engine para obtener estadísticas de valores de píxeles para cada periodo en cada uno de los 153 municipios. Esta función permite reducir todos los píxeles en las áreas de interés y derivar un valor estadístico u otra representación compacta de los datos de píxeles del área y añadirlos a la tabla de atributos de la capa vectorial utilizada.

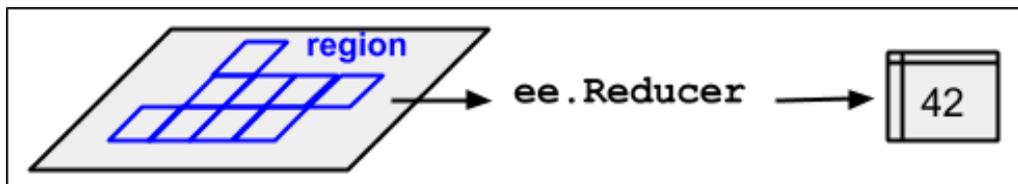


Figura 3. Ilustración del proceso *ee.Reducer* aplicado a una imagen y un área (Fuente: Google Earth Engine, 2021).

Es preciso señalar, que, aunque los datos se generaron para intervalos de 10 días, estos se reprocesaron para mostrar datos finales de ETP para tres periodos por cada mes del año. Para ello se generó una base de datos de 777 registros temporales por cada municipio, estos datos reúnen la **mediana espacial** de todos los píxeles que se ubican dentro de cada municipio y la **mediana temporal**, de todos los registros capturados de ETP en el periodo de tiempo determinado, para cada mes.

En la siguiente figura se ilustra la distribución de los sitios de referencia que fueron utilizados para calcular la ETP de cada municipio, este punto corresponde al centro geométrico del área analizada, donde se concentra la distribución espacial de los valores calculados. En el anexo 6 se muestran las coordenadas y elevaciones de dichos puntos proyectadas en el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM, por sus siglas en inglés).

⁸Es importante aclarar que el último periodo de adquisición de cada año, es un periodo compuesto de 5 o 6 días, según el año.

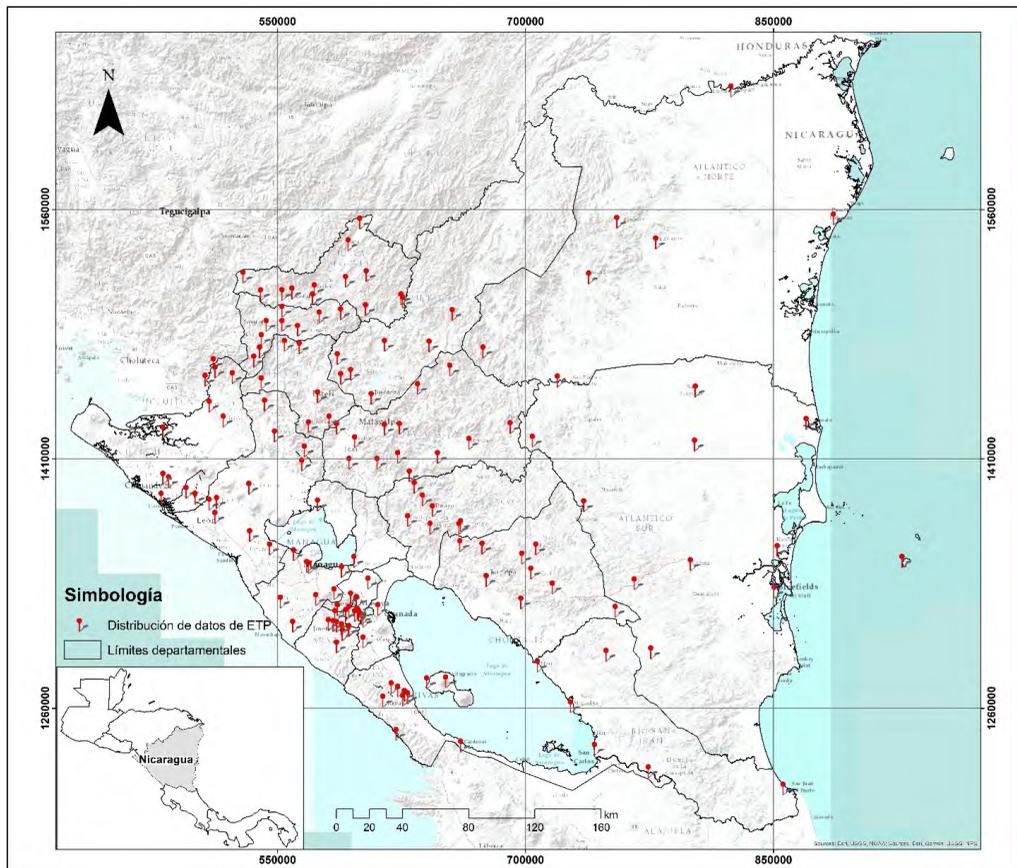


Figura 4. Distribución de los datos de ETP generados para los 153 municipios de Nicaragua.

La decisión de utilizar la mediana temporal como medida de tendencia central para presentar los resultados finales, se justifica porque es un estadístico no afectado por valores extremos o atípicos, como la media aritmética, lo que proporciona mayor robustez a los resultados. A continuación, ilustramos en dos mapas la amplitud y distribución espacial del valor de la ETP a nivel nacional durante el periodo 2001 – 2021 en los meses de marzo y abril⁹, los valores acumulados en un año correspondientes a la mediana del periodo 2001 – 2021, y subsiguientemente los datos para los 153 municipios de Nicaragua en mm día-1 en los intervalos de tiempo definidos para cada mes del año. Estos datos se agruparon por región y departamento.

⁹Se seleccionó este periodo dado que es la época del año donde los valores de ETP alcanzan sus valores máximos.

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN NICARAGUA

4.1. Amplitud de la evapotranspiración potencial a nivel nacional en los meses más cálidos

El mapa mostrado en la figura 5, refleja la tendencia de los valores de ETP a nivel nacional en los meses de marzo y abril, los cuales muestran el comportamiento esperado de acuerdo con cada territorio, dado que estos valores se expresan en mayor magnitud en zona costera del Pacífico de Nicaragua, y se acentúan a medida que se traslada hacia el occidente del país. Durante estos meses, la mayor parte del territorio nacional presenta valores máximos y mínimos de 9.5 mm día^{-1} y 5.4 mm día^{-1} respectivamente, lo cual corresponde a la mayor demanda climática en el transcurso del año.

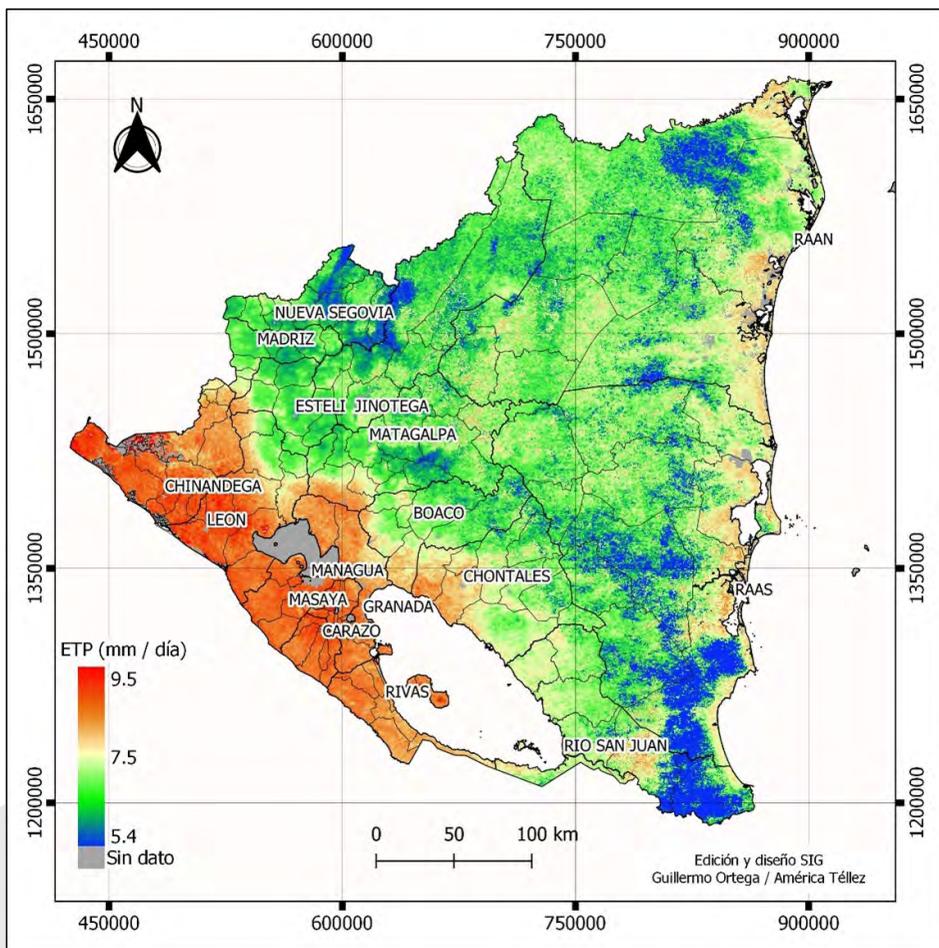


Figura 5. Amplitud de la ETP en Nicaragua (2001 - 2021) en mm día^{-1} en los meses de marzo y abril.

4.2. Evapotranspiración potencial acumulada anual

La figura 6 ilustra la demanda climática anual para cada uno de los territorios a nivel nacional. En el mapa se observan las mismas tendencias reflejadas en la figura 5, donde los valores más altos de capacidad evaporativa se encuentran en el Pacífico de Nicaragua, con una mayor magnitud en los departamentos de León y Chinandega, superando los 2 000 mm anuales. Por otra parte, en el Caribe sur y en el departamento de Río San Juan, se observan las menores demandas, con valores alrededor de los 1 400 mm anuales, lo cual puede estar asociado al comportamiento de factores climáticos característicos de estos territorios, como la alta nubosidad y humedad relativa del aire.

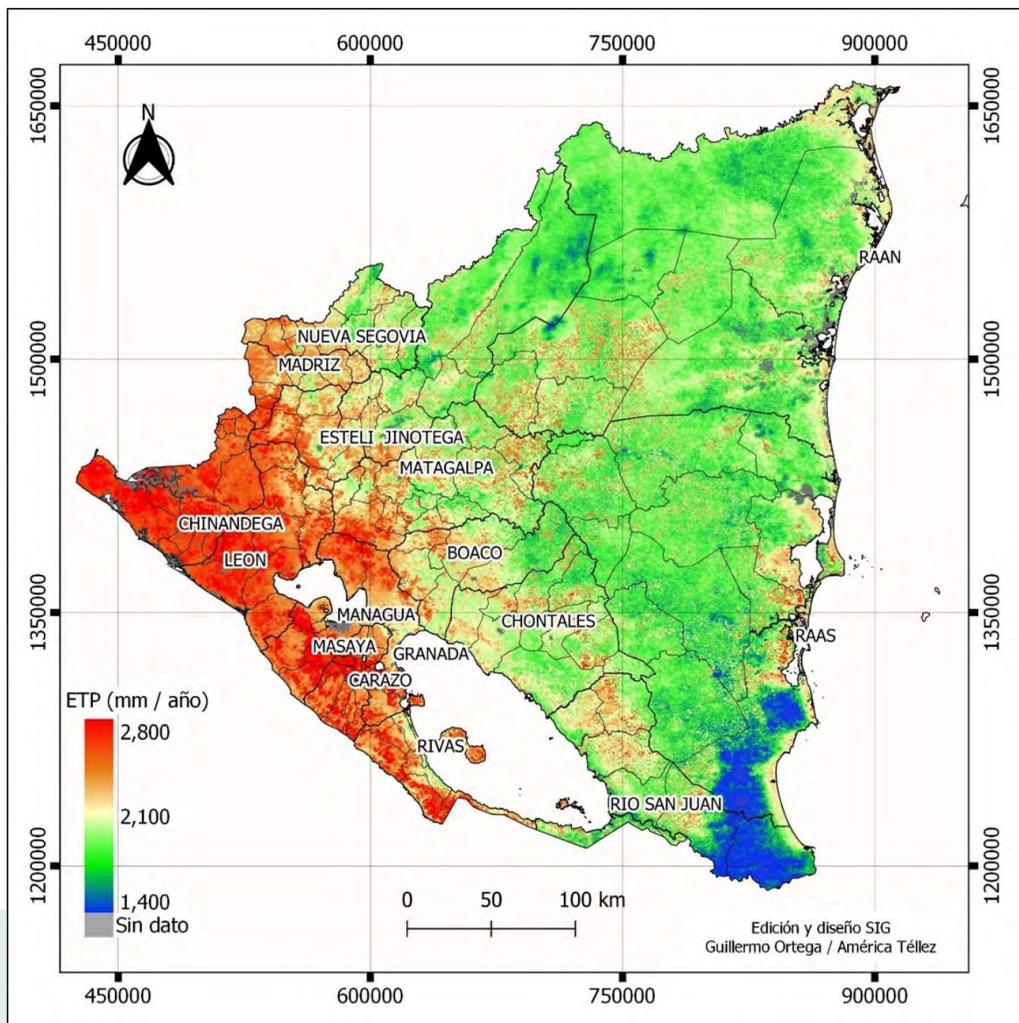


Figura 6. Amplitud de la ETP acumulada en Nicaragua (2001 - 2021) en mm año-1.

4.3. Región Pacífico de Nicaragua

4.3.1. Departamento de Chinandega

Cuadro 2a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Chinandega

Mes	Período	San Pedro del Norte	San Francisco del Norte	Cinco Pinos	Santo Tomás del Norte
Enero	01 al 10	6.2	6.4	6.4	6.4
	11 al 20	6.4	6.6	6.5	6.5
	21 al 31	6.6	6.9	6.7	6.8
Febrero	01 al 10	6.7	7.2	7.0	7.1
	11 al 20	7.2	7.4	7.4	7.4
	21 al 28	7.7	7.8	7.7	7.8
Marzo	01 al 10	7.8	8.2	8.1	8.2
	11 al 20	8.0	8.4	8.2	8.3
	21 al 31	8.2	8.6	8.5	8.5
Abril	01 al 10	8.3	8.6	8.4	8.4
	11 al 20	7.8	7.7	7.6	7.7
	21 al 30	6.9	7.5	7.3	7.4
Mayo	01 al 10	7.4	7.1	7.1	7.2
	11 al 20	5.7	5.4	5.8	5.8
	21 al 31	5.7	5.3	5.7	6.2
Junio	01 al 10	5.6	5.2	5.2	5.6
	11 al 20	6.2	6.2	6.3	6.2
	21 al 30	7.2	6.9	7.2	7.0
Julio	01 al 10	7.1	7.0	7.0	6.8
	11 al 20	7.2	6.9	7.1	7.0
	21 al 31	7.4	7.1	7.3	7.2
Agosto	01 al 10	7.1	6.9	7.1	7.0
	11 al 20	7.0	6.9	7.1	7.0
	21 al 31	6.6	6.6	6.7	6.7
Septiembre	01 al 10	6.7	6.3	6.6	6.5
	11 al 20	6.2	6.0	6.0	6.1
	21 al 30	6.4	5.9	6.0	6.1
Octubre	01 al 10	6.1	5.9	6.1	6.0
	11 al 20	5.5	5.8	5.2	6.0
	21 al 31	5.9	6.0	6.0	5.9
Noviembre	01 al 10	6.3	6.2	6.4	6.5
	11 al 20	6.8	6.5	6.7	6.7
	21 al 30	6.4	6.3	6.4	6.4
Diciembre	01 al 10	6.2	6.3	6.4	6.3
	11 al 20	6.2	6.2	6.2	6.2
	21 al 31	6.1	6.2	6.2	6.2

Cuadro 2b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Chinandega.

Mes	Período	El Viejo	Chichigalpa	Posoltega	Somotillo	Puerto Morazán
Enero	01 al 10	6.9	6.9	6.8	6.4	6.8
	11 al 20	7.0	7.1	7.1	6.7	7.1
	21 al 31	7.4	7.4	7.3	7.0	7.5
Febrero	01 al 10	7.7	7.8	7.7	7.3	7.8
	11 al 20	8.1	8.1	8.0	7.7	8.2
	21 al 28	8.5	8.5	8.4	8.1	8.5
Marzo	01 al 10	8.7	8.8	8.7	8.4	8.8
	11 al 20	8.8	8.9	8.8	8.5	8.9
	21 al 31	9.0	9.1	9.0	8.6	9.0
Abril	01 al 10	8.9	9.0	8.9	8.8	9.0
	11 al 20	7.7	8.2	8.4	7.8	8.8
	21 al 30	7.2	7.9	7.7	7.5	8.0
Mayo	01 al 10	6.2	7.0	7.6	7.2	7.7
	11 al 20	4.8	4.6	5.9	5.7	5.8
	21 al 31	6.4	6.0	6.3	5.5	5.2
Junio	01 al 10	4.4	5.4	6.0	5.7	5.3
	11 al 20	5.3	5.2	5.5	6.3	6.2
	21 al 30	6.9	6.7	6.7	6.7	6.9
Julio	01 al 10	6.6	6.6	6.6	6.8	6.9
	11 al 20	6.9	6.7	6.8	6.7	7.0
	21 al 31	7.0	6.9	7.0	7.0	7.3
Agosto	01 al 10	6.9	6.9	6.8	6.8	7.1
	11 al 20	6.8	6.7	6.4	6.8	7.0
	21 al 31	6.7	6.5	6.6	6.4	6.4
Septiembre	01 al 10	6.3	6.4	6.5	6.4	6.3
	11 al 20	5.6	6.1	6.4	6.1	5.7
	21 al 30	5.8	6.1	6.3	5.9	5.6
Octubre	01 al 10	6.0	5.8	6.3	5.6	5.5
	11 al 20	5.5	5.9	6.2	5.8	5.7
	21 al 31	6.2	6.0	6.5	5.8	6.1
Noviembre	01 al 10	6.4	6.4	6.6	6.3	6.4
	11 al 20	6.6	6.6	6.8	6.4	6.7
	21 al 30	6.5	6.5	6.6	6.3	6.5
Diciembre	01 al 10	6.5	6.5	6.6	6.2	6.5
	11 al 20	6.5	6.5	6.5	6.2	6.6
	21 al 31	6.5	6.4	6.5	6.2	6.5

Cuadro 2c. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Chinandega

Mes	Período	Villanueva	Chinandega	El Realejo	Corinto
Enero	01 al 10	6.5	6.9	6.9	7.4
	11 al 20	6.8	7.2	7.1	7.6
	21 al 31	7.1	7.5	7.4	7.9
Febrero	01 al 10	7.4	7.8	7.8	8.4
	11 al 20	7.7	8.2	8.1	8.7
	21 al 28	8.2	8.6	8.4	9.1
Marzo	01 al 10	8.5	8.8	8.6	9.3
	11 al 20	8.6	8.9	8.7	9.4
	21 al 31	8.7	9.1	8.9	9.4
Abril	01 al 10	8.7	9.0	8.8	9.4
	11 al 20	8.0	7.9	8.2	9.5
	21 al 30	7.4	7.4	7.8	8.1
Mayo	01 al 10	6.7	6.4	6.9	8.5
	11 al 20	5.4	5.0	5.5	5.6
	21 al 31	6.1	5.8	3.9	7.4
Junio	01 al 10	5.5	4.0	5.4	6.2
	11 al 20	6.0	5.3	6.0	4.3
	21 al 30	6.7	6.8	7.2	5.6
Julio	01 al 10	6.8	6.6	7.1	6.9
	11 al 20	6.8	6.8	7.1	7.2
	21 al 31	7.0	6.8	7.2	6.8
Agosto	01 al 10	6.8	6.8	7.1	7.0
	11 al 20	6.8	6.9	7.1	6.1
	21 al 31	6.5	6.1	6.9	7.5
Septiembre	01 al 10	6.4	6.0	6.5	5.4
	11 al 20	5.9	5.3	6.3	5.7
	21 al 30	5.9	5.8	5.8	7.0
Octubre	01 al 10	5.6	5.5	6.4	5.8
	11 al 20	5.7	4.8	6.1	5.4
	21 al 31	6.0	5.7	6.5	6.1
Noviembre	01 al 10	6.3	6.3	6.6	6.3
	11 al 20	6.5	6.5	6.8	6.8
	21 al 30	6.3	6.5	6.7	6.9
Diciembre	01 al 10	6.3	6.5	6.7	6.9
	11 al 20	6.3	6.5	6.6	6.8
	21 al 31	6.3	6.5	6.7	6.9

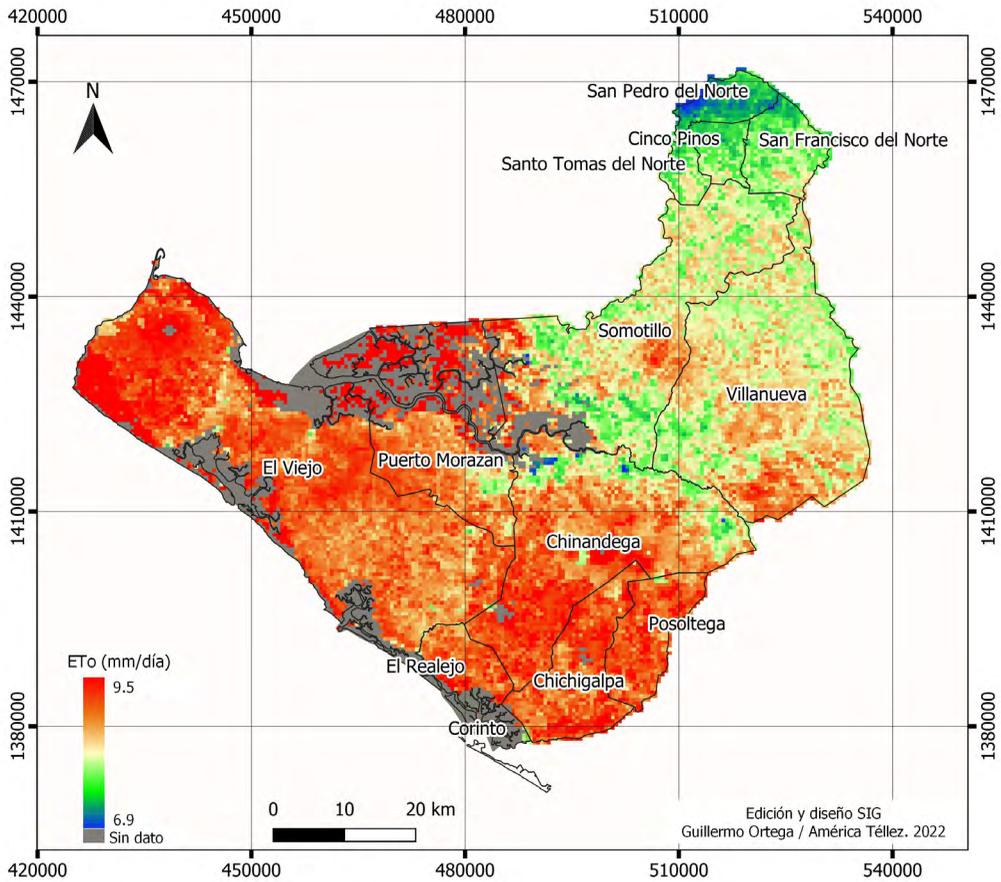


Figura 7. Amplitud de la ETP en el departamento de Chinandega (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.3.2. Departamento de León

Cuadro 3a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de León

Mes	Período	Achuapa	El Sauce	Santa Rosa del Peñón	El Jicaral	Malpaisillo
Enero	01 al 10	6.2	6.0	5.8	6.0	6.7
	11 al 20	6.3	6.1	6.0	6.2	7.0
	21 al 31	6.6	6.4	6.2	6.4	7.2
Febrero	01 al 10	6.9	6.6	6.4	6.7	7.6
	11 al 20	7.2	7.0	6.8	7.0	7.9
	21 al 28	7.5	7.2	7.0	7.3	8.3
Marzo	01 al 10	7.8	7.6	7.4	7.7	8.6
	11 al 20	7.8	7.7	7.5	7.9	8.6
	21 al 31	8.3	7.9	7.8	8.2	8.8
Abril	01 al 10	8.2	8.1	8.1	8.5	8.8
	11 al 20	7.9	7.7	8.2	8.4	8.7
	21 al 30	7.2	7.0	7.7	7.9	7.7
Mayo	01 al 10	6.9	6.3	7.1	7.2	7.6
	11 al 20	4.7	4.8	4.8	4.9	5.7
	21 al 31	4.5	4.5	5.2	5.9	6.4
Junio	01 al 10	4.7	5.2	5.2	5.4	5.7
	11 al 20	5.5	5.4	5.4	5.5	6.0
	21 al 30	6.5	6.1	6.1	6.1	6.8
Julio	01 al 10	6.3	5.9	5.9	6.1	6.8
	11 al 20	6.5	6.2	6.0	6.2	6.8
	21 al 31	6.7	6.5	6.3	6.3	6.9
Agosto	01 al 10	6.5	6.2	6.1	6.2	6.7
	11 al 20	6.6	6.3	6.1	6.2	6.8
	21 al 31	6.1	5.8	5.8	6.0	6.7
Septiembre	01 al 10	6.0	5.9	5.5	5.8	6.3
	11 al 20	5.6	5.5	5.5	5.7	6.2
	21 al 30	5.8	5.7	5.6	5.7	6.1
Octubre	01 al 10	5.5	5.3	5.3	5.5	6.1
	11 al 20	5.3	5.3	5.1	5.3	6.0
	21 al 31	5.7	5.7	5.5	5.6	6.5
Noviembre	01 al 10	5.9	5.8	5.7	5.8	6.6
	11 al 20	6.0	5.8	5.8	6.0	6.6
	21 al 30	6.1	5.8	5.7	5.8	6.5
Diciembre	01 al 10	6.0	5.8	5.7	5.9	6.5
	11 al 20	5.9	5.8	5.6	5.9	6.6
	21 al 31	5.9	5.7	5.6	5.9	6.4

Cuadro 3b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de León

Mes	Periodo	Telica	Quezalaguaque	León	La Paz Centro	Nagarote
Enero	01 al 10	6.8	6.8	6.9	6.8	6.7
	11 al 20	7.0	7.0	7.2	7.0	6.9
	21 al 31	7.3	7.3	7.4	7.3	7.1
Febrero	01 al 10	7.7	7.6	7.8	7.6	7.4
	11 al 20	8.0	8.0	8.1	8.0	7.6
	21 al 28	8.4	8.3	8.5	8.4	8.1
Marzo	01 al 10	8.7	8.6	8.8	8.8	8.5
	11 al 20	8.8	8.7	8.9	8.8	8.6
	21 al 31	8.9	8.8	9.0	9.0	8.8
Abril	01 al 10	8.9	8.8	9.0	9.0	9.0
	11 al 20	8.4	8.3	8.6	8.8	8.9
	21 al 30	7.9	7.8	7.9	8.1	8.2
Mayo	01 al 10	7.2	7.5	7.5	7.3	7.5
	11 al 20	6.1	6.2	5.5	6.0	5.6
	21 al 31	6.6	6.8	4.9	6.6	6.0
Junio	01 al 10	5.8	5.8	5.5	5.7	5.4
	11 al 20	5.9	5.6	5.9	5.8	5.6
	21 al 30	6.9	7.0	6.5	6.5	6.0
Julio	01 al 10	6.6	6.9	6.5	6.4	5.8
	11 al 20	6.9	6.8	6.6	6.6	6.2
	21 al 31	7.1	7.1	6.9	6.8	6.3
Agosto	01 al 10	6.7	6.9	6.8	6.6	6.3
	11 al 20	6.9	7.1	6.6	6.6	6.3
	21 al 31	6.7	6.9	6.2	6.3	5.9
Septiembre	01 al 10	6.5	6.9	6.1	5.9	5.8
	11 al 20	6.6	6.8	5.8	5.9	5.7
	21 al 30	6.9	7.2	5.6	5.6	5.5
Octubre	01 al 10	6.1	7.2	5.6	5.6	5.4
	11 al 20	6.1	6.9	5.5	5.6	5.3
	21 al 31	6.5	7.0	6.0	5.9	5.7
Noviembre	01 al 10	6.5	7.1	6.4	6.1	5.8
	11 al 20	6.9	7.4	6.6	6.4	6.2
	21 al 30	6.7	6.8	6.5	6.5	6.1
Diciembre	01 al 10	6.8	6.8	6.6	6.5	6.3
	11 al 20	6.7	6.7	6.6	6.5	6.2
	21 al 31	6.5	6.6	6.6	6.4	6.4

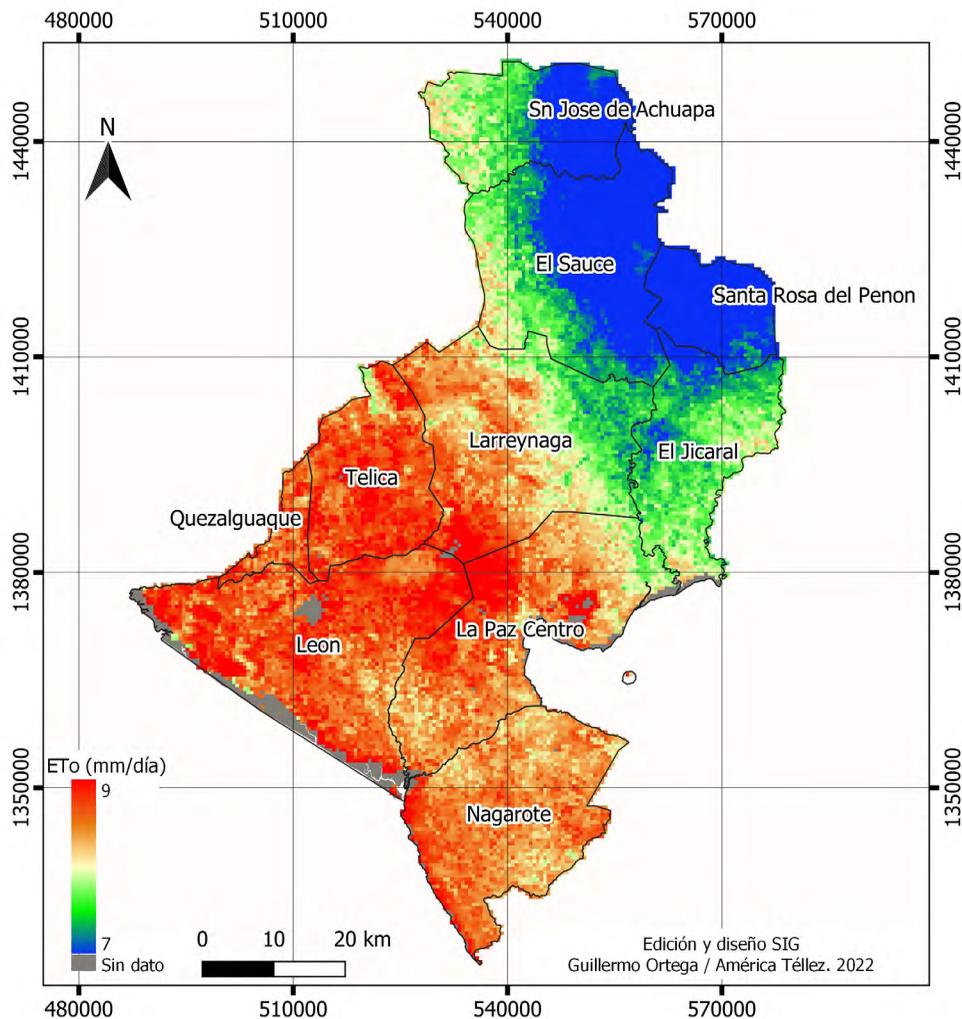


Figura 8. Amplitud de la ETP en el departamento de León (2001 - 2021) en mm día-1 ,en los meses de marzo y abril.

4.3.3. Departamento de Managua

Cuadro 4a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Managua.

Mes	Periodo	San Francisco Libre	Tipitapa	Mateare	Villa El Carmen
Enero	01 al 10	6.4	6.5	6.5	6.6
	11 al 20	6.7	6.7	6.8	6.8
	21 al 31	6.8	6.9	6.9	7.0
Febrero ¹	01 al 10	7.0	7.1	7.2	7.2
	11 al 20	7.4	7.5	7.5	7.5
	21 al 28	7.8	7.9	7.9	7.9
Marzo	01 al 10	8.1	8.2	8.2	8.3
	11 al 20	8.3	8.6	8.6	8.6
	21 al 31	8.8	8.9	8.9	8.9
Abril	01 al 10	8.9	9.0	9.1	9.0
	11 al 20	9.0	9.2	9.2	9.0
	21 al 30	8.2	8.4	8.2	8.3
Mayo	01 al 10	8.0	7.8	7.8	7.6
	11 al 20	5.7	4.8	5.7	5.5
	21 al 31	5.3	3.9	5.1	5.2
Junio	01 al 10	5.0	4.3	4.7	5.0
	11 al 20	5.7	3.9	5.0	5.4
	21 al 30	6.2	4.3	5.8	5.4
Julio	01 al 10	6.2	4.3	5.6	5.4
	11 al 20	6.4	5.0	6.0	6.1
	21 al 31	6.5	5.5	6.0	6.1
Agosto	01 al 10	6.2	5.7	5.7	5.4
	11 al 20	6.4	5.4	5.9	5.2
	21 al 31	6.2	5.1	5.6	6.1
Septiembre	01 al 10	6.0	5.4	5.6	5.0
	11 al 20	5.5	4.9	5.4	4.4
	21 al 30	5.6	4.9	5.2	4.0
Octubre	01 al 10	5.5	4.5	5.1	5.0
	11 al 20	5.4	5.1	5.2	5.4
	21 al 31	5.7	5.4	5.5	5.5
Noviembre	01 al 10	5.9	5.5	5.8	5.7
	11 al 20	6.2	5.8	5.9	6.2
	21 al 30	6.2	5.8	5.9	6.3
Diciembre	01 al 10	6.3	6.1	6.2	6.4
	11 al 20	6.1	6.0	6.1	6.2
	21 al 31	6.3	6.1	6.2	6.4

Cuadro 4b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Managua

Mes	Período	Ciudad Sandino	Ticuantepe	El Crucero	San Rafael del Sur	Managua
Enero	01 al 10	6.5	6.6	6.9	6.6	6.6
	11 al 20	6.7	6.8	7.0	6.7	6.7
	21 al 31	7.0	7.0	7.3	6.9	6.9
Febrero	01 al 10	7.2	7.2	7.5	7.2	7.2
	11 al 20	7.6	7.7	7.8	7.5	7.5
	21 al 28	8.0	7.9	8.2	7.9	7.9
Marzo	01 al 10	8.3	8.3	8.5	8.3	8.3
	11 al 20	8.7	8.7	8.8	8.6	8.6
	21 al 31	9.0	9.0	9.0	8.8	9.0
Abril	01 al 10	9.2	9.2	9.2	9.0	8.9
	11 al 20	9.3	9.4	9.1	9.1	9.3
	21 al 30	8.3	8.2	8.2	8.1	8.2
Mayo	01 al 10	8.1	7.7	7.7	7.6	7.5
	11 al 20	5.2	5.5	5.9	5.3	5.6
	21 al 31	5.0	5.2	4.0	4.7	4.6
Junio	01 al 10	4.9	4.3	3.7	4.2	3.7
	11 al 20	4.9	3.4	3.8	4.8	3.6
	21 al 30	5.5	4.4	4.5	5.6	4.4
Julio	01 al 10	5.2	4.5	4.0	5.2	4.7
	11 al 20	5.6	4.5	5.1	5.8	4.5
	21 al 31	5.8	4.8	4.8	5.8	6.0
Agosto	01 al 10	5.7	4.2	4.8	5.6	4.1
	11 al 20	5.7	4.4	5.9	5.3	5.5
	21 al 31	5.2	4.6	5.4	4.7	4.8
Septiembre	01 al 10	5.3	5.0	4.1	4.7	5.1
	11 al 20	5.5	4.0	5.0	4.7	5.4
	21 al 30	5.3	4.5	5.1	5.1	5.2
Octubre	01 al 10	5.0	4.7	5.0	4.6	4.9
	11 al 20	4.9	4.2	4.3	4.7	5.3
	21 al 31	5.5	5.5	6.0	5.0	5.6
Noviembre	01 al 10	5.5	6.0	5.5	5.6	5.6
	11 al 20	5.8	6.1	6.4	5.9	5.9
	21 al 30	5.8	6.2	6.7	6.0	6.1
Diciembre	01 al 10	6.1	6.3	6.7	6.2	6.1
	11 al 20	6.1	6.4	6.7	6.2	6.2
	21 al 31	6.2	6.4	6.7	6.3	6.2

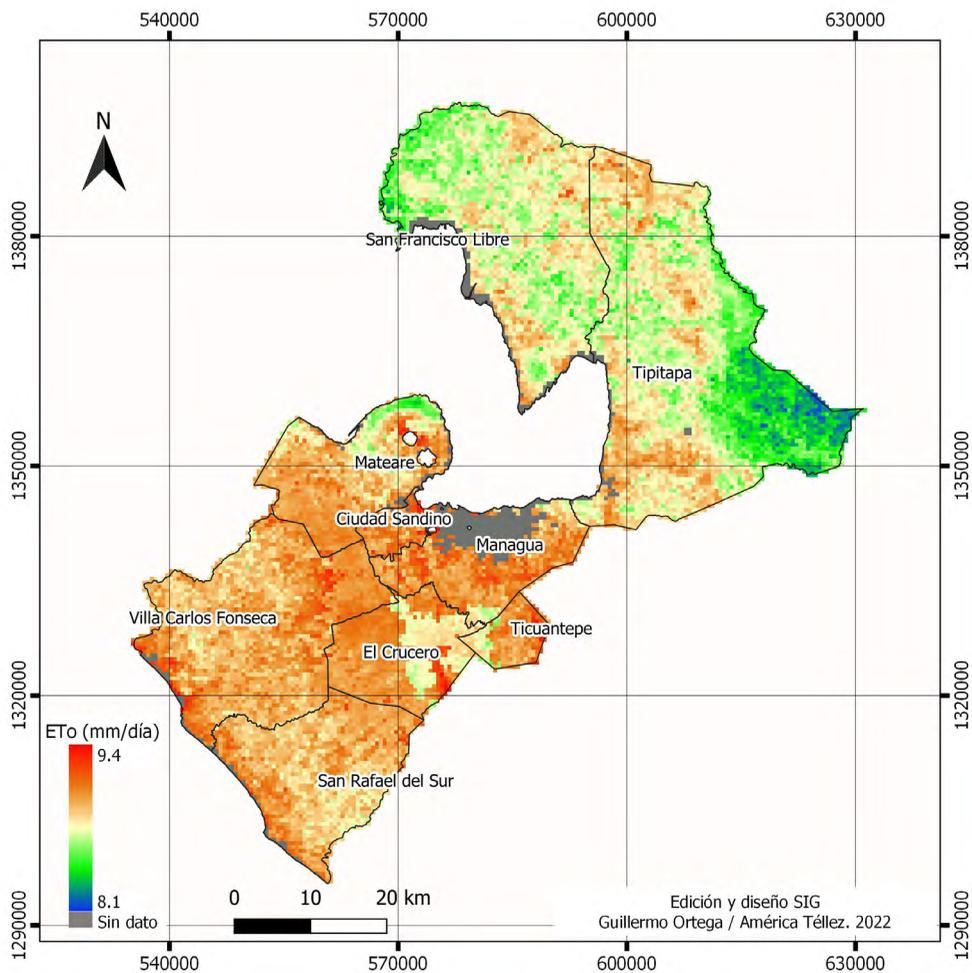


Figura 9. Amplitud de la ETP en el departamento de Managua (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.3.4. Departamento de Masaya

Cuadro 5a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Masaya.

Mes	Período	Nindirí	Masaya	Tisma	La Concepción	Masatepe
Enero	01 al 10	6.6	6.6	6.4	6.9	6.7
	11 al 20	6.8	6.7	6.5	7.1	6.9
	21 al 31	7.0	7.0	6.8	7.3	7.2
Febrero	01 al 10	7.3	7.3	7.0	7.5	7.4
	11 al 20	7.7	7.6	7.4	7.8	7.8
	21 al 28	8.0	8.0	7.8	8.2	8.1
Marzo	01 al 10	8.4	8.4	8.1	8.4	8.4
	11 al 20	8.8	8.8	8.5	8.7	8.8
	21 al 31	9.0	9.1	8.7	9.1	9.0
Abril	01 al 10	9.2	9.2	8.9	9.1	9.0
	11 al 20	9.3	9.3	9.0	9.2	9.2
	21 al 30	8.2	8.3	8.1	8.1	8.1
Mayo	01 al 10	8.1	8.1	7.5	7.9	7.7
	11 al 20	5.9	5.4	5.7	5.8	5.9
	21 al 31	5.4	5.5	5.5	6.8	6.2
Junio	01 al 10	4.7	4.3	5.0	4.5	4.2
	11 al 20	4.6	4.2	4.8	3.8	4.9
	21 al 30	4.8	4.8	5.6	4.3	5.3
Julio	01 al 10	5.1	4.8	5.2	4.7	5.3
	11 al 20	5.5	5.2	5.4	6.4	5.2
	21 al 31	5.7	5.6	5.9	6.0	4.7
Agosto	01 al 10	5.7	5.6	5.9	6.3	5.6
	11 al 20	5.5	5.4	5.8	5.1	5.9
	21 al 31	5.5	5.0	6.1	5.7	5.2
Septiembre	01 al 10	5.3	5.2	5.6	6.1	5.8
	11 al 20	5.2	5.0	5.8	5.9	5.9
	21 al 30	5.2	4.6	5.3	5.9	5.2
Octubre	01 al 10	4.8	4.7	5.1	6.4	5.9
	11 al 20	4.9	5.2	5.4	5.5	5.1
	21 al 31	5.6	5.5	5.8	6.1	5.6
Noviembre	01 al 10	5.6	5.6	5.7	6.9	6.0
	11 al 20	5.9	5.7	5.9	6.9	6.3
	21 al 30	6.1	6.0	6.2	7.0	6.6
Diciembre	01 al 10	6.2	6.1	6.2	7.0	6.6
	11 al 20	6.1	6.1	6.1	6.8	6.7
	21 al 31	6.3	6.2	6.3	6.8	6.5

Cuadro 5b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Masaya

Mes	Periodo	Nandasmo	Catarina	San Juan de Oriente	Niquinohomo
Enero	01 al 10	7.0	7.0	6.7	6.6
	11 al 20	7.1	7.1	6.8	6.8
	21 al 31	7.2	7.3	7.1	7.0
Febrero	01 al 10	7.4	7.5	7.3	7.2
	11 al 20	7.8	7.9	7.7	7.7
	21 al 28	8.2	8.2	8.1	8.0
Marzo	01 al 10	8.4	8.5	8.5	8.4
	11 al 20	8.7	8.6	8.7	8.7
	21 al 31	9.0	9.0	9.0	8.9
Abril	01 al 10	9.0	9.0	9.3	9.1
	11 al 20	8.9	8.9	9.2	9.1
	21 al 30	8.1	8.2	8.3	8.3
Mayo	01 al 10	7.4	8.1	8.1	8.0
	11 al 20	5.9	5.9	6.0	5.9
	21 al 31	6.0	5.9	5.7	5.7
Junio	01 al 10	5.1	5.5	4.8	4.9
	11 al 20	4.4	5.5	4.8	5.2
	21 al 30	5.0	6.2	5.5	5.3
Julio	01 al 10	5.6	6.0	5.2	5.3
	11 al 20	5.7	6.1	5.1	6.1
	21 al 31	6.0	6.9	5.6	6.0
Agosto	01 al 10	5.5	6.2	5.7	6.1
	11 al 20	6.2	6.8	5.8	5.9
	21 al 31	6.5	6.3	5.6	5.9
Septiembre	01 al 10	6.4	6.3	5.7	5.7
	11 al 20	6.2	6.1	5.6	5.6
	21 al 30	5.8	5.8	5.3	5.4
Octubre	01 al 10	5.9	5.4	5.1	5.2
	11 al 20	5.9	5.7	5.2	5.4
	21 al 31	6.4	6.2	5.6	5.8
Noviembre	01 al 10	6.1	6.6	5.6	5.9
	11 al 20	7.3	7.1	6.0	6.1
	21 al 30	7.5	7.4	6.1	6.3
Diciembre	01 al 10	7.2	7.2	6.4	6.5
	11 al 20	6.9	6.9	6.4	6.5
	21 al 31	6.9	6.8	6.4	6.4

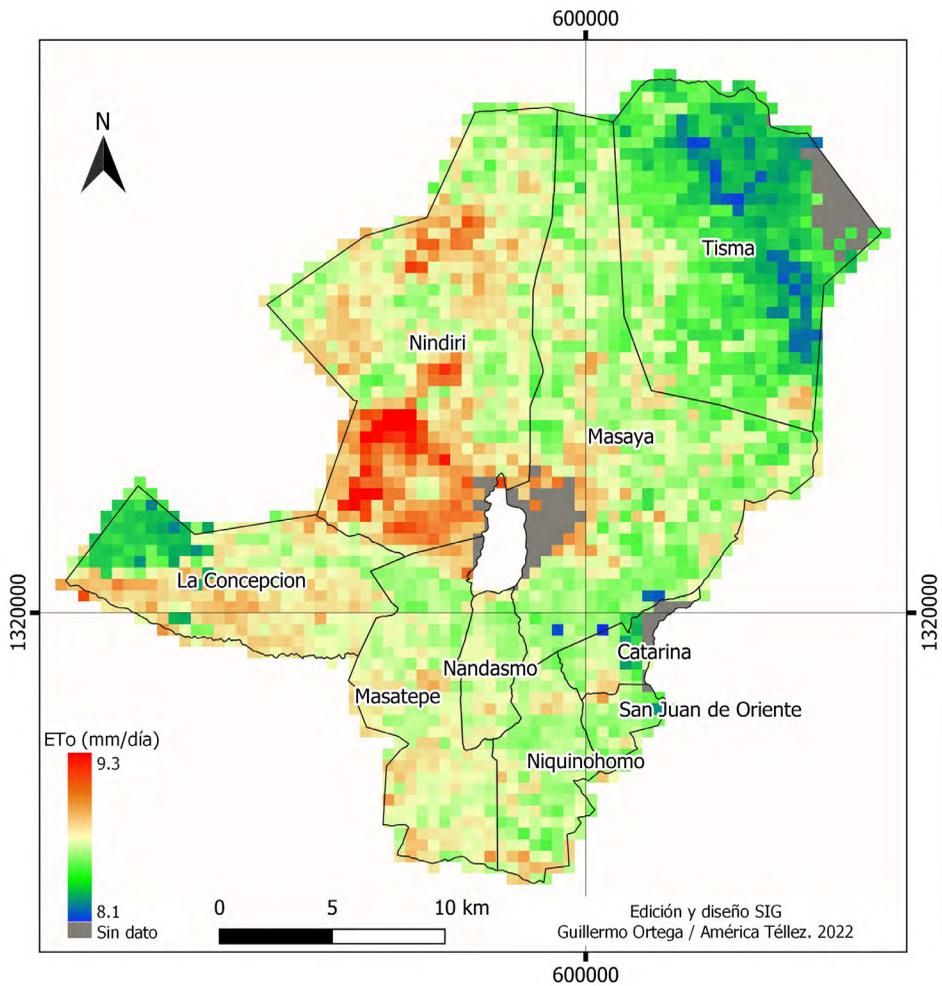


Figura 10. Amplitud de la ETP en el departamento de Masaya (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.3.5. Departamento de Granada

Cuadro 6. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Granada

Mes	Período	Diriá	Diriomo	Granada	Nandaime
Enero	01 al 10	6.6	6.6	6.3	6.4
	11 al 20	6.7	6.7	6.5	6.6
	21 al 31	7.0	7.0	6.8	6.9
Febrero	01 al 10	7.3	7.2	7.0	7.2
	11 al 20	7.7	7.6	7.4	7.6
	21 al 28	8.0	8.0	7.8	7.9
Marzo	01 al 10	8.4	8.4	8.1	8.2
	11 al 20	8.7	8.7	8.5	8.5
	21 al 31	9.0	9.0	8.9	8.8
Abril	01 al 10	9.1	9.2	9.0	9.0
	11 al 20	9.2	9.3	9.1	9.1
	21 al 30	8.2	8.4	8.3	8.2
Mayo	01 al 10	8.2	8.3	8.0	7.9
	11 al 20	5.7	5.5	5.3	4.7
	21 al 31	5.5	3.8	4.8	5.3
Junio	01 al 10	4.5	4.2	4.5	4.1
	11 al 20	4.1	3.5	4.9	4.2
	21 al 30	5.1	4.0	5.2	4.3
Julio	01 al 10	5.2	5.1	4.8	4.6
	11 al 20	5.5	5.2	5.0	4.8
	21 al 31	4.8	5.3	5.6	5.0
Agosto	01 al 10	5.4	5.3	5.5	5.3
	11 al 20	5.6	5.5	5.6	5.3
	21 al 31	5.2	5.2	5.5	4.9
Septiembre	01 al 10	5.4	5.5	5.3	5.2
	11 al 20	5.6	5.6	5.0	4.7
	21 al 30	5.1	5.2	4.9	4.9
Octubre	01 al 10	5.2	5.0	4.8	5.1
	11 al 20	5.2	4.9	5.2	4.9
	21 al 31	5.5	5.4	5.4	5.1
Noviembre	01 al 10	5.5	5.6	5.5	5.2
	11 al 20	5.7	5.9	5.7	5.7
	21 al 30	6.0	6.1	5.8	5.8
Diciembre	01 al 10	6.2	6.2	6.0	6.1
	11 al 20	6.3	6.2	6.0	6.1
	21 al 31	6.3	6.3	6.0	6.2

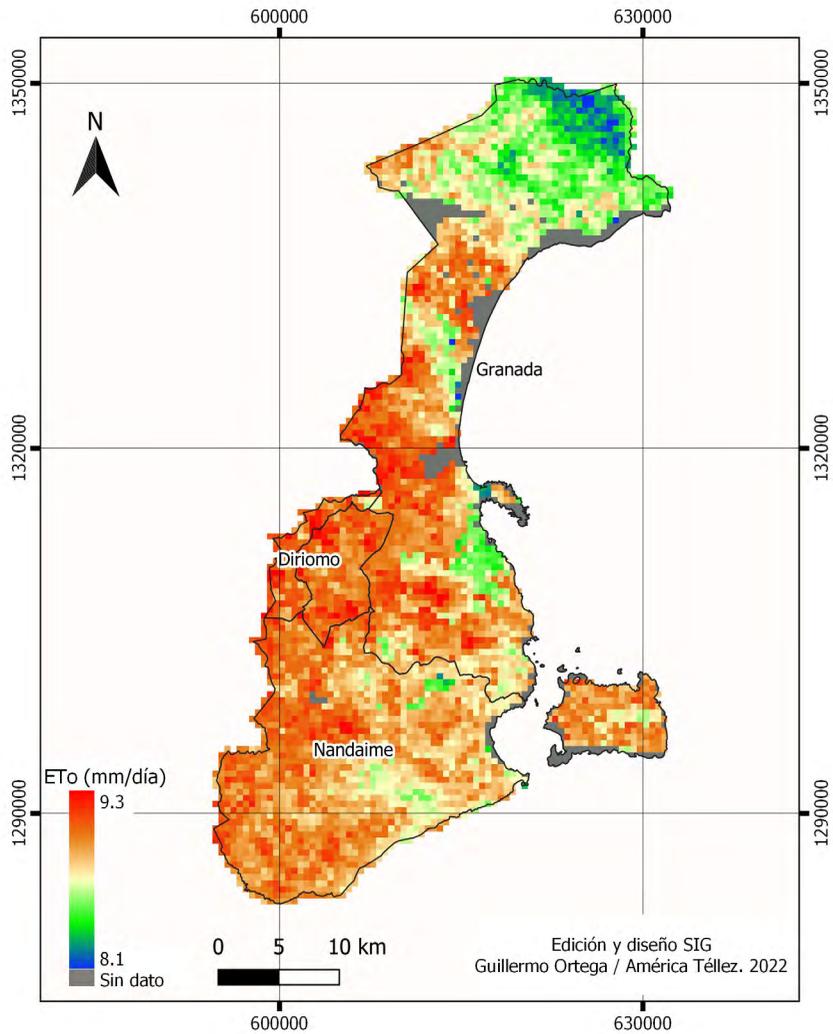


Figura 11. Amplitud de la ETP en el departamento de Granada (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.3.6. Departamento de Carazo

Cuadro 7a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Carazo

Mes	Período	San Marcos	Jinotepe	Dolores	Diriamba
Enero	01 al 10	6.7	6.7	6.9	6.6
	11 al 20	6.9	6.8	7.0	6.8
	21 al 31	7.2	7.1	7.2	7.1
Febrero	01 al 10	7.4	7.3	7.4	7.3
	11 al 20	7.8	7.7	7.8	7.7
	21 al 28	8.1	8.1	8.1	8.2
Marzo	01 al 10	8.4	8.5	8.5	8.5
	11 al 20	8.8	8.8	8.7	8.9
	21 al 31	9.0	9.1	9.0	9.2
Abril	01 al 10	9.2	9.2	9.1	9.3
	11 al 20	9.2	9.3	9.1	9.4
	21 al 30	8.3	8.2	8.2	8.2
Mayo	01 al 10	7.8	7.9	8.1	8.2
	11 al 20	6.2	5.7	6.2	6.1
	21 al 31	4.8	5.5	5.4	3.9
Junio	01 al 10	4.6	4.1	5.9	4.7
	11 al 20	3.7	3.7	4.8	4.5
	21 al 30	4.5	5.3	6.0	5.4
Julio	01 al 10	3.9	4.6	5.7	5.1
	11 al 20	4.8	5.1	6.1	5.5
	21 al 31	4.6	5.2	6.5	5.5
Agosto	01 al 10	4.3	5.1	6.3	5.4
	11 al 20	5.0	5.4	6.2	5.4
	21 al 31	4.5	4.9	6.2	5.2
Septiembre	01 al 10	5.3	4.8	6.1	4.8
	11 al 20	3.8	3.9	5.4	4.4
	21 al 30	4.7	5.4	5.3	5.0
Octubre	01 al 10	5.8	4.3	5.5	4.5
	11 al 20	4.8	4.4	5.2	4.2
	21 al 31	5.5	5.4	5.9	5.1
Noviembre	01 al 10	5.5	5.4	6.6	5.3
	11 al 20	6.2	5.9	7.3	5.9
	21 al 30	6.3	6.0	7.0	6.1
Diciembre	01 al 10	6.5	6.2	7.0	6.3
	11 al 20	6.4	6.2	6.8	6.2
	21 al 31	6.5	6.4	6.8	6.3

Cuadro 7b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Carazo

Mes	Período	El Rosario	La Paz Carazo	Santa Teresa	La Conquista
Enero	01 al 10	6.7	6.6	6.6	6.6
	11 al 20	6.9	6.8	6.7	6.7
	21 al 31	7.1	7.1	7.0	7.0
Febrero	01 al 10	7.4	7.3	7.3	7.3
	11 al 20	7.7	7.8	7.7	7.6
	21 al 28	8.1	8.1	8.0	8.1
Marzo	01 al 10	8.5	8.4	8.4	8.4
	11 al 20	8.8	8.7	8.8	8.6
	21 al 31	9.2	9.0	9.0	8.8
Abril	01 al 10	9.2	9.3	9.3	9.1
	11 al 20	9.3	9.3	9.2	9.0
	21 al 30	8.6	8.1	8.4	8.2
Mayo	01 al 10	8.1	7.9	7.8	7.8
	11 al 20	6.3	6.3	6.0	6.2
	21 al 31	6.5	5.7	4.9	5.5
Junio	01 al 10	3.8	4.2	4.1	4.6
	11 al 20	3.9	4.0	4.3	4.8
	21 al 30	5.4	5.5	5.3	5.4
Julio	01 al 10	5.2	5.1	4.9	5.3
	11 al 20	5.2	5.3	5.0	5.8
	21 al 31	5.3	5.8	5.4	5.8
Agosto	01 al 10	5.1	5.8	5.5	5.6
	11 al 20	5.5	5.5	5.5	5.7
	21 al 31	5.6	5.3	5.3	5.5
Septiembre	01 al 10	5.2	5.2	5.2	5.3
	11 al 20	5.5	5.6	4.3	5.2
	21 al 30	5.6	5.5	5.5	5.3
Octubre	01 al 10	5.0	6.0	5.6	5.7
	11 al 20	5.2	5.2	4.8	5.2
	21 al 31	5.2	5.7	5.5	5.3
Noviembre	01 al 10	5.3	5.5	5.4	5.8
	11 al 20	6.0	6.1	5.8	6.0
	21 al 30	6.2	6.1	6.1	6.2
Diciembre	01 al 10	6.4	6.2	6.2	6.4
	11 al 20	6.2	6.2	6.1	6.3
	21 al 31	6.4	6.4	6.3	6.3

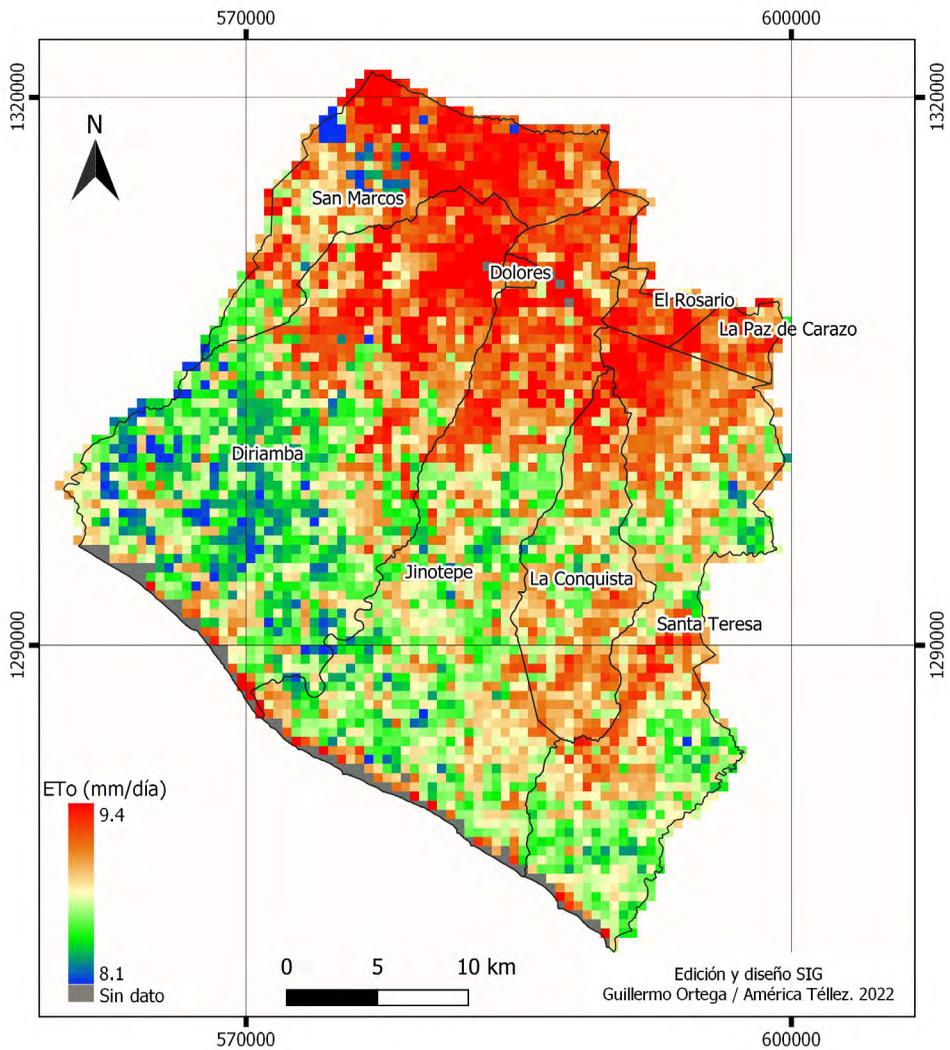


Figura 12. Amplitud de la ETP en el departamento de Carazo (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.3.7. Departamento de Rivas

Cuadro 8a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Rivas

Mes	Período	Tola	Belén	Potosí	Buenos Aires	Moyogalpa
Enero	01 al 10	6.4	6.4	6.4	6.3	6.4
	11 al 20	6.7	6.6	6.6	6.5	6.7
	21 al 31	6.9	6.9	6.9	6.9	7.0
Febrero	01 al 10	7.2	7.2	7.2	7.2	7.3
	11 al 20	7.6	7.5	7.5	7.5	7.6
	21 al 28	7.9	7.9	7.9	7.9	8.0
Marzo	01 al 10	8.3	8.3	8.2	8.3	8.3
	11 al 20	8.5	8.6	8.5	8.5	8.6
	21 al 31	8.9	8.8	8.7	8.8	8.9
Abril	01 al 10	8.9	8.8	8.9	8.8	8.8
	11 al 20	8.8	8.9	8.8	8.8	9.0
	21 al 30	8.5	8.0	8.2	8.1	8.3
Mayo	01 al 10	7.6	8.0	8.0	8.1	7.9
	11 al 20	6.5	6.0	5.8	5.9	5.7
	21 al 31	3.8	4.9	4.1	4.9	4.1
Junio	01 al 10	4.2	4.5	4.5	3.7	4.0
	11 al 20	4.4	4.3	4.6	4.1	4.0
	21 al 30	4.2	4.8	4.5	4.9	4.5
Julio	01 al 10	4.9	4.7	4.7	4.4	3.7
	11 al 20	5.0	4.9	5.3	4.8	4.6
	21 al 31	5.0	5.4	5.7	5.4	5.3
Agosto	01 al 10	5.6	5.2	5.2	5.0	4.7
	11 al 20	5.2	5.2	5.3	5.2	4.7
	21 al 31	4.7	5.2	5.3	5.2	4.5
Septiembre	01 al 10	5.0	5.0	5.1	4.9	4.8
	11 al 20	5.1	5.1	5.0	4.8	4.7
	21 al 30	4.8	4.9	5.0	4.6	4.6
Octubre	01 al 10	4.8	4.5	4.9	4.6	4.7
	11 al 20	4.4	4.8	5.2	4.9	4.8
	21 al 31	4.8	5.1	5.0	5.3	5.1
Noviembre	01 al 10	5.4	5.1	5.1	5.1	5.2
	11 al 20	6.0	5.8	6.0	5.8	5.8
	21 al 30	6.5	6.1	6.3	5.8	6.0
Diciembre	01 al 10	6.3	6.1	6.3	6.0	6.2
	11 al 20	6.1	6.1	6.2	6.0	6.1
	21 al 31	6.3	6.2	6.2	6.1	6.2

Cuadro 8b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Rivas

Mes	Periodo	Atagracia	San Jorge	Rivas	San Juan del Sur	Cárdenas
Enero	01 al 10	6.7	6.3	6.2	6.2	6.1
	11 al 20	6.8	6.5	6.5	6.5	6.4
	21 al 31	7.1	6.9	6.8	6.9	6.8
Febrero	01 al 10	7.3	7.1	7.1	7.1	7.0
	11 al 20	7.7	7.4	7.5	7.5	7.5
	21 al 28	8.0	7.9	7.9	7.9	7.8
Marzo	01 al 10	8.3	8.3	8.2	8.2	8.1
	11 al 20	8.6	8.5	8.5	8.5	8.3
	21 al 31	8.9	8.8	8.8	8.9	8.7
Abril	01 al 10	8.8	8.7	8.7	8.7	8.7
	11 al 20	8.9	8.9	8.8	8.7	8.7
	21 al 30	8.0	8.0	7.9	7.9	7.9
Mayo	01 al 10	7.7	7.4	7.6	7.7	7.6
	11 al 20	5.7	5.3	5.5	5.5	5.3
	21 al 31	5.2	4.9	5.2	4.9	4.4
Junio	01 al 10	4.6	4.2	3.8	4.3	4.6
	11 al 20	4.8	4.7	4.2	4.4	4.2
	21 al 30	5.2	4.6	4.5	4.5	4.9
Julio	01 al 10	4.9	4.4	4.4	4.3	4.4
	11 al 20	5.0	5.0	4.7	4.6	4.4
	21 al 31	5.6	5.1	5.1	4.8	4.6
Agosto	01 al 10	5.5	4.8	4.9	4.8	4.9
	11 al 20	5.5	5.1	4.7	5.1	5.0
	21 al 31	5.8	5.1	4.8	5.0	5.1
Septiembre	01 al 10	5.4	5.0	4.7	4.8	4.9
	11 al 20	5.1	4.7	4.8	4.6	4.7
	21 al 30	4.9	4.6	4.7	4.5	4.5
Octubre	01 al 10	4.7	4.6	4.4	4.5	4.5
	11 al 20	5.4	4.9	4.7	4.4	4.4
	21 al 31	5.6	5.3	5.3	5.1	4.6
Noviembre	01 al 10	5.7	5.1	5.1	4.9	4.8
	11 al 20	6.2	5.7	5.6	5.6	5.4
	21 al 30	6.6	5.9	5.9	5.8	5.7
Diciembre	01 al 10	6.6	6.1	5.9	6.0	5.8
	11 al 20	6.5	6.0	6.0	5.9	5.8
	21 al 31	6.4	6.1	6.0	6.0	5.9

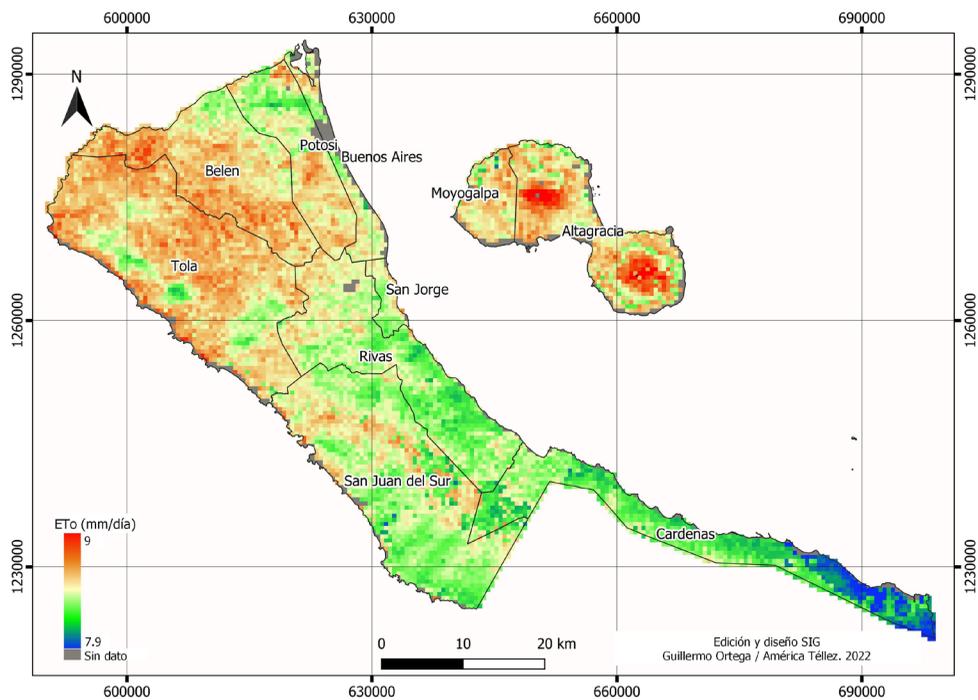


Figura 13. Amplitud de la ETP en el departamento de Rivas (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.4. Región Central de Nicaragua

4.4.1. Departamento de Nueva Segovia

Cuadro 9a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Nueva Segovia.

Mes	Período	Jalapa	Murra	El Jícara	San Fernando
Enero	01 al 10	4.8	5.3	5.0	5.0
	11 al 20	5.1	5.5	5.2	5.3
	21 al 31	5.4	5.8	5.5	5.5
Febrero	01 al 10	5.4	6.0	5.6	5.8
	11 al 20	5.9	6.4	6.1	6.2
	21 al 28	6.3	6.8	6.5	6.6
Marzo	01 al 10	6.7	7.1	6.9	7.0
	11 al 20	6.8	7.3	7.0	7.1
	21 al 31	7.3	7.8	7.4	7.5
Abril	01 al 10	7.4	7.8	7.1	7.5
	11 al 20	7.3	7.6	6.8	7.4
	21 al 30	5.9	5.9	5.8	6.5
Mayo	01 al 10	5.5	5.5	5.1	5.7
	11 al 20	5.2	4.6	4.7	4.9
	21 al 31	4.5	4.8	3.9	5.0
Junio	01 al 10	4.2	3.9	3.7	4.8
	11 al 20	4.3	4.2	3.6	4.9
	21 al 30	4.6	5.1	4.5	5.4
Julio	01 al 10	4.6	3.9	4.1	5.2
	11 al 20	4.9	4.5	4.1	4.9
	21 al 31	5.6	4.8	4.6	5.7
Agosto	01 al 10	4.8	4.6	4.8	5.9
	11 al 20	5.4	4.4	4.8	5.7
	21 al 31	5.4	5.5	5.1	5.9
Septiembre	01 al 10	5.4	5.6	5.3	5.6
	11 al 20	5.1	4.9	5.2	5.0
	21 al 30	4.7	5.0	4.8	5.2
Octubre	01 al 10	4.5	5.1	5.0	5.0
	11 al 20	4.7	4.4	4.9	5.1
	21 al 31	4.8	4.9	5.1	4.9
Noviembre	01 al 10	5.1	6.0	5.5	5.6
	11 al 20	5.0	5.9	5.4	5.3
	21 al 30	5.0	5.5	5.2	5.1
Diciembre	01 al 10	4.9	5.3	5.1	5.0
	11 al 20	4.6	5.2	4.9	4.9
	21 al 31	4.7	4.9	5.0	4.9

Cuadro 9b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Nueva Segovia

Mes	Período	Wiwili de Nueva Segovia	Mozonte	Dipilito	Macuelizo
Enero	01 al 10	4.9	5.1	5.7	5.9
	11 al 20	5.2	5.3	5.9	6.1
	21 al 31	5.4	5.6	6.3	6.2
Febrero	01 al 10	5.5	5.8	6.4	6.5
	11 al 20	5.8	6.3	6.8	6.9
	21 al 28	6.2	6.6	7.0	7.1
Marzo	01 al 10	6.5	7.0	7.5	7.5
	11 al 20	6.7	7.2	7.6	7.6
	21 al 31	7.0	7.5	7.8	7.7
Abril	01 al 10	7.1	7.7	8.1	7.9
	11 al 20	7.2	7.6	7.7	7.3
	21 al 30	6.6	7.3	6.2	6.5
Mayo	01 al 10	5.9	5.7	6.7	5.9
	11 al 20	5.0	5.2	4.1	5.6
	21 al 31	4.5	5.0	5.1	6.1
Junio	01 al 10	4.3	5.0	4.4	5.7
	11 al 20	4.8	5.4	5.1	6.1
	21 al 30	4.6	5.8	6.7	7.1
Julio	01 al 10	5.1	5.6	6.0	6.3
	11 al 20	3.8	6.0	6.2	6.9
	21 al 31	5.3	6.1	6.2	7.2
Agosto	01 al 10	5.0	6.0	6.1	7.0
	11 al 20	5.2	5.9	6.1	6.9
	21 al 31	5.4	5.9	6.6	6.7
Septiembre	01 al 10	5.4	5.7	5.6	6.6
	11 al 20	5.0	5.3	5.4	6.1
	21 al 30	5.1	5.5	3.7	5.7
Octubre	01 al 10	5.0	5.2	4.2	5.9
	11 al 20	5.0	5.1	5.0	5.9
	21 al 31	4.6	5.1	5.0	6.8
Noviembre	01 al 10	5.1	5.6	5.4	6.8
	11 al 20	5.3	5.3	5.8	6.6
	21 al 30	5.1	5.1	5.7	6.2
Diciembre	01 al 10	5.0	5.0	5.6	5.9
	11 al 20	4.9	4.9	5.4	5.8
	21 al 31	4.9	5.0	5.5	5.9

Cuadro 9c. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Nueva Segovia

Mes	Período	Santa María	Ocotal	Ciudad Antigua	Quilalí	San Fernando
Enero	01 al 10	5.7	5.5	5.4	5.1	5.0
	11 al 20	5.9	5.8	5.6	5.3	5.3
	21 al 31	6.1	6.0	5.9	5.5	5.5
Febrero	01 al 10	6.3	6.2	6.0	5.7	5.8
	11 al 20	6.7	6.6	6.4	6.1	6.2
	21 al 28	6.9	7.0	6.7	6.6	6.6
Marzo	01 al 10	7.4	7.3	7.1	6.9	7.0
	11 al 20	7.4	7.5	7.3	7.0	7.1
	21 al 31	7.6	7.7	7.6	7.4	7.5
Abril	01 al 10	7.5	8.0	7.7	7.6	7.5
	11 al 20	7.6	7.6	7.4	7.3	7.4
	21 al 30	6.7	7.2	6.9	5.9	6.5
Mayo	01 al 10	5.3	6.4	5.4	5.3	5.7
	11 al 20	5.3	4.7	4.8	4.5	4.9
	21 al 31	5.2	5.4	4.8	3.9	5.0
Junio	01 al 10	5.2	5.4	4.7	4.8	4.8
	11 al 20	5.5	5.8	5.3	4.4	4.9
	21 al 30	6.3	6.7	5.9	4.8	5.4
Julio	01 al 10	6.2	6.3	5.2	3.8	5.2
	11 al 20	6.6	6.6	6.1	3.8	4.9
	21 al 31	7.1	7.1	6.4	4.6	5.7
Agosto	01 al 10	6.8	6.9	6.2	4.6	5.9
	11 al 20	6.9	6.8	6.4	5.0	5.7
	21 al 31	7.1	6.5	6.3	5.4	5.9
Septiembre	01 al 10	6.3	6.7	6.4	5.5	5.6
	11 al 20	5.5	6.3	5.9	5.3	5.0
	21 al 30	5.9	6.2	6.1	5.0	5.2
Octubre	01 al 10	6.0	6.2	5.8	5.1	5.0
	11 al 20	5.6	5.9	5.9	4.9	5.1
	21 al 31	6.2	6.0	5.9	5.3	4.9
Noviembre	01 al 10	6.6	6.3	6.2	5.3	5.6
	11 al 20	6.5	6.4	6.4	5.3	5.3
	21 al 30	6.0	6.1	6.1	5.2	5.1
Diciembre	01 al 10	5.8	5.8	5.7	5.1	5.0
	11 al 20	5.6	5.6	5.5	5.0	4.9
	21 al 31	5.6	5.5	5.5	5.0	4.9

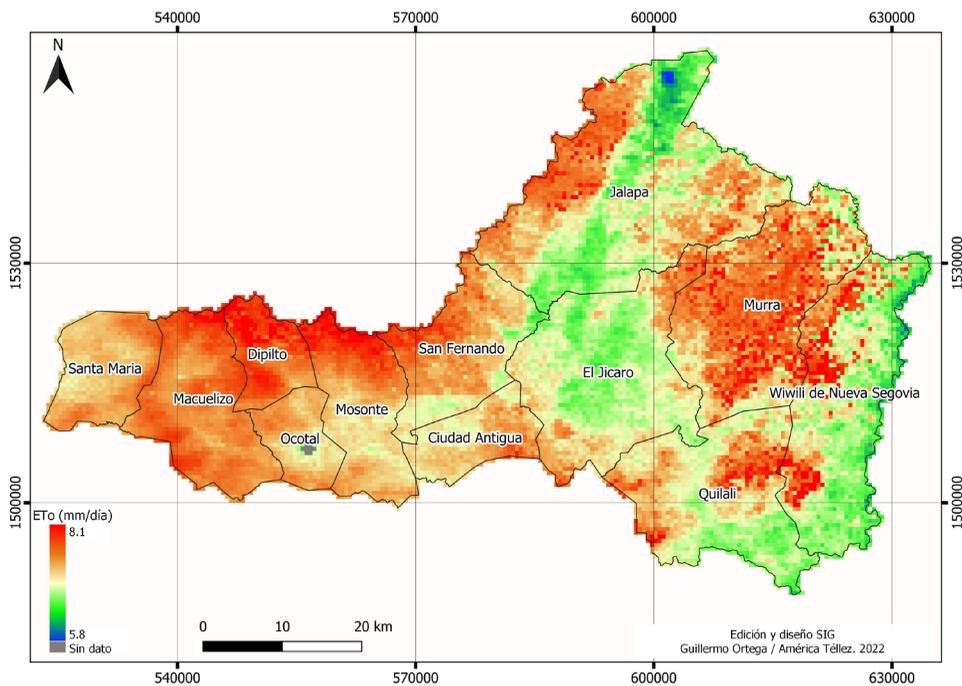


Figura 14. Amplitud de la ETP en el departamento de Nueva Segovia (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.4.2. Departamento de Madriz

Cuadro 10a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Madriz.

Mes	Período	Somoto	Totogalpa	Telpaneca	San Juan de Río Coco
Enero	01 al 10	5.6	5.4	5.0	5.1
	11 al 20	5.7	5.6	5.3	5.7
	21 al 31	6.0	5.9	5.5	6.1
Febrero	01 al 10	6.3	6.1	5.7	6.3
	11 al 20	6.7	6.6	6.1	6.9
	21 al 28	6.9	6.9	6.5	7.3
Marzo	01 al 10	7.3	7.2	6.9	7.5
	11 al 20	7.4	7.3	7.1	7.6
	21 al 31	7.7	7.6	7.5	7.9
Abril	01 al 10	7.8	7.9	7.5	7.9
	11 al 20	7.4	7.8	7.3	7.2
	21 al 30	7.1	6.9	7.0	6.2
Mayo	01 al 10	5.5	6.5	6.3	4.9
	11 al 20	4.1	5.5	4.7	4.5
	21 al 31	4.7	5.2	4.1	4.5
Junio	01 al 10	4.8	4.9	3.9	4.6
	11 al 20	4.3	4.8	4.6	4.0
	21 al 30	4.3	5.0	4.5	5.3
Julio	01 al 10	4.8	4.5	4.0	4.1
	11 al 20	5.0	4.7	4.0	5.6
	21 al 31	6.1	5.9	5.0	5.4
Agosto	01 al 10	6.0	6.3	5.3	5.3
	11 al 20	5.8	6.2	4.8	5.4
	21 al 31	5.7	6.3	5.3	5.4
Septiembre	01 al 10	5.5	6.1	4.9	6.2
	11 al 20	5.3	5.8	5.0	5.7
	21 al 30	5.2	5.8	4.6	5.3
Octubre	01 al 10	5.1	5.7	4.8	5.4
	11 al 20	4.7	5.6	4.8	5.1
	21 al 31	5.1	5.7	4.8	4.8
Noviembre	01 al 10	5.8	5.8	5.3	5.5
	11 al 20	5.7	5.7	5.3	5.9
	21 al 30	5.5	5.5	5.1	5.8
Diciembre	01 al 10	5.4	5.3	5.0	5.7
	11 al 20	5.3	5.3	4.9	5.5
	21 al 31	5.3	5.2	4.9	5.5

Cuadro 10b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Madriz

Mes	Período	Palacagüina	Yalagüina	Las Sabanas	San José de Cusmapa	San Lucas
Enero	01 al 10	5.1	5.3	6.2	6.2	6.0
	11 al 20	5.3	5.6	6.4	6.4	6.1
	21 al 31	5.7	5.8	6.6	6.6	6.3
Febrero	01 al 10	5.8	6.1	6.8	6.8	6.6
	11 al 20	6.2	6.5	7.2	7.3	7.0
	21 al 28	6.6	6.9	7.5	7.6	7.3
Marzo	01 al 10	6.9	7.2	7.8	8.0	7.6
	11 al 20	7.1	7.3	7.9	8.0	7.6
	21 al 31	7.4	7.6	8.1	8.3	7.9
Abril	01 al 10	7.5	7.8	8.4	8.4	8.1
	11 al 20	7.5	7.7	8.1	7.9	7.5
	21 al 30	7.2	7.3	7.4	7.5	7.3
Mayo	01 al 10	5.3	6.0	7.2	7.5	5.9
	11 al 20	5.0	4.9	5.8	4.7	4.9
	21 al 31	4.7	4.8	4.8	5.5	4.2
Junio	01 al 10	4.3	4.2	5.6	5.2	5.3
	11 al 20	4.6	4.8	5.0	6.0	4.5
	21 al 30	5.2	4.7	6.5	6.7	4.9
Julio	01 al 10	4.8	5.0	6.9	6.6	6.4
	11 al 20	5.3	4.7	7.5	7.0	4.6
	21 al 31	5.8	5.8	7.2	7.0	6.3
Agosto	01 al 10	5.6	5.7	7.1	6.9	6.1
	11 al 20	5.8	5.9	5.9	6.9	6.0
	21 al 31	5.5	6.0	6.3	6.6	6.2
Septiembre	01 al 10	5.6	5.5	6.4	6.5	6.0
	11 al 20	5.3	5.1	5.9	6.4	5.2
	21 al 30	4.9	5.3	5.8	5.1	5.4
Octubre	01 al 10	5.0	5.0	5.7	5.5	5.1
	11 al 20	5.1	5.3	5.3	5.4	4.9
	21 al 31	5.3	5.8	6.1	5.9	6.1
Noviembre	01 al 10	5.5	5.6	5.6	6.2	6.0
	11 al 20	5.4	5.5	6.6	6.3	6.5
	21 al 30	5.2	5.4	6.2	6.2	6.1
Diciembre	01 al 10	5.2	5.3	6.3	6.1	5.8
	11 al 20	5.0	5.2	6.0	6.1	5.7
	21 al 31	5.0	5.2	6.0	6.0	5.7

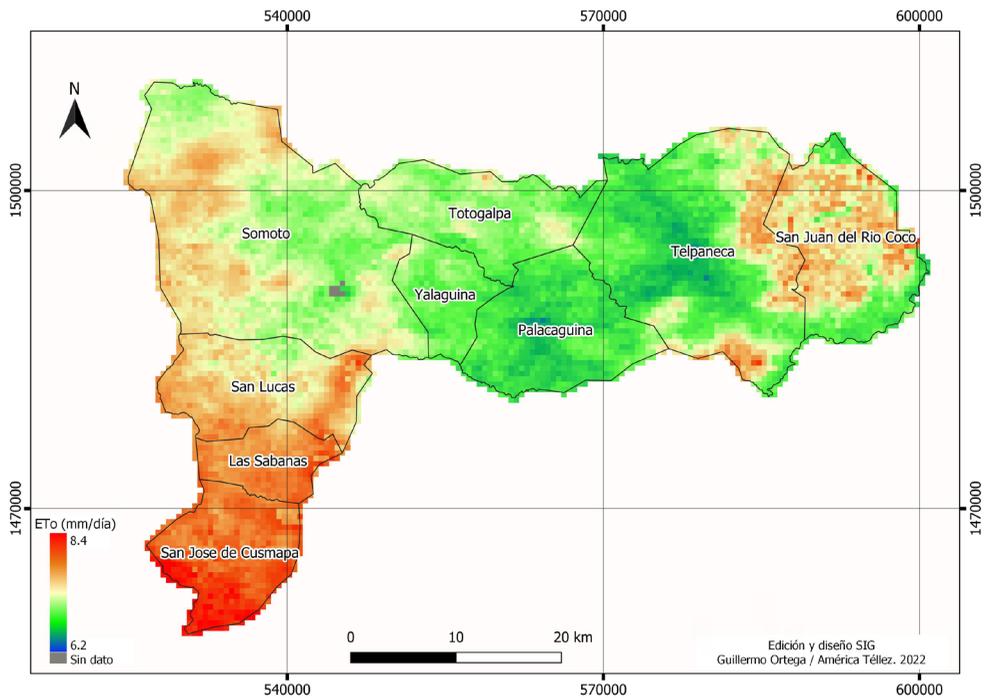


Figura 15. Amplitud de la ETP en el departamento Madriz (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.4.3. Departamento de Jinotega

Cuadro 11a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Jinotega

Mes	Período	La Concordia	Wiwilí de Jinotega	El Cuá	San José de Bocay
Enero	01 al 10	5.4	5.0	5.2	5.2
	11 al 20	5.6	5.3	5.6	5.7
	21 al 31	5.9	5.4	5.7	5.6
Febrero	01 al 10	6.1	5.5	5.8	6.0
	11 al 20	6.5	5.8	6.2	6.3
	21 al 28	6.9	6.2	6.6	6.5
Marzo	01 al 10	7.2	6.5	7.0	6.9
	11 al 20	7.4	6.7	7.1	7.1
	21 al 31	7.8	7.1	7.6	7.7
Abril	01 al 10	7.9	7.5	7.7	7.7
	11 al 20	8.1	7.3	7.8	8.0
	21 al 30	7.6	6.7	6.7	7.1
Mayo	01 al 10	6.8	6.0	6.3	5.9
	11 al 20	4.9	5.2	4.4	5.8
	21 al 31	3.8	4.8	3.9	4.8
Junio	01 al 10	3.5	4.4	5.1	4.8
	11 al 20	3.5	4.8	4.7	5.1
	21 al 30	5.9	5.3	5.0	4.9
Julio	01 al 10	5.6	4.2	7.2	4.3
	11 al 20	5.3	4.2	3.8	3.7
	21 al 31	6.1	5.3	4.5	4.4
Agosto	01 al 10	5.5	4.7	4.3	4.6
	11 al 20	5.5	5.6	4.2	5.1
	21 al 31	5.9	5.4	4.9	5.5
Septiembre	01 al 10	5.7	5.3	5.4	5.6
	11 al 20	5.4	5.0	5.4	5.7
	21 al 30	4.6	5.0	5.2	5.6
Octubre	01 al 10	5.1	5.0	5.0	5.1
	11 al 20	5.3	5.0	5.4	5.4
	21 al 31	5.0	4.5	4.7	5.1
Noviembre	01 al 10	5.6	5.1	4.9	5.3
	11 al 20	5.6	5.2	5.2	5.8
	21 al 30	5.2	5.1	5.5	5.5
Diciembre	01 al 10	5.3	5.0	5.1	5.3
	11 al 20	5.1	5.0	5.0	5.3
	21 al 31	5.3	4.9	5.0	5.2

Cuadro 11b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Jinotega

Mes	Período	Santa María de Pantasma	San Rafael del Norte	San Sebastián de Yalí	Jinotega
Enero	01 al 10	5.2	5.4	5.3	5.4
	11 al 20	5.4	5.8	5.6	5.6
	21 al 31	5.7	6.1	6.1	6.0
Febrero	01 al 10	5.9	6.3	6.2	6.1
	11 al 20	6.1	6.7	6.5	6.5
	21 al 28	6.5	7.0	6.9	6.9
Marzo	01 al 10	6.9	7.3	7.2	7.3
	11 al 20	7.1	7.5	7.5	7.4
	21 al 31	7.4	7.8	7.6	7.7
Abril	01 al 10	7.6	8.0	7.8	7.8
	11 al 20	7.4	8.1	8.0	8.1
	21 al 30	7.3	7.8	6.9	7.5
Mayo	01 al 10	5.7	7.0	6.4	6.6
	11 al 20	5.0	4.0	4.2	4.1
	21 al 31	4.3	3.4	3.3	3.4
Junio	01 al 10	4.9	3.7	3.8	3.5
	11 al 20	4.5	4.1	3.6	3.5
	21 al 30	5.5	4.9	3.8	3.7
Julio	01 al 10	3.6	5.4	3.9	3.7
	11 al 20	4.3	3.8	4.0	3.8
	21 al 31	5.0	5.3	5.1	4.6
Agosto	01 al 10	5.3	4.7	3.8	3.8
	11 al 20	5.6	5.0	4.9	4.5
	21 al 31	5.4	5.5	5.3	4.4
Septiembre	01 al 10	5.5	5.8	5.7	3.9
	11 al 20	5.2	5.6	5.5	3.7
	21 al 30	5.0	4.9	5.4	3.4
Octubre	01 al 10	4.7	4.9	4.6	3.6
	11 al 20	5.0	5.1	4.8	3.6
	21 al 31	4.8	4.9	5.5	3.9
Noviembre	01 al 10	5.2	5.5	5.0	4.5
	11 al 20	5.2	5.5	5.4	5.2
	21 al 30	5.2	5.5	5.4	5.3
Diciembre	01 al 10	5.1	5.3	5.3	5.3
	11 al 20	5.0	5.2	5.4	5.3
	21 al 31	5.1	5.4	5.2	5.2

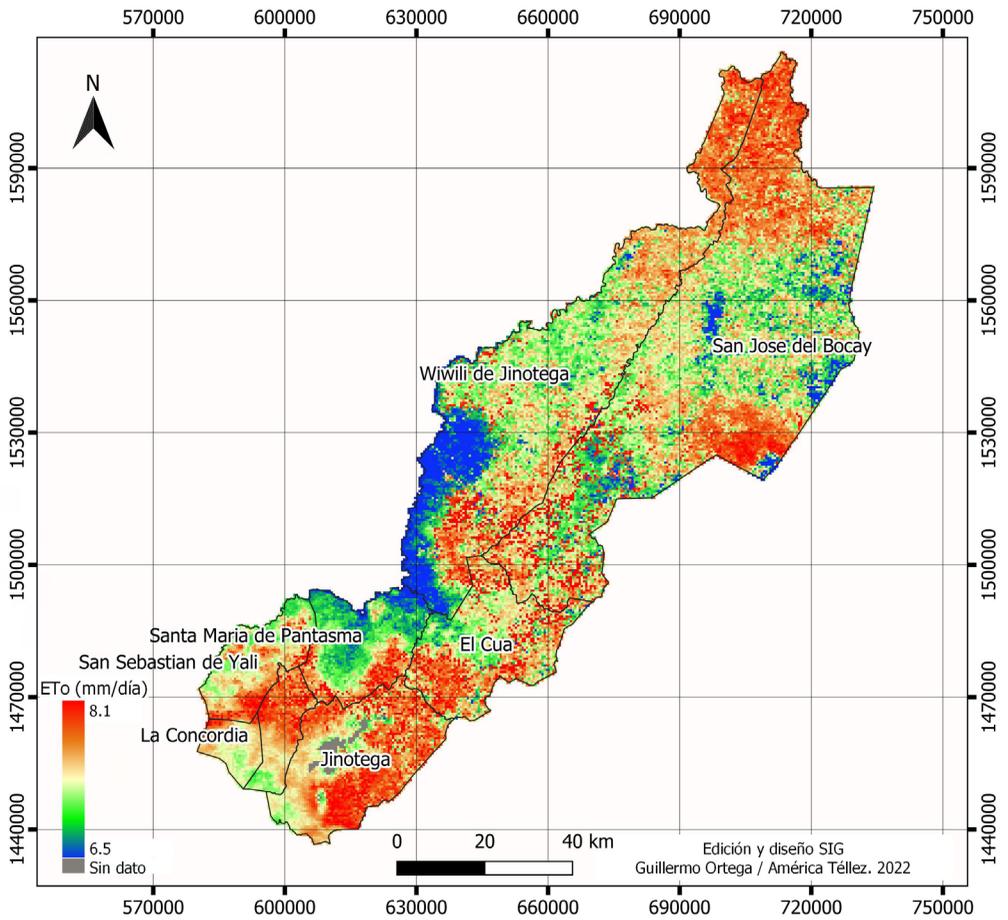


Figura 16. Amplitud de la ETP en el departamento de Jinotega (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.4.4. Departamento de Estelí

Cuadro 12. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Estelí

Mes	Periodo	Pueblo Nuevo	Condega	Estelí	San Juan de Limay	La Trinidad	San Nicolás
Enero	01 al 10	5.4	5.2	5.7	6.0	5.5	5.6
	11 al 20	5.6	5.5	5.9	6.1	5.7	5.9
	21 al 31	5.9	5.6	6.1	6.3	5.9	6.1
Febrero	01 al 10	6.1	5.9	6.3	6.6	6.2	6.4
	11 al 20	6.6	6.3	6.7	7.1	6.6	6.7
	21 al 28	6.9	6.7	7.1	7.4	6.9	7.1
Marzo	01 al 10	7.2	7.0	7.3	7.7	7.2	7.4
	11 al 20	7.3	7.2	7.5	7.8	7.4	7.5
	21 al 31	7.7	7.5	7.9	8.1	7.8	7.8
Abril	01 al 10	7.8	7.6	8.0	8.3	7.8	8.1
	11 al 20	7.6	7.6	8.1	7.7	8.1	8.2
	21 al 30	7.0	6.8	7.1	7.6	6.8	7.6
Mayo	01 al 10	5.5	5.6	6.8	7.3	6.5	6.9
	11 al 20	5.0	4.9	4.0	5.6	3.8	4.3
	21 al 31	5.1	4.3	3.7	5.2	3.2	5.7
Junio	01 al 10	4.9	3.8	3.8	5.4	3.3	5.0
	11 al 20	5.2	4.0	4.1	5.7	4.4	5.3
	21 al 30	5.0	4.3	5.6	6.5	5.8	6.2
Julio	01 al 10	4.7	3.7	5.6	6.3	5.2	5.8
	11 al 20	5.0	4.2	5.6	6.5	5.6	6.1
	21 al 31	6.1	4.8	6.1	6.7	5.8	6.4
Agosto	01 al 10	4.8	4.6	6.3	6.5	5.1	6.2
	11 al 20	6.0	5.3	6.0	6.5	5.5	6.2
	21 al 31	5.6	5.8	5.4	6.2	5.7	5.9
Septiembre	01 al 10	5.4	5.3	5.9	6.0	5.3	5.8
	11 al 20	5.2	5.3	5.6	5.7	4.5	5.5
	21 al 30	4.9	4.7	5.6	5.6	4.5	5.7
Octubre	01 al 10	5.2	4.0	5.1	5.4	4.5	5.2
	11 al 20	5.2	4.7	5.1	5.6	4.9	5.3
	21 al 31	5.1	5.1	5.2	5.7	5.1	5.2
Noviembre	01 al 10	5.7	5.5	6.1	5.9	5.6	5.5
	11 al 20	5.5	5.4	6.0	6.0	5.4	5.8
	21 al 30	5.3	5.2	5.8	6.0	5.2	5.6
Diciembre	01 al 10	5.3	5.1	5.8	5.9	5.4	5.6
	11 al 20	5.2	5.1	5.6	5.8	5.3	5.5
	21 al 31	5.2	5.1	5.5	5.7	5.3	5.5

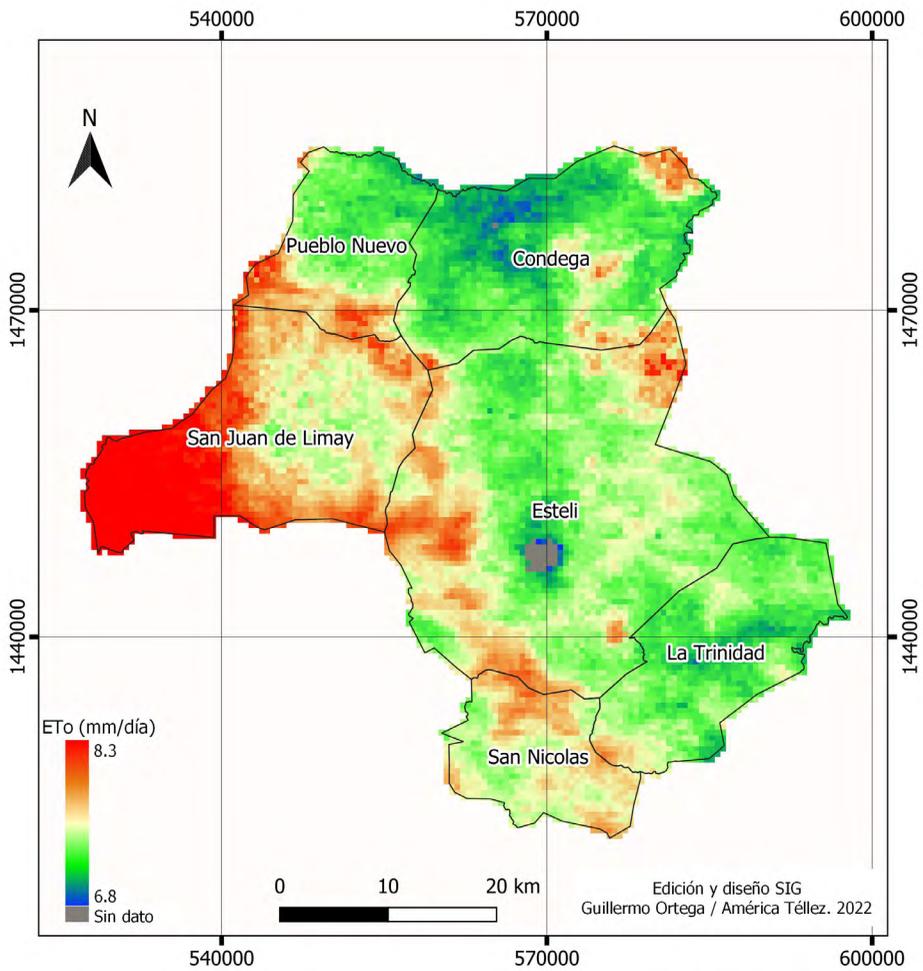


Figura 17. Amplitud de la ETP en el departamento de Estelí (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.4.5. Departamento de Matagalpa

Cuadro 13a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Matagalpa

Mes	Periodo	Rancho Grande	Río Blanco	El Tuma - La Dalia	San Isidro
Enero	01 al 10	5.7	5.5	5.2	5.4
	11 al 20	6.2	5.7	5.6	5.5
	21 al 31	6.2	5.9	5.5	5.8
Febrero	01 al 10	6.6	6.1	5.8	6.0
	11 al 20	7.1	6.7	6.1	6.4
	21 al 28	7.5	7.0	6.5	6.8
Marzo	01 al 10	7.4	7.5	7.0	7.0
	11 al 20	7.7	7.6	6.9	7.2
	21 al 31	8.3	8.0	7.5	7.6
Abril	01 al 10	8.4	8.1	7.8	7.6
	11 al 20	7.7	8.0	7.8	7.6
	21 al 30	7.0	7.0	5.6	7.3
Mayo	01 al 10	5.7	6.2	5.3	6.5
	11 al 20	4.8	4.6	3.7	4.3
	21 al 31	5.6	4.8	3.5	3.8
Junio	01 al 10	6.2	4.8	4.2	4.6
	11 al 20	4.9	4.6	3.8	4.6
	21 al 30	5.4	4.4	4.0	5.6
Julio	01 al 10	4.7	4.7	4.3	5.2
	11 al 20	4.6	3.8	4.7	5.3
	21 al 31	5.4	5.0	4.4	5.7
Agosto	01 al 10	6.9	4.0	5.5	5.5
	11 al 20	5.6	4.9	5.1	5.7
	21 al 31	6.0	5.1	5.0	5.1
Septiembre	01 al 10	6.2	5.3	4.9	5.2
	11 al 20	5.6	5.1	4.4	5.0
	21 al 30	6.3	5.2	4.9	5.1
Octubre	01 al 10	6.0	5.3	5.3	4.4
	11 al 20	5.6	5.4	4.4	4.9
	21 al 31	5.6	5.0	4.2	5.0
Noviembre	01 al 10	6.2	5.7	5.3	5.4
	11 al 20	6.0	5.6	5.4	5.4
	21 al 30	6.3	5.7	5.2	5.2
Diciembre	01 al 10	5.9	5.6	5.2	5.2
	11 al 20	6.0	5.6	5.0	5.2
	21 al 31	5.6	5.4	5.1	5.2

Cuadro 13b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Matagalpa

Mes	Período	Sébaco	Matagalpa	San Ramón	Matiguás
Enero	01 al 10	5.6	5.3	5.4	5.2
	11 al 20	5.8	5.6	5.6	5.4
	21 al 31	6.0	5.7	5.8	5.5
Febrero	01 al 10	6.2	5.9	5.9	5.7
	11 al 20	6.5	6.2	6.1	6.0
	21 al 28	6.9	6.7	6.7	6.5
Marzo	01 al 10	7.2	7.1	7.0	6.9
	11 al 20	7.4	7.3	7.2	7.1
	21 al 31	7.7	7.7	7.6	7.4
Abril	01 al 10	8.0	7.9	7.8	7.6
	11 al 20	8.1	8.1	8.2	6.8
	21 al 30	7.6	7.6	7.6	6.8
Mayo	01 al 10	6.7	7.0	7.1	5.3
	11 al 20	4.9	4.0	4.5	4.0
	21 al 31	4.1	3.7	3.9	4.1
Junio	01 al 10	4.8	3.8	4.4	4.5
	11 al 20	4.7	4.3	4.0	4.3
	21 al 30	5.5	5.0	5.1	4.1
Julio	01 al 10	5.0	4.7	4.2	4.6
	11 al 20	5.3	4.1	3.9	4.2
	21 al 31	5.9	5.6	5.5	4.3
Agosto	01 al 10	5.3	5.2	5.5	4.5
	11 al 20	5.5	5.3	5.6	5.1
	21 al 31	5.5	5.3	5.3	5.1
Septiembre	01 al 10	5.4	5.4	5.4	5.1
	11 al 20	5.0	5.2	3.8	5.0
	21 al 30	5.1	5.0	4.6	4.7
Octubre	01 al 10	5.0	4.5	5.0	4.8
	11 al 20	4.7	4.3	4.7	4.9
	21 al 31	5.0	4.8	4.9	4.8
Noviembre	01 al 10	5.5	5.5	5.6	5.3
	11 al 20	5.5	5.5	5.6	5.5
	21 al 30	5.2	5.4	5.5	5.2
Diciembre	01 al 10	5.3	5.3	5.4	5.3
	11 al 20	5.3	5.2	5.3	5.1
	21 al 31	5.3	5.2	5.4	5.2

Cuadro 13c. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Matagalpa

Mes	Período	Muy Muy	Esquipulas	San Dionisio	Terrabona	Ciudad Dario
Enero	01 al 10	5.2	5.5	5.4	6.0	6.1
	11 al 20	5.5	5.8	5.6	6.1	6.1
	21 al 31	5.6	6.0	5.7	6.3	6.4
Febrero	01 al 10	5.8	6.2	6.0	6.6	6.7
	11 al 20	5.9	6.5	6.4	7.0	7.0
	21 al 28	6.5	7.0	6.8	7.3	7.3
Marzo	01 al 10	7.1	7.3	7.1	7.6	7.6
	11 al 20	7.3	7.6	7.4	7.8	7.8
	21 al 31	7.7	7.9	7.8	8.2	8.2
Abril	01 al 10	7.7	8.1	7.9	8.6	8.4
	11 al 20	6.5	8.2	7.8	8.6	8.5
	21 al 30	6.1	7.6	6.7	8.2	7.7
Mayo	01 al 10	5.7	6.4	6.2	7.1	6.5
	11 al 20	3.6	4.1	4.6	4.4	4.7
	21 al 31	3.7	3.4	4.2	4.4	5.0
Junio	01 al 10	3.9	4.1	4.8	3.6	4.3
	11 al 20	3.5	3.6	3.5	3.9	3.9
	21 al 30	3.7	3.6	4.1	4.1	4.5
Julio	01 al 10	3.8	3.5	5.0	4.1	5.2
	11 al 20	4.6	3.6	4.2	4.0	4.4
	21 al 31	4.7	4.2	5.1	5.2	5.6
Agosto	01 al 10	3.7	4.0	3.7	5.8	5.5
	11 al 20	4.8	5.1	4.5	5.8	5.8
	21 al 31	5.0	4.9	5.3	4.5	5.5
Septiembre	01 al 10	5.0	5.2	5.3	5.7	5.7
	11 al 20	4.7	5.3	5.2	5.4	5.3
	21 al 30	4.9	5.3	5.2	5.3	5.2
Octubre	01 al 10	4.8	5.0	5.4	5.1	4.6
	11 al 20	4.8	5.0	5.1	4.5	4.4
	21 al 31	4.8	5.2	5.0	5.3	5.3
Noviembre	01 al 10	5.0	5.2	5.1	5.5	5.6
	11 al 20	5.4	5.8	5.6	5.8	5.9
	21 al 30	5.3	5.6	5.4	5.5	5.8
Diciembre	01 al 10	5.3	5.6	5.4	5.7	5.8
	11 al 20	5.2	5.4	5.2	5.7	5.7
	21 al 31	5.2	5.5	5.4	5.8	5.8

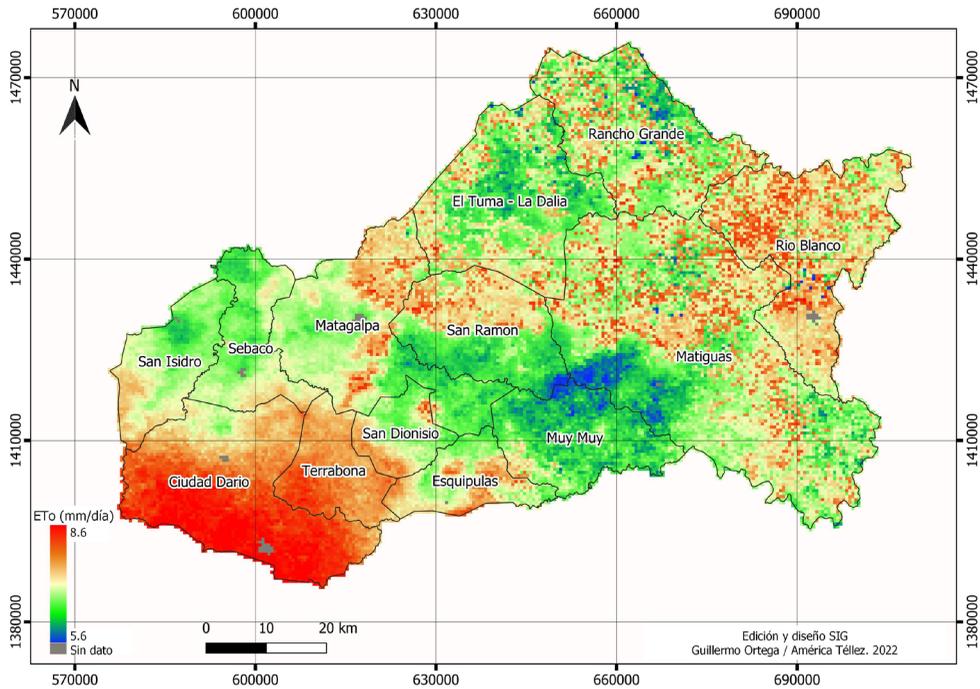


Figura 18. Amplitud de la ETP en el departamento de Matagalpa (2001 - 2021) en mm día⁻¹ en los meses de marzo y abril.

4.4.6. Departamento de Boaco

Cuadro 14. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Boaco

Mes	Período	Boaco	Camoapa	Santa Lucía	Teustepe	San Lorenzo	San José de los Remates
Enero	01 al 10	5.6	5.6	5.8	5.5	5.6	5.6
	11 al 20	5.8	5.8	6.0	5.6	5.7	5.8
	21 al 31	6.0	6.0	6.1	5.9	5.9	5.9
Febrero	01 al 10	6.2	6.3	6.4	6.1	6.2	6.2
	11 al 20	6.7	6.6	6.8	6.6	6.7	6.7
	21 al 28	7.0	7.1	7.1	6.9	7.1	7.0
Marzo	01 al 10	7.4	7.4	7.5	7.2	7.3	7.4
	11 al 20	7.6	7.7	7.7	7.5	7.7	7.6
	21 al 31	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0	8.1
Abril	01 al 10	8.3	8.2	8.3	8.3	8.4	8.3
	11 al 20	8.5	7.6	8.5	8.3	8.3	8.5
	21 al 30	7.6	7.5	7.8	7.8	8.1	8.1
Mayo	01 al 10	6.6	6.0	6.2	6.7	7.1	7.6
	11 al 20	4.9	4.4	4.2	4.7	4.6	5.2
	21 al 31	3.3	3.5	3.6	4.7	4.1	4.7
Junio	01 al 10	4.4	3.4	4.4	4.3	4.2	4.3
	11 al 20	4.1	3.6	3.6	4.3	4.0	4.4
	21 al 30	4.9	4.2	4.4	4.9	5.4	3.9
Julio	01 al 10	3.9	3.4	4.3	5.3	3.7	4.1
	11 al 20	3.8	3.8	4.0	5.3	3.7	4.1
	21 al 31	4.8	3.9	5.3	5.4	4.0	5.6
Agosto	01 al 10	4.3	3.9	4.2	4.6	3.8	5.6
	11 al 20	5.2	4.4	5.0	4.9	5.4	5.2
	21 al 31	5.1	4.7	5.1	5.1	5.1	5.8
Septiembre	01 al 10	5.1	4.1	5.1	5.1	5.1	5.3
	11 al 20	4.5	3.8	4.8	4.7	3.7	5.4
	21 al 30	5.0	5.0	4.8	5.2	4.6	5.2
Octubre	01 al 10	4.9	5.3	5.3	4.9	4.4	5.4
	11 al 20	5.0	4.6	4.3	4.6	4.5	4.9
	21 al 31	5.0	5.0	5.6	5.8	5.0	5.3
Noviembre	01 al 10	5.3	5.4	5.5	5.4	5.3	5.4
	11 al 20	5.7	5.8	5.8	5.6	5.8	5.7
	21 al 30	5.6	5.5	5.9	5.4	5.7	5.5
Diciembre	01 al 10	5.6	5.6	5.9	5.4	5.6	5.6
	11 al 20	5.4	5.4	5.6	5.2	5.4	5.5
	21 al 31	5.5	5.5	5.7	5.4	5.5	5.5

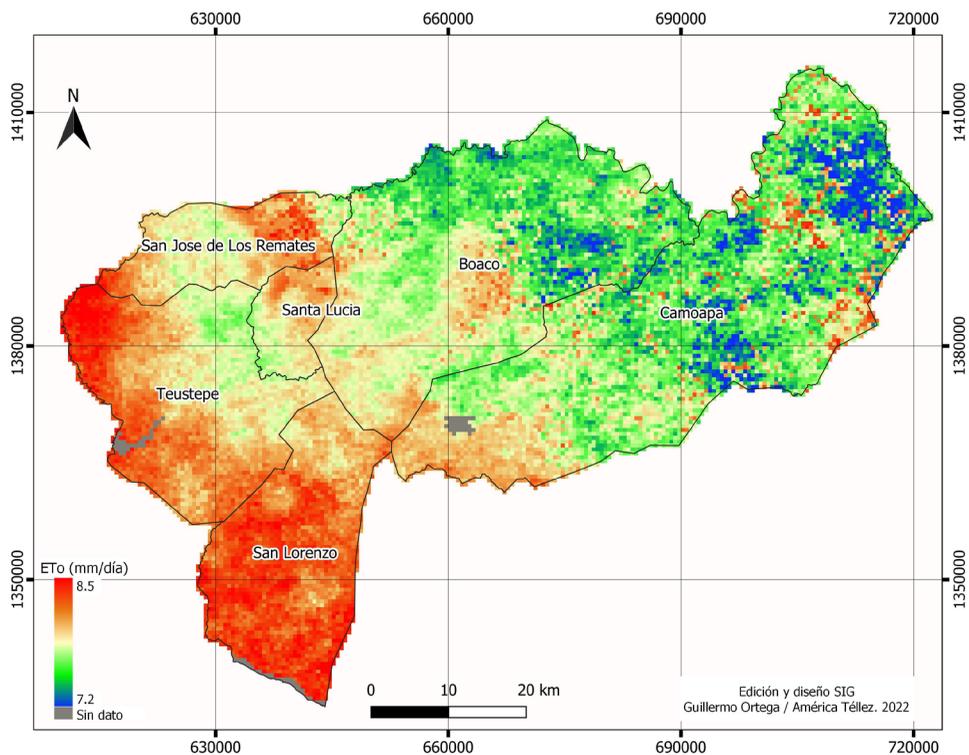


Figura 19. Amplitud de la ETP en el departamento de Boaco (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.4.7. Departamento de Chontales

Cuadro 15a. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Chontales

Mes	Período	Comalapa	San Francisco de Cuapa	Juigalpa	La Libertad	Santo Domingo
Enero	01 al 10	5.7	5.7	5.7	5.5	5.1
	11 al 20	5.9	6.0	6.0	5.7	5.5
	21 al 31	6.2	6.2	6.2	6.1	5.7
Febrero	01 al 10	6.5	6.4	6.5	6.5	6.3
	11 al 20	7.0	6.8	6.9	6.7	6.5
	21 al 28	7.2	7.3	7.4	7.3	7.0
Marzo	01 al 10	7.7	7.6	7.8	7.6	7.6
	11 al 20	7.9	8.0	8.1	7.9	7.9
	21 al 31	8.4	8.4	8.6	8.3	7.9
Abril	01 al 10	8.4	8.4	8.5	8.2	7.7
	11 al 20	7.8	8.5	7.8	7.7	6.9
	21 al 30	7.6	7.9	7.3	5.6	6.1
Mayo	01 al 10	6.5	6.5	6.1	5.7	5.0
	11 al 20	5.7	5.1	4.5	4.6	4.0
	21 al 31	4.3	4.5	3.6	3.8	4.4
Junio	01 al 10	4.2	3.6	3.7	3.4	3.8
	11 al 20	3.9	3.6	3.4	3.3	3.0
	21 al 30	4.0	3.9	3.6	3.3	4.0
Julio	01 al 10	3.5	3.8	3.3	3.0	3.2
	11 al 20	4.4	4.4	3.5	3.3	2.9
	21 al 31	4.6	4.1	3.7	3.3	3.5
Agosto	01 al 10	4.8	3.7	3.7	3.1	3.1
	11 al 20	4.2	4.5	4.0	3.4	3.5
	21 al 31	5.2	5.0	4.0	3.9	3.0
Septiembre	01 al 10	5.0	4.3	3.6	3.2	4.1
	11 al 20	4.8	3.8	4.6	3.4	3.3
	21 al 30	5.1	4.8	3.4	3.8	3.4
Octubre	01 al 10	4.5	4.9	3.6	3.5	4.9
	11 al 20	4.6	4.3	3.9	4.0	4.2
	21 al 31	5.7	5.0	4.5	3.7	4.8
Noviembre	01 al 10	5.5	5.4	5.1	4.6	5.0
	11 al 20	5.7	5.8	5.5	5.2	5.3
	21 al 30	5.5	5.5	5.4	5.2	5.1
Diciembre	01 al 10	5.6	5.6	5.5	5.3	5.4
	11 al 20	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
	21 al 31	5.6	5.6	5.5	5.4	5.1

Cuadro 15b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Chontales

Mes	Período	Santo Tomás	San Pedro de Lóvago	Acoyapa	Villa Sandino	El Coral
Enero	01 al 10	5.6	5.6	5.3	5.4	5.2
	11 al 20	5.9	5.8	5.5	5.5	5.5
	21 al 31	6.4	6.2	5.9	6.0	6.0
Febrero	01 al 10	6.4	6.4	6.2	6.3	6.1
	11 al 20	7.0	6.8	6.7	6.8	6.7
	21 al 28	7.5	7.4	7.3	7.3	7.2
Marzo	01 al 10	7.8	7.8	7.6	7.6	7.5
	11 al 20	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9
	21 al 31	7.9	8.4	8.0	8.3	7.9
Abril	01 al 10	7.4	8.2	7.6	7.4	7.1
	11 al 20	7.5	7.5	6.7	6.6	7.1
	21 al 30	6.3	6.5	6.4	6.0	5.8
Mayo	01 al 10	5.9	5.5	5.5	5.9	5.4
	11 al 20	4.2	4.0	4.4	4.1	4.3
	21 al 31	4.0	3.3	4.8	4.5	4.0
Junio	01 al 10	3.7	3.4	3.1	3.2	3.6
	11 al 20	3.5	3.3	3.1	3.1	3.0
	21 al 30	4.0	3.6	3.5	3.3	3.4
Julio	01 al 10	3.3	3.3	3.2	3.1	2.7
	11 al 20	3.5	3.6	3.3	3.4	3.5
	21 al 31	3.6	3.6	3.4	3.3	3.3
Agosto	01 al 10	3.1	3.4	3.4	3.3	3.2
	11 al 20	4.3	3.6	3.7	3.4	4.1
	21 al 31	3.9	4.4	4.0	3.7	4.8
Septiembre	01 al 10	3.4	4.1	3.2	4.0	3.5
	11 al 20	3.0	4.3	3.2	3.3	4.3
	21 al 30	3.7	4.1	4.0	4.0	4.1
Octubre	01 al 10	3.4	4.4	3.4	3.9	3.7
	11 al 20	3.6	4.2	3.2	3.4	4.0
	21 al 31	4.0	5.2	4.5	3.3	4.8
Noviembre	01 al 10	4.8	4.9	4.7	4.9	5.1
	11 al 20	5.6	5.5	5.2	5.6	5.5
	21 al 30	5.2	5.5	5.1	5.1	4.7
Diciembre	01 al 10	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1
	11 al 20	5.9	5.5	5.3	5.2	5.6
	21 al 31	5.4	5.4	5.2	5.3	5.2

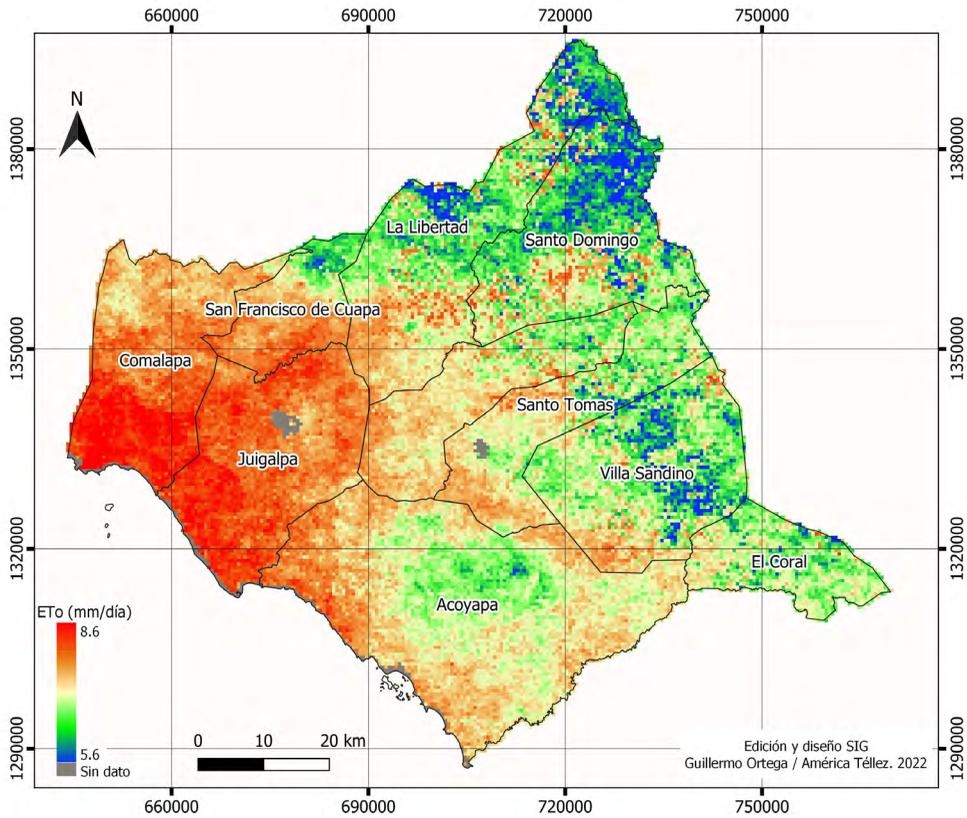


Figura 20. Amplitud de la ETP en el departamento de Chontales (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.4.8. Departamento de Río San Juan

Cuadro 16. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Río San Juan

Mes	Periodo	Morrito	El Almendro	San Miguelito	San Carlos	El Castillo	San Juan de Nicaragua
Enero	01 al 10	5.8	5.5	5.8	5.7	6.3	6.1
	11 al 20	6.1	6.1	6.1	6.2	6.3	6.6
	21 al 31	6.5	6.3	6.6	6.5	7.6	6.7
Febrero	01 al 10	6.8	6.6	6.7	6.7	7.6	6.9
	11 al 20	7.1	6.9	7.2	7.2	7.5	7.3
	21 al 28	7.6	7.5	7.6	7.6	8.4	7.7
Marzo	01 al 10	7.8	7.8	7.9	7.9	8.2	7.7
	11 al 20	8.1	8.0	8.0	7.9	8.5	8.0
	21 al 31	8.5	8.1	8.5	8.0	8.5	8.3
Abril	01 al 10	7.5	7.4	7.3	6.4	7.7	7.7
	11 al 20	7.6	7.7	7.6	6.8	6.1	7.5
	21 al 30	7.1	6.8	8.1	5.9	5.8	7.8
Mayo	01 al 10	6.5	5.6	6.0	5.0	5.8	6.3
	11 al 20	5.1	4.6	4.1	4.1	5.0	4.7
	21 al 31	4.0	4.6	4.0	3.8	5.0	4.9
Junio	01 al 10	4.1	4.3	3.9	3.8	4.6	4.6
	11 al 20	3.3	3.1	2.9	3.1	3.9	3.4
	21 al 30	3.1	2.8	3.1	3.3	5.4	4.4
Julio	01 al 10	2.7	3.3	2.9	3.0	4.2	4.3
	11 al 20	3.1	4.8	3.1	3.2	3.8	3.7
	21 al 31	4.1	3.5	3.2	3.1	3.6	3.7
Agosto	01 al 10	3.0	3.3	2.9	3.2	4.4	4.1
	11 al 20	3.6	3.4	3.3	3.4	4.2	4.6
	21 al 31	3.9	3.2	3.4	4.0	4.5	4.4
Septiembre	01 al 10	4.3	3.6	4.1	4.2	4.7	4.8
	11 al 20	4.3	3.0	3.2	3.5	4.3	4.8
	21 al 30	4.0	4.2	3.3	3.9	4.7	4.8
Octubre	01 al 10	3.9	3.5	3.9	3.8	4.9	4.5
	11 al 20	4.0	3.7	4.1	4.2	4.8	4.7
	21 al 31	4.3	3.8	5.0	4.1	4.4	5.1
Noviembre	01 al 10	4.8	4.7	4.6	4.5	4.7	4.9
	11 al 20	5.1	4.9	4.7	4.7	5.2	5.9
	21 al 30	5.2	4.8	4.7	4.5	5.7	5.5
Diciembre	01 al 10	5.7	5.4	5.5	5.0	6.3	5.8
	11 al 20	5.5	5.6	5.5	5.1	5.8	5.7
	21 al 31	5.4	5.5	5.4	5.5	6.6	5.6

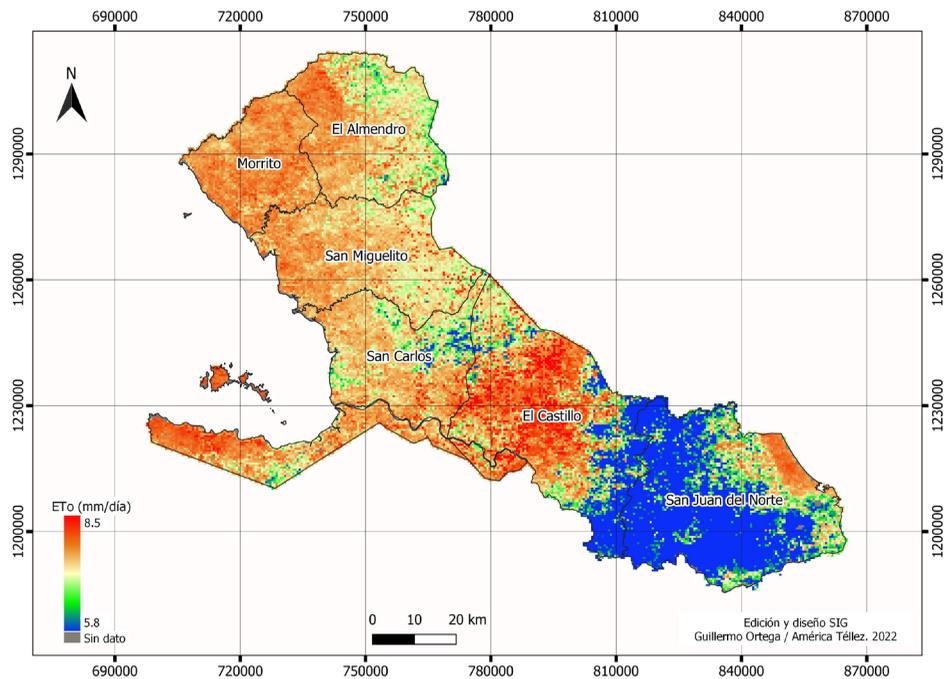


Figura 21. Amplitud de la ETP en el departamento de Río San Juan (2001 – 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.5. Región Caribe de Nicaragua

4.5.1. Región Autónoma Costa Caribe Norte

Cuadro 17a. Valores de ETP (mm día-1) de la Región Autónoma Costa Caribe Norte.

Mes	Periodo	Waspam	Puerto Cabezas	Rosita	Bonanza
Enero	01 al 10	5.4	5.5	5.1	4.8
	11 al 20	5.6	5.8	5.5	5.2
	21 al 31	6.0	6.0	5.6	5.5
Febrero	01 al 10	6.3	6.3	5.6	5.7
	11 al 20	6.7	6.7	6.4	6.2
	21 al 28	7.1	7.2	6.9	6.6
Marzo	01 al 10	7.4	7.5	7.2	6.7
	11 al 20	7.6	7.7	7.4	7.3
	21 al 31	7.8	7.9	7.7	7.6
Abril	01 al 10	7.9	8.2	7.4	7.5
	11 al 20	7.1	8.3	6.4	6.9
	21 al 30	6.7	8.3	6.2	5.9
Mayo	01 al 10	7.0	8.0	6.2	5.6
	11 al 20	4.8	5.8	5.4	4.8
	21 al 31	5.1	5.4	4.4	4.9
Junio	01 al 10	4.7	4.7	4.3	4.8
	11 al 20	3.9	4.6	3.9	4.2
	21 al 30	4.5	5.0	4.0	3.9
Julio	01 al 10	5.6	4.9	4.4	4.4
	11 al 20	4.6	5.0	4.2	3.8
	21 al 31	5.2	5.2	4.3	3.9
Agosto	01 al 10	5.4	5.4	4.0	3.9
	11 al 20	5.0	5.2	4.7	4.1
	21 al 31	5.2	4.9	5.0	5.1
Septiembre	01 al 10	4.9	5.0	4.8	4.8
	11 al 20	5.0	4.8	4.8	5.0
	21 al 30	4.8	4.5	4.8	4.4
Octubre	01 al 10	4.8	4.8	4.9	3.8
	11 al 20	4.5	4.2	4.4	4.2
	21 al 31	4.3	4.0	4.3	3.8
Noviembre	01 al 10	5.3	5.3	5.1	5.1
	11 al 20	5.0	5.3	5.6	5.2
	21 al 30	5.1	4.9	5.0	4.5
Diciembre	01 al 10	5.4	5.4	5.0	4.5
	11 al 20	5.1	5.2	4.9	4.8
	21 al 31	5.2	5.4	5.0	4.8

Cuadro 15b. Valores de ETP (mm día-1) del departamento de Chontales

Mes	Período	Waslala	Mulukukú	Siuna	Prinzapolka
Enero	01 al 10	5.3	5.4	5.1	5.2
	11 al 20	5.5	5.6	5.5	5.8
	21 al 31	6.0	5.8	5.7	6.0
Febrero	01 al 10	6.1	6.0	5.6	6.4
	11 al 20	6.2	6.5	6.4	7.0
	21 al 28	6.8	6.9	6.9	7.4
Marzo	01 al 10	7.3	7.2	7.1	7.7
	11 al 20	7.0	7.6	7.4	7.8
	21 al 31	7.9	8.0	7.7	8.3
Abril	01 al 10	7.3	6.5	6.9	8.3
	11 al 20	6.4	7.7	6.0	8.5
	21 al 30	5.4	6.0	5.6	8.3
Mayo	01 al 10	5.4	5.7	6.2	7.7
	11 al 20	4.2	4.5	4.6	6.5
	21 al 31	4.5	4.6	4.6	5.5
Junio	01 al 10	4.3	4.6	4.7	5.0
	11 al 20	3.8	3.5	4.6	3.9
	21 al 30	4.1	3.8	5.0	5.0
Julio	01 al 10	5.1	3.8	5.2	5.0
	11 al 20	4.2	3.7	4.2	4.5
	21 al 31	4.5	4.0	4.8	4.8
Agosto	01 al 10	4.4	3.7	4.3	4.9
	11 al 20	4.5	4.2	4.1	4.7
	21 al 31	4.7	4.5	4.4	4.4
Septiembre	01 al 10	5.5	4.1	4.7	4.5
	11 al 20	4.7	4.5	4.4	4.4
	21 al 30	4.8	4.6	4.6	4.3
Octubre	01 al 10	5.1	4.3	4.9	4.2
	11 al 20	4.8	4.7	4.6	4.0
	21 al 31	5.1	4.4	4.5	4.7
Noviembre	01 al 10	5.4	5.4	5.3	4.8
	11 al 20	5.9	5.5	5.6	5.3
	21 al 30	5.4	5.2	5.4	4.6
Diciembre	01 al 10	5.4	5.2	5.1	5.1
	11 al 20	5.0	5.3	5.2	5.0
	21 al 31	5.2	5.3	5.1	5.2

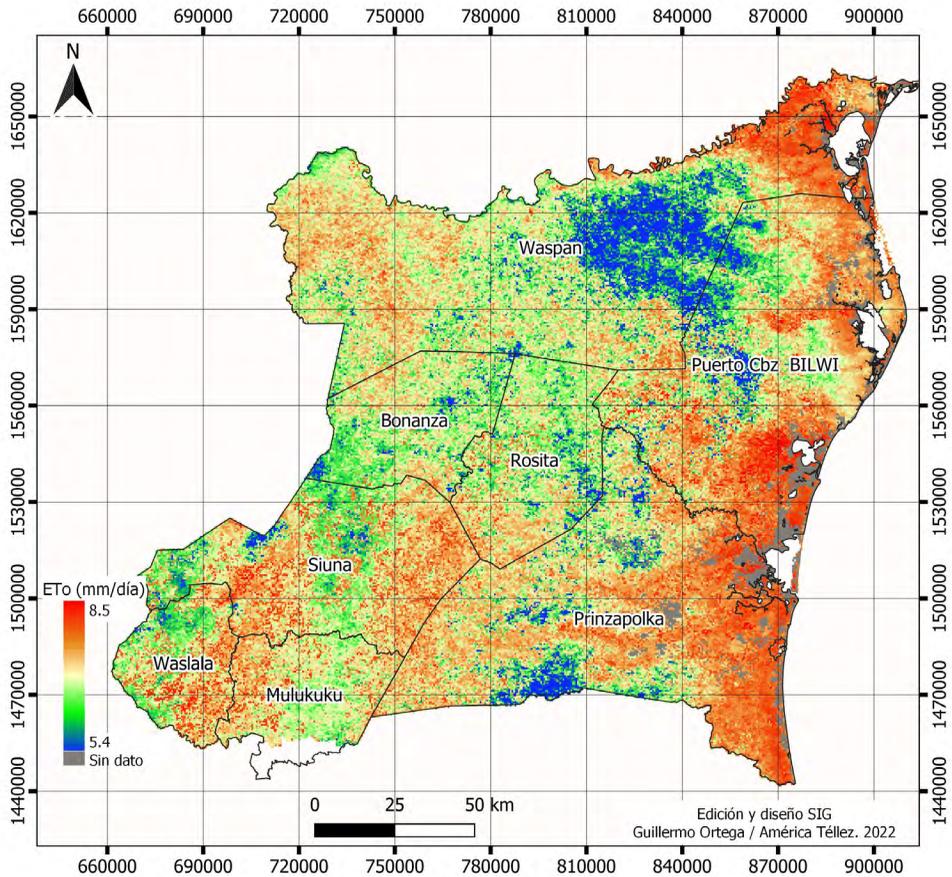


Figura 22. Amplitud de la ETP en la Región Autónoma Costa Caribe Norte (2001 – 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

4.5.2. Región Autónoma Costa Caribe Sur

Cuadro 18a. Valores de ETP (mm día-1) de la Región Autónoma Costa Caribe Sur.

Mes	Periodo	Paiwas	La Cruz de Río Grande	Desembocadura de Río Grande	Laguna de Perlas
Enero	01 al 10	5.4	5.0	5.7	5.4
	11 al 20	5.6	5.7	6.1	5.7
	21 al 31	5.9	6.0	6.3	6.1
Febrero	01 al 10	6.0	6.1	6.7	6.3
	11 al 20	6.5	6.6	7.0	7.0
	21 al 28	7.0	6.8	7.5	7.4
Marzo	01 al 10	7.4	7.7	7.9	7.8
	11 al 20	7.6	8.0	8.0	8.1
	21 al 31	7.9	7.8	8.2	8.2
Abril	01 al 10	8.3	7.6	8.0	8.3
	11 al 20	7.9	6.6	8.2	8.5
	21 al 30	5.6	6.1	7.6	8.3
Mayo	01 al 10	5.5	6.8	7.0	7.0
	11 al 20	4.0	5.0	4.4	4.7
	21 al 31	4.1	4.5	4.5	4.7
Junio	01 al 10	3.9	4.1	4.4	4.6
	11 al 20	3.5	3.4	3.6	4.2
	21 al 30	4.1	3.6	3.8	3.9
Julio	01 al 10	3.6	3.6	3.9	3.7
	11 al 20	3.4	3.7	3.8	3.4
	21 al 31	4.0	3.5	3.8	4.2
Agosto	01 al 10	3.4	3.3	3.6	3.5
	11 al 20	4.0	3.2	3.8	4.3
	21 al 31	4.4	3.2	4.8	3.7
Septiembre	01 al 10	4.6	3.7	4.6	4.4
	11 al 20	3.8	4.0	4.6	3.9
	21 al 30	4.4	4.3	4.3	4.1
Octubre	01 al 10	4.8	3.8	4.1	3.9
	11 al 20	4.6	4.1	4.4	3.9
	21 al 31	4.8	4.4	4.2	4.9
Noviembre	01 al 10	5.1	4.8	5.3	4.7
	11 al 20	5.5	5.1	5.5	5.4
	21 al 30	5.2	4.8	4.9	4.6
Diciembre	01 al 10	5.3	4.9	5.4	5.3
	11 al 20	5.5	5.2	5.4	5.4
	21 al 31	5.4	5.0	5.5	5.2

Cuadro 18b. Valores de ETP (mm día-1) de la Región Autónoma Costa Caribe Sur.

Mes	Período	El Tortuguero	El Rama	Muelle de los Bueyes	Kukra Hill
Enero	01 al 10	5.1	4.9	5.1	5.9
	11 al 20	5.6	4.8	5.5	6.3
	21 al 31	5.8	5.3	5.9	6.7
Febrero	01 al 10	6.1	5.5	6.1	6.7
	11 al 20	6.6	6.3	6.8	7.3
	21 al 28	6.9	6.3	7.0	7.7
Marzo	01 al 10	7.5	6.3	7.7	7.9
	11 al 20	7.9	7.2	7.9	8.2
	21 al 31	7.8	6.5	8.0	8.2
Abril	01 al 10	7.8	5.9	8.3	8.4
	11 al 20	6.3	5.9	7.6	8.2
	21 al 30	7.6	5.6	6.0	8.1
Mayo	01 al 10	6.8	5.3	5.3	7.8
	11 al 20	4.6	4.1	5.2	4.9
	21 al 31	4.5	3.6	4.6	5.9
Junio	01 al 10	3.2	3.0	3.5	4.9
	11 al 20	3.7	3.1	3.8	4.0
	21 al 30	4.0	3.1	4.0	4.2
Julio	01 al 10	3.7	3.1	3.9	5.1
	11 al 20	3.2	3.2	3.3	4.2
	21 al 31	3.5	3.2	3.7	3.9
Agosto	01 al 10	3.7	2.9	3.1	3.7
	11 al 20	5.0	3.0	3.2	4.3
	21 al 31	4.3	3.3	3.6	4.7
Septiembre	01 al 10	3.8	3.2	3.7	4.9
	11 al 20	3.4	2.7	3.4	4.2
	21 al 30	4.1	3.4	4.4	4.3
Octubre	01 al 10	3.6	3.4	3.5	4.3
	11 al 20	3.9	3.4	3.6	5.0
	21 al 31	4.5	2.7	4.6	5.4
Noviembre	01 al 10	4.6	4.0	4.8	5.2
	11 al 20	4.4	4.0	5.1	5.9
	21 al 30	4.8	4.1	5.2	5.3
Diciembre	01 al 10	5.1	3.9	5.4	5.6
	11 al 20	4.5	4.3	5.0	5.9
	21 al 31	5.0	4.4	5.2	5.8

Cuadro 18c. Valores de ETP (mm día-1) de la Región Autónoma Costa Caribe Sur.

Mes	Período	Corn Island	Bluefields	Nueva Guinea	El Ayote
Enero	01 al 10	6.3	5.3	4.2	5.3
	11 al 20	6.4	5.6	5.3	5.4
	21 al 31	6.7	5.9	5.6	5.6
Febrero	01 al 10	6.9	6.1	5.0	5.9
	11 al 20	7.3	6.7	6.2	6.1
	21 al 28	7.5	7.2	6.6	6.8
Marzo	01 al 10	7.7	7.5	7.0	6.9
	11 al 20	7.7	7.9	7.5	7.2
	21 al 31	7.9	8.0	7.3	7.8
Abril	01 al 10	7.8	8.1	6.5	7.3
	11 al 20	7.7	7.9	6.0	6.6
	21 al 30	7.4	7.6	5.7	6.0
Mayo	01 al 10	7.0	6.3	5.2	5.4
	11 al 20	4.5	4.4	3.8	4.0
	21 al 31	5.5	4.2	3.5	4.3
Junio	01 al 10	4.3	3.5	3.7	4.2
	11 al 20	4.3	3.2	2.8	3.2
	21 al 30	4.5	3.1	2.7	4.1
Julio	01 al 10	3.9	2.8	3.0	4.3
	11 al 20	4.8	3.1	3.3	3.9
	21 al 31	4.9	3.4	2.8	3.4
Agosto	01 al 10	4.8	2.8	2.7	3.4
	11 al 20	4.4	3.1	2.9	4.1
	21 al 31	4.3	3.9	3.0	3.8
Septiembre	01 al 10	4.8	4.1	2.6	3.7
	11 al 20	4.6	3.3	2.7	3.4
	21 al 30	4.4	3.7	2.6	4.4
Octubre	01 al 10	4.2	3.2	3.2	4.3
	11 al 20	4.7	3.9	3.1	4.5
	21 al 31	5.0	4.1	3.2	5.0
Noviembre	01 al 10	5.1	4.4	3.9	5.1
	11 al 20	5.7	4.0	4.5	4.8
	21 al 30	5.7	4.3	3.5	4.1
Diciembre	01 al 10	6.1	5.0	4.6	5.2
	11 al 20	6.0	5.1	3.9	5.1
	21 al 31	5.9	5.3	4.0	5.0

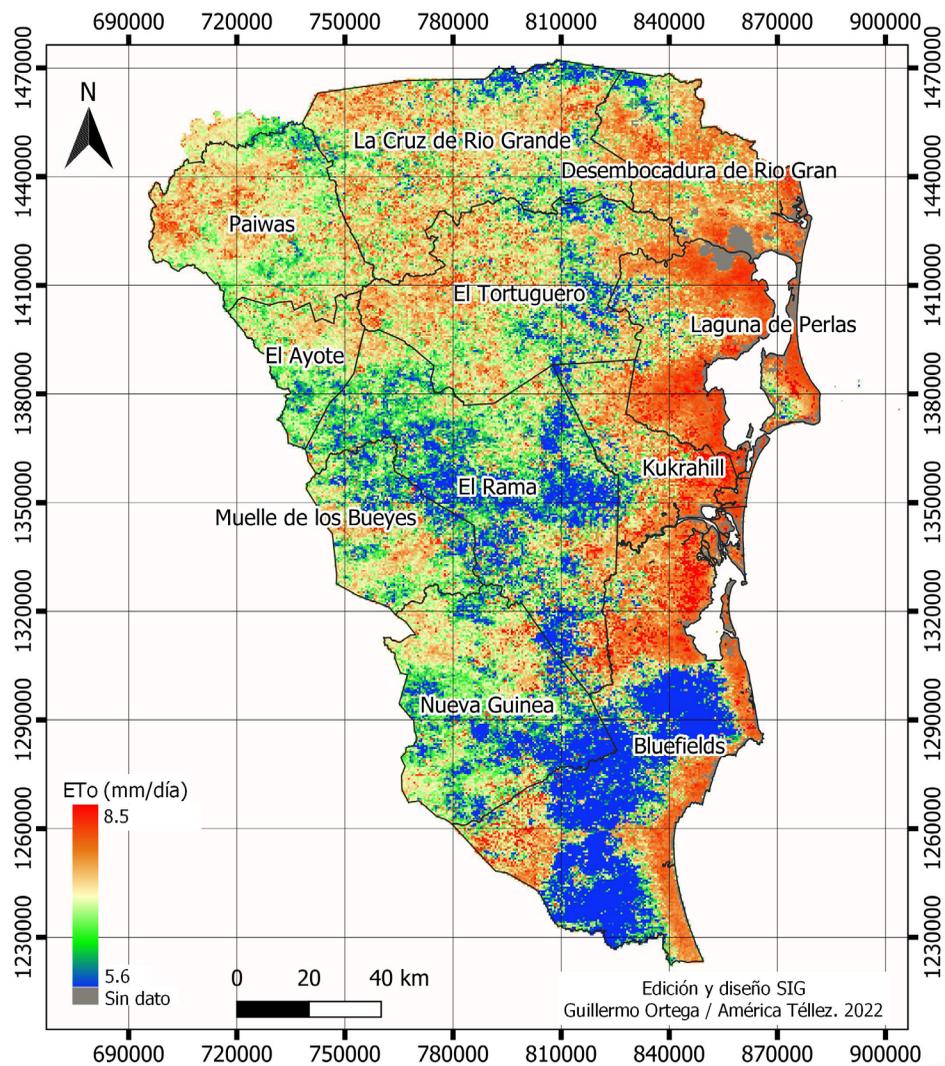


Figura 23. Amplitud de la ETP en la Región Autónoma Costa Caribe Sur (2001 - 2021) en mm día-1 en los meses de marzo y abril.

REFERENCIAS

- Alderton, D., & Elias, S. (2021). Encyclopedia of Geology (Segunda edición). Board. <https://www.sciencedirect.com/referencework/9780081029091/encyclopedia-of-geology>
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., y Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. FAO
- Barreto, L., & Morales, A. (2017). Comparación de metodologías para el cálculo de la evapotranspiración real, a partir de diferentes métodos de estimación como una herramienta para la toma de decisiones en la agricultura urbana, en el barrio Hierba buena (Villavicencio, Meta) [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]
- Bates, R.L., y Jackson, J.A. (1982). Glossary of Geology. American Geology Institute.
- Bhatt, R., & Hossain, A. (2019). Concept and Consequence of Evapotranspiration for Sustainable Crop Production in the Era of Climate Change. En Advanced Evapotranspiration Methods and Applications. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/65724>
- Castellón, D. (2021). Análisis de variables climáticas a nivel nacional en la Unidad de Agrometeorología, INETER, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]
- Fitts, C. R. (2013). Groundwater: The Big Picture. En C. R. Fitts (Ed.), Groundwater Science (Second Edition) (pp. 1-22). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384705-8.00001-7>
- Google Earth Engine. (2021). Statistics of an Image Region. https://developers.google.com/earth-engine/guides/reducers_reduce_region
- Hargreaves, G. H., and Z. A. Samani. (1985). Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. Am. Soc. Agric. Eng. 1 (2): 96-99
- Jiménez, A., De Salvo, C., y Le Pommelec, M. (2020). Análisis de políticas agropecuarias y estimación de apoyo a los productores para Nicaragua 2011 – 2017. BID
- Mu, Q., Heinsch, F. A., Zhao, M., & Running, S. W. (2007). Development of a global evapotranspiration algorithm based on MODIS and global meteorology data. Remote Sensing of Environment, 111(4), 519-536. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.04.015>
- Mu, Q., Zhao, M., & Running, S. W. (2011). Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm. Remote Sensing of Environment, 115(8), 1781-1800.

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.02.019>

- National Geographic Society. (2019, agosto 8). Evaporation. National Geographic Society. <http://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/evaporation/>
- Téllez, A, y Ortega, G. (2021). Usos y aplicaciones de la teledetección para monitorización agrícola en Nicaragua. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]
- Ortiz, R., & Chile, M. (2020). Métodos de cálculo para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco. *Siembra*, 7(1), 1-10
- Penman, H. L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences*, 193(1032), 120-145. <https://doi.org/10.1098/rspa.1948.0037>
- Penman, H.L. (1948). Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass. *Proceedings of the Royal Society of London*, 193, 120-145.
- Priestley, C., & Taylor, R. (1972). On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. *Atmospheric Physics*, 100(2), 81-92.
- Running, S., Mu, Q., Zhao, M., & Moreno, A. (2019). User's Guide MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration (ET) Product (MOD16A2/A3 and Year-end Gap-filled MOD16A2GF/A3GF) NASA Earth Observing System MODIS Land Algorithm (For Collection 6). Authors.
- Salinas, I., y Rodríguez, J. (1998). La evapotranspiración potencial en Nicaragua. INTA
- Sánchez, M., & Carvacho, L. (2011). Comparación de ecuaciones empíricas para el cálculo de la evapotranspiración de referencia en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, 50, 171-186. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022011000300010>
- Sharma, V., Kilic, A., & Irmak, S. (2016). Impact of scale/resolution on evapotranspiration from Landsat and MODIS images. *Water Resources Research*, 52(3), 1800-1819. <https://doi.org/10.1002/2015WR017772>
- Stanhill, G. (2019). Evapotranspiration. En *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0123485304003593> *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 2005, Pages 502-506

Szewczak, K., Łoś, H., Pudełko, R., Doroszewski, A., Gluba, Ł., Łukowski, M., Rafalska-Przysucha, A., Słomiński, J., & Usowicz, B. (2020). Agricultural Drought Monitoring by MODIS Potential Evapotranspiration Remote Sensing Data Application. *Remote Sensing*, 12(20), 3411. <https://doi.org/10.3390/rs12203411>

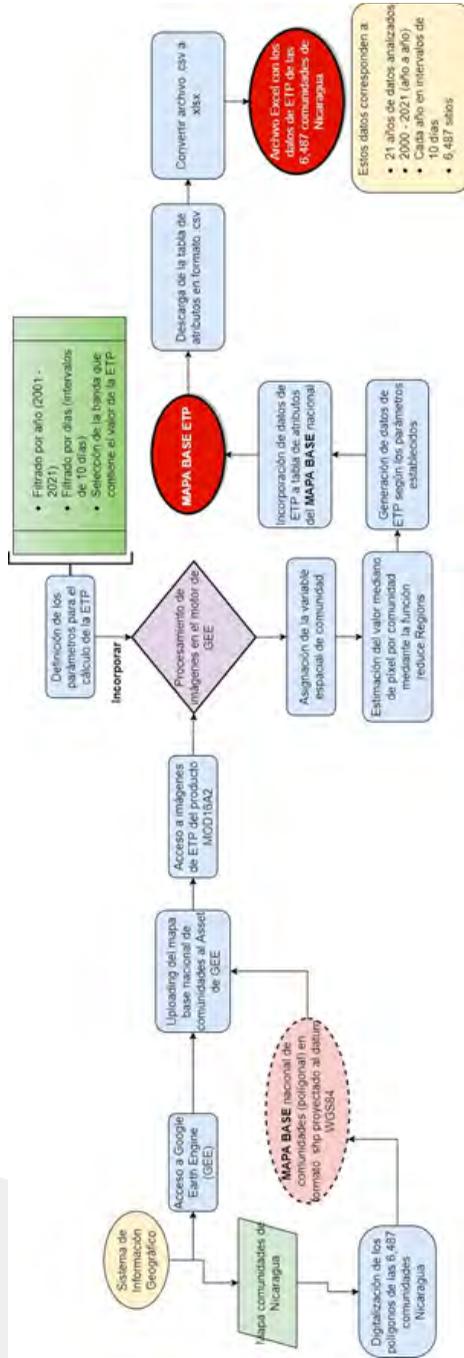
Turc, L. (1961) Water requirements assessment of irrigation, potential evapotranspiration: Simplified and updated climatic formula. *Annales Agronomiques*, 12, 13-49.

Villón, M. (s.f). Hidrología. Instituto Tecnológico de Costa Rica

Water Science School. (2018, junio 12). Evapotranspiration and the Water Cycle. https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/evapotranspiration-and-water-cycle?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Zribi, M., Brocca, L., Tramblay, Y., & Molle, F. (Eds.). (2020). Front Matter. En *Water Resources in the Mediterranean Region* (pp. i-ii). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818086-0.09993-3>

Anexo 1. Flujoograma del procedimiento para la extracción de los datos de ETP



Anexo 2. Descripción del Script utilizado para la extracción de los datos de ETP

```
// En la variable municipio se guarda la ruta del archivo SHP de las 6,487 comunidades.
// El archivo debe haber sido subido previamente a la sección Assets de GEE
var municipio = ee.FeatureCollection('users/Guillermo-Ortega/comunNic_6487')11;
// En resaltado amarillo, se muestra la dirección donde se ha guardado el archivo SHP de comunidades

// En este fragmento de código se obtiene el valor de la ETP para los primeros 10 días del
// año 2001. Para obtener el valor del resto del período se debe correr el código cambiando
// los parámetros de fecha hasta haber completado el periodo que se esté analizando.
var ET_PM = ee.ImageCollection('MODIS/006/MOD16A2') // Accediendo al producto MOD16A2 de MODIS
.filter(ee.Filter.calendarRange(2001, 2001, 'year')) // Filtrando por año (2001)
.filter(ee.Filter.calendarRange(01, 10, 'day_of_year')) // Filtrando los primeros 10 días del año
.select('PET') // Seleccionando la banda de Evapotranspiración potencial (PET)
.median() // Seleccionando el valor mediano de los píxeles que abarca el periodo analizado
.multiply(0.1) // Multiplicando la banda PET por 0.1 de acuerdo al manual del catálogo de GEE
.divide(8) // El valor en GEE es el acumulado de 8 días, dividiendo entre 8 se promedió diario
.clip(municipio); // Delimitando la imagen por el archivo SHP de municipios.

// Con este fragmento de código se extrae el valor del píxel mediano espacial, es decir,
// la mediana de los píxeles que caen dentro de un mismo polígono.
var ET_PM_Media = ET_PM.reduceRegions( // Función reduceRegions aplicada sobre la variable ET_PM
{collection: municipio, // Definiendo el archivo donde se guardará el valor de la ETP
reducer: ee.Reducer.median(), // Definiendo el tipo de reductor, en este caso la mediana "median"
scale: 500} // Definiendo el tamaño de los píxeles (500 M)
);

// Este fragmento sirve para descargar la tabla de atributos que se generó con el reductor
Export.table.toDrive( // Exportando una tabla o archivo de texto
{collection: ET_PM_Media, // El dato se encuentra en la variable ET_PM_Media
description: '01_10_2021', // Definiendo el nombre del archivo a descargar
fileFormat: 'CSV'} // Definiendo el formato del archivo, en este caso CSV
);

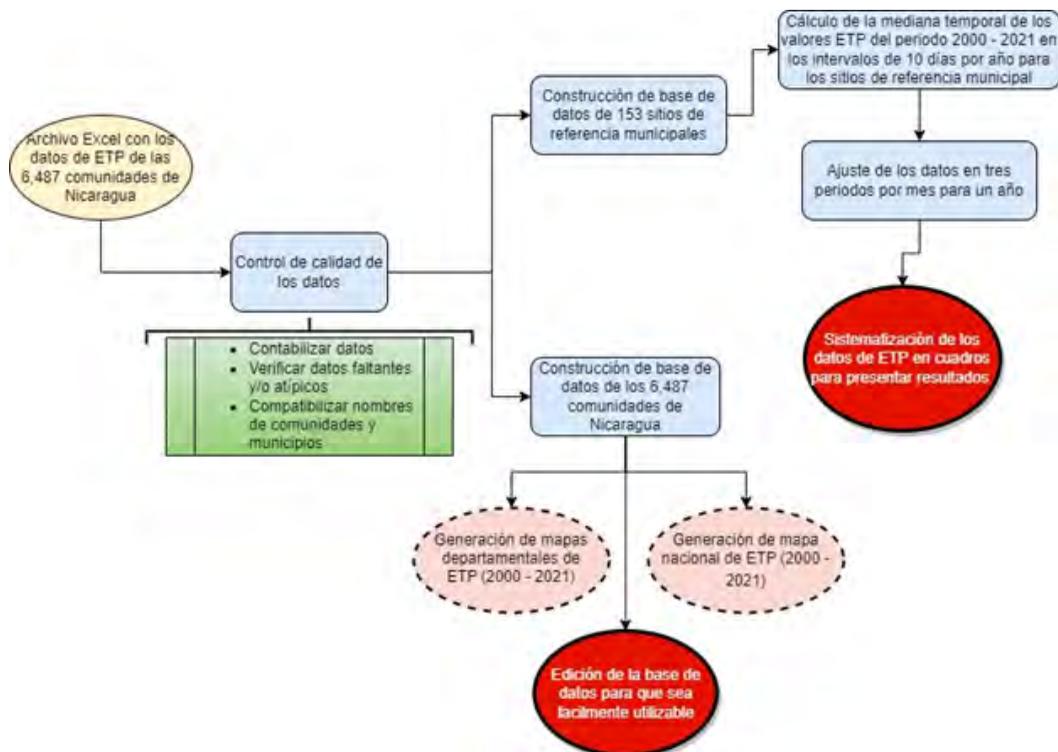
// Las siguientes 3 líneas solo son parámetros de visualización en el mapa de GEE
var visParam = { min: 0, max: 20, palette: ['ffffff', 'fcd163', '99b718',
'66a000', '3e8601', '207401', '056201', '004c00', '011301']};
Map.addLayer(ET_PM, visParam, 'Evapotranspiration by Penman Montieth');

// Este fragmento permite descargar la imagen
Export.image.toDrive({ // Exportando una imagen
image: ET_PM, // El nombre de la variable que contiene a la imagen a exportar
description: 'ET_PM_Nicaragua', // El nombre que tendrá el archivo descargado
región: municipio, // Definiendo los límites espaciales de la descarga
scale: 500, // La resolución espacial del píxel
crs: 'EPSG: 32616', // Sistema de coordenadas que tendrá la imagen
});
```

¹¹Este código se puede replicar, pero debe tener en cuenta la dirección del archivo vectorial en su cuenta de Google Earth Engine.

Enlace para tener acceso al código: https://code.earthengine.google.com/?scriptPath=users%2FGuillermo-Ortega%2F-Clima%3AEvapotranspiracion_UNA.

Anexo 3. Procesamiento de los datos finales de ETP



Anexo 4. Evapotranspiración del cultivo

Según Allen et al., (2006), los efectos combinados de la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo se integran en un coeficiente único del cultivo denominado “Kc”. El Kc incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo. Por esta razón, el valor de la ETc calculado con este parámetro y donde los efectos de las condiciones del tiempo atmosférico son incorporados con el valor de la ETo, es el método más práctico y preciso para la determinación de los requerimientos hídricos, la planificación normal del riego y propósitos de manejo, en cuanto a la definición de calendarios básicos de riego y para la mayoría de los estudios de balance hídrico. El procedimiento de cálculo de la ETc es el siguiente:

1. Identificar las etapas de desarrollo del cultivo, determinando la duración de cada etapa y seleccionando los valores correspondientes de Kc.
2. Ajustar los valores de Kc, seleccionados según la frecuencia de humedecimiento o las condiciones climáticas, durante cada etapa.
3. Construir la curva del coeficiente del cultivo (la cual permite la determinación de Kc para cualquier etapa durante el período de desarrollo).
4. Calcular ETc como el producto de ETo y Kc.

A continuación, se presentan una serie de valores de Kc de referencia determinados por FAO para las etapas de desarrollo de diversos cultivos, estos datos corresponden a valores medios típicos de Kc que se pueden esperar bajo condiciones climáticas estándar, las cuales son definidas como aquellas correspondientes a climas sub-húmedos, con una humedad relativa mínima diaria (HR_{min}) ≈ 45%, con velocidades del viento bajas a moderadas, con un promedio de 7.2 km h⁻¹, sin estrés hídrico y bajo condiciones agronómicas óptimas.

Cultivo	Kc inicial ¹¹	Kc medio	Kc final	Altura máxima (m)
a. Hortalizas Pequeñas	0.7	1.05	0.95	
Brócoli		1.05	0.95	0.3
Col de Bruselas		1.05	0.95	0.4
Repollo		1.05	0.95	0.4
Zanahoria		1.05	0.95	0.3
Ajo		1	0.7	0.3
Lechuga		1	0.95	0.3
Cebolla seca		1.05	0.75	0.4
Cebolla verde		1	1	0.3
Cebolla semilla		1.05	0.8	0.5
Espinaca		1	0.95	0.3
Rábano		0.9	0.85	0.3
b. Hortalizas (solanáceas)	0.6	1.15	0.8	
Berenjena		1.05	0.9	0.8
Chiltoma		1	0.9	0.7
Tomate		1	0.7 - 0.9	0.6
c. Hortalizas (cucurbitáceas)	0.5	1	0.8	
Melón	0.5	0.85	0.6	0.3
Pepino – Cosechado Fresco	0.6	1	0.75	0.3
Pepino		0.95	0.75	0.3
Melón dulce		1.05	0.75	0.4
Sandía	0.4	1	0.75	0.4
d. Raíces y tubérculos	0.5	1.1	0.95	
Remolacha		1.05	0.95	0.4
Yuca (año 1)	0.3	0.803	0.3	1
Yuca (año 2)	0.3	1.1	0.5	1.5
Papa		1.15	0.754	0.6
Camote o Batata		1.15	0.65	0.4
Remolacha Azucarera	0.35	1.2	0.705	0.5
e. Leguminosas	0.4	1.15	0.55	
Frijoles o judías, verdes	0.5	1	0.9	0.4
Frijol común	0.4	1	0.35	0.4
Caupi		1.05	0.60 - 0.356	0.4

¹¹Estos valores de Kc son generales, considerando un manejo típico del riego y humedecimiento del suelo. Para humedecimientos frecuentes, tal como en el caso de riego por aspersión de alta frecuencia o lluvia diaria, estos valores pueden aumentar sustancialmente pudiendo acercarse a 1.0 a 1.2 (Allen et al., 2006).

Cultivo	Kc inicial ¹¹	Kc medio	Kc final	Altura máxima (m)
Maní		1.15	0.6	0.4
Soya		1.15	0.5	0.5 - 1.0
f. Cultivos textiles	0.35			
Algodón		1.15 - 1.2	0.7 - 0.5	1.2 - 1.5
g. Cultivos oleaginosos	0.35	1.15	0.35	
Ajonjolí		1.1	0.25	1
Girasol		1.0 - 1.15 ⁹	0.35	2
h. Cereales	0.3	1.15	0.4	
Cebada		1.15	0.25	1
Avena		1.15	0.25	1
Maíz (grano)		1.2	0.6 - 0.35 ¹²	2
Sorgo (grano)		1.00 - 1.10	0.55	1 - 2
Arroz	1.05	1.2	0.9 - 0.6	1
i. Caña de azúcar	0.4	1.25	0.75	3
j. Frutas tropicales y árboles				
Banano (1 año)	0.5	1.1	1	3
Banano (2 año)	1	1.2	1.1	4
Cacao	1	1.05	1.05	3
Café (suelo sin cobertura)	0.9	0.95	0.95	2 - 3
Café (suelo con cobertura)	1.05	1.1	1.1	2 - 3
Palmas	0.95	1	1	8
Piña (suelo sin cobertura)	0.5	0.3	0.3	0.6 - 1.2
Piña (suelo con cobertura de gramíneas)	0.5	0.5	0.5	0.6 - 1.2
n. Árboles frutales				
Aguacate (sin cobertura del suelo)	0.6	0.85	0.75	3
Citricos (sin cobertura del suelo)	0.7	0.65	0.7	3
Coníferas	1	1	1	10

¹² El primer valor de Kc corresponde a los casos, donde la cosecha del grano se realizó con un alto contenido de humedad en grano. El segundo valor es para cuando se cosecha después de un secado completo del grano en el campo (hasta alrededor de 18 % de humedad, basado en materia húmeda).

Anexo 5. Valores de referencia de la duración de las etapas de crecimiento de diversos cultivos.

A continuación, se presenta un cuadro que muestra la duración de las etapas de crecimiento de diversos cultivos recopilados por Allen et al., (2006, pp. 104 - 108). Las duraciones de estas etapas son indicativas bajo condiciones generales, dado que fueron determinadas en condiciones climáticas diversas de Estados Unidos, por lo que podrían variar significativamente de región a región y con la variedad del cultivo. Se recomienda al usuario obtener información local apropiada, sin embargo, estos datos pueden ser utilizados como referencia, si se validan localmente.

Cultivo	Etapa inicial	Desarrollo ¹³	Etapa media	Etapa final	Total
	Inicial		Mediados	Senescencia	
a. Hortalizas					
Brócoli	35	45	40	15	135
Repollo	40	60	50	15	165
Zanahoria	20	30	50/30	20	100
	30	40	60	20	150
	30	50	90	30	200
Coliflor	35	50	40	15	140
Apio	25	40	95	20	180
	25	40	45	15	125
	30	55	105	20	210
Crucíferas	20	30	20	10	80
	25	35	25	10	95
	30	35	90	40	195
Lechuga	20	30	15	10	75
	30	40	25	10	105
	25	35	30	10	100
	35	50	45	10	140
Cebolla (seca)	15	25	70	40	150
	20	35	110	45	210
Cebolla (verde)	25	30	10	5	70
	20	45	20	10	95

¹³ Durante esta etapa, el valor de Kc se corresponderá con la cantidad de la cobertura del suelo y el desarrollo de la planta. En general, si la superficie del suelo se encuentra seca, un valor de Kc = 0.5 se corresponderá con un valor de 25 - 40 % de cobertura del suelo, debido a los efectos del sombreado y debido al transporte en escala microscópica del calor sensible, desde el suelo hacia la vegetación.

Un valor de Kc = 0.7 generalmente se corresponderá con una cobertura del suelo de alrededor de 40 - 60 %. Estos valores variarán dependiendo del cultivo, la frecuencia del humedecimiento y de si el cultivo utiliza más agua que el cultivo de referencia del pasto, cuando se encuentra en condiciones de cobertura completa.

Cultivo	Etapa inicial	Desarrollo ¹³	Etapa media	Etapa final	Total
	Inicial		Mediados	Senescencia	
	30	55	55	40	180
Cebolla (semilla)	20	45	165	45	275
Espinaca	20	20	15/25	5	60/70
	20	30	40	10	100
Rábano	5	10	15	5	35
	10	10	15	5	40
Berenjena	30	40	40	20	130/140
	30	45	40	25	130
Chiltoma	25/30	35	40	20	125
Tomate	30	40	40	25	135
	35	40	50	30	155
	25	40	60	30	155
	35	45	70	30	180
	30	40	45	30	145
b. Cucurbitáceas					
Melón	30	45	35	10	120
	10	60	25	25	120
	25	35	40	20	120
	30	30	50	30	140
	15	40	65	15	135
	30	45	65	20	160
Pepino	20	30	40	15	105
	25	35	50	20	130
Ayote	25	35	25	15	100
Sandía	20	30	30	30	110
	10	20	20	30	80
c. Raíces y Tubérculos					
Yuca: año 1	20	40	90	60	210
Yuca: año 2	150	40	110	60	360
Papa	25	30	30/45	30	115/130
	25	30	45	30	130
	30	35	50	30	145
	45	30	70	20	165
	30	35	50	25	140
Camote o Batata	20	30	60	40	150
	15	30	50	30	125
Remolacha azucarera	30	45	90	15	180
	25	30	90	15	155

Cultivo	Etapa inicial	Desarrollo ¹⁸	Etapa media	Etapa final	Total
	Inicial		Mediados	Senescencia	
	25	65	100	65	255
	50	40	50	40	180
	25	35	50	50	160
	45	75	80	30	230
	35	60	70	40	205
d. Leguminosas					
Frijol común	20	30	30	10	90
	15	25	25	10	75
	20	30	40	20	110
	15	25	35	20	95
	25	25	30	20	100
Caupís (cowpeas)	20	30	30	20	110
Maní	25	35	45	25	130
	35	35	35	35	140
Soya o soja	15	15	40	15	85
	20	30/35	60	25	140
	20	25	75	30	150
e. Cultivos textiles					
Algodón	30	50	60	55	195
	45	90	45	45	225
	30	50	60	55	195
	30	50	55	45	180
Lino	25	35	50	40	150
	30	40	100	50	220
f. Cultivos oleaginosos					
Ajonjolí	20	30	40	20	110
Girasol	25	35	45	25	130
g. Cereales					
Maíz	30	50	60	40	180
	25	40	45	30	140
	20	35	40	30	125
	20	35	40	30	125
	30	40	50	30	150
	30	40	50	50	170
	20	20	30	10	80
	20	25	25	10	80
	20	30	50/30	10	90
	30	30	30	103	110
	20	40	70	10	140

Cultivo	Etapa inicial	Desarrollo ¹³	Etapa media	Etapa final	Total
	Inicial		Mediados	Senescencia	
Sorgo	20	35	40	30	125
	20	35	45	30	130
Arroz	30	30	60	30	150
	30	30	80	40	180
h. Forrajes					
Bermuda para Semilla	10	25	35	35	105
Bermuda, heno (distintos cortes)	10	15	75	35	135
Pastos, Gramas	10	20	--	--	--
i. Caña de azúcar					
Caña de Azúcar	35	60	190	120	405
	50	70	220	140	480
	75	105	330	210	720
Caña de Azúcar (soca)	25	70	135	50	280
	30	50	180	60	320
	35	105	210	70	420
j. Frutas tropicales y árboles					
Banana (1 año)	120	90	120	60	390
Banana (2 año)	120	60	180	5	365
Piña	60	120	600	10	790
Uvas	20	40	120	60	240
	20	50	75	60	205
	20	50	90	20	180
	30	60	40	80	210
k. Árboles frutales					
Cítricos	60	90	120	95	365
Huerto de árboles	20	70	90	30	210
Caducifolios	20	70	120	60	270
	30	50	130	30	240

Anexo 6. Ubicación de los sitios de referencia utilizados para el cálculo de la ETP

Departamento	Municipio	X_coord	Y_coord	Elevación (msnm)
Boaco	San José de los Remates	634749	1393251	650
Boaco	Camoapa	662764	1370259	575
Boaco	Camoapa	661746	1368748	521
Boaco	San Lorenzo	644257	1368748	311
Boaco	Teustepe	630736	1373262	158
Boaco	Boaco	645745	1379263	392
Boaco	Santa Lucía	639735	1385747	578
Carazo	Diriamba	582749	1310755	580
Carazo	Santa Teresa	591239	1304759	397
Carazo	San Marcos	586757	1316235	559
Carazo	La Paz Carazo	595256	1307259	393
Carazo	Jinotepe	587744	1309756	560
Carazo	La Conquista	587750	1297253	192
Carazo	Dolores	585745	1310242	585
Carazo	El Rosario	590744	1308259	476
Carazo	La Paz	594778	1307192	404
Chinandega	El Realejo	481743	1386764	12
Chinandega	Villanueva	519251	1433241	40
Chinandega	Puerto Morazán	482763	1426758	5
Chinandega	Somotillo	510752	1442237	46
Chinandega	Cinco Pinos	514265	1462759	431
Chinandega	San Francisco del Norte	524741	1459264	390
Chinandega	Chinandega	486244	1396745	76
Chinandega	Santo Tomás del Norte	508247	1457749	172
Chinandega	San Pedro del Norte	513239	1467735	491
Chinandega	Chichigalpa	496741	1390260	83
Chinandega	El Viejo	482746	1398743	55
Chinandega	Posoltega	502263	1386759	73
Chontales	San Francisco de Cuapa	675744	1356752	314
Chontales	Santo Domingo	708237	1356258	513
Chontales	Comalapa	662257	1358242	269
Chontales	La Libertad	699751	1350760	476
Chontales	Juigalpa	678249	1337254	74
Chontales	Villa Sandino	718264	1332757	300
Chontales	San Pedro de Lóvago	705255	1341762	361
Chontales	El Coral	756263	1318764	151
Chontales	Acoyapa	699236	1323743	103
Estelí	San Nicolas	570748	1429761	988
Estelí	Estelí	576243	1447747	1212
Estelí	La Trinidad	583243	1433237	612
Estelí	Pueblo Nuevo	556244	1478757	599
Estelí	San Juan de Limay	542263	1456245	306
Estelí	Condega	565241	1477242	556

Departamento	Municipio	X_coord	Y_coord	Elevación (msnm)
Granada	Granada	612762	1319761	79
Granada	Nandaime	603753	1300252	144
Granada	Diriá	602737	1314257	373
Granada	Diriomo	603741	1312755	331
Jinotega	San Rafael del Norte	596251	1461236	1083
Jinotega	San Sebastián de Yalí	588244	1470764	860
Jinotega	La Concordia	590240	1458758	907
Jinotega	Santa María de Pantasma	616765	1478737	385
Jinotega	San José de Bocay	657750	1497262	318
Jinotega	Wiwilí de Jinotega	627740	1504751	333
Jinotega	Jinotega	608741	1446751	1031
Jinotega	El Cua	643752	1478254	440
León	Larreynaga	534756	1392739	113
León	La Paz Centro	535244	1364264	74
León	Nagarote	547246	1356264	85
León	El Sauce	550238	1424249	172
León	Quezalguaque	510744	1383259	100
León	León	514249	1375243	112
León	Telica	515241	1384244	131
León	San José de Achuapa	544241	1442762	307
León	Santa Rosa del Peñón	568253	1415255	177
León	El Jicaral	566735	1406742	121
Madriz	San Juan de Río Coco	590259	1497745	823
Madriz	Las Sabanas	541241	1474736	1302
Madriz	San Lucas	542252	1482264	853
Madriz	San José de Cusmapa	537760	1469263	1264
Madriz	Yalagüina	554746	1490735	639
Madriz	Somoto	545245	1490748	702
Madriz	Palacaguina	564253	1487746	545
Madriz	Telpaneca	577250	1495737	470
Madriz	Totogalpa	554758	1499245	677
Managua	San Rafael del Sur	561238	1309752	122
Managua	San Francisco Libre	576239	1382743	46
Managua	Ticuantepe	586236	1329258	294
Managua	Managua	590761	1342757	61
Managua	Villa El Carmen	553739	1324237	105
Managua	El Crucero	575238	1325757	928
Managua	Mateare	569747	1345741	87
Managua	Mateare	561754	1352758	68
Managua	Tipitapa	598237	1348741	54
Managua	Managua	570953	1345047	94
Masaya	Nandasmo	595250	1318748	370
Masaya	Nindirí	596253	1326739	217
Masaya	La Concepción	588259	1319741	538
Masaya	Catarina	600245	1317751	474

Departamento	Municipio	X_coord	Y_coord	Elevación (msnm)
Masaya	Masatepe	593260	1316745	463
Masaya	Niquinohomo	598737	1316241	465
Masaya	Masaya	599737	1324753	252
Masaya	Tisma	606745	1335745	55
Masaya	San Juan de Oriente	600991	1316362	505
Matagalpa	Tuma - La Dalia	636751	1452745	767
Matagalpa	Ciudad Darío	595261	1407746	452
Matagalpa	San Ramón	625749	1428758	641
Matagalpa	Sébaco	598744	1420753	497
Matagalpa	San Isidro	587747	1428735	475
Matagalpa	Muy Muy	648748	1411265	336
Matagalpa	Terrabona	612241	1407747	534
Matagalpa	Rancho Grande	656262	1463758	591
Matagalpa	San Dionisio	624742	1411240	388
Matagalpa	Esquipulas	631759	1400242	526
Matagalpa	Matagalpa	616740	1428257	707
Matagalpa	Río Blanco	692752	1429265	243
Matagalpa	Matiguás	667759	1419761	296
Nueva Segovia	Wiwilí de Nueva Segovia	626739	1506743	335
Nueva Segovia	Santa María	531261	1519759	777
Nueva Segovia	Murra	605737	1520753	764
Nueva Segovia	Ocotal	554737	1509260	825
Nueva Segovia	San Fernando	574257	1512257	719
Nueva Segovia	Macuelizo	541759	1509236	722
Nueva Segovia	Mozonte	560744	1510256	698
Nueva Segovia	Jalapa	601738	1552261	671
Nueva Segovia	El Jícaro	593256	1517264	542
Nueva Segovia	Ciudad Antigua	573251	1506755	627
Nueva Segovia	Jalapa	594737	1539237	683
Nueva Segovia	Quilalí	605248	1500258	403
Región Autónoma Costa Caribe Norte	Bonanza	757256	1552741	183
Región Autónoma Costa Caribe Norte	Mulukukú	721258	1457264	71
Región Autónoma Costa Caribe Norte	Rosita	780750	1540257	45
Región Autónoma Costa Caribe Norte	Puerto Cabezas	886739	1554745	1
Región Autónoma Costa Caribe Norte	Puerto Cabezas	888241	1554737	8
Región Autónoma Costa Caribe Norte	Waslala	676240	1474760	366
Región Autónoma Costa Caribe Norte	Waspam	826241	1631765	44
Región Autónoma Costa Caribe Norte	Siuna	740248	1519249	189

Departamento	Municipio	X_coord	Y_coord	Elevación (msnm)
Región Autónoma Costa Caribe Sur	Corn Island	929758	1348754	31
Región Autónoma Costa Caribe Sur	Bluefields	852252	1330253	25
Región Autónoma Costa Caribe Sur	El Tortuguero	804236	1418759	13
Región Autónoma Costa Caribe Sur	Muelle de los Bueyes	767741	1335250	101
Región Autónoma Costa Caribe Sur	Paiwas	703744	1414252	153
Región Autónoma Costa Caribe Sur	Desembocadura de Río Grande	871748	1431760	10
Región Autónoma Costa Caribe Sur	El Rama	801761	1346738	16
Región Autónoma Costa Caribe Sur	La Cruz de Río Grande	804753	1451243	18
Región Autónoma Costa Caribe Sur	Kukra Hill	854255	1355259	26
Región Autónoma Costa Caribe Sur	Nueva Guinea	777744	1293742	193
Región Autónoma Costa Caribe Sur	El Ayote	737256	1382238	116
Río San Juan	El Castillo	776245	1222246	50
Río San Juan	San Juan de Nicaragua	857749	1211747	7
Río San Juan	El Almendro	750759	1292250	183
Río San Juan	San Carlos	743742	1235758	71
Río San Juan	San Miguelito	729265	1261255	52
Río San Juan	Morrito	709239	1285763	52
Rivas	Cárdenas	662744	1237737	37
Rivas	San Jorge	630744	1266746	52
Rivas	Belén	620751	1272758	91
Rivas	Rivas	627750	1265259	64
Rivas	Tola	615751	1264752	45
Rivas	Altagracia	653760	1276251	190
Rivas	San Juan del Sur	623739	1244752	8
Rivas	Potosí	624758	1270746	66
Rivas	Buenos Aires	628738	1268243	60
Rivas	Moyogalpa	642249	1275736	66



Isidro Humberto Salinas Marcenaro

Ingeniero Agrónomo. Especialista en Agrometeorología, Recursos Naturales y Cuencas Hidrográficas. 35 años de experiencia en proyectos de inversión y desarrollo agropecuario.



José René Jarquín Díaz

Ingeniero Agrónomo con un posgrado en Formulación y Evaluación de Proyectos. Posee experiencia en proyectos de desarrollo e investigación relacionados a cambio climático, sistemas de información geográfica, cadenas de valor sostenibles, fertilidad de suelos, desarrollo rural y gestión ambiental.



Guillermo Javier Ortega Flores

Ingeniero agrónomo con conocimientos en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, apasionado por el manejo de datos geoespaciales usando Google Earth Engine, con énfasis en el modelado ambiental enfocado al campo agrario.



América Lucía Téllez Reyes

Ingeniera agrónoma con experiencia en el manejo, diseño y recopilación de datos a través de encuestas agropecuarias. Entre sus principales intereses de estudio destacan las ciencias agroecológicas y la producción agrícola sostenible bajo sistemas agroforestales.