



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE ET_c DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES



Braulio Antonio Vázquez Rodríguez
Ronald Ernesto Ontiveros Capurata
Waldo Ojeda Bustamante
Alberto González Sánchez

16/octubre/2018





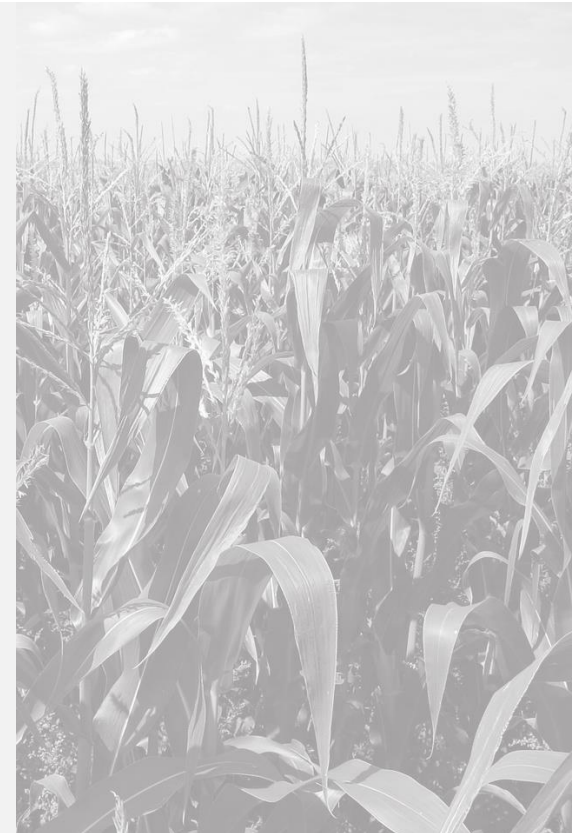
**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Contenido

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

- › Introducción
- › Materiales y Métodos
 - › Ubicación
 - › Metodología
 - › Modelos de balance de energía
- › Resultados
 - › Serie de tiempo de ETc
 - › Variabilidad espacial de ETc
 - › Serie anual y mensual de ETc
- › Conclusiones





IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



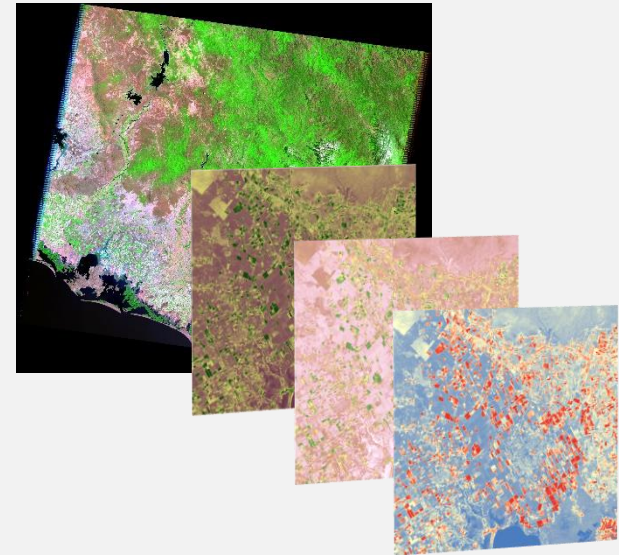
Introducción

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

- › Conocer **ETc** para anticipar la sobreexplotación o la disponibilidad del recurso hídrico en las zonas agrícolas.
- › En el norte del Sinaloa no se cuenta con un **análisis espacial de ETc** que permita estimar el gasto de los cultivos con precisión.

Objetivo

Elaborar una base de datos de ETc estimados mediante imágenes satelitales, así como su **análisis espacio-temporal**.





IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Materiales y métodos

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

Ubicación

Distrito de riego 075 - Río Fuerte

Módulos: Santa Rosa y Batequis

Extensión: 22,142 hectáreas.

Cultivos principales: **Maíz grano, frijol, caña de azúcar, jitomate y chile verde entre otros, en un ciclo de otoño a verano.**

SMN(1981-2010)

$T_{\max} = 33 [^{\circ}\text{C}]$

$T_{\min} = 18.7 [^{\circ}\text{C}]$

$T_{\text{med}} = 25.9 [^{\circ}\text{C}]$

Precipitación anual = 357.4 mm

Evaporación total = 2,123.3 mm

Clima : Cálido – Húmedo

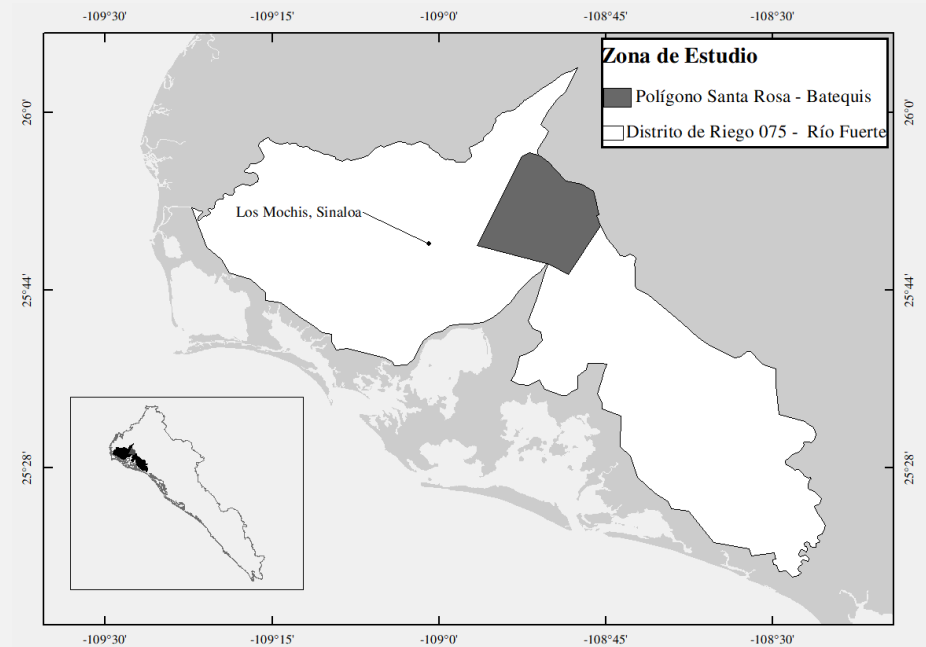


Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio



IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Materiales y métodos

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE ETC DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

- › 201 imágenes **LANDSAT**, 133 L5-TM, 19 L7-ETM y 49 L8-OLI/TIRS, 1995 a 2018.
- › Correcciones radiométrica - atmosférica (**TOA**), mediante QGIS.
- › 4 Estaciones climatológicas del **INIFAP** (2016), < 5 Km: JJ. Ríos, Taxtes, Camajoa, La Genoveva.
- › Modelos de ETC mediante **R**.
- › Análisis espacio temporal en **R**.

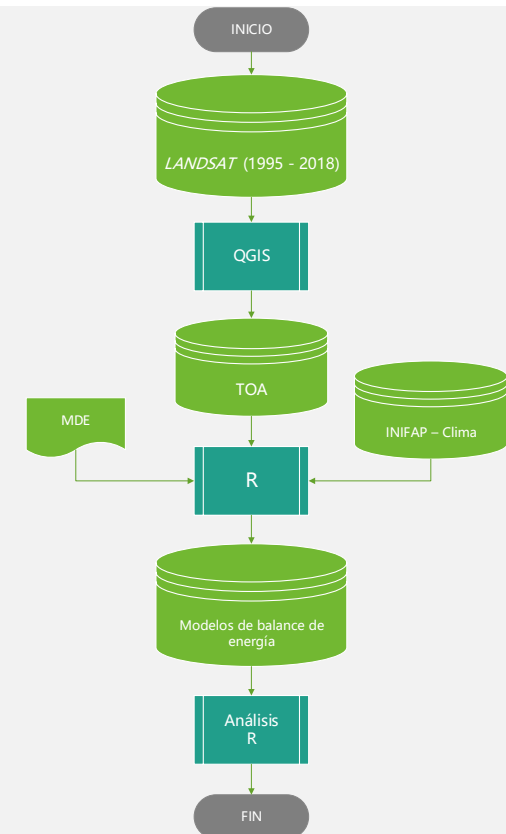


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de trabajo

Materiales y métodos

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

Surface Energy Balance at Land (SEBAL), es un modelo para estimar la ET_c , desarrollado por Bastiaanssen (1995), se aplica a imágenes satelitales *LANDSAT*, y tiene amplia aceptación (i.e. Kiptala et al., 2013; Li et al., 2013), resuelve la ecuación de balance de energía: $R_n = G + H + \lambda ET$

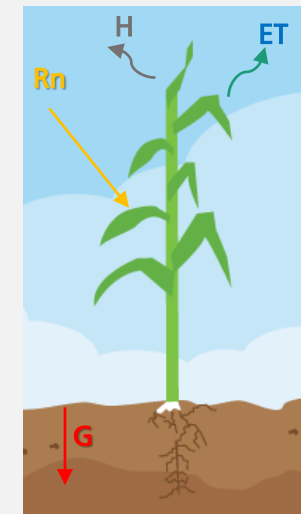
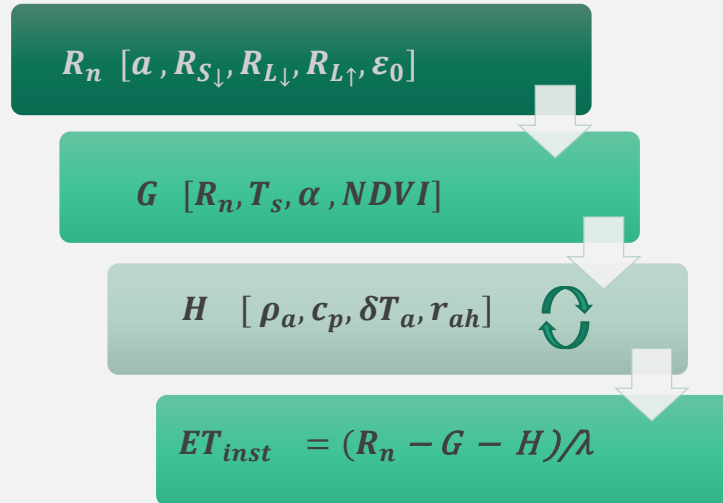


Figura 3. Modelo conceptual del balance de energía radiativa en un sistema planta-suelo.



IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Materiales y métodos

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

Mapping Evapotranspiration with Internalized Calibration (METRIC), propuesto por Allen R. (2017), está basado en el modelo *SEBAL*. Existen diferencias en cómo se determina la fracción evapotranspirativa, entre otros.

$$ET[mm/d] = ET_{rF} * ET_{24}$$

Dónde:

$$ET_{rF} = \frac{ET_{inst}}{ET_{ref}} [mm/día]$$

ET_{rF} es la fracción evapotranspirativa, $ET_{24}[mm/d]$ la evapotranspiración diaria en la estación, ET_{ref} es la evapotranspiración de referencia de Penman-Monteith.

Resultados

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE ETC DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

Comportamiento temporal de ETC

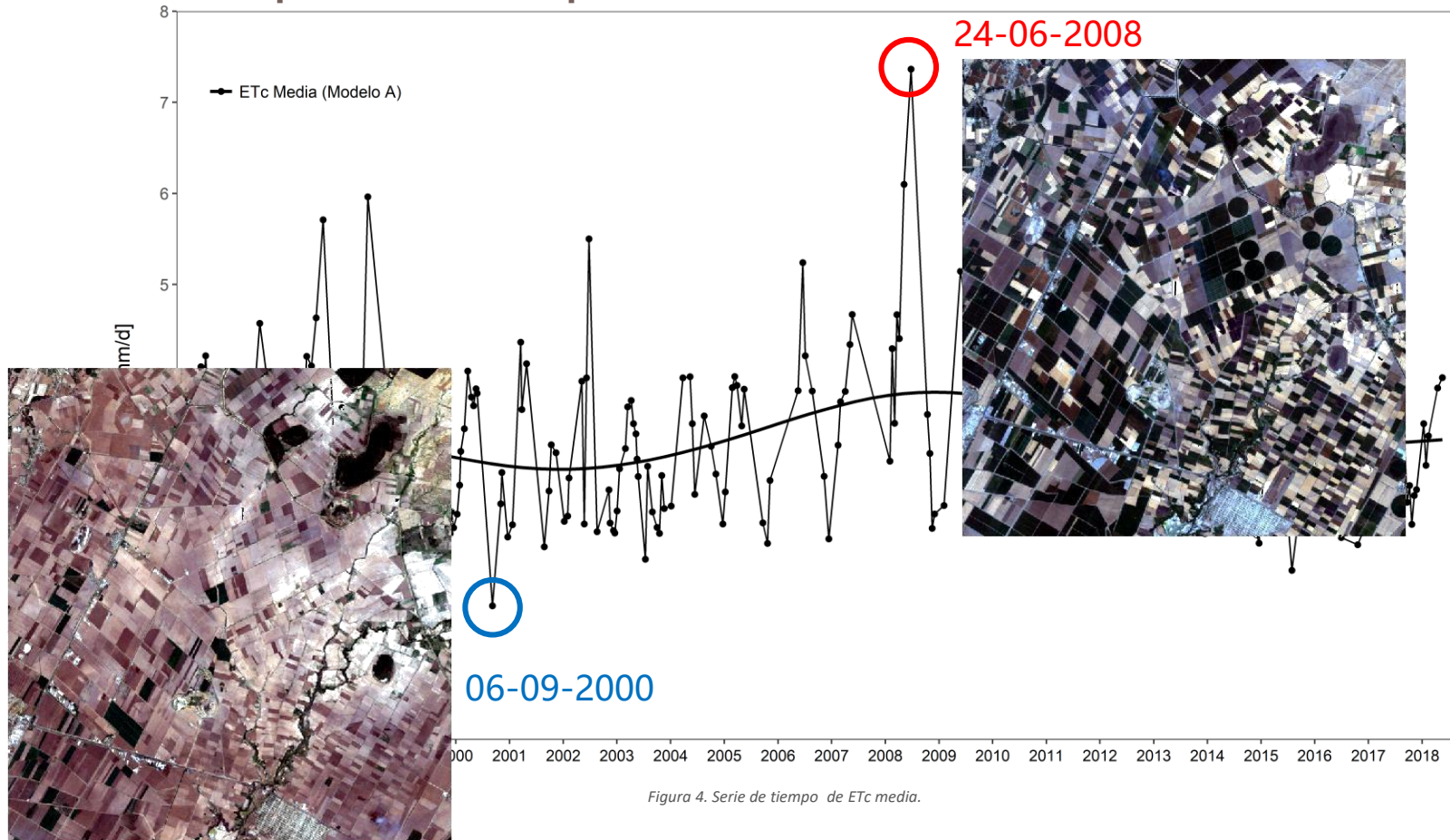


Figura 4. Serie de tiempo de ETC media.



IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Resultados

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE ETC DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

Variabilidad espacial de ETC

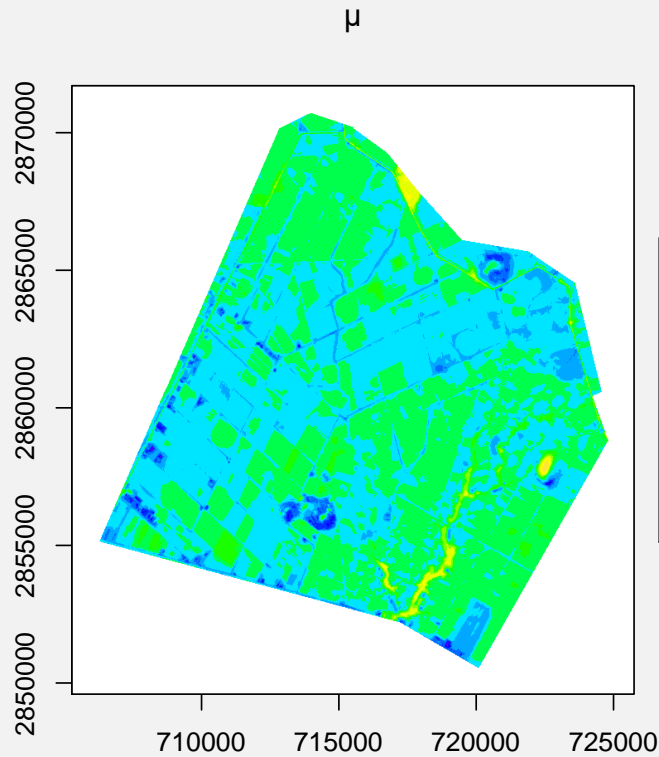


Figura 5.1. Mapa de ETC media de la zona de estudio

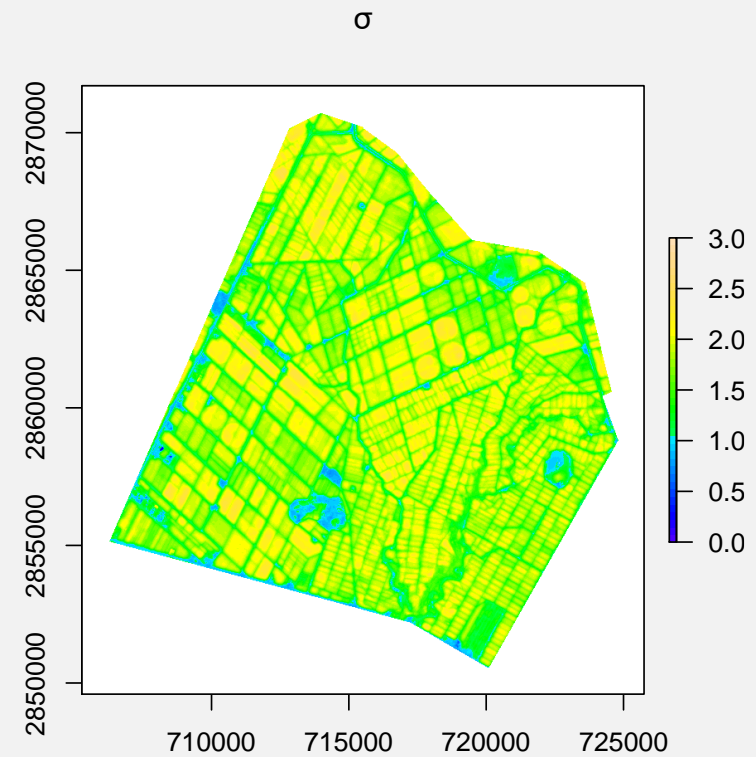


Figura 5.2. Mapa de desviación estándar de ETC de la zona de estudio



IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Resultados

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE ETC DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

Variabilidad espacial de ETC

Mínima

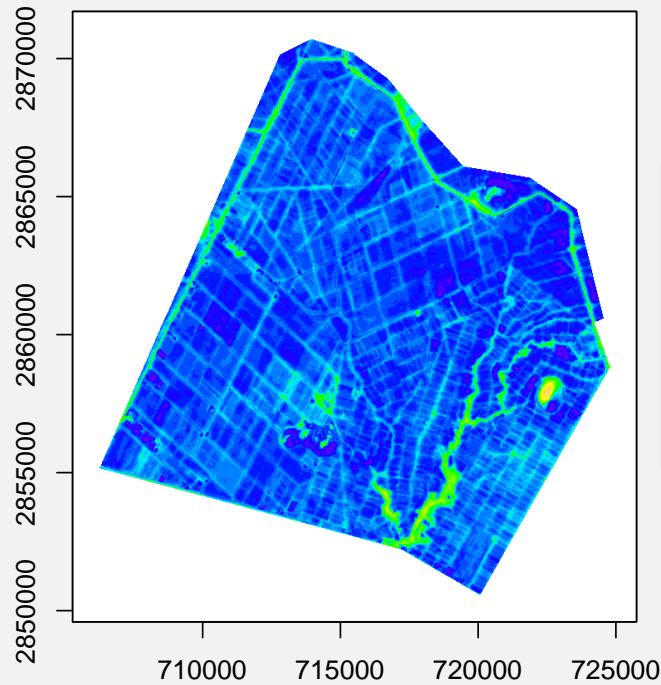


Figura 6.1. Mapa de ETC mínima de la zona de estudio

Máxima

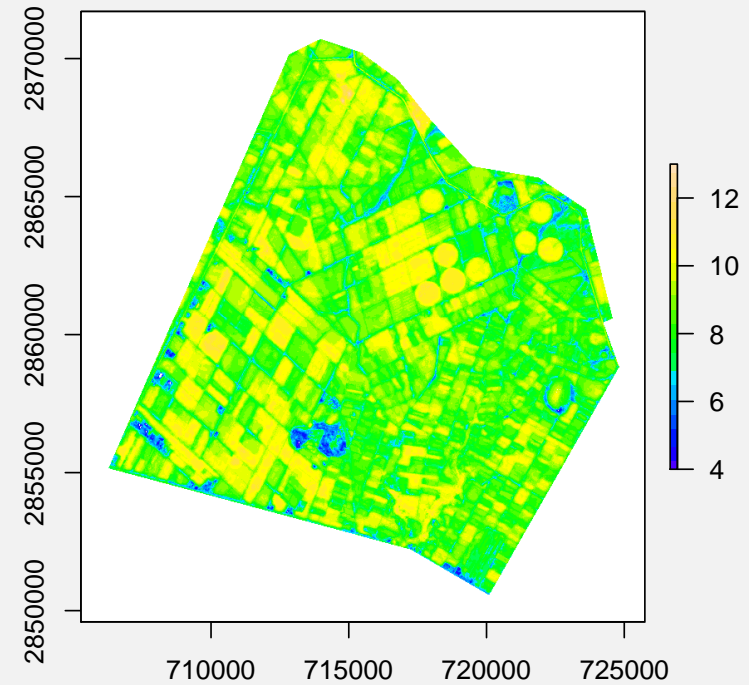


Figura 6.2. Mapa de ETC máxima de la zona de estudio



Resultados

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

Comportamiento anual de ETc

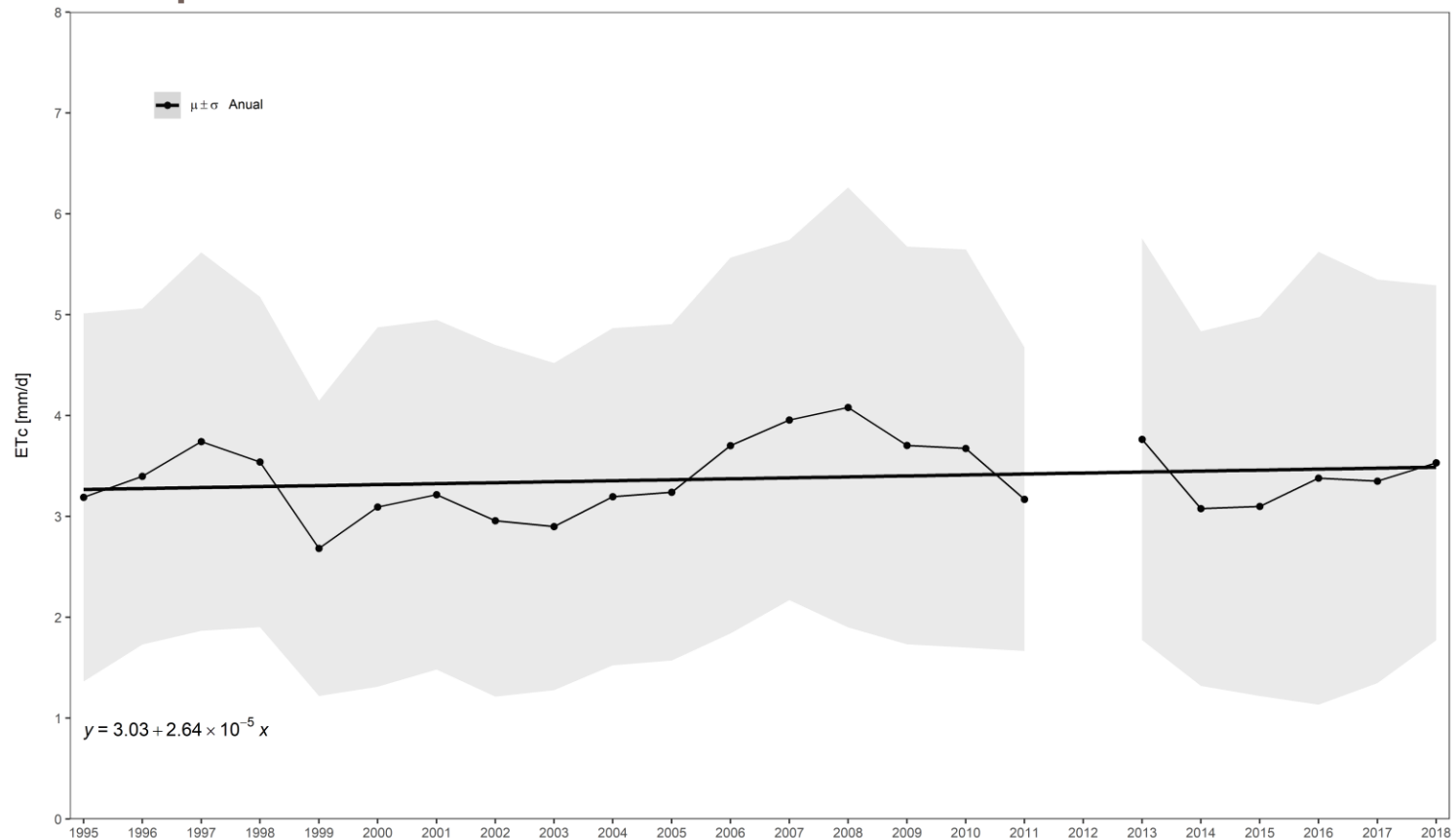


Figura 7. Serie anual de ETc media.



Resultados

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

Comportamiento mensual de ETc

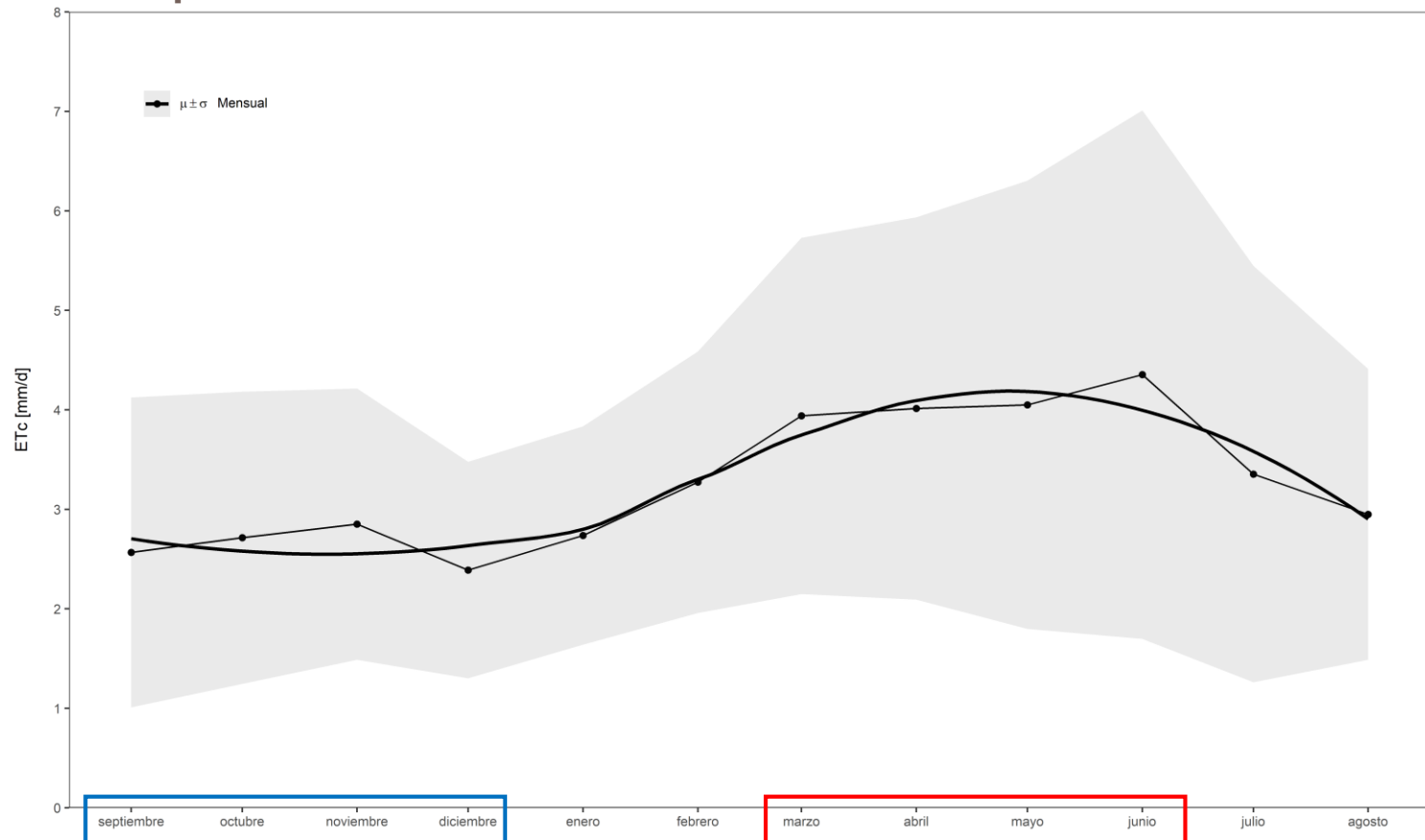


Figura 8. Serie mensual de ETc media.



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Resultados

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

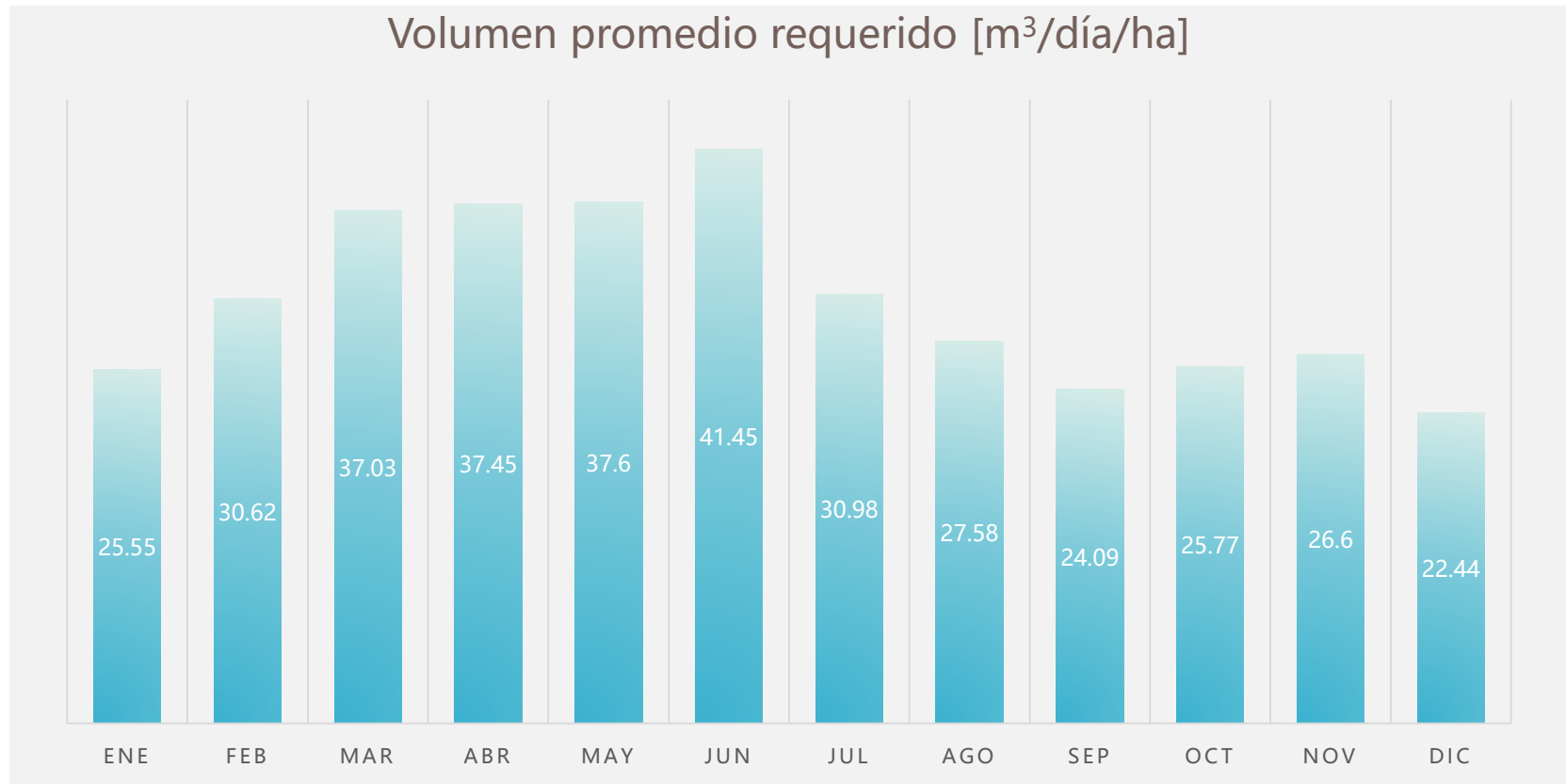


Figura 9. Representación gráfica de volumen promedio requerido por área al mes.



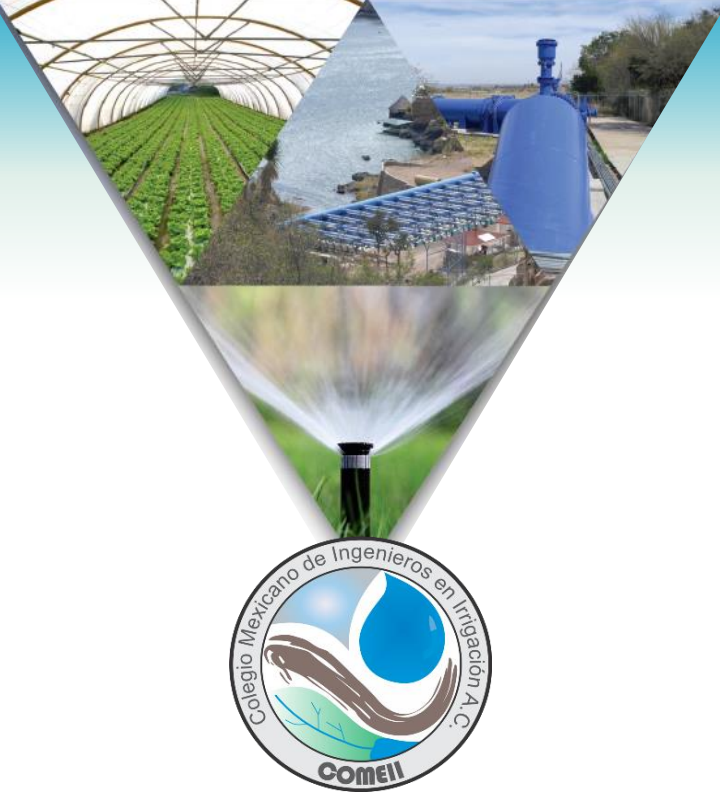
IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Conclusiones

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS VALORES DE
ETc DE UNA ZONA DE RIEGO ESTIMADOS
MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES

- › Es posible calcular un modelo de balance de energía incorporando la información estaciones meteorológicas cercanas del INIFAP (Distrito 075 - El Fuerte, Sinaloa).
- › El mes de **junio** fue el periodo de mayor ETc en el año, con **4.14 [mm/d]**, mientras el mes de **diciembre** el de menor valor con **2.24 [mm/d]**.
- › El comportamiento anual del parámetro presentó su mínimo en el año **1999** con **2.68 [mm/d]** y máximo en el año **2008** con **4.08 [mm/día]**.
- › El uso de sensores remotos satelitales, representan una **alternativa** para estimar la **variabilidad espacial de la ETc** con adecuada precisión
- › Una herramienta de **apoyo en la toma de decisiones** y en la formulación de políticas de gestión de recursos hídricos más eficientes.



Gracias por su atención

Braulio Antonio Vázquez Rodríguez
Posgrado - Instituto Mexicano de
Tecnología del Agua

b_v_r@outlook.com



SEDRAE
SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL
Y AGROEMPRESARIAL

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inirap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



AMERD
ASOCIACIÓN MEXICANA DE EMPRESAS DE REGADÍO Y DRENADAJE



SM GEODIM
MODELOS DE INFORMACIÓN DE LA TIERRA