



# Title: Estimación de la evapotranspiración en maíz forrajero mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT) en la Comarca Lagunera

**Authors:** SIFUENTES-MORÍN, Norma Guadalupe, ESTRADA-AVALOS, Juan, SERVÍN-PRIETO, Alan Joel and MONTEMAYOR-TREJO, José Alfredo

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2021-01

BCIERMMI Classification (2021): 271021-0001

Pages: 12

RNA: 03-2010-032610115700-14

### ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

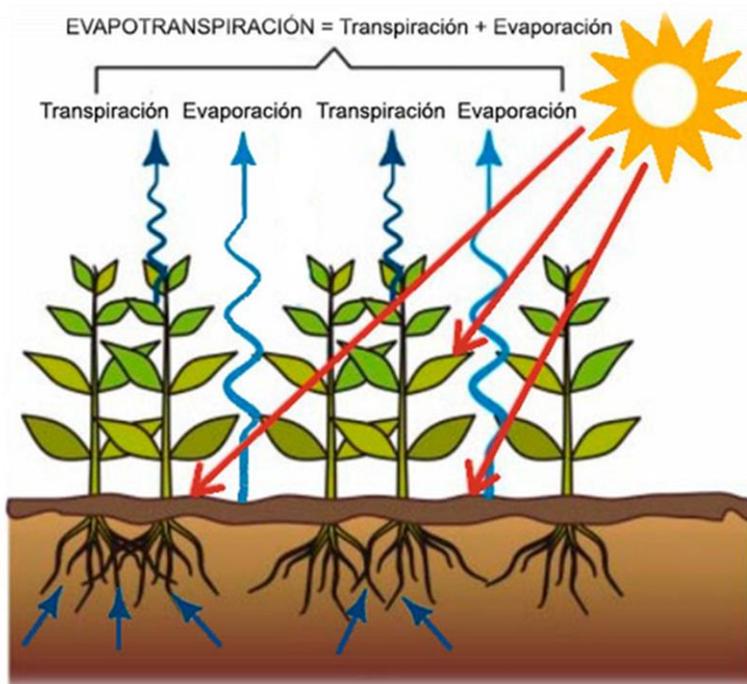
[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# Introduction

Diariamente el agua se convierte en un recurso cada vez más escaso, el uso eficiente del agua en el campo es fundamental (Álvarez, 2011), la agricultura es el mayor consumidor de agua a nivel mundial (Gontia, 2010).



La Evapotranspiración (ET) es una variable que nos ayuda a saber cuándo y cuánto regar en la ingeniería de riego (Montemayor, 2016), hacer cálculos puntuales muchas veces es complejo.

# Introduction

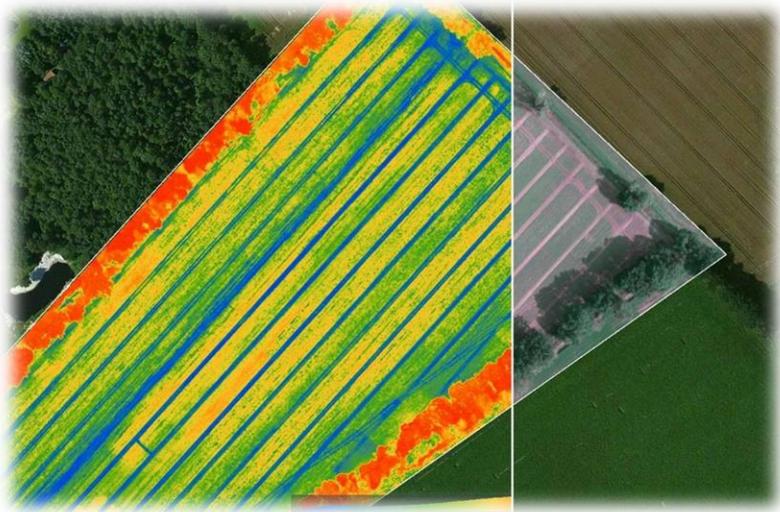
En los últimos años, el uso de sensores remotos tales como las imágenes satelitales con resolución moderada (LandSat, SPOT, AVHRR) se han convertido en una herramienta básica para estimar el uso del agua para los cultivos.

Los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANTs), conocidos de manera coloquial como drones facilita el monitoreo frecuente de parámetros de cultivos, que anteriormente tenía restricciones a través de imágenes satelitales.



# Introduction

Las aplicaciones de VANTs en la agricultura son diversas, y las necesidades actuales perfilan esta herramienta con un gran potencial para utilizarse en actividades de planeación, monitoreo y control de actividades agrícolas. (Ojeda, 2017).



El objetivo del presente trabajo es implementar la metodología de dos pasos  $KC_{NDVI}$ -ETo para estimar la ET con imágenes VANTs en cultivo de maíz forrajero en la Comarca Lagunera para las condiciones locales

# Methodology

El estudio se realizó en una unidad de producción agrícola ubicada en Francisco I. Madero Coahuila.

El cultivo sembrado es maíz forrajero, distribuido en siete tablas. El área de estudio fue de 52.6 hectáreas. El sistema de riego fue por superficie, se utilizó agua de río y de noria.



# Methodology

- Imágenes obtenidas por el VANTs eBee senseFly de ala fija, equipado con un sensor Parrot Sequio+.
- Se utilizaron datos de una estación climatológica modelo DAVIS Vantage pro 2 plus.
- Programa Pix4D
- Software QGIS3 3.12.



# Methodology

## Índice de Vegetación Normalizada (NDVI)

Uno de estos índices es el NDVI, este parámetro mide la fracción fotosintética relativo de la cubierta, los valores oscilan entre 0.14 a 0.91, el primero para suelo desnudo y el segundo para densas cubiertas verdes (Calera, 2016).

El NDVI, de acuerdo con Rouse, 1974, se estima de la siguiente manera:

$$NDVI = \frac{(IRC - R)}{(IRC + R)} \quad (1)$$

Donde:

IRC = es la reflectividad medida en el infrarrojo cercano.

R = se refiere a la reflectividad en la banda del rojo.

# Methodology

## **Obtención de K<sub>c</sub> a partir de NDVI.**

La estimación del K<sub>c</sub> en función del NDVI, fue de acuerdo con lo propuesto por Calera (2016), cuya fórmula para su estimación, válida principalmente para cultivos anuales, es:

$$K_c = 1.15NDVI + 0.17 \quad (2)$$

## **Estimación de la evapotranspiración de cultivo**

Para la estimación de la evapotranspiración del cultivo de maíz forrajero se utilizó la fórmula “Coeficiente de cultivo – Evapotranspiración de referencia (K<sub>c</sub>-E<sub>To</sub>) de la FAO-56 (2006).

$$E_{Tc} = E_{To} * K_c \quad (3)$$

Donde: E<sub>To</sub>= Es la evapotranspiración de referencia obtenida en la estación meteorológica. K<sub>c</sub>= Los valores estimados de K<sub>c</sub> en función al NDVI.

# Results

Fecha	Día Juliano	Eto (mm día-1)
04/05/2020	125	6.37
07/05/2020	128	7.29
12/05/2020	133	6.76
15/05/2020	136	6.81
18/05/2020	139	7.14
28/05/2020	149	6.67

**Tabla 1.** Valores de ETo calculada mediante el método FAO 56. “*Elaboración Propia*”.

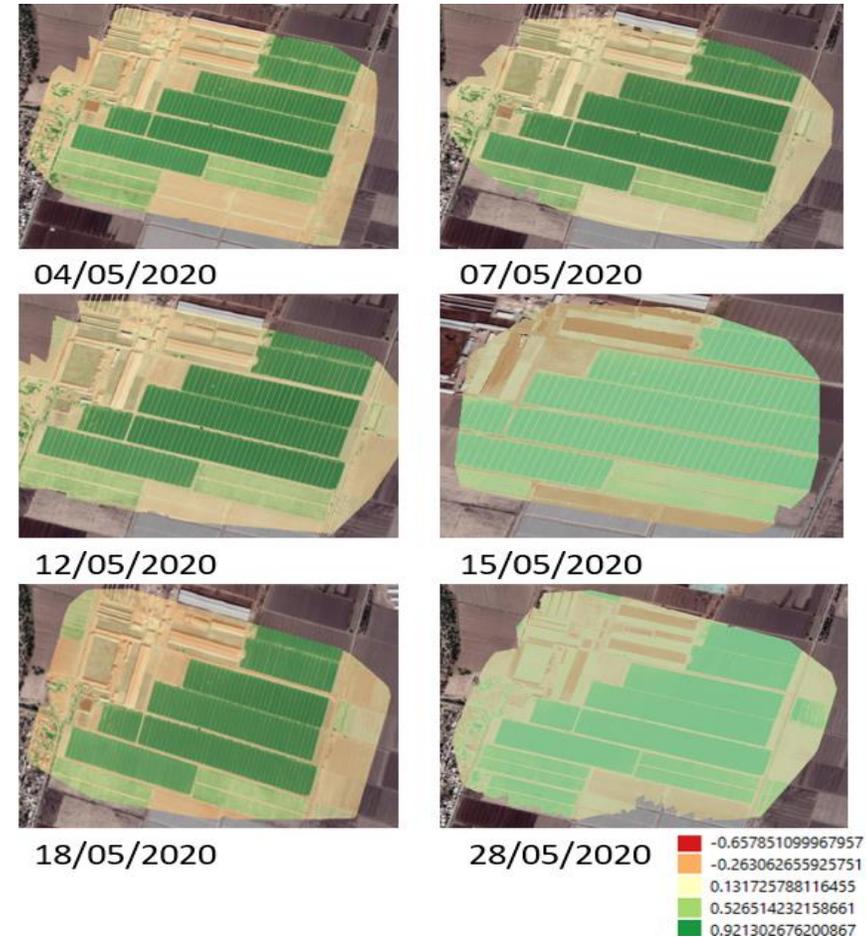
Fecha	Días después de la siembra (DDS)					
	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla
	1	2	3	4	5	6
04/05/2020	61	59	54	52	47	45
07/05/2020	64	62	57	55	50	48
12/05/2020	69	67	62	60	55	53
15/05/2020	72	70	65	63	58	56
18/05/2020	75	73	68	66	61	59
28/05/2020	85	83	78	76	71	69

**Tabla 2.** Días después de siembra de cada tabla de acuerdo con las fechas de los vuelos. “*Elaboración Propia*”

# Results

	04/05/	07/05/	12/05/2	15/05/	18/05/2	28/05/
Fecha	20	20	0	20	0	20
Dia						
Juliano	125	128	133	136	139	149
Tabla 1	0.8849	0.8784	0.8733	0.8537	0.8625	0.8262
Tabla 2	0.8795	0.8715	0.8716	0.8764	0.8721	0.837
Tabla 3	0.8967	0.8842	0.8802	0.8699	0.8815	0.8555
Tabla 4	0.8332	0.875	0.8622	0.8655	0.8756	0.8493
Tabla 5	0.8542	0.8836	0.8529	0.8763	0.89	0.8305
Tabla 6	0.8322	0.6845	0.8568	0.8799	0.8918	0.8664

**Tabla 3.** Valores de NDVI para el cultivo de maíz.  
*“Elaboración Propia”.*

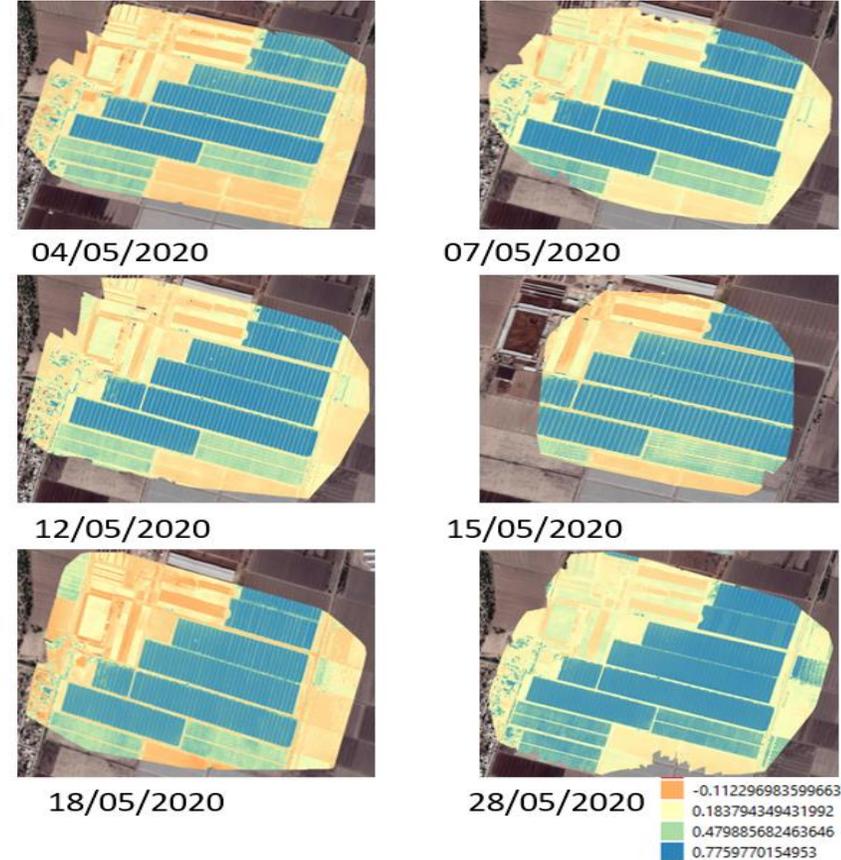


**Figura 2.** Mapas de la variación del NDVI en el mes de estudio. *“Elaboración Propia”.*

# Results

Fecha	4/05/20	7/05/20	12/05/20	15/05/20	18/05/20	28/05/20
Dia						
Juliano	125	128	133	136	139	149
Tabla 1	6.07	8.66	7.92	8.13	7.82	7.02
Tabla 2	6.08	8.82	8.03	8.13	7.97	7.14
Tabla 3	6.01	8.97	8.11	8.26	7.79	7.24
Tabla 4	5.80	8.72	7.78	8.24	8.04	7.14
Tabla 5	5.85	8.54	7.97	8.28	8.03	7.08
Tabla 6	5.85	8.11	8.01	8.20	8.22	7.38

**Tabla 4.** Valores de ETC en cultivo de maíz forrajero mediante la metodología de dos pasos ( $K_{CNDVI}-E_{To}$ ). “Elaboración Propia”.



**Figura 3.** Variabilidad temporal de la evapotranspiración de cultivo ( $E_{To}$ ) mediante la metodología de dos pasos ( $K_{CNDVI}-E_{To}$ ). “Elaboración Propia”.

# Conclusions

- Es posible utilizar el método  $KC_{NDVI}$ -ET<sub>o</sub> de dos pasos, con imágenes obtenidas con VANTs como insumos en la Comarca Lagunera, bajo las condiciones de riego por superficie.
- Se podrá implementar esta metodología para medir el ciclo completo de cultivo. Además, es necesario hacer mediciones de Et en campo con algún método directo para evaluar, validar y ajustar la metodología.
- Esta metodología ayudara para la gestión y uso eficiente del agua en la agricultura, así como a la toma de decisiones de manera puntual gracias a la resolución de las imágenes.

# References

- Allen, R., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Roma, Italy.
- Álvarez, R. Conagua da Impulso al Desarrollo del Campo [en línea]. Planeta Azul, 2011. Disponible en World Wide Web: <http://www.planetaazul.com.mx/site/>.
- Balboltin N, Claudio, Odi L, Magali, Poblete T, Rodolfo, Garrido R, Jesus, Campos R, Isidro y Calera B, Alfonso (2016) Uso de herramientas de teledeteccion y SIG para el manejo del riego en los cultivos [en línea]. La Serena: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 335. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6542>
- Calera, A., Campos, I., Garrido, J., 2014. Determinación de las necesidades de agua y de riego mediante estaciones meteorológicas y series temporales de imágenes multiespectrales. Jornada técnica de innovación en gestión del regadío mediante redes agroclimáticas, teledetección y sistemas de información. CENTER, MAGRAMA.
- Delgado, R. G., Rivera, G. M., Estrada, A.J., Miguel, V. E., Servín, P. A., Reyes, G. A., Martínez, S. A. (2019). Metodología dos pasos (KCNDVI-ETo) para la estimación de la evapotranspiración espacial y temporal en cultivos forrajeros. CENID-RASPA
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje, 56. Roma.
- Montemayor-Trejo J., Munguía-López J., Segura-Castruita M., Yescas-Coronado P., Orozco-Vidal J., Woo-Reza J. 2016. La regresión lineal en la evaluación de variables de ingeniería de riego agrícola y del cultivo de maíz forrajero. in Acta universitaria. DOI: [10.15174/au.2017.1255](https://doi.org/10.15174/au.2017.1255)
- Ojeda-Bustamante, Waldo, González-Sánchez, Alberto, Mauricio-Pérez, Azucelli, & Flores-Velázquez, Jorge. (2017). Aplicaciones de los vehículos aéreos no tripulados en la ingeniería hidroagrícola. Tecnología y ciencias del agua, 8(4), 157-166. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-04-10>



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/booklets](http://www.ecorfan.org/booklets))