

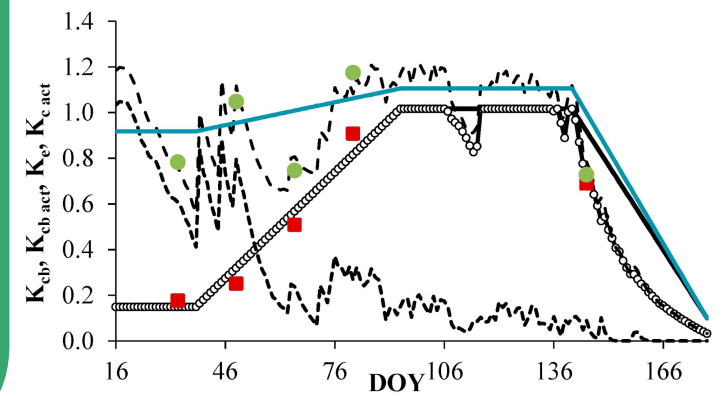


"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



**Sexto
Congreso Nacional de
Riego, Drenaje y Biosistemas**

COMIIR- 2021 / Hermosillo, Sonora



ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO BASADO EN LA METODOLOGÍA COBERTURA VEGETAL-ÍNDICES DE VEGETACIÓN

Mariana de Jesús Marcial Pablo; Ronald Ernesto Ontiveros Capurata; Sergio Iván Jiménez Jiménez¹; Ernesto Sifuentes Ibarra; Waldo Ojeda Bustamante.

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

09 de junio de 2021



Introducción

Un aspecto importante para la gestión eficiente del riego se basa en la disponibilidad oportuna de información precisa sobre los requerimientos agua de los cultivos, puede estar representada ETC.

El K_c se encuentra en función del tipo de cultivo y variedad, fenología, densidad de plantas, contenido de nutrientes, clima, contenido de agua del suelo, métodos de riego. Existe varios enfoques que incluyen datos de sensores remotos para estimar y obtener información distribuida espacialmente del K_c , K_{cb} y evapotranspiración.

La cobertura vegetación (CV) se ha utilizado para estudiar el estado fenológico y fisiológico de la vegetación. Debido a que los IVs y CV están correlacionados con la fenología del cultivo y la densidad del dosel del cultivo, es necesario estudiar su relación.

La finalidad del estudio estimar los valores del **coeficiente de cultivo (K_c)** en base a la **cobertura vegetal (CV)** y al **índice de vegetación (IV)** durante el desarrollo de un cultivo.





Materiales y métodos

Coeficiente de cultivo Kc

La ETc en condiciones "estándar" (es decir, sin estrés) y la ETc con estrés hídrico:

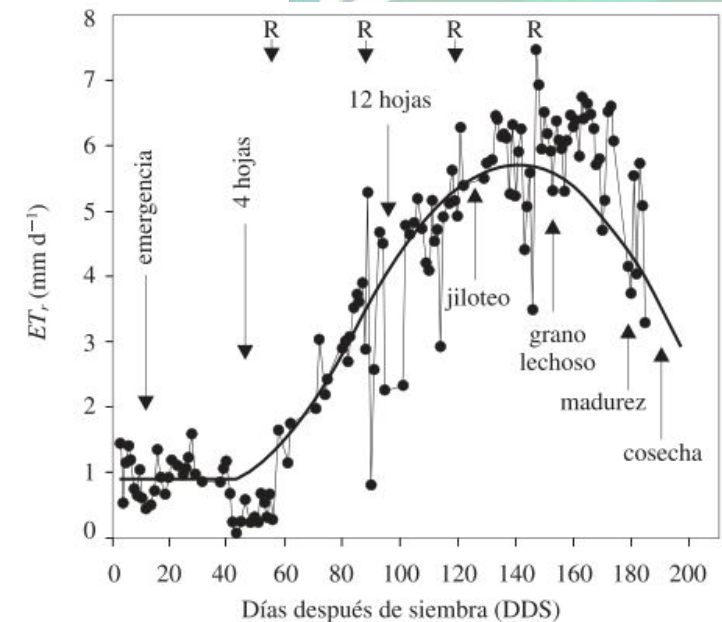
$$ET_c = E_{Tr} \times K_c \quad ET_c = (K_{cb} \times K_s + K_e) \times E_{Tr}$$

$$K_c = K_{cb} \times K_s$$

Kcb obtenido en condiciones óptimas de desarrollo del cultivo, puede estimarse utilizando la metodología basado en grados día de crecimiento acumulados (GDD) propuesta por Ojeda-Bustamante et al. (2004):

$$K_{cb} = K_{max} \operatorname{erfc} \left(\left(\frac{X_i - X_{K_{max}}}{\alpha_1} \right)^2 \right)$$

Ks puede calcularse con el método de agotamiento del agua del suelo de la FAO-56 o mediante una función del agua disponible en el suelo con la metodología utilizada por Jensen et al. (1970).



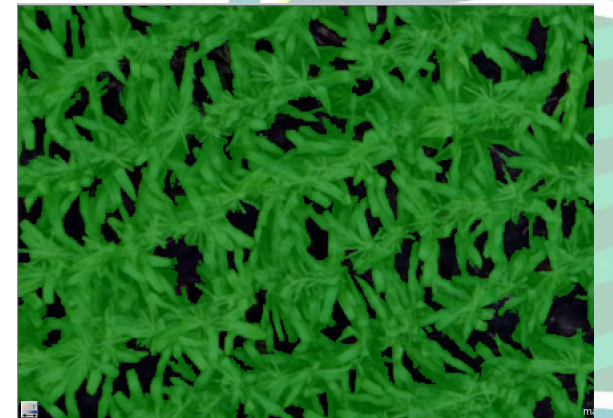


Componentes de la cobertura vegetal e índices de vegetación

Los sensores remotos son una herramienta útil para estimar los valores de K_c . Los métodos de K_c y K_{cb} basados en la reflectancia se han utilizado para mejorar la programación del riego del maíz. Estos métodos se basan en calcular un índice de vegetación (IV). Uno de los índices de vegetación más utilizados es el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

La cobertura vegetal (CV) es un parámetro de gran importancia en el seguimiento de los cultivos. La CV se determinó con el método de análisis de imágenes basado en objetos OBIA. La metodología empleada fue la descrita por Marcial- Pablo et al. (2019) adaptando la clasificación en tres clases: vegetación, suelo y sombra.

Los valores de NDVI se obtuvieron en los píxeles de la clase vegetación.





Los valores altos de IV indican áreas del cultivo en condiciones óptimas, asumiendo lo anterior se considera que el modelo Kc en función del IV y CV, es mejor que el modelo simple de Kc que se encuentra en función únicamente de IV y que es utilizado en la mayoría de los estudios.

Caso de estudio

El estudio se realizó en el cultivo de maíz sembrados en 6 lotes de 6 m x 25 m con una separación entre surcos de 0.8 m y una densidad de 80,000 mil plantas/ha. La duración del ciclo fenológico del cultivo fue de 119 días equivalentes a 1655 GDD.

El índice de vegetación (IV) se obtuvo de las imágenes multiespectral adquiridas con un vehículo aéreo no tripulado (UAV) o dron en seis fechas durante el desarrollo del cultivo, además de imágenes RGB para la determinación de la cobertura vegetal (CV).



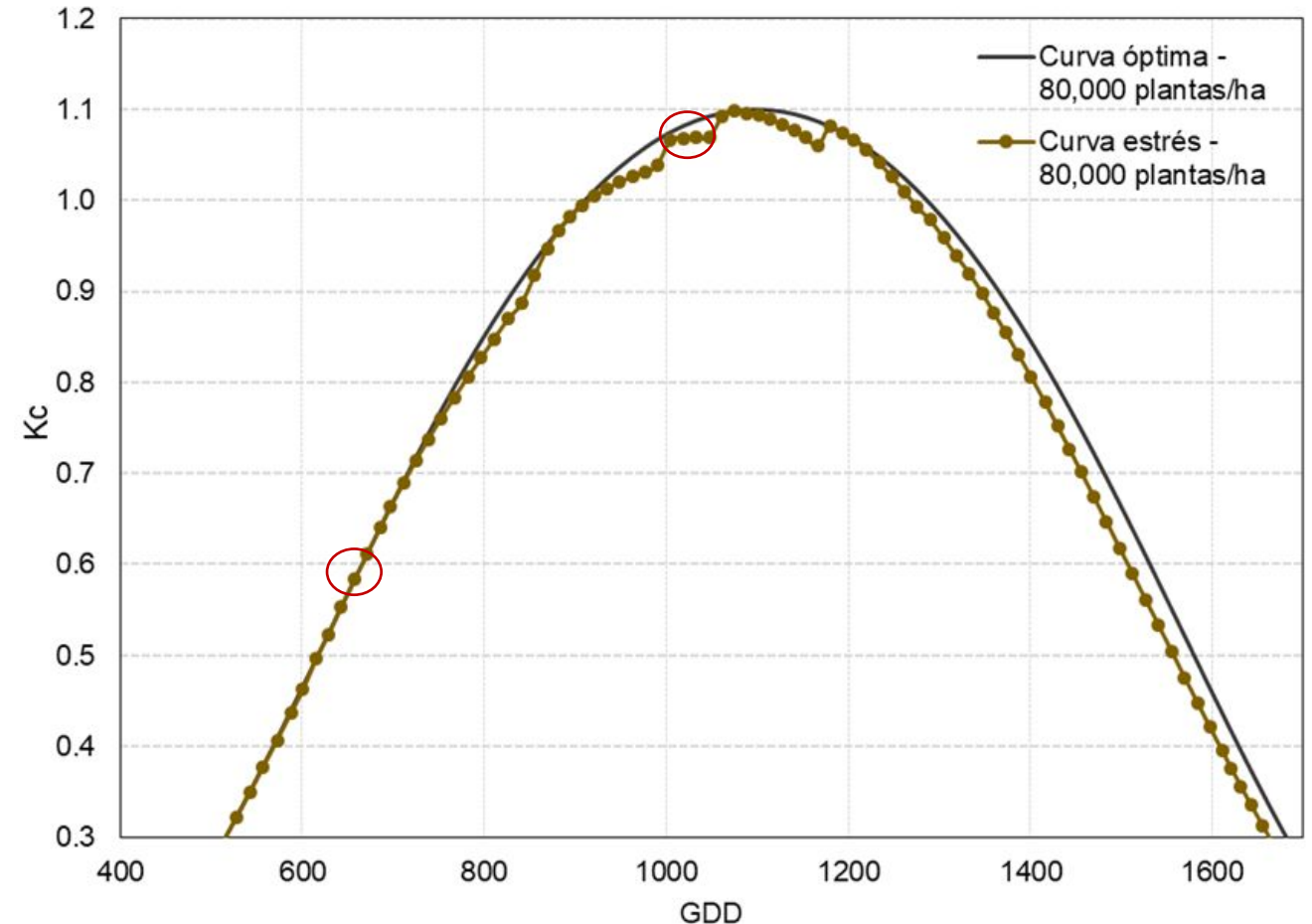


Resultados y Discusión

Curva de coeficiente de cultivo (K_c)

El valor de K_{max} obtenido es de 1.10 para una densidad de 80,000 plantas/ha.

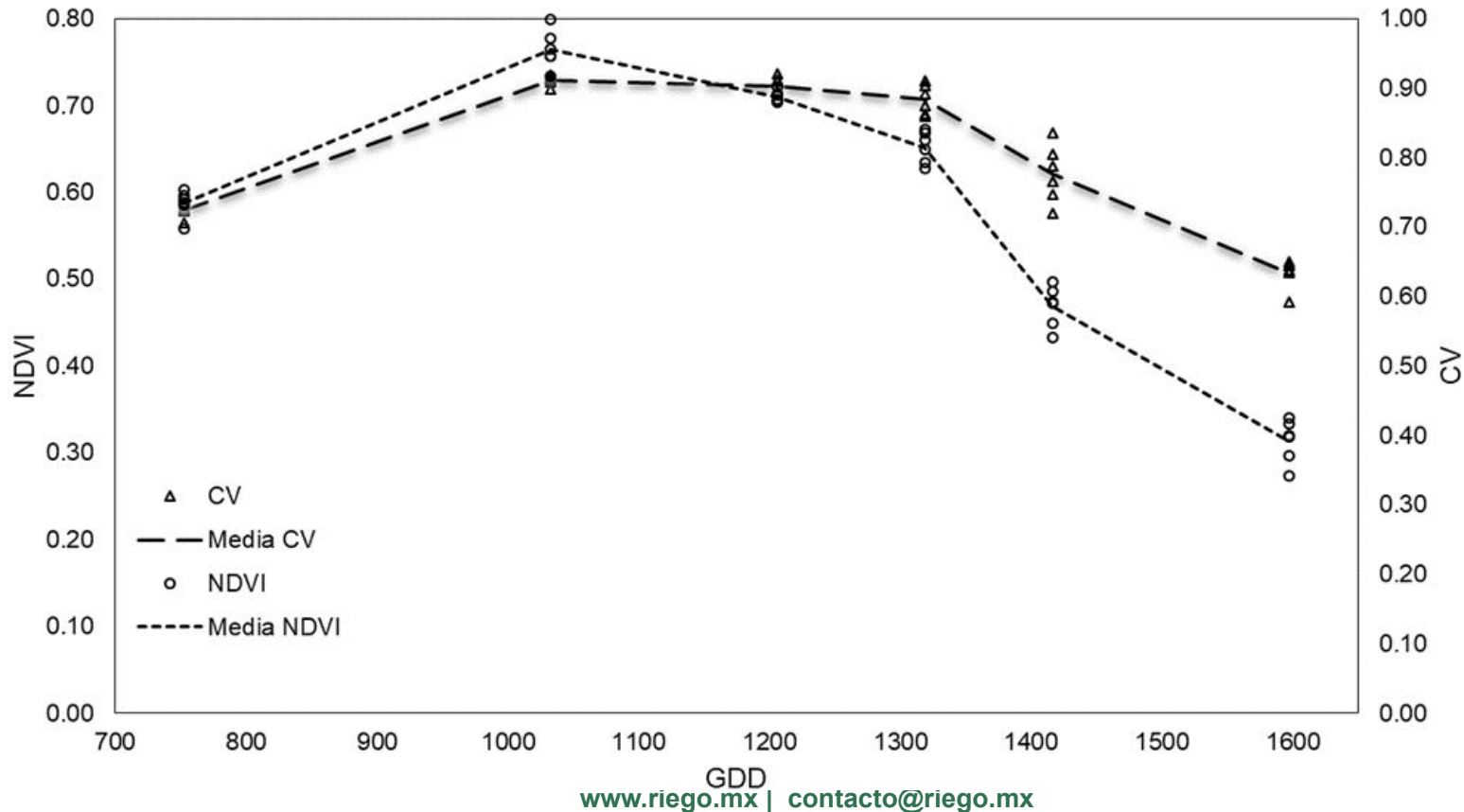
La emergencia se presenta a 300 GDD ($K_c \sim 0.15$), de la 4 a la enésima hoja entre los 300 a 900 GDD ($K_c \sim 0.15 - 1.00$), la floración entre los 900 a 1100 GDD ($K_c \sim 1.00 - 1.10$), de grano acuoso a abollado entre los 1100 a 1600 GDD (con un $K_c \sim 1.10 - 0.4$) y la madurez fisiológica de 1600 a 1655 GDD ($K_c \sim 0.3$).





Relación índice de vegetación y cobertura vegetal con GDD

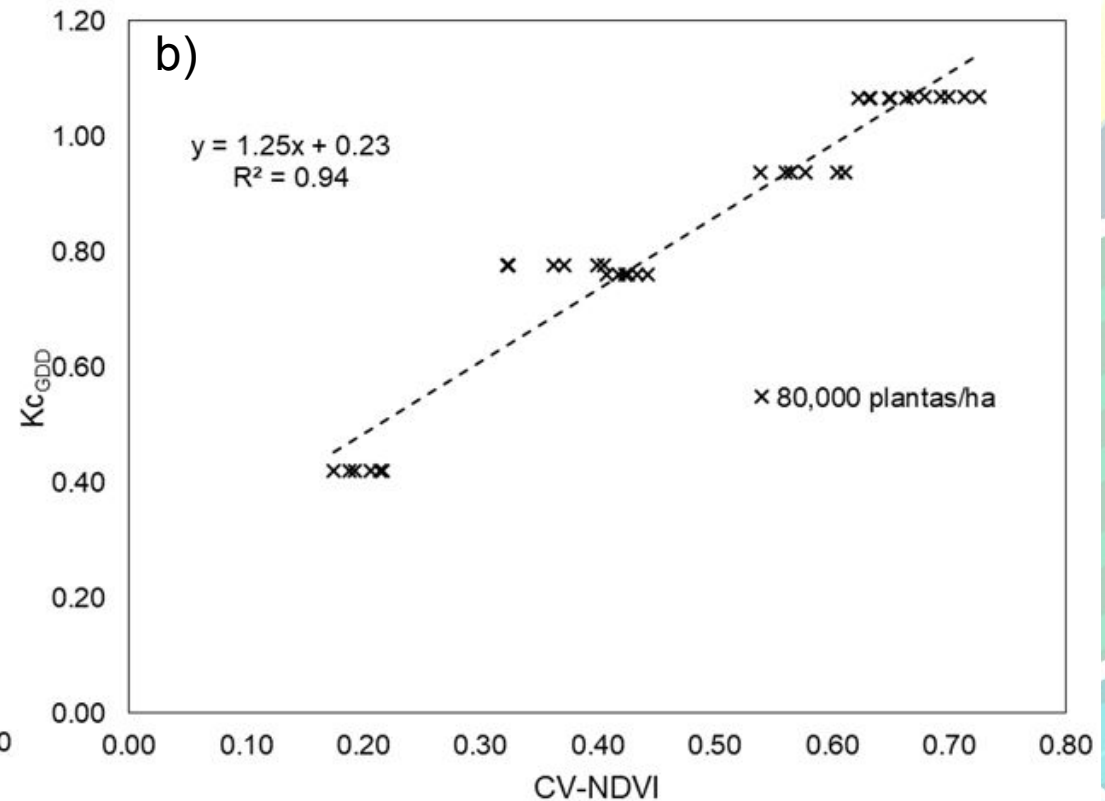
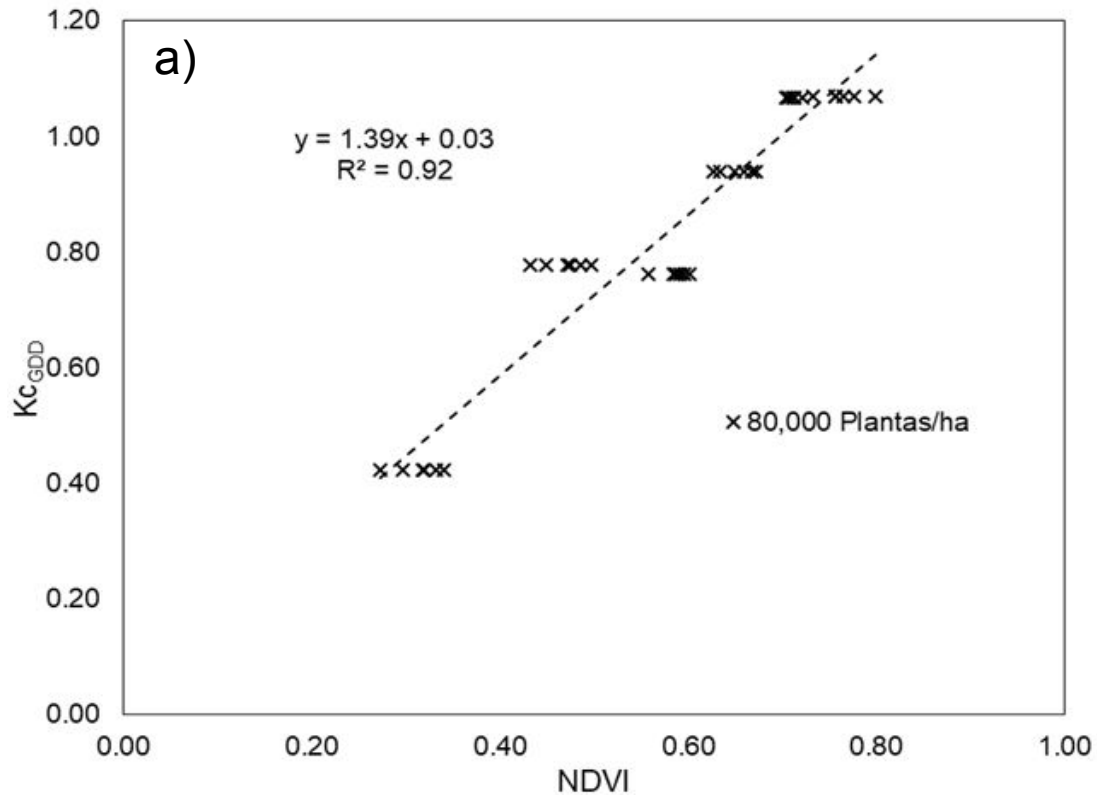
El valor promedio de NDVI al término de la formación de hojas es de 0.59, alcanzando el valor máximo de 0.76 durante la floración y descendiendo hasta 0.31 en la formación y llenado de granos, con una desviación estándar promedio que va desde 0.01 a 0.03. El porcentaje de cobertura vegetal máxima obtenida fue de 92%.





Modelo CV:NDVI

Se observa una fuerte correlación lineal entre los valores de Kc_{GDD} y CV-NDVI con un R^2 de 0.94; si los valores de Kc_{GDD} se relacionarán solo con el NDVI el coeficiente R^2 disminuye a 0.92. Estos resultados son prometedores, trabajos similares han reportado valores más bajos de R^2 con imágenes satelitales.





Conclusiones

Con la falta de información en las grandes zonas de riego para poder obtener la demanda de agua, los modelos $Kc_{cv-NDVI}$ pueden ser una alternativa viable, este modelo pueden ser empleados en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo.

El uso de modelos espectrales para la estimación de Kc basados en valores de reflectancia con alta resolución espacial y temporal, una vez validados localmente con datos experimentales, ofrece una herramienta poderosa y simple para la estimación de ETc en la programación del riego en áreas agrícolas.

Aplicar la metodología a las imágenes satelitales.





Referencias Bibliográficas

- Allen R., Pereira L., Raes D., & Smith M. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje No. 56.
- Bausch, W. C. (1993). Soil background effects on reflectance-based crop coefficients for corn. *Remote Sensing of Environment*, 46(2), 213-222.
- Chen, J.M., Chen, X., Ju, W., & Geng, X. (2005). Distributed hydrological model for mapping evapotranspiration using remote sensing inputs. *Journal of Hydrology*, 305(1), 15–39.
- Er-Raki, S., Chehbouni, A., Guemouria, N., Duchemin, B., Ezzahar, J., & Hadria, R. (2007). Combining FAO-56 model and ground-based remote sensing to estimate water consumptions of wheat crops in a semi-arid region. *Agricultural water management*, 87(1), 41-54.
- Gago, J., Douthe, C., Coopman, R. E., Gallego, P. P., Ribas-Carbo, M., Flexas, J., Escalona, J. & Medrano, H. (2015). UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture. *Agricultural water management*, 153, 9-19.
- Kamble, B., Kilic, A., & Hubbard, K. (2013). Estimating crop coefficients using remote sensing-based vegetation index. *Remote sensing*, 5(4), 1588-1602.
- Marcial-Pablo, M. D. J., Gonzalez-Sanchez, A., Jimenez-Jimenez, S. I., Ontiveros-Capurata, R. E., & Ojeda-Bustamante, W. (2019). Estimation of vegetation fraction using RGB and multispectral images from UAV. *International journal of remote sensing*, 40(2), 420-438.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



¡GRACIAS!

Mariana de Jesús M

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera
(CENID RASPA) del INIFAP



marcial.marianadejesus@i

marianamp547@gmail.com

