

ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL CULTIVO DE SOJA EN LA PAMPA HÚMEDA A PARTIR DE INFORMACIÓN SATELITAL: VARIABILIDAD OBSERVADA A LO LARGO DE SU CICLO EN CONDICIONES DIURNAS Y NOCTURNAS

Juan Guillermo Barberis¹, Mariana Barrucand^{3,4}, Adriana Kantolic²
barberis@agro.uba.ar

¹Departamento de Educación Agropecuaria (FAUBA, UBA)

²Departamento de Producción Vegetal (FAUBA, UBA)

³Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET-UBA)

Palabras clave: Temperatura Máxima, Temperatura Mínima, Temperatura de Superficie.

1) INTRODUCCIÓN

La temperatura de superficie, al ser un derivado del balance energético de la superficie terrestre, está influenciada por los flujos de calor latente y sensible de dicha superficie. La vegetación, por lo tanto, juega un rol importante en este proceso de intercambio de calor. En este trabajo se analiza la temperatura del cultivo de soja en la Pampa Húmeda argentina en todas las etapas de su desarrollo (estimadas con información satelital), y sus diferencias con la temperatura del aire (registradas en abrigo meteorológico), considerando en particular los valores extremos en condiciones diurnas y nocturnas en el período 2003-2020.

2). MATERIALES Y METODOS:

Se trabajó con datos de temperatura máxima del aire (t_{max_aire}) y temperatura mínima (t_{min_aire}) de 18 estaciones meteorológicas de la región pampeana pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ubicadas en 18 departamentos de la región pampeana (Figura 1), para 17 campañas de soja del periodo 2003 a 2020. De igual manera se tomaron datos de temperatura de superficie de la serie MYD11A1 de los productos MODIS AQUA (fajas 12 12 y 12 13), con horario de pasaje diurno entre las 13 y las 15 hora local (cercano a la hora en que se registran las temperaturas máximas) y entre la 01 y 03 hora local para el pasaje nocturno (entre 3 y 4 horas antes de la hora en que comúnmente se registran las temperaturas mínimas), y una resolución de 1km x 1km. Estos valores de temperatura diurna y nocturna fueron denominados $t_{max_superficie}$ y $t_{min_superficie}$ respectivamente.

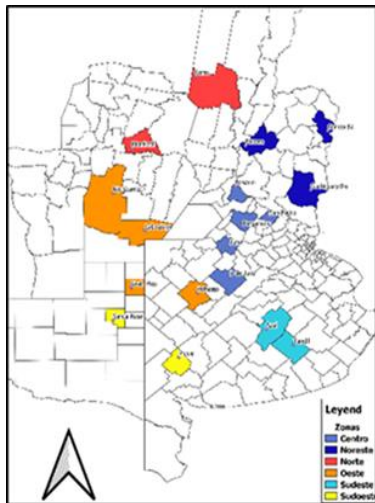


Figura 1: Departamentos seleccionados en el presente estudio.

A fin de identificar zonas compatibles con cultivo de soja, para las 17 campañas del período bajo estudio, se seleccionaron 10 píxeles en cada departamento donde los valores de NDVI en el período 10 al 26 de febrero (compuesto MYD13Q1_041) fueran superiores a 0.6 (valores esperables para el estado fenológico en que se encuentra este cultivo en esa fecha). Para cada día del período estudiado, se realizó un promedio de la temperatura de superficie derivada del satélite en los 10 píxeles seleccionados. Adicionalmente, se tomaron los valores de NDVI de un lote de soja representativo de la región para evaluar las diferencias entre la temperatura del aire y la superficie en función del desarrollo del cultivo de soja.

Se calcularon los percentiles 10 y 90 de todas las series bajo estudio: percentil 10 de t_{max}

(TX10), percentil 90 de t_{max} (TX90), percentil 10 de t_{min} (TN10), percentil 90 de t_{min} (TN90), así como también los valores absolutos: máximo valor absoluto de t_{max} (TXx), mínimo valor absoluto de t_{max} (TXn), máximo valor absoluto de t_{min} (TNx), y mínimo valor absoluto de t_{min} (TNn). En todos los casos se trabajó a escala decádica (10 días). Finalmente, para resumir la información, se realizó una estadística básica considerando promedios, valores máximos y mínimos del conjunto total de estaciones meteorológicas -o departamentos para el caso de las derivadas de satélite-, de manera de obtener una serie representativa de la región.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Las mayores diferencias entre la temperatura del aire y de la superficie se encontraron en los valores de temperatura máxima más elevados (TXx y TX90) (Figura 2)

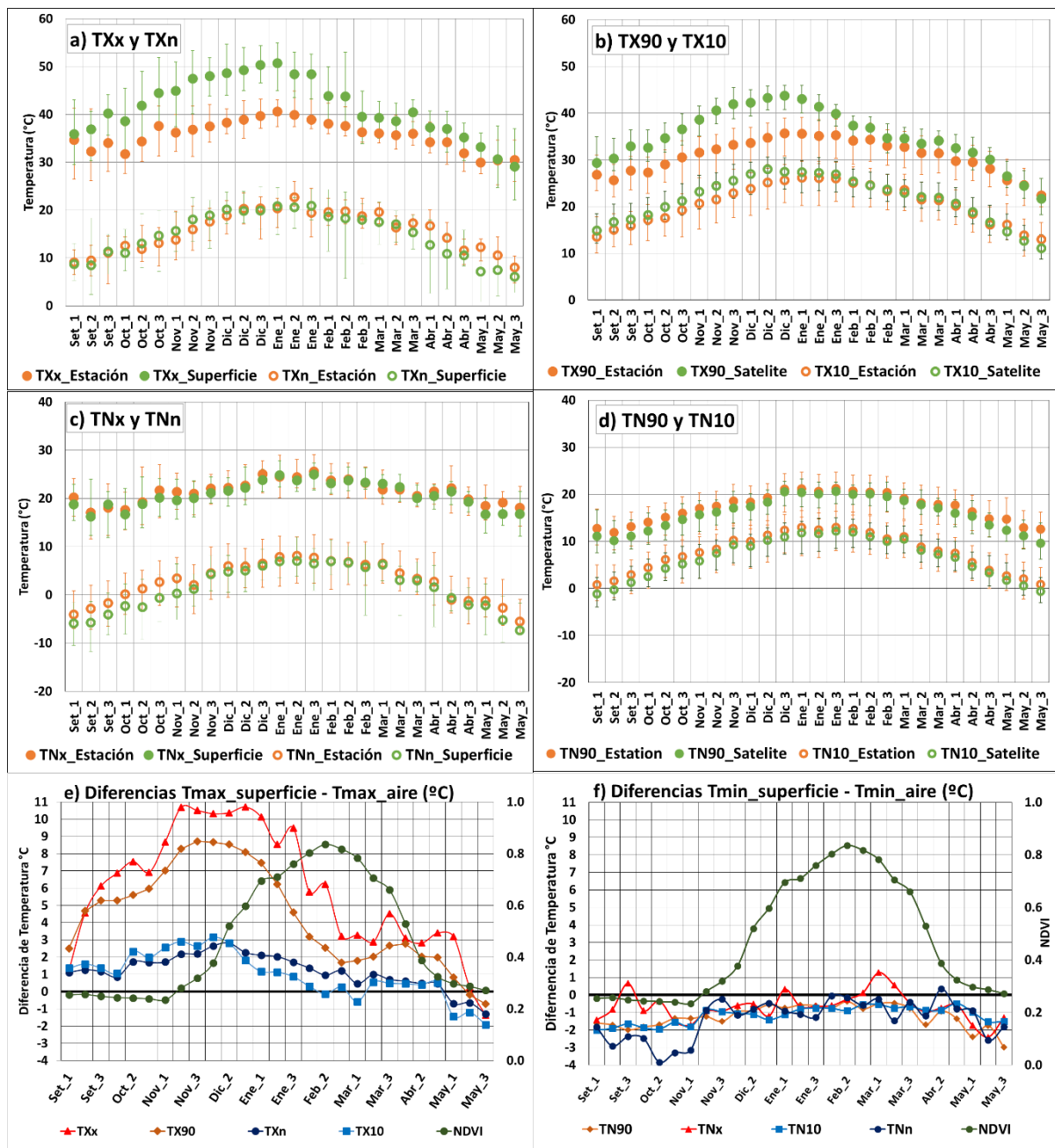


Figura 2: Valor medio regional de los extremos de temperatura del aire (naranja) y de la superficie (verde) considerando TXx y TXn (a), TNx y TNn (b), TX90 y TX10 (c) y TN90 y TN10 (d). Las barras indican el rango

entro del cual fluctúan cada una de las variables considerando la información de todas las localidades bajo estudio. Diferencias entre extremos de temperatura de superficie y del aire para índices de t_{max} (e) y t_{min} (f). En las figuras e y f se incluye una curva con valores de NDVI de un lote de referencia en la región con cultivo de soja

Las mayores diferencias de t_{max} de superficie respecto a la del aire ocurrieron durante los meses de noviembre (a partir de la segunda década), diciembre y enero, alcanzando valores de 10.7°C (TXx), 8.7°C (TX90) en promedio para toda la región. El rango de valores de TXx y TX90 (representados con las barras en la Figura 2a) no tiene superposiciones durante ese período, resaltando las diferencias entre $T_{max_superficie}$ y T_{max_aire} . Los restantes índices vinculados a la temperatura (bajos valores de temperatura máxima TX10, TXn y todos los vinculados a la temperatura mínima) presentaron menores diferencias, alcanzando valores de -3.8°C (TNx), -3.0°C (TN90), -2.4°C (TNn) y -2.0 (TN10), en promedio, para toda la región. En general, los índices derivados de $t_{max_superficie}$ fueron mayores que los de t_{max_aire} , excepto sobre el final del ciclo de la soja, al momento de la cosecha, mientras que la diferencia fue inversa en el caso de t_{min} , aunque con un valor absoluto mucho menor.

Durante el inicio del ciclo de la soja se observó una diferencia significativa entre las temperaturas máximas altas. A medida que avanza el ciclo, hecho reflejado con el aumento de los valores del NDVI de un lote de soja de referencia para la región, estas diferencias se estabilizaron y luego disminuyeron fuertemente en coincidencia con los mayores valores de NDVI, siendo esto un reflejo del enfriamiento por evapotranspiración. Las diferencias en las temperaturas nocturnas no poseen un cambio tan significativo en función del ciclo del cultivo aunque se observó cierta disminución en coincidencia con el máximo desarrollo del cultivo (máximos valores del NDVI). En términos generales, la temperatura mínima del aire se mantuvo por encima de la temperatura de superficie (tanto para altos o bajos valores de la variable) reflejando la inversión térmica por enfriamiento radiativo, que fue el factor prevaleciente. La diferencia sería aún mayor si se pudiese considerar la temperatura de superficie nocturna en un horario de mayor coincidencia con la temperatura mínima del aire.

4. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES:

Se realizó un análisis comparativo a escala climática de las diferencias de temperatura del aire y la temperatura de superficie con soja a lo largo de su ciclo fenológico en 18 departamentos de la región pampeana en el periodo 2003-2020. El estudio fue realizado a partir de información de temperatura del aire medida en abrigo meteorológico y temperatura de superficie derivada de satélite, haciendo un estudio previo de localización de superficie compatible con cultivo de soja a partir de un análisis de valores de NDVI. Se encontró que las mayores diferencias se registran para los mayores valores de temperatura máxima (en concurrencia con condiciones de mayor insolación y cielo despejado), con una fuerte disminución registrada ante el aumento del NDVI, que estaría reflejando el mayor desarrollo de la soja, la mayor evapotranspiración, y un efecto regulador de la temperatura. Las diferencias encontradas durante la noche fueron menores. La temperatura del aire, en este caso, se mantuvo por encima de la temperatura de superficie a lo largo de todo el ciclo, (aunque las diferencias disminuyeron durante el máximo desarrollo de la soja), sugiriendo que lo que prevalece es el factor radiativo (inversión térmica).

Agradecimientos: este trabajo fue realizado con apoyo económico de los subsidios UBACyT 20020170100357BA, CONICET PIP0333 y PICT2019-02933