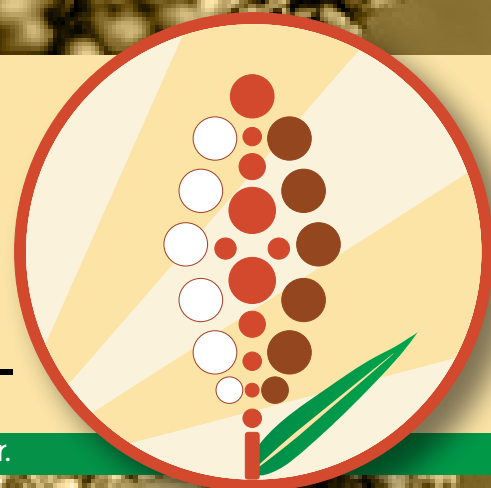


# IV SIMPOSIO NACIONAL II CONFERENCIA INTERNACIONAL DE SORGO

La alternativa rentable, segura, y sustentable para el productor.



## MANEJO DEL CULTIVO, FERTILIDAD Y USOS



## EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA DEL SORGO A LO LARGO DE UNA TRANSECTA DESDE LA ZONA HÚMEDA A LA SEMIÁRIDA DE LA REGIÓN CENTRAL DE ARGENTINA

Riglos, M.M.<sup>1</sup>; Mercáu, J.L.<sup>2</sup>; Mayer, L.I.<sup>6</sup>; Haro, R.J.<sup>3</sup>; Severina, I.<sup>3</sup>; Cirilo, A.G.<sup>4</sup>; Otegui, M.E<sup>5</sup>

<sup>1</sup>CONICET-INTA, EEA San Luis. [Riglos.maximiliano@inta.gob.ar](mailto:Riglos.maximiliano@inta.gob.ar)

<sup>2</sup>INTA, AER San Luis.

<sup>3</sup>INTA, EEA Manfredi, Córdoba.

<sup>4</sup>INTA, EEA Pergamino, Buenos Aires.

<sup>5</sup>CONICET-INTA, EEA Pergamino. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

<sup>6</sup>NIDERA seeds, Desarrollo de productos.

WATER USE EFFICIENCY OF SORGHUM ALONG A TRANSECT FROM THE HUMID TO THE SEMI-ARID ZONE OF THE CENTRAL REGION OF ARGENTINA

### ABSTRACT

Sorghum grain has physiological characteristics that confer tolerance to drought, which increases from East (low VPDs) to West (high VPDs) in the Central region of Argentina. The objective was to analyze sorghum water productivity in these contrasting environments. Experiments were conducted under rainfed farming during two growing seasons at three sites, humid (PGO: Pergamino), sub-humid (MF: Manfredi) and semi-arid (VM: Villa Mercedes). Two sowing dates were also evaluated at each site. Measurements included grain yield (RG), total shoot biomass (BT) and crop evapotranspiration (ETc) evolutions. Transpired ( $WUE_{RG,T}$ ;  $WUE_{BT,T}$ ) and evapotranspired ( $WUE_{BT,ETc}$ ) water use efficiencies were estimated. RG and BT were always larger at PGO (1033 and 3266 g m<sup>-2</sup>) than at MF (478 and 1428 g m<sup>-2</sup>) and VM (703 and 1878 g m<sup>-2</sup>) and ETc followed the same trend. Higher unproductive water loss (ES: soil evaporation) was registered at MF and VM than at PGO, so  $WUE_{RG,T}$  and  $WUE_{BT,T}$  were larger at PGO (2.19 and 6.99 g m<sup>-2</sup>mm<sup>-1</sup>) than at MF (1.68 and 4.97 g m<sup>-2</sup>mm<sup>-1</sup>) and VM (1.98 and 5.39 g m<sup>-2</sup>mm<sup>-1</sup>). VPD effect on ETc was not significant across environments, so differences in BT and consequently in RG were attributed to a higher ES with increasing VPD.

### Palabras claves

*Sorghum bicolor* L. Moench – Productividad hídrica – Eficiencia en el uso del agua

### Key words

*Sorghum bicolor* L. Moench – Water productivity – Water use efficiency

## INTRODUCCIÓN

El incremento productivo de la Argentina de las últimas décadas respondió fuertemente al aumento en la superficie cultivada, principalmente hacia áreas consideradas marginales. Consecuentemente, la agricultura de secano ha crecido en zonas como la Región Semiárida Central de Argentina (RSCA), donde la escasez de agua es una limitante importante para aumentar el rendimiento de los cultivos (Otegui et al. 2021). Por otra parte, se prevé (IPCC 2014) un incremento de la temperatura, de la frecuencia de eventos extremos y aumentos en el déficit de presión de vapor (DPV) que tendrían un impacto negativo en la producción de los principales cultivos extensivos (Lobell et al. 2014). El cultivo de sorgo tiene caracteres fisiológicos que le confieren tolerancia a sequía y podría cobrar mayor relevancia en esos ambientes. Algunos de esos caracteres reducen el aumento de la transpiración asociado a un mayor DPV (Gholipoor et al. 2010; Geetika et al. 2019). Esta respuesta aminora la caída del rendimiento en

ambientes con condiciones hídricas limitantes, al permitir mantener reservas hídricas para la etapa crítica de definición del rendimiento. La transpiración también se reduce cuando el agua útil del suelo (AUS) cae por debajo de cierto umbral (Gholipoor et al. 2012), permitiendo así administrar el agua hasta que la humedad se reestablezca. Ambos rasgos aumentarían la eficiencia en el uso del agua (EUA) transpirada para producir biomasa ( $EUA_{BT,T}$ ) y rendimiento ( $EUA_{RG,T}$ ) en ambientes con deficiencias hídricas ya que la fijación de carbono se afecta proporcionalmente menos que la transpiración (Liu et al. 2005).

Los objetivos de este trabajo son (i) evaluar la variación en productividad y consumo de agua de cultivos de sorgo conducidos en fechas de siembra contrastantes (temprana y tardía) a lo largo de una transecta agroclimática entre las regiones Húmeda y Semiárida de la zona central de Argentina, y (ii) analizar los efectos del ambiente sobre la EUA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ensayos a campo en doce ambientes generados por la combinación de dos campañas (Exp.1 en 2016/2017 y Exp.2 en 2017/2018), tres sitios y dos fechas de siembra contrastantes. Los sitios fueron Pergamino bajo riego complementario (PGO, Buenos Aires; 33° 56' S, 60° 33' O); Manfredi en secano (MF, Córdoba; 31° 49' S, 63° 46' O) y Villa Mercedes en secano (VM, San Luis; 33° 39' S, 65° 25' O). Las fechas de siembra fueron fin de octubre (FS1) y principios de diciembre (FS2). En cada sitio se sembró para la FS1 siempre el híbrido de sorgo VDH 314 a 18 pl m<sup>-2</sup> (MF y PGO) y 16 pl m<sup>-2</sup> (VM), mientras que para la FS2 se utilizó el híbrido ADV 1200 a 18 pl m<sup>-2</sup> (MF y PGO) y ADV 114 a 16 pl m<sup>-2</sup> (VM). Dado que se utilizó un genotipo distinto para cada FS, se aclara que parte de las

diferencias observadas pueden estar vinculadas a dicho factor (no evaluado en el presente trabajo). Se llevaron a cabo tres repeticiones para cada genotipo y su FS, en unidades experimentales de 60 m<sup>2</sup>. Para la elección de densidades y ciclos se consideraron las recomendaciones de los semilleros en cada región. Todas las parcelas fueron fertilizadas para evitar limitaciones de nitrógeno y fósforo. Se realizaron los controles de malezas, plagas y enfermedades. En Villa Mercedes los cultivos se manejaron bajo malla antigranizo.

Se midió: (i) contenido hídrico del suelo (CHS) hasta 2 m de profundidad a lo largo del ciclo, de forma gravimétrica (VM) o gravimétrica (0-30 cm) + sonda de neutrones (PGO y MF); (ii) Evapotranspiración acumulada del

cultivo (ETc, mm) por balance hídrico; (iii) Producción de biomasa aérea total acumulada (BT, en g m<sup>-2</sup>) a través de muestreos destructivos; (iv) Rendimiento en grano a madurez (RG, en g m<sup>-2</sup>) por cosecha de 1 m<sup>2</sup> de una hilera central.

Se calculó: (i) la EUA evapotranspirada para producir BT (EUA<sub>BT,ETc</sub>, g m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>), como el cociente entre BT y ETc a lo largo del ciclo, (ii) la EUA transpirada para producir biomasa (EUA<sub>BT,T</sub>, g m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>), como el cociente entre la BT y la transpiración (T), (iii) la evaporación del suelo (Es, mm), como el producto entre la Es de un suelo sin cobertura (estimada a partir de la demanda y el CHS hasta 30 cm; Ritchie 1972), y la fracción de la radiación incidente no interceptada por el cultivo ((Es x (1 - ei); Villalobos y Fereres 1990), y (iv) la transpiración del cultivo (T, mm), como la diferencia entre la ETc total y la Es calculada.

## RESULTADOS

Ambos ciclos experimentales fueron clasificados como fases *La Niña* del fenómeno ENSO (*El Niño Southern Oscillation*), aunque la intensidad de la fase fue mayor en el segundo que en el primer ciclo ([www.cpc.ncep.noaa.gov](http://www.cpc.ncep.noaa.gov)). Esta fase implica condiciones de deficiencia hídrica para la región sur de Sudamérica, que en Argentina se

intensifican de sur a norte y de este a oeste (Dardanelli et al. 2003). En general, se obtuvieron mayores niveles de BT y RG en el Exp.1 que el Exp.2, en coincidencia con el mayor nivel de lluvias del primero (datos no mostrados). El consumo de agua (ETc) al igual que la EUA<sub>BT,ETc</sub> siguieron la misma tendencia.

Tabla 1. Valores promedio de las variables medidas en los diferentes ambientes evaluados.

| VARIA<br>BLE          | UNIDA<br>D                         | Exp.1  |        |        |        |        |        | Exp.2  |        |        |        |        |        |
|-----------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                       |                                    | PGO    |        | MF     |        | VM     |        | PGO    |        | MF     |        | VM     |        |
|                       |                                    | FS1    | FS2    | FS1    | FS2    | FS1    | FS2    | FS1    | FS2    | FS1    | FS2    | FS1    | FS2    |
| RG                    | g m <sup>-2</sup>                  | 914.0  | 1386.1 | 535.3  | 555.2  | 932.6  | 707.1  | 916.3  | 917.9  | 471.8  | 350.9  | 651.3  | 523.3  |
| BT                    | g m <sup>-2</sup>                  | 2641.2 | 3862.3 | 1568.1 | 1486.0 | 2209.5 | 1731.7 | 3128.1 | 3432.1 | 1595.0 | 1063.4 | 1852.7 | 1718.7 |
| ETc                   | mm                                 | 658.7  | 618.0  | 437.0  | 442.4  | 569.3  | 545.5  | 536.0  | 522.7  | 517.3  | 377.0  | 488.5  | 391.0  |
| T                     | mm                                 | 538.9  | 494.8  | 259.2  | 306.1  | 407.7  | 418.7  | 421.8  | 439.0  | 367.9  | 235.2  | 333.0  | 269.4  |
| Es                    | mm                                 | 119.8  | 123.2  | 177.7  | 136.3  | 161.7  | 126.7  | 114.3  | 83.7   | 149.4  | 141.8  | 155.5  | 121.6  |
| EUA <sub>BT,ETc</sub> | g m <sup>-2</sup> mm <sup>-1</sup> | 4.0    | 6.3    | 3.6    | 3.4    | 3.9    | 3.2    | 5.8    | 6.6    | 3.1    | 2.8    | 3.8    | 4.4    |
| EUA <sub>RG,T</sub>   | g m <sup>-2</sup> mm <sup>-1</sup> | 1.7    | 2.8    | 2.1    | 1.8    | 2.3    | 1.7    | 2.2    | 2.1    | 1.3    | 1.5    | 2.0    | 2.0    |
| EUA <sub>BT,T</sub>   | g m <sup>-2</sup> mm <sup>-1</sup> | 4.9    | 7.8    | 6.1    | 4.8    | 5.4    | 4.1    | 7.4    | 7.8    | 4.4    | 4.6    | 5.6    | 6.4    |
| T/ETc                 | %                                  | 81.8   | 80.1   | 59.5   | 69.2   | 71.6   | 76.9   | 78.7   | 84.0   | 71.0   | 62.2   | 68.2   | 68.9   |
| Es/ETc                | %                                  | 18.2   | 19.9   | 40.5   | 30.8   | 28.4   | 23.1   | 21.3   | 16.0   | 29.0   | 37.8   | 31.8   | 31.1   |
| DPV                   | kPa                                | 1.2    | 1.2    | 1.6    | 1.5    | 1.9    | 1.7    | 1.5    | 1.5    | 2.0    | 1.8    | 2.1    | 2.1    |

RG, rendimiento en grano; BT, biomasa total aérea a madurez fisiológica; ETc, evapotranspiración; T, transpiración; Es, Evaporación; EUA<sub>BT,ETc</sub>, eficiencia para producir biomasa en el uso del agua evapotranspirada; EUA<sub>RG,T</sub>, eficiencia para producir rendimiento en el uso del agua transpirada; EUA<sub>BT,T</sub>, eficiencia para producir biomasa en el uso del agua transpirada; DPV, déficit de presión de vapor de emergencia a madurez fisiológica.

La Es (Tabla 1) fue siempre mayor en VM (141 mm) y MF (151 mm) que en PGO (110 mm) mientras que los valores de T promedio fueron

menores en VM y MF (357 y 292 mm, respectivamente) respecto a PGO que presentó los más altos (473 mm). Los resultados obtenidos destacan

diferencias en la partición de la ETC, siendo mayor la componente evaporativa (Es) en VM (29%) y MF (35%) que en PG (19%). Existió una relación estrecha entre la BT y el RG con los valores de T en todos los ambientes evaluados. En promedio, la  $EUA_{BT,T}$  fue mayor en Exp.1 que en Exp.2, la FS1 que la FS2 y en PGO que en los demás sitios. Sin embargo, existió interacción Exp x sitio x FS para este rasgo. En PGO, la  $EUA_{BT,T}$  de la FS2 superó siempre a la de la FS1, pero en las otras localidades la tendencia dependió del experimento (en el Exp.1,  $FS1 > FS2$  y en el Exp.2,  $FS2 > FS1$ ). Las escasas precipitaciones y elevada demanda atmosférica del Exp.2 determinaron que la  $EUA_{BT,T}$  fuera mayor para la FS2 que para la FS1 en todos los sitios. La  $EUA_{RG,T}$  también

varió entre años ( $Exp.1 > Exp.2$ ), mientras que las FSs tuvieron un comportamiento similar en ambos Exps., siendo  $EUA_{RG,T} FS1 < EUA_{RG,T} FS2$  ( $2.02 < 2.10 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ ;  $1.80 < 1.86 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$  para los Exp.1 y 2, respectivamente). Semejante a la generación de biomasa, en promedio a través de años y FSs, las  $EUA_{RG,T}$  calculadas fueron superiores en PGO ( $2.19 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ ) y menores en MF y VM ( $1.7$  y  $1.9 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ , respectivamente). La  $EUA_{RG,T}$  de PGO tuvo un comportamiento opuesto a MF y VM en el Exp.1, registrándose los mayores valores en la fecha tardía ( $FS2 > FS1$ ) en el primero y en la temprana ( $FS1 > FS2$ ) en los últimos; sin embargo, durante el Exp2 los tres sitios presentaron valores similares entre fechas de siembra ( $FS1 = FS2$ ).

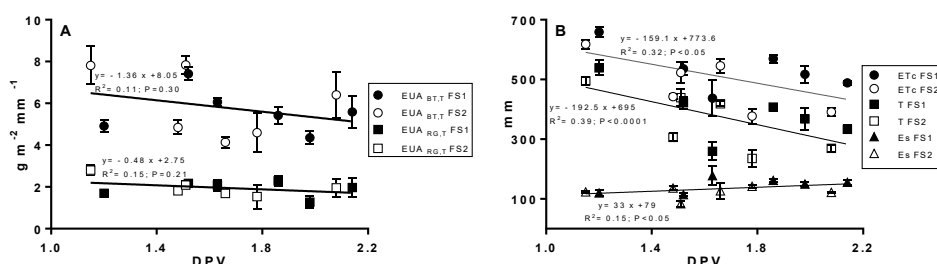
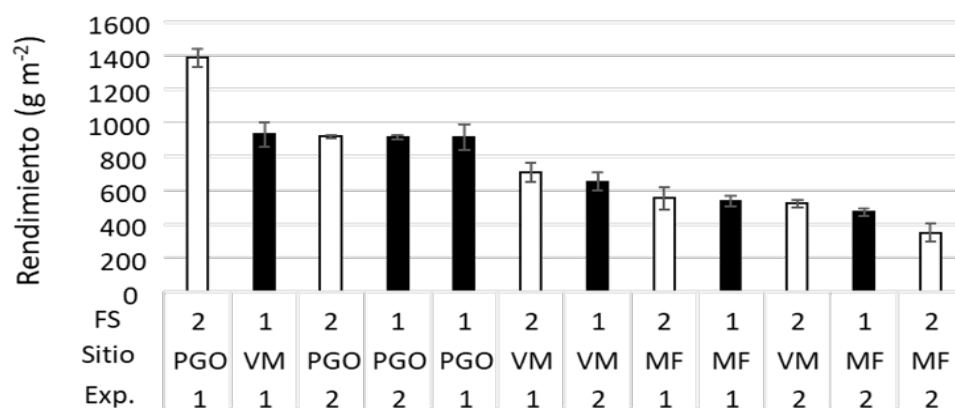


Figura 1: (A) Relación entre la eficiencia para producir biomasa y rendimiento en el uso de agua transpirada ( $EUA_{BT,T}$  y  $EUA_{RG,T}$ ) y (B) la evapotranspiración (ETc), transpiración (T) y evaporación (Es) como función del déficit de presión de vapor (DPV) promedio durante la estación de crecimiento. Los círculos cerrados y abiertos representan la FS1 y FS2, respectivamente. Las líneas sobre las barras representan +/- errores estándares de la media.

La  $EUA_{BT,T}$  y la  $EUA_{RG,T}$  tendieron a disminuir con el aumento del DPV, aunque las tendencias establecidas no fueron significativas. Paralelamente se destacan diferencias en la partición de la ETc (Fig. 1B) según el DPV. El aumento del DPV provocó un incremento de la componente Es ( $P$

$< 0.05$ ) y una disminución de la componente T ( $P < 0.0001$ ), lo cual resultó en menores valores de BT y consecuentemente de RG en los ambientes áridos (i.e. alto DPV) respecto de los húmedos (i.e. bajo DPV, Fig.2).



**Figura 2:** Rendimiento del cultivo de sorgo, en orden decreciente, en los doce ambientes evaluados como combinación del Experimento (Exp.1 y 2), sitio (PGO, MF y VM) y FS (1 y 2). Las líneas sobre las barras representan +/- errores estándares de la media.

## CONCLUSIONES

Considerando los tres sitios de estudio, se verificó que VM y MF son las localidades con (i) mayor proporción de consumo de agua improductiva (i.e. máxima fracción  $Es/ET_c$ ), y (ii) menor eficiencia para producir biomasa ( $EUA_{BT,T}$ ) y rendimiento ( $EUA_{RG,T}$ ) a partir del agua transpirada.

La relación entre la  $EUA_{BT,T}$  y  $EUA_{RG,T}$  con el DPV, evaluada para el cultivo de sorgo en sitios agroclimáticamente contrastantes, muestran que el cultivo prácticamente sostiene la eficiencia en el uso de la transpiración a lo largo de la transecta húmeda - semiárida. Las diferencias entre regiones estarían explicadas principalmente por la partición de la  $ET_c$ , donde se constató una mayor fracción improductiva ( $Es/ET_c$ ) en ambientes semiáridos y mínima en ambientes húmedos.

Las diferencias genotípicas entre los cvs locales en cuanto a la expansión foliar y su duración (i.e. fenotipo *early vigor*, *stay green*) podrían ser una estrategia para reducir la componente improductiva de la  $ET_c$  y mejorar el desempeño del cultivo de sorgo en la RSCA. Sin embargo, tanto las precipitaciones cada vez más concentradas en el verano como el acotado periodo libre de heladas establecerían un límite claro, que podría reducir su importancia relativa.

## **CITAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Dardanelli JL, Collino DJ, Otegui ME, Sadras VO (2003) Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. *Prod granos Bases funcionales para su manejo*
- Geetika G, Van Oosterom EJ, George-Jaeggli B, et al (2019) Genotypic variation in whole-plant transpiration efficiency in sorghum only partly aligns with variation in stomatal conductance. *Funct Plant Biol* 46:1072–1089. <https://doi.org/10.1071/FP18177>
- Gholipour M, Prasad PVV, Mutava RN, Sinclair TR (2010) Genetic variability of transpiration response to vapor pressure deficit among sorghum genotypes. *F Crop Res* 119:85–90. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.06.018>
- Gholipour M, Sinclair TR, Prasad PVV (2012) Genotypic variation within sorghum for transpiration response to drying soil. *Plant Soil* 357:35–40. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1140-8>
- IPCC (2014) The physical science basis. contribution of working group I to the fifth assessment report of IPCC the intergovernmental panel on climate change.
- Liu F, Andersen MN, Jacobsen SE, Jensen CR (2005) Stomatal control and water use efficiency of soybean (*Glycine max* L. Merr.) during progressive soil drying. *Environ Exp Bot* 54:33–40. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.05.002>
- Lobell DB, Roberts MJ, Schlenker W, et al (2014) Greater sensitivity to drought accompanies maize yield increase in the U.S. Midwest. *Science* (80- ) 344:516–519. <https://doi.org/10.1126/science.1251423>
- Otegui ME, Riglos M, Mercáu JL (2021) Genetically modified maize hybrids and delayed sowing reduced drought effects across a rainfall gradient in temperate Argentina. *J Exp Bot* 1–9. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab139>
- Ritchie JT (1972) Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resour Res* 8:1204–1213. <https://doi.org/10.1029/WR008i005p01204>
- Villalobos FJ, Fereres E (1990) Evaporation Measurements beneath Corn, Cotton, and Sunflower Canopies. *Agron J* 82:1153. <https://doi.org/10.2134/agronj1990.00021962008200060026x>

# EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA DEL SORGO A LO LARGO DE UNA TRANSECTA DESDE LA ZONA HÚMEDA A LA SEMIÁRIDA DE LA REGIÓN CENTRAL DE ARGENTINA

\*M.M. Riglos<sup>1</sup>; J.L. Mercáu<sup>2</sup>; L.I. Mayer<sup>6</sup>; R.J. Haro<sup>3</sup>; I. Severina<sup>3</sup>; A.G. Cirilo<sup>4</sup>; M.E. Otegui<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>CONICET-INTA, EEA Villa Mercedes, San Luis <sup>2</sup>INTA, AER San Luis. <sup>3</sup>INTA, EEA Manfredi, Córdoba.  
<sup>4</sup>INTA, EEA Pergamino, Buenos Aires. <sup>5</sup>CONICET-INTA, EEA Pergamino. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.  
<sup>6</sup>INTA, EEA Villa Mercedes, San Luis (actualmente NIDERA seeds).  
\* [maxi\\_riglos@hotmail.com](mailto:maxi_riglos@hotmail.com)



## INTRODUCCIÓN

El rendimiento de los principales cultivos extensivos es afectado por el déficit hídrico que, en los ambientes de latitudes medias de Argentina, aumenta de este (región húmeda) a oeste (región semiárida). El sorgo tiene caracteres fisiológicos que le confieren tolerancia a sequía y podría cobrar mayor relevancia en la región semiárida. **El objetivo de este trabajo fue evaluar la variación en la productividad y consumo de agua de sorgo en estos ambientes contrastantes a fin de analizar los efectos del ambiente sobre la EUA.**

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante dos campañas (**Exp.1**: 2016-2017, **Exp.2**: 2017-2018) y en dos fechas de siembra (**FS1**: temprana, fin de Oct. **FS2**: tardía, ppio. de Dic) se condujeron experimentos a campo en tres sitios de un gradiente hídrico de Argentina (**Fig. 1**): (i) región húmeda, bajo riego complementario [Pergamino (**PGO**) 33° 56' S, 60° 33' O], (ii) región subhúmeda en secano [Manfredi (**MF**), 31° 49' S, 63° 46' O] y (iii) región semiárida en secano [Villa Mercedes (**VM**) 33° 66' S, 65° 40' O]. Se utilizó siempre el híbrido VDH 314 para la FS1 y ADV 1200 (MF y PGO) y ADV 114 (VM) para la FS2. Se midió la biomasa aérea total (BT, en g m<sup>-2</sup>), el rendimiento en grano a madurez (RG, en g m<sup>-2</sup>) y la evapotranspiración del cultivo (ETc, en mm) a lo largo del ciclo. También se estimaron las componentes transpiratoria y evaporativa (T y Es, respectivamente, en mm) de la ETc y las eficiencias en el uso del agua evapotranspirada y transpirada (EUA<sub>BT,ETc</sub> y EUA<sub>BT,T</sub>, respectivamente, en g m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>).

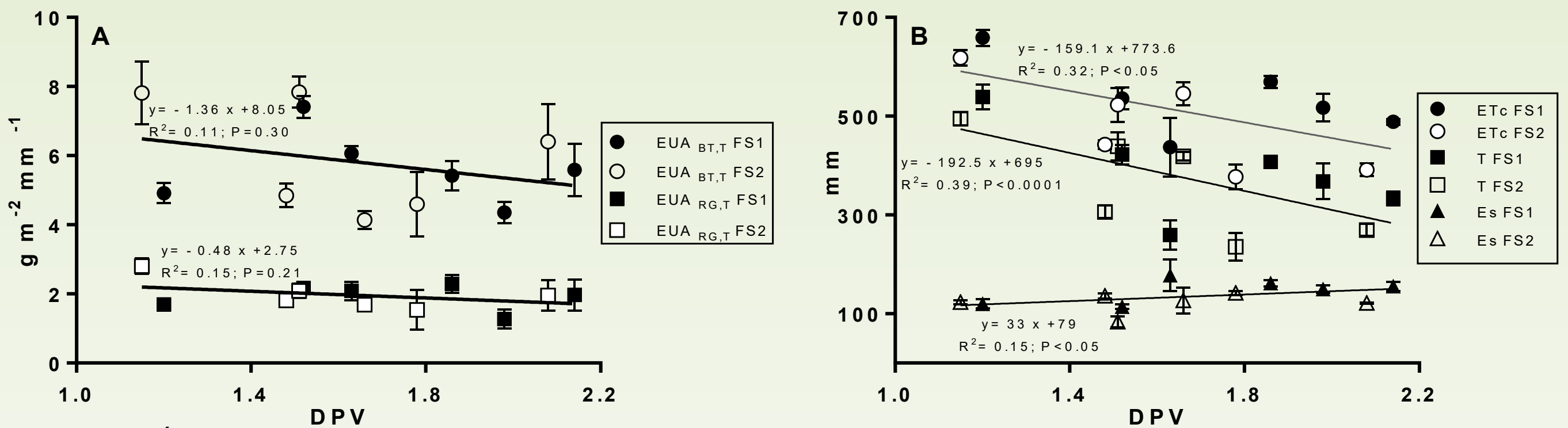
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron mayores niveles de BT y RG en el Exp.1 que el Exp.2, en coincidencia con el mayor nivel de lluvias del primero. El consumo de agua (ETc) al igual que la EUA<sub>BT,ETc</sub> siguieron la misma tendencia. La Es fue siempre mayor en VM (141 mm) y MF (151 mm) que en PGO (110 mm) mientras que los valores de T promedio fueron menores en VM y MF (357 y 292 mm, respectivamente) respecto a PGO (473 mm). Los resultados obtenidos destacan diferencias en la partición de la ETc, siendo mayor la componente evaporativa (Es) en VM y MF (≈32%) que en PG (19%). Existió una relación estrecha entre la BT y el RG con la T. En promedio, la EUA<sub>BT,T</sub> y EUA<sub>RG,T</sub> fueron mayores en Exp.1 que en Exp.2 y en PGO que en los demás sitios.

La EUA<sub>BT,T</sub> y la EUA<sub>RG,T</sub> tendieron a disminuir con el aumento del DPV, aunque las tendencias establecidas no fueron significativas (Fig. 2A). Paralelamente se destacan diferencias en la partición de la ETc (Fig. 2B) según el DPV. El aumento del DPV provocó un incremento de la componente Es y una disminución de la componente T, lo cual resultó en menores valores de BT y consecuentemente de RG en los ambientes semiáridos respecto de los húmedos.



**Figura 1:** Fotografías aéreas de los ensayos a campo en las regiones extremas durante la campaña 2017-2018. Izquierda: húmeda, Pergamino (izquierda). Derecha: semiárida, Villa Mercedes.



**Figura 2:** (A) Relación entre la eficiencia para producir biomasa y rendimiento en el uso de agua transpirada (EUA<sub>BT,T</sub> y EUA<sub>RG,T</sub>) y (B) la evapotranspiración (ETc), transpiración (T) y evaporación (Es) como función del déficit de presión de vapor (DPV) promedio durante la estación de crecimiento. Los círculos cerrados y abiertos representan la FS1 y FS2, respectivamente. Las líneas sobre las barras representan +/- errores estándares de la media.

## CONCLUSIONES

Considerando los tres sitios de estudio, se verificó que VM y MF son las localidades con (i) mayor proporción de consumo de agua improductiva (i.e. máxima fracción Es/ETc), y (ii) menor eficiencia para producir biomasa (EUA<sub>BT,T</sub>) y rendimiento (EUA<sub>RG,T</sub>) a partir del agua transpirada.

La relación entre la EUA<sub>BT,T</sub> y EUA<sub>RG,T</sub> con el DPV, muestran que el sorgo prácticamente sostiene la eficiencia en el uso de la transpiración a lo largo de la transecta húmeda - semiárida. Las diferencias entre regiones estarían explicadas principalmente por la partición de la ETc, donde se constató una mayor fracción improductiva (Es/ETc) en ambientes subhúmedos-semiáridos y mínima en ambientes húmedos.

Las diferencias genotípicas en cuanto a la expansión foliar y su duración (i.e. fenotipo *early vigor*, *stay green*) podrían ser una estrategia para reducir la componente improductiva de la ETc y mejorar el rendimiento en la región semiárida. Sin embargo, tanto las precipitaciones cada vez más concentradas en el verano como el acotado periodo libre de heladas establecerían un límite claro, que podría reducir su importancia relativa.