

Importancia del déficit hídrico en el cultivo de batata y el agua útil del suelo

Ullé, J.¹; Ré, A.¹; Piris, J.¹; Lazzari F.¹

¹INTA EEA San Pedro. re.andres@inta.gob.ar

Resumen

En amplias regiones del mundo donde se cultiva batata [*Ipomoea batatas* L.(Lam)], ocurre déficit hídrico. El agua útil del suelo incide en el número de raíces por planta, y afectan al rendimiento. El análisis de la Precipitación (PP) y la Evapotranspiración (EP) mensual de la serie agroclimática 1965-2022 de la Estación Experimental (EEA) INTA San Pedro, Buenos Aires, permitió determinar dos escenarios agronómicos de recarga hídrica diferentes al analizar la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo de batata. Se observó, un escenario de mayor disponibilidad hídrica, con menor agotamiento de la curva de retención de agua del suelo y otro de menor disponibilidad hídrica, con severo stress para el cultivo. En forma complementaria se determinaron las constantes hídricas, Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP) del suelo de la serie Ramallo y a través del modelo de simulación CROPWAT 8.0 FAO, se pudo determinar la importancia de la lámina de agua útil (AU) como factor crítico, durante las etapas iniciales del trasplante, y su relación con la curva de agotamiento hídrico del cultivo. El objetivo del trabajo, fue considerar la importancia del agua útil como factor crítico, durante las etapas iniciales del trasplante, y establecer posibles estrategias de manejo del contenido hídrico del suelo durante los primeros 60 días del cultivo de batata. Se encontraron dos escenarios agroclimáticos distintos, para los cuales, las curvas de retención de agua difieren.

Palabras claves: *Ipomoea batatas* L., contenido hídrico; evapotranspiración; precipitación.

Introducción

El cultivo de batata, es fundamental en la alimentación mundial, ubicándose en el séptimo lugar en orden de preponderancia. Es importante en la agricultura familiar y la seguridad alimentaria (FAO, 2022). Los agroecosistemas donde se cultiva presentan diferentes restricciones, en distintas épocas del año, tales como el déficit hídrico. En climas de régimen isohigro, con precipitaciones distribuidas de manera uniforme a lo largo del año, el cultivo se practica bajo agricultura de secano, aprovechando la recarga hídrica otoñal y primaveral del perfil del suelo. En climas de tipo monzónico, donde las precipitaciones están concentradas en primavera-verano, los meses de trasplante se encuentran más restringidos al período con altas precipitaciones. Si bien, el cultivo de batata a nivel global, es realizado por agricultores de pequeña escala, es necesario implementar tecnologías, que permitan superar eventos climáticos extremos, los que de manera más frecuente, ponen en riesgo la competitividad de agricultores familiares. A continuación, algunos ejemplos de sistemas de producción realizados a nivel mundial. En África subsahariana, los sistemas de cultivo de batata se realizan en general de forma consociada con maíz, poroto y árboles frutales (Mbayaki *et.al*, 2021). Las precipitaciones deficientes, las bajas densidades de plantas y la alta competencia de malezas, son algunos de los factores responsables de los bajos rendimientos (5-9 Tn/ha) observados en regiones del continente africano (Low J *et.al*, 2017). Sin embargo, la práctica general del cultivo mixto, ha

demostrado ser un sistema sustentable y con ventajas a favor del consorcio respecto del monocultivo (Ullé, 2019). Por el contrario, en Sudáfrica, en sistemas intensivos con riego, el rendimiento es de 50-60 toneladas/hectárea (Low J *et.al*, 2017). En Argentina el cultivo está localizado en regiones del NEA y Norte, donde se caracteriza por su predominio en la agricultura familiar (INTA, 2012). En el territorio NE de la provincia de Bs. As., zona comprendida por la EEA San Pedro, el cultivo de batata se alterna con cultivos de granos y oleaginosas en rotaciones agrícolas, y también se realiza como monocultivo alternando con barbechos desnudos. En ambos casos, se efectúan sistemas de labranza con remoción del suelo, control mecánico de malezas y químico con herbicidas pre y post emergentes. En todos los casos citados, la ocurrencia del déficit hídrico gravita de manera acentuada en las épocas de trasplante del cultivo, comprometiendo los rendimientos por unidad de superficie. El agua útil del suelo incide en la cantidad de raíces que se desarrollan por planta, por lo tanto, afecta al posterior número de raíces comerciales (Gajanayake *et.al*, 2013). FAO mediante el modelo CROPWAT 8.0 (2006), permite disponer de una herramienta fundamental de análisis, del balance hídrico del suelo durante el ciclo del cultivo, basada en variables: climáticas, cultivo y del suelo. El objetivo del trabajo, fue considerar la importancia de la lámina de agua útil (AU) como factor crítico, en las etapas iniciales del trasplante en primavera, y su relación con la curva de agotamiento de retención de agua del suelo en el cultivo de batata en el NE de Bs. As. También, brindar información acerca de la provisión de agua necesaria, tanto en escenarios agronómicos con años de precipitaciones normales como aquellos de severos déficits hídricos.

Metodología

Fueron analizados datos de precipitaciones (PP) y de evapotranspiración potencial (EP), de la Estación Meteorológica de la EEA INTA San Pedro, de la serie 1965-2022 (INTA, 2015) mediante un histograma, para conocer la distribución de frecuencias anuales y la probabilidad de ocurrencia de los valores promedios, manimos y máximos. A su vez, se efectuó el procedimiento BOXPLOT, de la serie 1965-2022, para todos los meses del año, donde se compararon, los valores absolutos de PP con la EP (INFOSTAT, 2020). En campaña, en un experimento de rotaciones en la EEA San Pedro, se efectuaron los muestreos de suelos de la serie Ramallo 0-10, 10-20 y 20-30 cm (Argiudol Vértico INTA, 1978) en el mes de mayo de 2023, para la determinación de la Capacidad de Campo (CC) y el Punto de Marchitez Permanente (PMP) en muestras sin disturbar, y la obtención de la lámina agua útil (AU). A través del modelo CROPWAT 8.0 se relacionaron las principales variables; climáticas: PP y Radiación; del cultivo: fecha de siembra y profundidad radicular; del suelo: lámina de agua útil (AU), y Agua Fácilmente Aprovechable (AFA). Con los datos del análisis de PP y EP de la serie agroclimática 1965-2022, con las constantes hídricas Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP) de la serie Ramallo a 0-30 cm, y mediante el ingreso de estas variables al modelo CROPWAT, fueron analizados dos escenarios agronómicos; uno correspondiente a la serie de años sin déficit y otro con déficit hídricos prolongados.

Resultados

El análisis del histograma de la distribución de frecuencias de las PP de la serie 1965-2022 (EEA INTA San Pedro), establece un valor promedio de 1053 mm anual (Fig. 1), separando los valores mayores o menores con el 50% de probabilidad de ocurrencia dentro de la distribución normal. Esto demuestra que dicho valor promedio, aún dentro de la uniformidad de lluvias anuales del régimen isohigro, podría separar, dos escenarios agronómicos con diferentes implicancias en el trasplante del cultivo de batata. En la Fig. 2 se presenta el gráfico BOXPLOT de la serie 1965-2022, el que describe los valores mensuales de PP y EP correspondientes a los registros de los 28 años con PP anuales superiores a 1053 mm (escenario 1) y en la Fig. 3, el de los registros de los 30 años con PP anuales inferiores a 1053 mm (escenario 2). En la Fig. 2, se observa que en otoño invierno y hasta mediados de primavera, los valores de PP superan a la EP, lo que supone una recarga hídrica del perfil del suelo, durante una época más prolongada del ciclo anual. Este escenario sería más favorable, a los trasplantes del cultivo, desde épocas más tempranas, como ej., mes de octubre. En la Fig. 3, se observan que los valores de EP en primavera y verano superan a los de PP. Esto supone un déficit hídrico más prolongado del perfil del suelo, y en períodos más significativos para el crecimiento y desarrollo, del cultivo de batata, la que debe soportar una condición desfavorable en la fase más crítica, de la definición de los componentes del rendimiento. Estos escenarios 1 y 2, considerando la recarga y el balance hídrico del perfil del suelo y su posterior implicancia en el riego del cultivo, habitualmente son desestimados, por solo tener en cuenta los meses de implantación y del ciclo del cultivo, pero no las condiciones antecedentes del clima y el suelo. El modelo de simulación CROPWAT 8.0 utiliza, la CC, el PMP, el agua útil (AU) en la determinación de las curvas de agua fácilmente aprovechable (AFA) y agotamiento del perfil del suelo. Esto se observa en las Fig. 4 y Fig. 5, que se corresponden con la simulación de los datos de los escenarios agronómicos 1 y 2 respectivamente. En estas, el área comprendida entre las curvas de CC y AFA, es el agua fácilmente extraíble por el cultivo, y a su vez la correspondiente entre AFA y AU, representa el agua retenida más difícilmente extraíble, por las raíces. En conjunto ambas áreas representan la curva de agotamiento del agua útil del suelo (línea roja) correspondiente a la extracción por el cultivo y los factores climáticos, en diferentes estadios fenológicos. En la Fig. 4 perteneciente al escenario 1, se observa como el cultivo puede extraer AU del perfil del suelo de la zona radicular, sin sufrir stress hídrico, en los primeros 60 días desde el trasplante. En este, con leve déficit hídrico, se muestra como los valores de extracción del AU por el cultivo en los primeros 60 días (curva roja), se encuentran entre los valores de AFA y CC, época que concuerda con el período crítico del cultivo de batata y la definición de los componentes del rendimiento. Luego de los 60 días, se observa que el ritmo de extracción del cultivo se incrementa y la curva roja de agotamiento del agua, se encuentra entre AFA y AU. En la Fig. 5. con déficit hídrico severo, correspondiente al escenario 2, la curva roja de agotamiento de agua del suelo, con valores por debajo de AFA, significa que el agotamiento del agua del suelo es más intenso en los primeros 60 días, y el cultivo sufre stress hídrico.

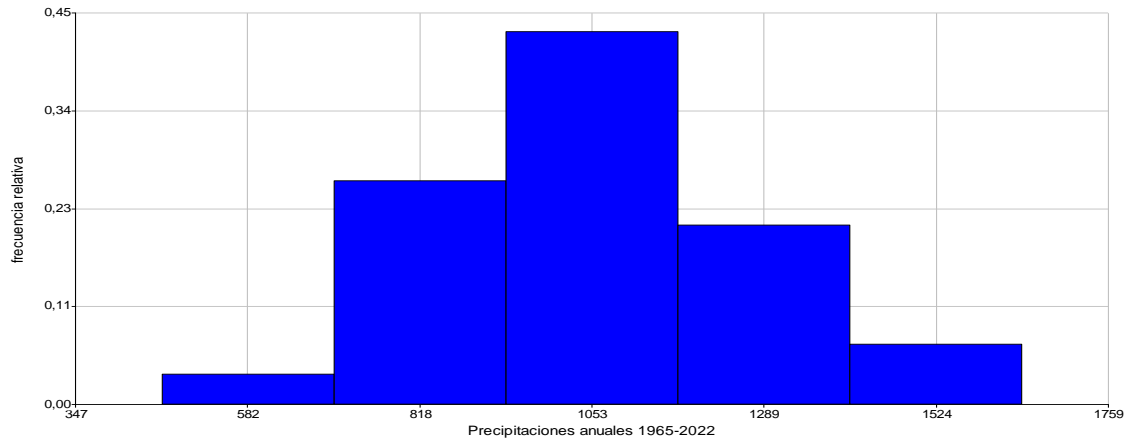


Figura 1. Distribución de frecuencias de las precipitaciones (PP) de la EEA INTA San Pedro serie agroclimática 1965-2022.

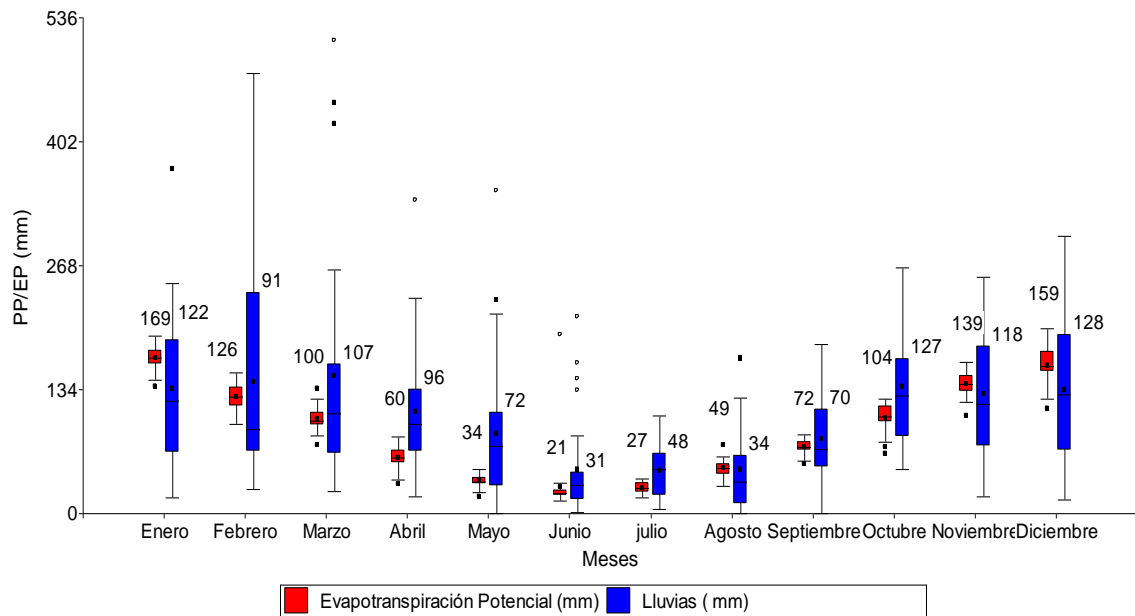


Figura 2. BOXPLOT (escenario 1). Precipitaciones (PP) y Evapotranspiración potencial (EP) mensual de los años mayores o iguales a 1053 mm de PP anual en la EEA INTA San Pedro serie 1965-2022.

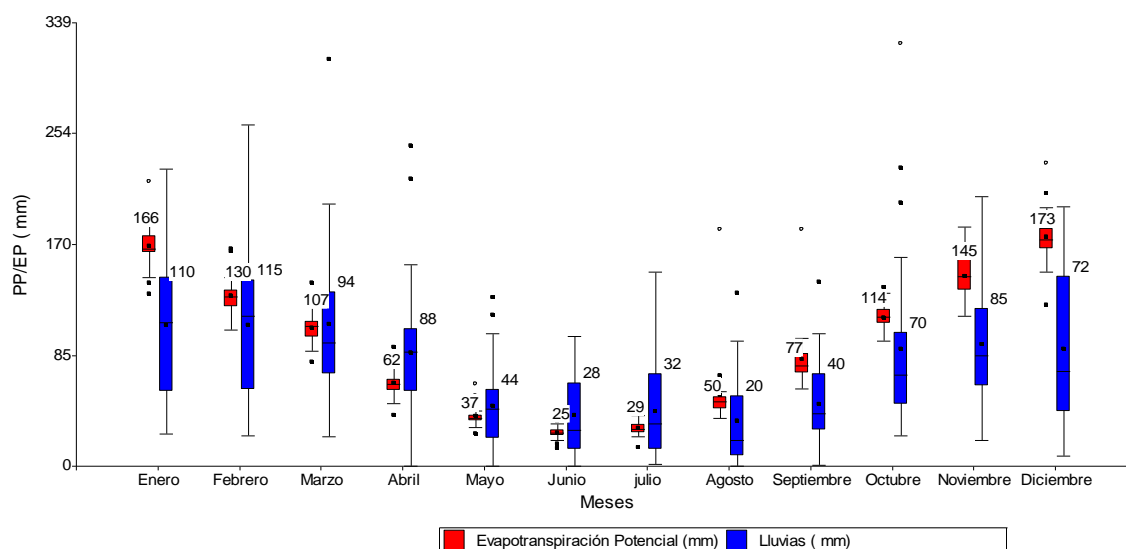


Figura 3. BOXPLOT de Precipitaciones (PP) y Evapotranspiración potencial (EP) mensual de los años menores o iguales a 1053 mm de PP anual en la EEA INTA San Pedro serie 1965-2022. (escenario 2).

Tabla 1. Valores de lámina de agua en mm de las constantes hídricas PMP y CC, del perfil de la Serie Ramallo, en los primeros 30 cm a través de la determinación de cilindros a campo (2023) y placa porosa (2019).

Sistemas y Tratamientos	Punto de marchitez permanente			Capacidad de Campo			Agua útil (mm) En 10 cm de espesor
	Valores 0-10 cm	Valores 10-20 cm	Valores 20-30 cm	Valores 0-10 cm	Valores 10-20 cm	Valores 20-30 cm	
ORG2019 antes de tratamientos bloques 1 y 2	14,68 ab	s/datos	s/datos	27,41 a	s/datos	s/datos	12,73
CONV2019 antes de tratamientos bloques 1 y 2	13,35 ab	s/datos	s/datos	29,24 a	s/datos	s/datos	15,89
ORG2023 trigo/soja	18,75 ab	19,49 b	17,30 ab	28,60 ab	25,91 ab	24,83 ab	9,85
ORG2023 Barbecho/batata	17,59 ab	16,51 ab	16,06 ab	30,11 ab	27,55 ab	24,33 ab	12,52
CONV2023 trigo/soja	17,41 ab	15,83 ab	15,67 ab	35,89 b	29,70 ab	30,29 ab	18,48
CONV2023 barbecho/batata	14,28 ab	13,93 a	14,78 ab	26,78 ab	22,45 a	25,27 ab	12,5



Figura 4. Curva de retención de agua del escenario 1 según CROPWAT 8.0, para diferentes contenidos hídricos del perfil de suelo de la Serie Ramallo, en función de los días después del trasplante del cultivo de batata.

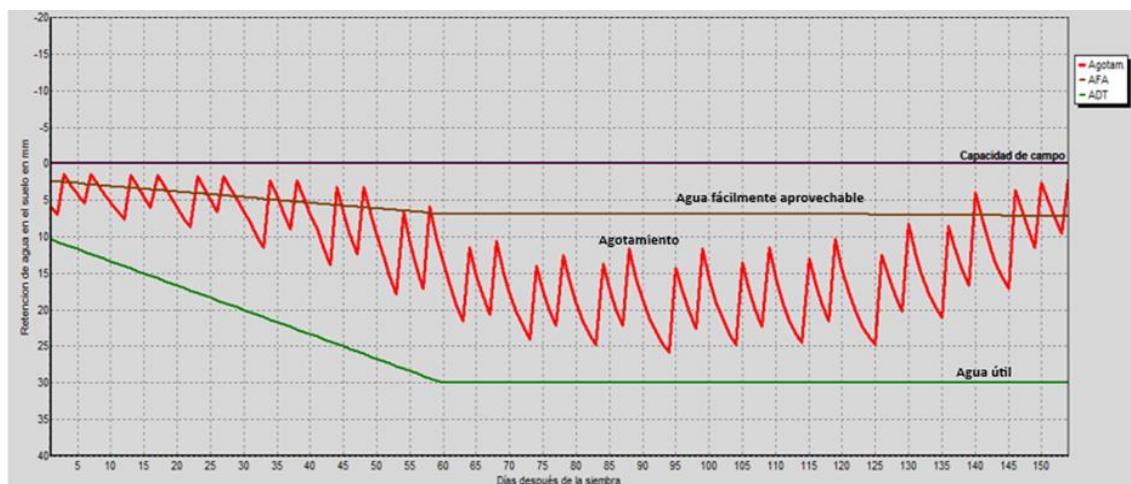


Figura 5. Curva de retención de agua del Escenario 2 según CROPWAT 8.0, para diferentes contenidos hídricos del perfil de suelo de la Serie Ramallo, en función de los días después del trasplante del cultivo de batata.

Conclusiones

En el escenario 1, durante el período crítico, hasta los primeros 60 días del cultivo, puede ocurrir una mejor provisión de agua, debido al menor agotamiento del AFA, durante crecimiento inicial del cultivo y la formación y engrosamiento de raíces. En el escenario 2, desde los estadios iniciales, el AFA es retenida por la matriz del suelo, debido a un menor contenido hídrico, provocando stress, durante la definición de los componentes de rendimiento del cultivo. Como estrategia de manejo del agua, cada año en curso, es recomendable analizar las características agroclimáticas, y complementar con muestreos de las constantes hídricas del suelo, para programar los riegos de forma anticipada durante los primeros 60 días posteriores al trasplante.

Referencias bibliográficas

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, UNC, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>
- FAO. 2022. Post-harvest handling and quality management of sweet potato. Rome. 16 pp
- FAO. 2006. CROPWAT 8.0 for Windows. Rome, Italy. URL: http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html
- Gajanayake, B., K.R. Reddy, M.W. Shankle, and R. Arancibia. 2013. Early season soil moisture reduces sweetpotato storage root initiation and development. HortScience 48:1457–1462.
- INTA. 2012. Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la Provincia de Tucumán (Argentina). Cusumano, C., Zamudio, N., PNHFA. Ediciones INTA - 1a. ed. - Famaillá: Ediciones INTA, 2013.48 p.
- INTA. 1978. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3360, 27 y 28 (Ramallo), 77 p.
- INTA. 2015. 50 años de Estadísticas Agroclimáticas en la Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro 1965-2014. Zanek, C; Delprino, M.R.; Francescangeli N, Uviedo, R. - 1a ed. – San Pedro, Buenos Aires. Ediciones INTA, 2015.
- Low J., Ball A., Magezi S., Njoku J., Mwangi R., Andrade M., Tomlins K., Dove R., van Mourik T. 2017. Sweet potato development and delivery in Sub-Saharan Africa. African Journal of Food, Nutrition and Development. Volume 17 No 2. Chapter 7.
- Mbayaki C.; Karuku G. 2021. Growth and yield of sweet potato (ipomoea batatas L.) monocrops versus intercrops in the semi-arid katumani, Kenya.
- Ullé, Jorge. 2019. Diseño de cultivos de batata y maíz en consociación como herramienta de diversificación productiva en pequeñas explotaciones agrícolas.