



Doctoral Thesis Abstract

Maize and soybean deficit irrigation: strategies for dimension irrigation equipment to improve water productivity in temperate climate conditions

Doctorando

Hayashi Tsumura, Raquel Mayumi 

Director/a

Dogliotti, Santiago 

Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Uruguay

Abstract

In regions with temperate and humid climate such as Uruguay, supplementary irrigation stabilizes and increases crop yields. Irrigation on demand generates higher water consumption, which affects production system sustainability due to inefficient use of resources. In order to determine environmentally and economically more sustainable irrigation strategies, three maximum irrigation depths were evaluated in field experiment, (T2) 3 mm d-1, (T3) 6 mm d-1, (T4) 9 mm d-1 and (T1) control without irrigation, on corn and soybean production. Performance differences were observed in both crops at different water deficit levels. When precipitation (PP) was higher than average, its poor temporary distribution generated water deficit at specific times, affecting yield. T1 and T2 did not cover the crop evapotranspiration (ET_c) during the critical period and grain filling, which lowered yields. T3 and T4 gave higher yields and in the three years average they were significantly different. T3 did not always cover the ET_c, but the soil reserve and PP contributed to cover it, saving irrigation water. The AquaCrop model was calibrated for maize and different irrigation strategies were evaluated. The calibrated model simulated well yield, biomass and soil moisture in the irrigated treatments. In T1, the model underestimated the yield. The soil allowed for further root exploration. At 0.90 m depth, the model simulated well the yield in T1, mainly in the dry year. The model predicts the yield with a good adjustment at different irrigation and PP situations if the stress coefficients are adjusted and the crop is properly parameterized. Finally, T1, three maximum irrigation depths (3, 6 and 8 mm net) and three irrigation management (depleting 10 mm, depleting 50 % of readily available water (RAW) and depleting 100 % of RAW) were evaluated in maize with AquaCrop. The productive variables, irrigation requirement, energy demand and partial income analysis were analyzed, considering a maize crop irrigated by central pivot. It is concluded that 5 mm net gives returns and income similar to 8 mm net, without considering investment costs. Regarding management, depleting 100 % of the RAW has higher water productivity, but it is risky in dry years; however, it is feasible to vary the strategy depending on the climatic perspectives of each year.

Keyword: deficit irrigation, aquacrop, irrigation sustainability



Riego deficitario en maíz y soja: estrategias para el dimensionamiento de equipos de riego para mejorar la productividad del agua en condiciones de clima templado

Resumen

En regiones de clima templado y húmedo como en Uruguay, el riego suplementario estabiliza y aumenta los rendimientos de los cultivos. El riego a demanda utiliza mayor cantidad de agua, afectando la sostenibilidad de los sistemas de producción por el uso ineficiente de los recursos. Para determinar estrategias de riego más sostenibles en lo ambiental y económico, se evaluaron a campo tres láminas máximas de reposición, (T2) 3 mm d-1, (T3) 6 mm d-1, (T4) 9 mm d-1 y (T1) testigo sin riego, sobre la producción de maíz y soja. En ambos cultivos, se observaron diferencias en rendimiento a los diferentes niveles de riego deficitario. Cuando las precipitaciones (PP) fueron superiores al promedio, su mala distribución temporal generó déficit hídrico en momentos puntuales, afectando el rendimiento. El T1 y T2 no cubrieron la evapotranspiración del cultivo (ETc) durante el período crítico y llenado de grano, causando menores rendimientos. El T3 y T4 dieron rendimientos mayores y en el promedio de tres años fueron diferentes significativamente. El T3 no siempre cubrió la ETc, pero la reserva del suelo y las PP contribuyeron para cubrirlo, ahorrando agua de riego. El modelo AquaCrop se calibró para maíz y se evaluaron diferentes estrategias de riego. El modelo calibrado simuló bien rendimiento, biomasa y humedad del suelo en los tratamientos regados. En el T1, el modelo subestimó el rendimiento. El suelo del ensayo permitía una mayor exploración radical y, con 0,90 m profundidad, el modelo simuló bien el rendimiento del T1, principalmente en el año seco. El modelo predice el rendimiento con buen ajuste en diferentes situaciones de riego y PP si se ajustan los coeficientes de estrés y el cultivo es parametrizado en forma adecuada. Finalmente, se evaluaron con AquaCrop, el T1, tres láminas máximas de riego (3, 6 y 8 mm netos) y tres manejos de esas láminas de riego en maíz (agotar 10 mm, agotar 50 % del agua fácilmente disponible (AFD) y agotar 100 % del AFD). Se analizaron las variables productivas, las necesidades de riego, la demanda energética y un análisis de ingresos parciales considerando un cultivo de maíz regado por pivot central. Se concluye que 5 mm netos da rendimientos e ingresos similares a 8 mm netos, sin considerar costos de inversión. En cuanto al manejo, agotar el 100 % del AFD logra mayor productividad del agua, pero resulta riesgosa en años secos; sin embargo, es factible variar la estrategia en función de las perspectivas climáticas de cada año.

Palabras clave: riego deficitario, aquacrop, sostenibilidad riego

Fecha de la defensa: 22 de setiembre de 2022

Tribunal:

Presidente

Luis Giménez
Universidad de la República,
Facultad de Agronomía, Uruguay

Relatora

Margarita García Vila
Universidad de la República,
Facultad de Agronomía, Uruguay

Relator

Álvaro Roel
Instituto Nacional de Investigación
Agropecuaria (INIA), Uruguay