

ESTIMACIÓN del CONSUMO del AGUA en el SUELO en CULTIVO de ANANÁ BAJO INVERNÁCULO MEDIANTE el USO de INDICADORES NO DESTRUCTIVOS

Área del Conocimiento: Cs. Agropecuarias

Becario/a: SUGITA, Nicolás Hitoshi

Director/a: ALAYÓN LUACES, Paula

Facultad: Ciencias Agrarias

E-mail: nhsugita@gmail.com

Objetivos

Estimar en el cultivo de ananá en invernáculo el consumo del agua en el suelo a través de un modelo de regresión lineal múltiple, usando indicadores no destructivos como el índice de vegetación diferencial normalizada (NDVI), el contenido relativo de agua y variables climáticas.

Materiales y Método

El ensayo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, con un diseño en bloque completo al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones. Se consideró a la parcela con 15 plantas, como la unidad experimental. Los tratamientos consistieron en riegos hasta capacidad de campo: tratamiento 1 riego cada 3 días (T1), tratamiento 2 cada 7 días (T2) y tratamiento 3 cada 15 días (T3).

El suministro de agua fue por medio de un sistema de riego por goteo, con un emisor por planta de 4 l h⁻¹ situado a 10 cm del tallo.

El material vegetal estudiado fueron plantas de *Ananas comosus* (L.) Merr. de la variedad Cayena lisa, de igual tamaño (28 cm de altura y 30 cm de ancho promedio) al inicio del experimento.

Se estimó la tasa de consumo diario del agua en el suelo (Ag_{suelo} diario, mm día⁻¹) aplicando la primera derivada a la función del consumo del agua en el suelo (Ag_{suelo} , mm) acumulado en el tiempo que duró el ensayo. Cada 3 días se calculó Ag_{suelo} acumulado usando la siguiente fórmula:

$$\sum Ag_{suelo} = (\theta_d - \theta_a) \times E$$

θ_d : Lectura del sensor después del riego (m³ m⁻³)

θ_a : Lectura del sensor antes del riego (m³ m⁻³)

E: Espesor enraizable mm

Se determinó la humedad del suelo (lecturas) con sensores de humedad SCH-20 conectados a un datalogger de 8 canales. Se ubicaron 2 sensores a 0.3 m de profundidad por parcela registro. Se asumió que Ag_{suelo} se debió al consumo de las plantas y la evaporación del agua en el suelo. Se tomó como θ_d la lectura a las 6 horas después del riego, y θ_a a la lectura previa al riego.

Cada 15 días se midió: El contenido relativo de agua (CRA, %) de las plantas mediante el método gravimétrico relacionando el peso de la hoja fresca y el peso de la hoja. Se realizaron mediciones de NDVI (GreenSeeker® Trimble, USA) individualmente en plantas al azar en cada unidad experimental a las 14:00 hs. Se estimó la duración del día (D_{diurna} , hs) a través de la cuantificación de las horas de radiación diaria cada 30 minutos (estación meteorológica del ICAA) y la humedad relativa máxima (HR, %) y mínima (Hr, %) y temperatura máxima (T°máx, °C) y mínima (T°mín, °C) mediante un datalogger.

Se utilizó el entorno R para el modelado de los datos y su validación. Se determinó con el coeficiente de Pearson winzorizado la asociación entre las variables. Se realizaron 3 modelos para la regresión lineal múltiple usando los métodos stepwise selection (Backward) y shrinkage (RIDGE y LASSO, respectivamente). Se utilizaron el 70% de los datos para ajustar los modelos y el 30% restante para estimar la precisión de las predicciones. Se realizó una prueba de t para comparar las medias entre los valores predichos y observados.

Resultados y Discusión

Previo a la selección de las variables predictoras para el modelo, se realizó la prueba de correlación y se observó que los valores, según el método de Pearson winzorizado, fueron significativos pero menores a 0.5 (baja correlación).

La evaluación de los modelos por el método del error cuadrado medio, MSE, indicó que el modelo stepwise fue más preciso, pero al ser los MSE de los tres modelos similares, se optó por el modelo LASSO siguiendo el criterio de la parsimonia, con seis variables predictoras (Tabla 1).

Se aplicó la prueba t a los resultados del modelo LASSO e indicó igualdad de medias entre los valores predichos y observados para los T1 y T2, no así para el T3, lo que podría estar indicando que el modelo no respondió cuando la planta permaneció en un estado de estrés hídrico alcanzado con el T3 con frecuencias de riego cada 15 días.

De la aplicación de los modelos se concluye que las variables no destructivas (NDVI, CRA y climáticos) son variables potencialmente útiles para la predicción del agua en el suelo en el cultivo de ananá en invernadero, sin embargo, son necesarias más determinaciones y pruebas.

Tabla 1: Valores de los coeficientes de los modelos de regresión lineal múltiple usando los métodos stepwise selection (Backward) y shrinkage (RIDGE y LASSO).

	STEPWISE	RIDGE	LASSO
Constante	-6.9709	-1.5240	2.4916
T2	-0.9455	-0.4466	-0.5482
T3	-1.6832	-1.0500	-1.3415
NDVI	2.3460	1.3335	0
CRA	-0.0261	-0.027	-0.0313
D_{diurno}	0.5022	0.2031	0.1218
HR	0.0611	0.0289	0.0102
Hr	-0.0129	-0.003	0
T°máx	-0.0313	0	0
T°mín	0	0.005	0