

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
PROGRAMA DE MAGISTER



ESTIMACION DE EVAPOTRANSPIRACION EN INVERNADERO UTILIZANDO EL
MODELO DE PENMAN - MONTEITH



PROYECTO DE TESIS PRESENTADO
A LA FACULTAD DE INGENIERIA
AGRICOLA DE LA UNIVERSIDAD DE
CONCEPCION PARA OPTAR AL
GRADO DE MAGISTER EN
CIENCIAS DE LA INGENIERIA
AGRICOLA.

CARLOS HERNAN RIOS DORIA MEDINA

CHILLAN - CHILE

2000

ESTIMACION DE EVAPOTRANSPIRACION EN INVERNADERO UTILIZANDO EL
MODELO DE PENMAN - MONTEITH

Por
CARLOS HERNAN RIOS DORIA MEDINA

Tesis presentada a la
ESCUELA DE GRADUADOS
DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

The logo of the University of Concepcion is a circular emblem. It features a central shield with a blue background and a white cross. Above the shield are three stars. The shield is surrounded by a laurel wreath. The entire emblem is set within a circular border.

Para optar al grado de
MAGISTER EN INGENIERIA AGRICOLA
CON MENCIÓN EN RIEGO Y DRENAJE

CHILLAN - CHILE
2000

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
ESCUELA DE GRADUADOS**

Esta tesis ha sido realizada en el departamento de Riego y Drenaje. Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción.

Profesor Guía:

Prof. Jorge Jara R. Ph. D.

Aprobada por la
siguiente comisión
evaluadora:

Prof. Jorge Jara R. Ph. D.



Prof. José Fuentes G. M. Eng.

Prof. Samuel Ortega F. Ph. D.

Director del programa:

Prof. Edmundo Hetz H. Ph.D.

I. RESUMEN

Para estimar evapotranspiración en invernaderos, se propone hacer uso del modelo de Penman-Monteith, estimando el parámetro de resistencia aerodinámica para condiciones de transferencia de calor vía convección natural y forzada. Estos modelos de estimación de resistencia aerodinámica son relaciones de números adimensionales, obtenidos a partir de un análisis de transferencia de calor para una superficie cilíndrica vertical o bien superficies horizontales planas.

Además, se propone ajustar el modelo de resistencia estomática de Jolliet y Bailley (1992) para estimar la resistencia estomática de un cultivo de *Lilium* creciendo bajo invernadero.

Se trabajó con un cultivo de *Lilium* spp. creciendo en un invernadero de policarbonato alveolar. El diseño experimental utilizado fue un cuadrado latino de 4×4 , con cuatro tratamientos de riego (25, 50, 75 y 100% de reposición de la evaporación de bandeja clase A ubicado al interior del invernadero, corregida por un factor de cultivo).

Para hacer uso del modelo de resistencia aerodinámica vía convección natural, adicionalmente a las mediciones de variables ambientales e índice de área foliar, se monitoreo la temperatura foliar de cada tratamiento y, en el caso de considerar una convección laminar forzada, se asumieron cinco velocidades de viento (0.1, 0.2, 0.5, 0.7 y 1.0 m/s).

La transpiración, estimada como una fracción de la evapotranspiración calculada vía Penman-Monteith, fue contrastada con lecturas de flujo de savia, medidas a través de medidores de flujo de savia ubicados en las plantas una vez alcanzado su pleno desarrollo.

Los resultados en flujo de savia de los cuatro tratamientos no presentaron diferencias significativas debido a que, por factores climáticos, existió un alto contenido de humedad en el suelo para todas las unidades experimentales. En relación con la resistencia aerodinámica estimada con modelos de convección, un amplio rango de valores fue obtenido para todos los escenarios propuestos. Sin embargo, el efecto final generado fue una variabilidad baja de valores de evapotranspiración.

En el caso del modelo de Jolliet and Bailey (1992) para estimar la resistencia estomática, fue posible lograr un buen ajuste de dicho modelo para el cultivo de *Lilium*, mostrando un buen desempeño para ser utilizado en Penman-Monteith.

De las comparaciones entre flujo de savia y transpiración estimada, fue posible apreciar dos condiciones características. Una primera condición de baja concordancia durante los días nublados y una condición de mayor ajuste durante días despejados. Este ajuste mejora cuando la transpiración es estimada haciendo uso del modelo de resistencia aerodinámica vía convección natural, con mejores resultados en forma diaria que horaria.