

**EFECTO DE VARIANTE DE RIEGO EN  
LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ (ZEA MAYS  
L.) EN LA COMUNA RÍO VERDE,  
CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR.**

---

*Ángel León Mejía, Mercedes Arzube Mayorga, Lenni  
Ramírez Flores*

---

## **EFECTO DE VARIANTE DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ (*ZEA MAYS L.*) EN LA COMUNA RÍO VERDE, CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR.**

Ángel León Mejía, Mercedes Arzube Mayorga, Lenni Ramírez Flores  
Centro de Investigaciones Agropecuarias  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Estatal Península de Santa Elena  
Campus La Libertad, vía principal Santa Elena-La Libertad  
La Libertad-Ecuador  
aleon@upse.edu.ec<sup>1</sup>

### **Resumen**

El ensayo se realizó en el Centro de Producción y Prácticas Río Verde, propiedad de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, ubicada en la comuna Río verde cantón Santa Elena, el trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de variantes de riego en el comportamiento agronómico del maíz bajo diferentes láminas de riego utilizando como instrumento de medición de la evaporación la tina clase A. Los tratamientos fueron cinco dosis de riego 60, 70, 80, 90 y 100 % de la evapotranspiración, los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, las medias comparadas con la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ). El análisis de regresión se ajusta a una ecuación de segundo grado y el coeficiente de determinación  $R^2$  0,91, el mismo que muestra el alto grado de dependencia de los resultados en función de las variantes de riego. La mayor producción la obtuvo el tratamiento 90% con 12,18 t.ha<sup>-1</sup>.

**Palabras claves:** maíz, Programación del riego, evapotranspiración, láminas de riego, coeficiente de cultivo.

### **Abstract**

#### **Effect of irrigation variant in the corn production (*Zea mays L.*) at Río Verde commune, Santa Elena, Ecuador.**

The test was conducted at the Production and Practice Center Río Verde, owned by the Santa Elena Peninsula State University, located in Río Verde commune, Santa Elena canton, the research aimed to evaluate the effect of irrigation variations into agronomic performance of corn under different irrigation sheets using as measuring tool evaporation A class Pan. The treatments were five doses of irrigation 60, 70, 80, 90 and 100% of evapotranspiration, treatments were placed in a complete randomized design of blocks with four replications, the averages compared with the Tukey test ( $p > 0.05$ ). The regression analysis fits a quadratic equation and the coefficient of determination  $R^2$  0,91 which shows the high degree of dependence of results based on irrigation variants. The highest production was obtained by the treatment with 90% with 12,18 t.ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Corn, irrigation scheduling, evapotranspiration, irrigation sheets, crop coefficient.

## 1. Introducción

La agricultura bajo riego consume entre el 70% y 85% del agua dulce disponible (Garcés, 2010), siendo uno de los mayores consumidores de agua dulce proveniente de fuentes superficiales y subterráneas (FAO, 2002), generando escases de recursos hídricos y severos conflictos de uso al entrar en juego las demandas de agua para abastecimiento humano, hidroelectricidad e industrial (Terraiza, 2008).

Un factor limitante de la producción agrícola es el recurso agua y su manejo; es así que el verdadero aprovechamiento de los avances de las tecnologías del riego va de la mano del buen uso del recurso hídrico fundamentado en satisfacer las necesidades del cultivo mediante la programación del riego (Ramírez, 1998).

Para poder determinar la demanda de riego es necesario conocer la cantidad de agua que se debe suministrar al cultivo (Palomino, 2009); estas necesidades de riego se basan en la estimación de la evapotranspiración de referencia (Rodríguez, 2012), la misma que se determina mediante la evaporación de la superficie del suelo y por la transpiración de los cultivos (Doorenbos, 1980).

Para estimar la evapotranspiración están disponibles muchos métodos (Romero, 2009), uno de estos se basa en utilizar la tina de evaporación clase A (Allen, 2006); sin embargo su desempeño debe ser evaluado bajo un ambiente específico (Vasquez, 2011). El criterio técnico de la programación del riego es determinar el volumen y el periodo de riego a lo largo del ciclo del cultivo para lograr la máxima producción, es decir la eficiencia máxima del uso del agua por kilo producido (Molina, 2010).

Por otra parte, la provincia de Santa Elena, se ubica en la zona desértica tropical con temperatura promedio anual de 24 grados Celsius (Cañadas, 1983); con periodos de sequía en la mayoría de los meses del año donde la evaporación es superior a la precipitación en las mayoría de los meses del año (Ortiz, 2008), Siendo entonces, de vital importancia realizar estudios relacionados con el uso y manejo sustentable del agua de riego, por lo que se plantea la investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico del maíz bajo diferentes láminas de riego utilizando como instrumento de medición la tina de evaporación clase A, en la Comuna Río Verde, Provincia de Santa Elena.

## 2. Materiales y Métodos

La investigación se realizó de julio a octubre del 2013 en el Centro de Producción y Prácticas Río Verde, propiedad de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, ubicada en la comuna Río verde cantón Santa

Elena, en el kilómetro 118 de la vía Guayaquil – santa Elena, en las coordenadas UTM 97450545 mS, 533359 m, 9745028 m zona 17M DATUM WGS 1984, altura 25 msnm, precipitación 110 mm por año, temperatura media anual 24 grados Celsius y humedad relativa promedio anual 80% (UPSE – INAMHI 2013).

Las parcelas se constituyeron por un camellón de 1,5 metros de ancho por 20 metros de largo a doble hilera de cultivo por camellón; riego por goteo con una línea de riego por cama y goteros cada 0,3 m y caudal de 1,6 lph.

El experimento se ejecutó bajo el diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos 60, 70, 80, 90 y 100 por ciento de la evapotranspiración con 4 repeticiones, el análisis estadístico de las medias de los tratamientos, se realizó mediante la prueba Tukey al 5% de significancia estadística con el software Infostat 2013 sobre Window 7.

La medición de la evaporación se realizó en la tina de evaporación clase A, de forma diaria y la reposición para el riego se efectuó considerando la media de las lecturas de dos días consecutivos previos al riego. La lámina de riego se determinó mediante la expresión:

$$d = \frac{Etv * Kt * Kc * Kl}{Rl * CUD} T$$

d = Lámina de riego

Etv= Tasa de evaporación medido en la tina clase A.

Kt= Coeficiente de tina

Kc= Coeficiente de cultivo según etapa fenológica

Kl= Coeficiente de localización del riego.

T= Tratamiento en porcentaje %

CUD= Coeficiente de uniformidad de distribución de caudales

RL= Requerimiento de lavado

Para la calibración del coeficiente de tina se utilizaron los datos climáticos, velocidad del viento y humedad relativa, de la estación meteorológica de la Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE; el Kc empírico único del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas (figura 1), se tomó de las tablas del Manual 56 de la FAO y ajustado a las condiciones locales siguiendo la metodología mencionada por Allen (2006).

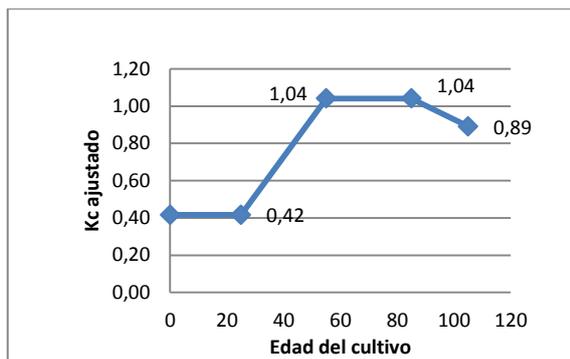


Figura 1. Coeficiente de crecimiento de cultivo  
La lámina de lavado (figura 2) correspondió al 5% de la dosis de riego, la misma que se calculó mediante el modelo Watsuit y Chemiq, permitiendo la modelación de los riesgos de salinidad, sodicidad y el efecto tóxico de la concentración de los elementos en la solución del suelo en la zona radical del cultivo (Roades, 1992).

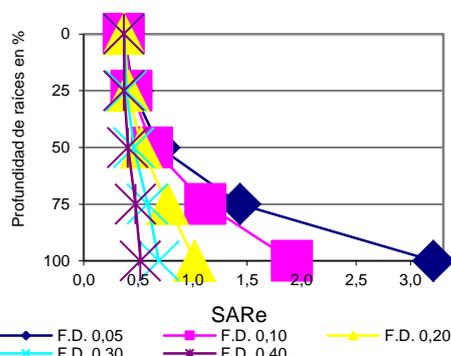


Figura 2. Distribución de la sodicidad en agua concentrada saturada con CaCO3

La aplicación del riego se realizó fue diario y las dosis estuvo en relación con las variantes de riego

### 3. Resultados y Discusión

Las variables agronómicas (tabla 1) altura de planta a los 30 y 90 días, así como la altura de inserción de la mazorca, no muestran diferencias estadística en su comportamiento, coincidiendo con Janshidi (2012), que en un estudio con diferentes niveles de riego por goteo (cinta) y densidad de plantas sobre los componentes del rendimiento en maíz sembrados a una y dos hileras por línea de riego en el norte de Khozestan, Irán, no encontró diferencia significativa entre los parámetros agronómicos del maíz regados con niveles de 75% 100% y 125%.

Tabla 1. Variables agronómicas (cm).

Tratamientos	Altura de planta a los 30 días.	Altura de planta a los 90 días	Altura de inserción de mazorca
T1 60 %	57,6 a	252,26 a	86,6 a
T2 70 %	59,7 a	255,4 a	92,55 a
T3 80 %	55,5 a	255,13 a	88,75 a
T4 90 %	61,25 a	250,45 a	87,3 a
T5 100 %	54,75 a	253,55 a	87,25 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la producción (tabla 2) hay diferencia significativa según Tukey ( $p > 0,05$ ), destacando el tratamiento 90% de la evapotranspiración con  $12,18 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , seguido del tratamiento 100%  $11,83 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  promedio superior a los expuesto por Zamora (2011) que obtuvo rendimiento de  $9,271 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$

La productividad del agua expresada en kilogramos de maíz por metro cúbico de agua de riego, varía entre  $8,68$  a  $6,13 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  en los tratamientos del 60 a 100% de la evapotranspiración, guardando relación con lo reportado por González (2010) que en suelo ferralítico rojo del sur de La Habana, determinó para maíz valores de  $2,09$  y  $11,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , en este mismo sentido, Zamora 2011 obtuvo rendimiento de  $2,96 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  con la lámina de 85% de la evaporación.

Tabla 2. Indicadores de productividad del agua de riego

Tratamientos	Producción $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	Volumen de agua $\text{m}^3$	Productividad $\text{Kg}\cdot\text{m}^{-3}$
T1 60 %	10,53 c	1157	8,68
T2 70 %	11,03 bc	1350	8,15
T3 80 %	11,43 abc	1542	7,41
T4 90 %	12,18 a	1735	7,02
T5 100 %	11,83 ab	1928	6,13

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Por otra parte, la figura 3 muestra el grado de dependencia del rendimiento en función de los tratamientos, el coeficiente de determinación  $R^2$  0,91 corrobora el desempeño de las variantes de riego.

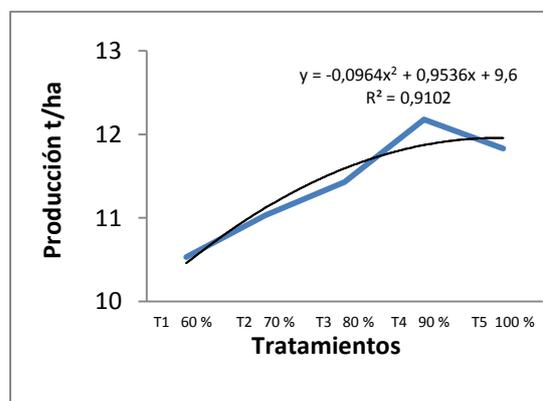


Figura 3. Producción vs láminas de riego.

### 4. Conclusiones

El tratamiento de 90% según los resultados, cumple con la demanda hídrica del cultivo para la zona donde se realizó el estudio; sin embargo, los tratamientos correspondientes del 60% a 80% tienen resultados halagadores, si se considera que la región cuenta con suministro de agua de riego limitado, las mismas que pudieran ser considerados en la programación del riego de acuerdo a la disponibilidad del recurso hídrico.

## 5. Agradecimiento

Nuestros más sinceros agradecimientos a las autoridades de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, y Facultad de Ciencias Agrarias por el apoyo financiero al desarrollo de esta investigación.

## 6. Referencias

- Allen, R. G. (2006). *Manual de Riego y Drenaje 56. Evapotranspiración de cultivo. Guía para determinación de los requerimientos de agua para cultivos*. Roma: FAO.
- Cañadas, C. L. (1983). *Mapa bioclimáticos y ecológicos del Ecuador*. Quito: Editores Asociados Cia.
- Doorenbos, J. K. (1980). *Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y drenaje N° 33*. Roma: FAO.
- FAO. (2002). *Agua y Cultivos. Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura*. ROMA: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/005/y3918s/y3918s03.htm>
- Garcés, R. C. (2010). *Transferencia de la gestión del riego Esfuerzos y resultados globales. Informe de la FAO sobre temas Hídricos*. 32 (2008 ed.). Roma: FAO.
- Gonzalez, R. F. (2010). Productividad del agua en maíz, soya y sorgo en suelo Ferralítico Rojo del sur de La Habana. *Revista Ciencias Técnica Agropecuarias.*, 19(1), 95 -97.
- Jamshidi, A. R. (2012). Efectos de diferentes niveles de riego por goteo (cinta) y la densidad de plantas sobre los componentes del rendimiento y de rendimiento de maíz sembrados a una y dos hileras por línea de riego en el norte de Khozestan, Irán. *Advances in Environmental Biology*, 6(1). Recuperado el 18 de noviembre de 2014, de <http://ovidsp.tx.ovid.com/sp-3.13.1a/ovidweb.cgi?&S=PFGIFPGKAIDD EJC FNCLKLCMIEMLA00&Complete+Reference=S.sh.18%7c4%7c1>
- Molina, M. J. (2010). *Automatización y Telecontrol de sistemas de riego*. Barcelona: Ediciones Técnicas Marcombo.
- Ortiz, F. (2008). *Potencialidades de la península de Santa Elena*. Recuperado el 23 de noviembre de 2014, de [www.agrogestion.ec/potencialidades\\_peninsula.pdf](http://www.agrogestion.ec/potencialidades_peninsula.pdf)
- Palomino, V. K. (2009). *El riego por aspersión*. España: Starbook.
- Ramírez, J. A. (1998). *Necesidad de agua de los cultivos*. (C. U. José, Ed.) Chillan, Chile: Universidad de Concepción.
- Roades, J. D. (1992). *Uso de aguas salinas para la producción agrícola. Riego y Drenaje Paper 48*. FAO.
- Rodríguez, s. S. (2012). Evapotranspiración de referencia estimada con Fao-Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Hargreaves y RNA. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(8), 1535 - 1549.
- Romero, E. R. (junio de 2009). Estimación de las necesidades hídricas de pepino (*Cucumis sativus* L.), durante las diferentes etapas fenológicas, mediante la tina de evaporación. *Revista Agricultura Andina*, 16, 1-16.
- Terraza, R. P. (abril de 2008). Programación del riego en caña de azúcar en una zona semiárida del estado Lara, Venezuela, utilizando la metodología fao-56. *Bioagro V.20. n1*, 21-27. Recuperado el 13 de noviembre de 2014, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612008000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612008000100003&script=sci_arttext)
- Vasquez, M. R. (2011). Habilidad de estimación de los métodos de evaporación para la zona semiárida del centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(3), 399-417.
- Zamora, S. R. (2011). Régimen hídrico del maíz en una zona árida, Determinado en

porcentajes de evaporacion. *Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(2), 181-186.  
Recuperado el 13 de noviembre de 2014,  
de  
<http://www.veterinaria.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/viewFile/739/536>