

13

IMPACTO

**DEL ESTRÉS HÍDRICO EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ (ZEA
MAYS L.), EN MOCACHE, ECUADOR**

IMPACTO

DEL ESTRÉS HÍDRICO EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ (ZEA MAYS L.), EN MOCACHE, ECUADOR

IMPACT OF WATER STRESS ON THE YIELD OF CORN (ZEA MAYS L.), IN MOCACHE, ECUADOR

Marlon Fernando Monge-Freile¹

E-mail: mmongef@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5397-910X>

Génesis Yamileth Bustamante-Saltos¹

E-mail: genesis.bustamante2016@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9738-7605>

Belén Estefanía Simbaña-Cifuentes¹

E-mail: belen.simbana2016@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2248-7388>

Katiuska Carolina Molina-Yépez¹

E-mail: katiuska.molina2016@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1058-4671>

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Monge-Freile, M. F., Bustamante-Saltos, G. Y., Simbaña-Cifuentes, B. E., & Molina-Yépez, K. C. (2025). Impacto del estrés hídrico en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), en Mocache, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 8(S1), 100-107.

RESUMEN

Este estudio evaluó el impacto del riego deficitario en el desarrollo del maíz. Para ello, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro niveles de riego durante la estación seca: T1 (40% ETc), T2 (60% ETc), T3 (80% ETc) y T4 (100% ETc). No hubo diferencias significativas en el número de hojas por planta. En los primeros 45 días, el déficit hídrico no afectó la altura de la planta, pero a los 60 días, T4 alcanzó la mayor altura (1.98 m), seguido de T2 (1.72 m). El diámetro del tallo mostró un comportamiento similar, con T4 (17.10 mm) y T2 (15 mm) destacándose a los 60 días. El rendimiento más alto se obtuvo con T4 (16.68 t ha⁻¹), seguido por T3 (14.75 t ha⁻¹). T4 mostró una reducción del 13.14% en altura y 12.28% en diámetro en comparación con T2, con un ahorro de agua del 40%. T1 presentó la mayor eficiencia del uso del agua (14.04 kg/m³), mientras que T4 tuvo la menor (7.19 kg/m³). Aunque T4 obtuvo un mayor rendimiento, T1 fue más eficiente en el uso del agua.

Palabras clave:

Biofísica, eficiencia hídrica, estrés hídrico, maíz, rendimiento.

ABSTRACT

This study evaluated the impact of deficit irrigation on maize development. A randomized complete block design with four irrigation levels was used during the dry season: T1 (40% ETc), T2 (60% ETc), T3 (80% ETc), and T4 (100% ETc). No significant differences were found in the number of leaves per plant. In the first 45 days, water deficit did not affect plant height, but by 60 days, T4 achieved the greatest height (1.98 m), followed by T2 (1.72 m). Stem diameter showed a similar pattern, with T4 (17.10 mm) and T2 (15 mm) standing out at 60 days. The highest yield was obtained with T4 (16.68 t ha⁻¹), followed by T3 (14.75 t ha⁻¹). T4 exhibited a 13.14% reduction in height and a 12.28% reduction in stem diameter compared to T2, with a 40% water saving. T1 showed the highest water use efficiency (14.04 kg/m³), while T4 had the lowest (7.19 kg/m³). Although T4 yielded more, T1 was more efficient in water use.

Keywords:

Biophysics, water efficiency, water stress, corn, yield.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz se ha consolidado como una de las actividades económicas más relevantes en el Ecuador (Caviedes, 2019; Guamán et al., 2020), ganando reconocimiento a nivel mundial por su capacidad de generar ingresos significativos en cortos periodos de tiempo (Analuisa-Aroca, 2023). Se prevé que el maíz continúe siendo de gran importancia económica y representativa para el país (Sánchez Mera et al., 2023). Por ello, las investigaciones dirigidas a sostener e incrementar los niveles de producción son viables y necesarias.

Dado el papel fundamental del maíz en la economía productiva nacional (Celi et al., 2023), es crucial considerar métodos de riego más accesibles para los productores, como la aplicación de láminas de riego controlado (León et al., 2020). Este enfoque no solo tiene en cuenta la optimización de la producción del cultivo, sino también el ahorro moderado del consumo hídrico (Tapia et al., 2022; Sáez-Cigarruista et al., 2024). Con esta información, técnicos de campo y agricultores pueden utilizarla como referencia para la toma de decisiones en la gestión de este recurso.

La disponibilidad de recursos hídricos ha disminuido en los últimos años (González-Osorio et al., 2022), creando serios desafíos para satisfacer las múltiples y crecientes demandas. Esto hace necesario el desarrollo de estrategias de riego que ahorren agua, adaptándose así a los efectos adversos del cambio climático (Nikolaou et al., 2020). Esta investigación pretende proporcionar información sobre el impacto del riego deficitario en el desarrollo del cultivo maíz con las condiciones agroclimáticas del cantón Mocache, provincia de Los Ríos-Ecuador, con el fin de identificar la lámina de riego que genere mejores resultados. Aquello, permitirá un uso más eficiente del agua en la producción agrícola, dado que, tradicionalmente, los sistemas de riego se han gestionado por tiempo, sin considerar criterios precisos sobre la cantidad de agua requerida.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el “Campus Universitario La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el kilómetro 7.5 de la carretera Quevedo – El Empalme, en el recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Las coordenadas geográficas del lugar son 01°08'37” de latitud Sur y 79°50'22” de longitud Oeste, con una altitud de 73 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Se evaluaron cuatro tratamientos de riego, de los cuales uno corresponde a la aplicación de una lámina de riego al 100% de la evapotranspiración del cultivo (ETc). La Tabla 1 a continuación presenta una descripción detallada de los tratamientos considerados en el estudio.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Lámina de agua
T1	40% de la ETc
T2	60% de la ETc
T3	80% de la ETc
T4	100% de la ETc

Se aplicó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) cuatro tratamientos y tres repeticiones, considerándose como unidad experimental cada parcela. Las variables de respuesta, que se sometieron al respectivo análisis de varianza (Tabla 2).

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamiento	$T - 1$	3
Bloques	$r - 1$	2
Error	$(r - 1)(t - 1)$	6
Total	$Tr - 1$	11

Las características del área experimental se encuentran descritas en la Tabla 3.

Tabla 3. Características del área experimental.

Características	Descripción
Tamaño del lote	2016 m ²
Cantidad de plantas	3156
Plantas por unidad experimental	96
Distancia entre líneas de riego	80 cm
Separación entre aspersores	6 m
Unidades experimentales	12
Numero de tratamientos	4
Numero de repeticiones	3
Área del tratamiento	81 m ²

Se llevó a cabo labores de preparación del suelo, desinfección y delimitación del terreno, seguidas del proceso de siembra, utilizando un distanciamiento de 20 centímetros entre plantas y 80 centímetros entre hileras.

Para el control de malezas, se aplicó un herbicida pre-emergente (herbicida 1) antes de la siembra. Posteriormente, se realizaron fumigaciones en las parcelas y en las calles del lote de investigación con un herbicida post-emergente (herbicida 2) selectivo para maíz, con el fin de evitar daños al cultivo (Tabla 4).

Tabla 4. Descripción del control de malezas durante el ciclo vegetativo.

Edad del cultivo (semanas)	Herbicida 1	Herbicida 2	Dosis 1 (L ha ⁻¹)	Dosis 2 (L ha ⁻¹)
1	Antorch® SL (Glufosinato de amonio: 200 g L ⁻¹)		2	0
5	Arrasador ® SG (Glifosato: 480 g L ⁻¹).		2	0
8	Control manual con motoguadaña			
12	Antorch® SL (Glufosinato de amonio: 200 g L ⁻¹)		2	0
16	Antorch® SL (Glufosinato de amonio: 200 g L ⁻¹)	Arrasador ® S (Glifosato: 480 g L ⁻¹).	2	2

Después de la siembra se suministró riego tres veces por semana, aplicándolo durante las primeras horas del día. Posteriormente, a partir de la cuarta semana, el riego se ajustó conforme a las especificaciones de cada tratamiento en estudio (Tabla 5). Los emisores se instalaron con un espaciado de 6 metros entre ellos y 6 metros entre las líneas laterales. Se utilizaron aspersores de la marca Senninger, modelo Mini-Wobbler de ángulo alto con boquilla Lima (7/64”), con una intensidad de riego de 429 L h⁻¹.

Tabla 5. Descripción de la programación de riego.

Tratamiento	Tiempo de riego (minutos)	Lamina de riego (mm)
T1: 40% de la ETc	1032	204.51
T2: 60% de la ETc	1548	306.76
T3: 80% de la ETc	2064	409.02
T4: 100% de la ETc	2580	511.27

Se aplicaron insecticidas para controlar las plagas y minimizar las pérdidas en el cultivo de maíz. Estos tratamientos se realizaron con una frecuencia de 3 a 4 semanas, alternando entre fungicidas e insecticidas, lo que facilitó un control efectivo y contribuyó a un rendimiento óptimo en el futuro (Tabla 6).

Tabla 6. Descripción del control fitosanitario.

Edad del cultivo (semanas)	Fungicida	Insecticida	Dosis F (L)	Dosis I (L)
1	Manzate® 80 wp: (100 cm / 20)	Goliath® 600: (75 cm / 20)	2	0
5	Manzate® 80 wp: (100 cm / 20)	Goliath® 600: (75 cm / 20)	2	2
8	Manzate® 80 wp: (100 cm / 20)	Goliath® 600: (75 cm / 20)	0	2
12	Manzate® 80 wp: (100 cm / 20)	Goliath® 600: (75 cm / 20)	2	0
16	Manzate® 80 wp: (100 cm / 20)	Goliath® 600: (75 cm / 20)	2	2

La fertilización se realizó en la fase vegetativa con la aplicación de Fertison maíz® 19-0-14-2-2 (composición: Nitrógeno 19%, Potasio 14%, Magnesio 2%, Azufre 2%, Cloruros 7.90%). Así como también, se aplicó Urea. La fertilización se aplicó en una secuencia entre 2 a 3 semanas (Tabla 7).

Tabla 7. Descripción de la fertilización.

Edad del cultivo (semanas)	Fertilizante 1	Fertilizante 2	Dosis Fertilizante 1 (L)	Dosis Fertilizante 2 (L)
2	Fertison maíz®	Urea	30	-
4	Fertison maíz®	Urea	-	30
6	Fertison maíz®	Urea	-	30
8	Fertison maíz®	Urea	60	-
13	Fertison maíz®	Urea	-	60
16	Fertison maíz®	Urea	100	-
18	Fertison maíz®	Urea	-	100

La altura de planta se registró muestreando 10 plantas seleccionadas aleatoriamente por cada unidad experimental de la zona céntrica, utilizando un flexómetro. Se consideró desde el nivel del suelo hasta la terminación de las hojas de la planta. Posteriormente, se determinó el promedio de acuerdo a cada tratamiento, y se expresó la magnitud en centímetros.

Se utilizó un calibrador, midiendo el diámetro del tallo a una altura de 10 cm sobre el nivel del suelo, se expresó su magnitud en milímetros. Luego se estableció el promedio de acuerdo a cada tratamiento en estudio.

El total de hojas por planta se determinó llevando un registro del total de hojas emitidas entre el primer mes de la planta y la última semana del experimento. Posteriormente, se obtuvo el promedio por cada tratamiento.

Se calculó la eficiencia del uso del agua dividiendo el rendimiento obtenido por cada tratamiento entre el volumen total de agua consumido. La fórmula utilizada para este cálculo fue:

$$Ea = \text{rendimiento} / \text{volumen de agua consumida}$$

Donde "Ea" representa la eficiencia del uso del agua, el rendimiento es la producción por hectárea obtenida, y el volumen de agua consumida es la cantidad total de agua aplicada por planta durante el experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 8 se muestran los promedios de altura de planta y el coeficiente de variación para cada registro en el cultivo de maíz, medidos a los 15, 30, 45 y 60 días. Se observa que en las tres primeras evaluaciones no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en la evaluación a los 60 días se detectaron diferencias significativas, destacando el tratamiento 4 (100% de la ETC.) con un promedio de altura de planta de 198.01 cm, superior al de los otros tratamientos.

Estos resultados difieren con los reportados por Gutiérrez-Guzmán et al. (2022), donde compararon dos sistemas de riego, uno superficial y el otro por goteo, en el estudio evaluaron tres láminas de riego, al 50%, 75% y 100% de la ETC, siendo la lámina del 75% la que destacó y fue superior estadísticamente, el valor que obtuvieron en altura de planta fue 186 cm. Los coeficientes de variación obtenidos para esta variable fueron de, 11.73%, 8.14%, 8.49%, 6.91%.

Tabla 8. Altura de planta registrado en maíz bajo aplicación de riego deficitario por aspersión.

No.	Tratamientos	Días			
		15	30	45	60
1	40 % de la ETC	31.57 a	45.10 a	70.23 a	152.63 b
2	60 % de la ETC	33.74 a	48.20 a	69.10 a	171.84 ab
3	80 % de la ETC	33.62 a	48.03 a	65.87 a	153.47 b
4	100 % de la ETC	38.28 a	44.73 a	68.47 a	198.01 a
Promedio		34.30	46.52	68.42	168.99
C.V. (%)		11.73	8.14	8.49	6.91

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

En la Tabla 9 se presentan los promedios y coeficientes de variación para el cultivo de maíz, con registros realizados a los 15, 30, 45 y 60 días. A los 15 y 30 días no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos

evaluados. Sin embargo, a los 45 días se encontraron diferencias significativas, destacando el tratamiento 4 (100% de la ETc.) con un diámetro de tallo de 11.83 mm. Un patrón similar se observó a los 60 días, donde el tratamiento 4 (100% de la ETc.) mostró un diámetro de tallo de 17.10 mm, significativamente mayor que el de los otros tratamientos.

Estos resultados son inferiores a los reportados por Sánchez (2019), quien utilizó dos metodologías de riego, una de las cuales se basaba en la evapotranspiración (ETc), y obtuvo un diámetro de tallo de 20.4 mm a los 60 días. No obstante, ambos estudios muestran una tendencia similar, en la que la lámina de riego determina el mayor diámetro de tallo. Mendoza-Pérez et al. (2016), destacan la importancia de aplicar riego deficitario en el momento adecuado para lograr rendimientos óptimos; y Chen et al. (2019), subrayan que la demanda de agua afecta el desarrollo, rendimiento del cultivo. Los coeficientes de variación obtenidos para esta variable fueron 9.74%, 9.59%, 8.92% y 6.38%.

Tabla 9. Diámetro de tallo registrado en maíz bajo aplicación de riego deficitario por aspersión.

No.	Tratamientos	Días			
		15	30	45	60
1	40 % de la ETc	5.25 a	7.50 a	10.60 ab	14.70 ab
2	60 % de la ETc	5.27 a	7.03 a	10.30 ab	15.00 ab
3	80 % de la ETc	4.92 a	7.53 a	9.00 b	14.13 b
4	100 % de la ETc	5.67 a	8.70 a	11.83 a	17.10 a
Promedio		5.28	7.70	10.43	15.23
C.V. (%)		9.74	9.59	8.92	6.38

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

En la Tabla 10 se presentan los coeficientes de variación para el número de hojas a los 15, 30, 45 y 60 días, que fueron 13.33%, 7.78%, 6.90% y 13.02%, respectivamente. Como se mencionó anteriormente, no se encontraron diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos evaluados en ninguna de las mediciones.

El estudio de Miri et al. (2024), reveló que el número de hojas en un cultivar de maíz resistente al estrés hídrico fue significativamente mayor en comparación con los cultivares sensibles al estrés hídrico bajo condiciones de riego deficitario. El cultivar resistente al estrés hídrico presentó un promedio de 13.2 hojas bajo riego completo, mientras que los cultivares sensibles mostraron promedios de 11.7 y 12.1 hojas, respectivamente.

Por otro lado, Alghory & Yazar (2019), encontraron que el número de hojas en el maíz bajo riego parcial de la zona radicular y riego deficitario varió entre 11.7 y 13.3. En general, no se observaron diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos de riego parcial de la zona radicular y riego deficitario, lo que sugiere que estas estrategias pueden mantener un número similar de hojas sin afectar negativamente el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Al comparar estos resultados con los estudios de Alghory & Yazar, (2019); y Miri et al. (2024), se concluye que las diferentes estrategias de riego y niveles de estrés hídrico pueden influir en el número de hojas del maíz. Sin embargo, es crucial tener en cuenta las condiciones específicas y los enfoques de riego de cada estudio al interpretar estos resultados. En general, un manejo adecuado del riego y una adaptación efectiva a las condiciones de estrés hídrico son factores clave para optimizar el crecimiento y rendimiento del maíz, incluido el número de hojas.

Tabla 10. Número de hojas por planta en el cultivo de maíz bajo aplicación de riego deficitario por aspersión.

No.	Tratamientos	Días			
		15	30	45	60
1	40 % de la ETc	3.67 a	5.67 a	7.33 a	9.33 a
2	60 % de la ETc	3.67 a	5.33 a	7.33 a	9.33 a
3	80 % de la ETc	3.67 a	5.00 a	7.00 a	9.67 a
4	100 % de la ETc	4.00 a	5.00 a	7.33 a	12.00 a
Promedio		3.75	5.25	7.25	10.08
C.V. (%)		13.33	7.78	6.90	13.02

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

En la Tabla 11 se presentan los promedios del rendimiento y el coeficiente de variación para el cultivo de maíz. El tratamiento 4 (100% de la ETc) destacó significativamente, alcanzando el mayor rendimiento con 16.68 t ha⁻¹. En contraste, el tratamiento 2 (60% de la ETc.) registró el menor rendimiento, con un promedio de 12.88 t ha⁻¹.

Estos resultados son consistentes con los reportados por Tapia et al. (2022), quienes evaluaron el riego deficitario en maíz con diversas láminas de riego netas y brutas, encontrando que mayores láminas de riego resultan en un mayor rendimiento. En su estudio, la lámina de riego del 120% de la ETc. logró el rendimiento más alto, con 17.01 t ha⁻¹. El coeficiente de variación para esta variable fue de 8.37%.

Tabla 11. Efecto de la lámina de riego sobre el rendimiento en el cultivo de maíz.

No.	Tratamientos	Rendimiento (t ha ⁻¹)
1	40 % de la ETc	12.96 b
2	60 % de la ETc	12.88 b
3	80 % de la ETc	14.75 ab
4	100 % de la ETc	16.68 a
Promedio		14.31
CV		8.37

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

En la Tabla 12 se observa que los tratamientos de riego deficitario redujeron el rendimiento del cultivo, pero también incrementaron la eficiencia en el uso del agua. El tratamiento 1 destacó por su alta eficiencia, logrando un rendimiento de 12.96 t en 922.75 metros cúbicos de agua utilizado por hectárea.

El tratamiento con el 40% de la ETc produjo un rendimiento del 14.04% en comparación con el riego óptimo, utilizando solo el 75% del agua (Payero, 2006). Por otro lado, el tratamiento con el 75% de la ETc logró un rendimiento del 92% respecto al riego óptimo, a pesar de usar solo el 75% del agua (Kirda, 2002).

La programación del riego deficitario, adaptada a las etapas de crecimiento del cultivo que muestran tolerancia al estrés hídrico, puede mejorar la eficiencia en el uso del agua y mantener un rendimiento aceptable. Al comparar nuestros resultados con los estudios citados, se evidencia que, en general, los tratamientos de riego deficitario pueden optimizar la eficiencia hídrica mientras mantienen un rendimiento razonable del cultivo.

El tratamiento con el 80% de la ETc mostró un rendimiento cercano al 100% de la ETc, sugiriendo que es posible ahorrar agua sin sacrificar significativamente el rendimiento del maíz. De manera similar, Geerts & Raes (2009); y Payero et al. (2006), encontraron que el tratamiento con el 75% de la ETc logró rendimientos cercanos al riego óptimo en cultivos de quinua y maíz, respectivamente, utilizando solo el 75% del agua.

Tabla 12. Eficiencia del uso del agua sobre el rendimiento del cultivo de maíz en diferentes láminas de riego deficitario.

No.	Tratamientos	Volumen aplicado (m ³ ha ⁻¹)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Uso eficiente del agua (kg m ³)
1	40 % de la ETc	922.75	12.96	14.04
2	60 % de la ETc	1238.22	12.88	10.40
3	80 % de la ETc	1912.35	14.75	7.72
4	100 % de la ETc	2321.78	16.68	7.19

CONCLUSIONES

El cultivo de maíz mostró un mejor comportamiento biofísico en el tratamiento 4, que corresponde al 100% de la ETc. Este tratamiento fue superior en términos de altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.

Estos resultados sugieren que un suministro adecuado de agua puede mejorar significativamente el crecimiento y el desarrollo del maíz. No obstante, con la aplicación de T1 (40% de la ETc), se logró obtener mayor eficiencia del uso del agua con un registro de 14.04 kg m³.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alghory, A., & Yazar, A. (2019). Evaluation of crop water stress index and leaf water potential for deficit irrigation management of sprinkler-irrigated wheat. *Irrigation Science*, 37(1), 61–77. <https://doi.org/10.1007/s00271-018-0603-y>

- Analuisa-Aroca, I. A. (2023). Nodos de la agricultura familiar dedicada al maíz amarillo en Manabí, Ecuador. *Hatun Yachay Wasi*, 2(1), 109–120. <https://doi.org/10.57107/hyw.v2i1.40>
- Caviedes, G. M. (2019). Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías*, 11(1), 116–123. <https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.1100>
- Celi, F., Pineda, D., & Cobos, C. (2023). Relación costo – beneficio de la producción de maíz duro de los cantones Celica, Pindal y Zapotillo, provincia de Loja. *Opuntia Brava*, 15(4), 231-241. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1983>
- Chen, Y., Marek, G. W., Marek, T. H., Gowda, P. H., Xue, Q., Moorhead, J. E., Brauer, D. K., Srinivasan, R., & Heflin, K. R. (2019). Multisite evaluation of an improved SWAT irrigation scheduling algorithm for corn (*Zea mays* L.) production in the U.S. Southern Great Plains. *Environmental Modelling & Software*, 118, 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.04.001>
- Geerts, S., & Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96(9), 1275-1284. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.04.009>
- González-Osorio, B. B., Saá-Yáñez, L. M., Simba-Ochoa, L. F., Barragán-Monroy, R., & Cadme-Arevalo, M. L. (2022). Vegetación riparia y la calidad del recurso hídrico en la zona centro del litoral ecuatoriano. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1070>
- Guamán Guamán, R. N., Desiderio Vera, T. X., Villavicencio Abril, Á., Ulloa Cortázar, S. M., & Romero Salguero, E. J. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 47–56. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- Gutiérrez-Guzmán, U. N., Ríos-Vega, M. E., Núñez-Hernández, G., Esquivel-Romo, A., Vázquez-Navarro, J. M., & Anaya-Salgado, A. (2022). Producción de maíz forrajero con dos sistemas de riego y tres niveles de la evaporación aplicada. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(SPE28), 263-273. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342022001000263&script=sci_art-text
- Kirda, C. (2002). Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. <https://www.fao.org/4/y3655e/y3655e03.htm>
- León Mejía, A., Arzube Mayorga, M., Orrala Borbor, N., & Drouet Candell, A. (2020). Efecto del riego deficitario controlado en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) utilizando la tina de evaporación clase A, en Río Verde, Santa Elena, Ecuador. *Journal of Science and Research*, 5(1), 114–124. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/765>
- Mendoza-Pérez, C., Sifuentes-Ibarra, E., Ojeda-Bustamante, W., & Macías-Cervantes, J. (2016). Response of surface-irrigated corn to regulated deficit irrigation. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 8(1), 29-40. <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2016.03.001>
- Miri, S., Alizadeh, H. A., Alizadeh, Y., & Amini, E. (2024). Water use efficiency of maize-mung bean in intercropping systems under different water stress conditions. *Water and Soil Management and Modeling*, 4(1), 233-247. https://journal.uma.ac.ir/article_2104_d881cd-466f9e921df449ba689684b758.pdf
- Nikolaou, G., Neocleous, D., Christou, A., Kitta, E., & Katsoulas, N. (2020). Implementing sustainable irrigation in water-scarce regions under the impact of climate change. *Agronomy*, 10(8). <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/8/1120>
- Payero, J. O., Melvin, S. R., Irmak, S., & Tarkalson, D. (2006). Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. *Agricultural Water Management*, 84(1-2), 101-112. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.01.009>
- Sáez-Cigarruista, A., Morales-Guevara, D., Gordon-Mendoza, R., Jaén-Villarreal, J., Franco-Barrera, J., & Ramos-Manzané, F. (2024). Sensibilidad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes períodos de déficit hídrico controlado. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1). <https://doi.org/10.15517/am.2024.55660>
- Sánchez Mera, M. B., Urdánigo Zambrano, J. P., & Toscano Alvarez, D. K. . (2023). Plantas invasoras en cultivos de maíz (*Zea mays* L.) bajo escenarios de cambio climático en la provincia Los Ríos, Ecuador. *Ciencia Y Tecnología*, 16(2), 49–58. <https://doi.org/10.18779/cyt.v16i2.757>
- Sánchez, D. K. (2019). Efecto de la poliacrilamida en el rendimiento y volumen de riego en maíz (*Zea mays* L.) var. opaco mal paso irrigación Majes. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. _
- Tapia, R., León, R., & Torres, C. (2022). Riego deficitario y densidad de siembra en indicadores morfofisiológico y productivos de híbrido de maíz. *Revista ESPAM-CIENCIA*, 12(2), 131-140. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i2.269