

LÁMINAS DE RIEGO Y SU INCIDENCIA EN LA MORFOLÓGIA DE VARIOS GENOTIPOS DE CAFÉ (*COFFEA ARÁBICA L*)

IRRIGATION SHEETS AND THEIR IMPACT ON THE MORPHOLOGY OF VARIOUS GENOTYPES OF COFFEE (*COFFEA ARABICA L*)

Juan Carlos Lagos Pazmiño¹
 Shirley Santos Saverio²
 Alfredo Valverde Lucio³
 Juan García Cabrera⁴
 Hugo Álvarez Plúa⁵

Resumen

El estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta morfo-fenotípica de tres genotipos de café arábigo (*Coffea arábica L*) a la aplicación de tres láminas de riego. La investigación fue experimental, apoyada estadísticamente con un diseño de Bloques al Azar con arreglo factorial 3x2, los genotipos de café arábigo usados en el proceso experimental factor A: Catimor, Catucaí amarillo, Acawua amarillo; factor B: láminas de riego 0,5 mm, 0,75 mm, 1,0 mm, las variables analizadas fueron: altura de la planta, altura hasta la primera hoja, diámetro de tallo, número de hoja por planta, ancho de la hoja, longitud de hoja, número de frutos y número de nudos. Los resultados determinaron que la mayor altura de la planta se obtuvo Catucaí amarillo 0,75 mm, diámetro de tallo el mejor tratamiento fue Catimor 0,5 mm, número de hoja por planta el mejor tratamiento fue Catimor 1,0, ancho de hoja el mejor tratamiento fue arábigo Catimor 1,0 mm, longitud de la hoja el mejor tratamiento fue Catucaí amarillo 1,0 mm, número de frutos el mejor tratamiento fue Catimor 0,5 mm. Se concluye que el mejor genotipo de café en cuanto a productividad fue Catimor con una lámina de 0,5 mm.

Palabras claves: café, lámina de riego, genotipos, morfología, productividad.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the morpho-phenotypic response of three genotypes of Arabica coffee (*Coffea arabica*) to the application of three irrigation sheets. The research was experimental, statistically supported with a randomized block design with a 3x2 factorial arrangement, the Arabica coffee genotypes used in the experimental process factor A: Catimor, yellow Catucaí, yellow Acawa; factor B: irrigation sheets 0.5 mm, 0.75 mm, 1.0 mm, the

Recepción: 01 de marzo de 2024 / Evaluación: 30 de marzo de 2024 / Aprobado: 30 de abril de 2024

¹ Docente de la carrera Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles, Km 1½ vía Jipijapa-Noboa, Jipijapa, Manabí, Ecuador. Email: lagos.pazmino@unesum.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9201-4148>.

²Ingeniera independiente egresada de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. Email: shirley.santos@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0005-8450-9609>

³ Docente de la carrera Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles, Km 1½ vía Jipijapa-Noboa, Jipijapa, Manabí, Ecuador. Email: yhonny.valverde@unesum.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9792-9400>.

⁴ Docente de la carrera Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles, Km 1½ vía Jipijapa-Noboa, Jipijapa, Manabí, Ecuador. Email: juan.cabrera@unesum.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6334-7744>.

⁵ Docente de la carrera Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Campus Los Ángeles, Km 1½ vía Jipijapa-Noboa, Jipijapa, Manabí, Ecuador. Email: agustin.alvarez@unesum.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5450-8609>.

variables analyzed were: height of the plant, height to the first leaf, stem diameter, number of leaves per plant, width of the leaf, leaf length, number of fruits and number of nodes. The results determined that the highest height of the plant was obtained yellow Catucaí 0.75 mm, stem diameter the best treatment was Catimor 0.5 mm, leaf number per plant the best treatment was Catimor 1.0, leaf width the best treatment was Arabica Catimor 1.0 mm, leaf length the best treatment was yellow Catucaí 1.0 mm, number of fruits the best treatment was Catimor 0.5 mm. It is concluded that the best coffee genotype in terms of productivity was Catimor with a 0.5 mm sheet.

Keywords: coffee, irrigation sheet, genotypes, morphology, productivity.

Introducción

El cultivo del café en los países cafetaleros sido clave y trascendental, no solo por su importancia en indicadores económicos, sino también por participar en el tejido social, cultural, institucional y político de muchos países de Sur y Centroamérica (Milla *et al.*, 2019). El Ecuador es un país con una gran tradición en el cultivo del café, tanto es así que es uno de los pocos países que produce dos tipos de café, el Arábico y Robusta, sin embargo, la producción de café ha sufrido una vertiginosa caída desde los años 90 y que se no ha podido ser recuperada hasta la fecha Venegas *et al.*, (2018).

Por otra parte la provincia de Manabí, de tradición caficultora, en los últimos años ha perdido esta tradición, de acuerdo a Ponce *et al.*, (2018), esto se debe a ineficiente gestión pública para la reactivación de la caficultura en Manabí y como consecuencia de la poca o casi nula de la gestión pública, por lo que existe una baja producción del café que afecta a los productores, condiciona la necesidad de impulsar un modelo de gestión pública desde los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) teniendo como elementos de partida a los caficultores y a las organizaciones de productores, en estrecha relación con otros actores locales claves vinculados a la actividad cafetalera, entre los principales el MAGAP, las Universidades, BANECUADOR y las empresas privadas dedicadas a la actividad agroindustrial del café y ONGs nacionales y extranjeras, proceso que permitirá impulsar la reactivación efectiva de la caficultura.

En este contexto existe, muchas falencias, entre estas la disponibilidad de agua para la agricultura, además que está disminuyendo progresivamente, debido a la competencia entre diferentes usuarios, lo que impone urgentemente diseñar un sistema que permita una utilización eficiente de este importante recurso no renovable. Por lo que (Cisneros *et al.*, 2015), manifiestan que para lograr elevar la productividad de los cultivos es imprescindible el estudio de las funciones agua-rendimiento y para lo cual recomienda el sistema de riego al goteo, lo que permitirá el ahorro de agua.

Otro de los factores importantes, es el comportamiento de los materiales genéticos de café, en algunos estudios las variedades de porte bajo Catucaí Amarillo, Colombia Brote Café, Caturra Rojo y Colombia Brote Verde mostraron alta productividad por planta, con un acumulado en cinco años consecutivos por arriba de los 20 kg/planta, lo que supera a todas las variedades de porte alto (López *et al.*, 2016).

En otros estudios sobre este mismo aspecto, Parrales (2018), menciona que las características morfológicas de 20 variedades e híbridos de café arábigo de alto valor genético, tales como los Sarchimor, sobresalieron en las principales variables morfológicas evaluadas. Mientras tanto en otros estudios similares, Lucas, (2018) indica que en la evaluación de la producción de variedades e híbridos de café (*Coffea arábica L.*) la mejor producción de café cereza se logró cuando se tiene en cuenta los factores ambientales, la edad de la plantación, plagas y enfermedades y el control de estas, también un buen manejo agronómico, e incluso el factor riego.

Por otra parte, Quintos & Santos (2021), mencionan que el sistema de riego por goteo permite conducir el agua mediante una red de tuberías y aplicarla a los cultivos a través y emisores que entregan pequeñas dotaciones o volúmenes de agua en forma periódica. El agua se aplica en forma de gota por medio de goteros.

Mientras tanto en su estudio, Rasool et al, (2022), encontraron que todos los tratamientos de riego por goteo significativamente incrementaron el rendimiento en comparación con el método de riego por surcos. Sin embargo, se observó un mejor factor de respuesta bajo para los años de estudio. También se observó que todos los componentes de crecimiento y rendimiento de grano fueron significativamente afectados por los diferentes déficits hídricos bajo riego por goteo.

Por otra parte, es necesario señalar que no siempre el empleo de láminas de riego puede tener respuestas satisfactorias, esto lo señala, Muslimah, et al, (2023) cuando realizó el análisis de varianza encontró que los tratamientos de riego por goteo no tuvieron efecto significativo en todos los parámetros registrados.

Mientras otros investigadores como Antosh et al, (2022), demuestran que los sistemas de riego pueden tener efectos positivos sobre la estabilidad de los agregados secos y el rendimiento potencial de los cultivos comerciales en agroecosistemas semiáridos irrigados.

Mientras tanto, Thapa et al (2020), en su estudio encontró resultados que sugieren que son posibles mayores rendimientos con sólo 300 mm de riego en el THP, pero el riesgo de baja producción es alto debido a los años frecuentes con bajas precipitaciones estacionales.

Finalmente, se puede decir que el riego deficitario (DI) se ha implementado en regiones áridas para mejorar la productividad del agua y al mismo tiempo mantener o aumentar el rendimiento de los cultivos, así lo señala Glorioso et al, (2022), en su estudio encontró que el estrés por déficit hídrico ser una estrategia prometedora para la gestión del agua en los sistemas de varios cultivo entre estos maíz, café entre otros, teniendo en cuenta el suelo, las etapas de crecimiento, las variedades y el clima adecuados.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la Finca Experimental de Andil, perteneciente a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en el km 5 de la vía Noboa. Sus límites son: al norte: con los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana, al sur: con el Cantón Paján y la Provincia del Guayas, al este: con los cantones 24 de mayo y Paján al oeste: con el Océano Pacífico y el Cantón Puerto López. (Cantos & Eguiguren (2014). las características meteorológicas tales como temperatura tienen media anual es de 23.7° grados Celsius, con precipitaciones medias anuales de entre 537 mm (Cantos & Eguiguren, 2014). Los factores estudiados fueron los híbridos de café, Catimor, Catucaí Amarillo y Acawa Amarillo y las láminas de riego 0,5 mm, 0,75 mm y 1,0 mm.

Tratamientos evaluados: Los tratamientos quedaron establecidos de la siguiente manera (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos y sus combinaciones del estudio láminas de riego y genotipos de café. 2024.

Tratamientos	Nomenclatura	FACTOR A.- Variedades	FACTOR B.- Láminas de riego
1	V1F1	A. Catimor	0,5 mm
2	V1F2	A. Catimor	0,75 mm
3	V1F3	A. Catimor	1,0 mm

4	V2F1	A. Catucaí Amarillo	0,5 mm
5	V2F2	A. Catucaí Amarillo	0,75 mm
6	V2F3	A. Catucaí Amarillo	1,0 mm
7	V3F1	A. Acawa Amarillo	0,5 mm
8	V3F2	A. Acawa Amarillo	0,75 mm
9	V3F3	A. Acawa Amarillo	1,0 mm

Se manejó con un diseño experimental de Bloques al Azar, teniendo nueve tratamientos, con tres repeticiones, con un total de 21 UE. La prueba de comparaciones de medias se la realizó, mediante la prueba de Tukey al 0.05 %.

Tabla 2. Delineamiento experimental del estudio láminas de riego y genotipos de café. 2024.

DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL	
Unidades experimentales	: 28
Número de repeticiones	: 4
Número de tratamientos	: 7
Número de plantas por unidad experimental	: 6
Número de plantas evaluadas en parcela útil	: 216
Número de plantas evaluadas	: 144
Plantas por tratamientos	: 54

Tabla 3. Esquema del análisis de la varianza para el estudio de láminas y genotipos de café. 2024

Fuente de variación	Grados de Libertad
Repetición	(R-1) 3
Tratamientos	(t-1) 6
Error	(R-1) (T-1) 18
Total	(R.T - 1) 27

Variables evaluadas y la metodología Altura de planta. Se midió la altura de planta, desde el suelo hasta el ápice del tallo principal, usando un flexómetro, se expresa en cm.

Altura de planta hasta la primera hoja. Se midió la altura del tallo, desde el suelo hasta la primera hoja, usando un flexómetro, se expresa en centímetros.

Diámetro de tallo. Se midió el diámetro del tallo de los cafetos, a 20 cm sobre el nivel del suelo empleando un calibrador tipo “Vernier” o pie de rey y se expresa en milímetros.

Longitud y diámetro de la hoja. Se contabilizó en esta variable con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro tomando las ramas del tercio medio de la planta, expresado en unidades de centímetros.

Longitud de peciolo. Se tomó el dato usando un flexómetro y se expresara en centímetros.

Número de hojas. Se tomó este dato ya que a los dos meses después de la germinación, la planta forma el primer par de hojas verdaderas y luego, en la fase de almácigo, la planta adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos.

Número de frutos y número de nudos: Se tomó este dato a los seis meses del ensayo una sola vez.

El estudio se manejó de la siguiente manera:

Preparación del suelo. Se efectuó con la limpieza del terreno, libre de malezas y de impurezas, para proceder a realizar hoyos para el trasplante de las variedades de café que se están estudiando.

Trasplante. - Se delimitó el terreno, utilizando carteles de color amarillo para identificar cada uno de los tratamientos a estudiar, el trasplante se realizó colocando cada una de las plantas a una distancia de 1.5 metro por 1.5 metro y con un marco de plantación de tipo tresbolillo, lo que permitió proceder con el hoyado para realizar el trasplante en el sitio definitivo de cada una de las variedades de café que se está estudiando.

Manejo técnico.- El cultivo fue llevado de manera técnica, en el posterior hoyado realizado se colocó 50 gramos de yeso agrícola (fertilización mineral), se colocó 50 gramos de humus de lombriz (abono orgánico); a los 35 días posterior del trasplante se aplicó 25 gramos de urea, y a los 60 días se aplicaron 50 gramos de abono completo, de tal modo se realizó el control de maleza de forma manual y control de plagas y enfermedades con un insecticida orgánico (vinagre, cebolla, ajo); en el follaje de cada una de las variedades de café que se está estudiando.

Riego. Se aplicó un diseño un riego por goteo, en el cual se contó con goteros de dos litros por hora, donde se aplicaron tres láminas de riego (0,50 mm; 0,75 mm; 1,0 mm) durante 30 minutos por día por ser un suelo arcilloso, el mismo que tiene una infiltración lenta, el intervalo de riego aplicado fue el de un día por medio (lunes, miércoles y viernes).

Control de plagas. Se realizó una fumigación preventiva en el cultivo. Aplicando un insecticida orgánico a base de ajo, cebolla y vinagre. Para la preparación de este insecticida, se decocción 40 gramos de ajo y 50 gramos de cebolla en 5 litros de agua por 20 minutos se dejó reposar por 24 horas se cuela para proceder a verter el pesticida en una bomba manual de 5 litros de agua, se aplicó tres veces en una semana. (lunes, miércoles y viernes).

Control de maleza. - en el área de estudio se evaluó el control de maleza a los 30 días de cada mes, se realizó un control de maleza mediante el uso del machete. Es una práctica común en países de América Latina por las ventajas de su uso

Tomas de datos. Los datos se tomaron de acuerdo a las variables a evaluar, con la metodología explicada anteriormente.

Tabulación de datos. - los datos que se obtuvieron en el campo fueron registrados y tabulados en una hoja Excel y analizados en el software estadístico INFOSTAT.

Resultados y discusión

En la (tabla 4) se muestran los resultados del análisis de normalidad, donde se puede observar que en la asimetría $A < 1$ y la Kurtosis $k < 3$ los resultados de las variables tuvieron distribución normal por lo que se justifica el empleo del ANOVA.

Tabla 4. Análisis de normalidad del estudio de láminas y genotipos de café. 2024

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Asimetría	Kurtosis
Altura de la Planta	36	96,62	24,78	25,64	38,5	201	0,42	1,16
Altura hasta la Primera Hojas	36	25,76	6,17	23,97	9,5	43	-0,04	0,09
Diámetro de Tallo	36	16,34	3,36	20,58	8,46	24,56	0,09	-0,26
Numero de hoja por planta	36	190,89	55,93	29,3	88	319	0,36	-0,75
Ancho de la Hoja	36	9	0,85	9,39	6,7	11	-0,07	-0,13
Longitud de Hoja	36	18,58	1,49	8,02	14,6	22,3	-0,2	0,05
Número de Frutos	36	21,69	7,19	33,16	10	36	-0,2	-0,89
Número de Nudos	36	22,64	3,64	16,09	17	31	0,43	-0,72

n: tamaño de la muestra; **D.E:** Desviación Estándar; **CV:** coeficiente de Variación

En la tabla 5, se muestran los cuadrados medios de las principales variables de respuesta, con respecto a altura de planta se observó diferencia estadística significativas al (p -valor <0.05) entre tratamientos, por lo tanto, en este caso se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. El coeficiente de variación fue de 24.43%. El análisis de los promedios, mediante la prueba de Tukey al 5% se demostró que hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, el mejor promedio lo presentó el tratamiento Catucaí amarillo con una lámina de 0,75 mm, que presentó una altura de 111,72 cm, y mientras que la menor altura 80,11cm la mostró Acawa amarillo con una lámina de 0,75 mm.

Con respecto a la variable Altura de la primera Hoja, en la misma tabla 5, de los medios se observa que existe significancia estadística cuyos valores son superiores (p -valor <0.05) por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. Presentando un coeficiente de variación de 23.39%. mientras que la tabla 6 se observa la media de altura de la primera hoja, la prueba de comparaciones de medias de acuerdo a Tukey al 5%, fue significativo, mostrando diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento Catucaí amarillo con una lámina 0,75 mm con una media de 30,28cm, y la menor altura fue para Catimor con una lámina 0,10 mm con una media de 23,84cm. Mientras que para Diámetro de tallo tabla 5, se presenta los cuadrados medios en donde el análisis de varianza demuestra que existen significancia estadística al (p -valor <0.05) en este caso se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nul. el coeficiente de variación fue de 20,2.%.

En la tabla 6, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, y se determinó que el mejor tratamiento fue Catimor con una lámina de 0,5 mm que presentó una media de 17,78 cm y el menor diámetro de tallo lo presentó Catucaí amarillo con una lámina 0,5 mm con una media de 13,99 cm.

Por otra parte, para la variable Número de hoja por planta, tabla 5, de cuadrados medios, en el análisis de varianza demostró diferencia significativa al (p -valor <0.05) existiendo diferencias estadísticas entre tratamientos, por lo tanto, en este caso se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula.

El coeficiente de variación fue de 28.02% mientras que en la tabla 6, se presentan los valores promedios y de acuerdo a las pruebas de Tukey al 5% existió diferencias estadísticas entre tratamientos, se observó que el mejor promedio fue para el híbrido Catimor con una lámina de 1,0 mm presenta una media de 235,06 con y el menor Catucaí amarillo con una lámina de 0,5 mm 153,69 cm.

Tabla 5. Cuadrado medio de las variables respuestas del estudio sobre láminas de riego y genotipos de café. 2024.

F.V	G.I	Cuadrados medios							
		Altura de planta	Altura primera Hoja	Diam. de tallo	Núm. hojas por panta	Diam. de hoja	Long de hoja	Núm. de nudos	Núm. de frutos
Rep.	3	733.78	127.10	7.49	8132.30	0.94	3.81	4.25	39.44
Híbr. café	2	4487.00	40.71	34.36	19902.33	4.87	6.92	56.78	174.36
Láminas de riego	2	56.37	39.91	10.15	3531.51	1.13	0.32	4.86	90.78
Híbridos x láminas	4	878.27*	97.66*	14.33*	3576.06*	1.01*	2.09*	2.44 *	75.78*
Error	24	557.97	36.29	10.89	2859.94	0.64	2.19	12.27	36.23
CV %		24.43	23.39	20.20	28.02	8.87	7.96	15.4	27.75

Tabla 6. Valores promedios de cuatro variables respuestas del estudio láminas de riego y genotipos de café. 2024.

HIBRIDOS POR LAMINAS	ALTURA DE PLANTA (cm) *	ALTURA DE PRIMERA HOJA (cm) *	DIAMETRO DE TALLO (mm) *	NUMERO DE HOJAS *
1. Catimor x 0.5mm	105.34 ab	27.28 ab	17.78 ab	235.06 a
2. Catimor x 0.75 mm	103.72 ab	26.10 ab	17.23 ab	202.33 ab
3. Catimor x 1.0 mm	100.22 ab	23.84 a	16.74 ab	197.69 ab
4. Catucaí A. x 0.5 mm	111.72 a	30.28 b	16.44 ab	180.38 ab
5. Catucaí A. x 0.75 mm	97.63 ab	25.91 ab	16.09 ab	178.94 ab
6. Catucaí A x 1.00 mm	94.04 ab	23.97 ab	16.02 b	153.69 b
7. Acawa A. x 0.5 mm	88.44 ab	26.31 ab	16.84a	196.00 ab
8. Acawa A x 0.75 mm	87.97 ab	24.38 ab	15.90 ab	187.50 ab
9. Acawa A x 1.00 mm	80.11b	23.96 ab	13.99 ab	186.44 ab
Valor de Tukey 0.05 %	57.76	14.48	7.94	128.62
C.V %	24.43	23.39	20.20	28.02

Se evaluaron otras variables de importancia morfológica y producción como el diámetro de la hoja, en la misma tabla 5, se presentan los cuadrados medios de las diferentes fuentes de variación, lo que demuestra que existió diferencia estadística al (p -valor <0.05) entre tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula.

El coeficiente de variación fue de 8.88%. En la tabla 7, la prueba de Tukey al 5% confirma la diferencia estadística entre los tratamientos de esta variable, el mejor valor lo presentó el tratamiento Catimor con una lámina de 1,0 mm con una media de 9,53cm con y el menor valor lo presentó Catucaí amarillo con una lámina de 0,75 mm con 8,4cm.

Con respecto a la variable Longitud de hoja, en la tabla 5, se muestra los cuadrados medios, en donde el análisis de varianza indica que existe diferencia estadística entre los tratamientos al (p -valor <0.05) por lo que acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. Mientras que el coeficiente de variación de 7.96% lo que indica la precisión con que se ha llevado la investigación. Mientras que en la tabla 7, se muestran los resultados del análisis mediante la prueba Tukey al 5% de la variable longitud de la hoja, mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, se determinó que el mejor tratamiento fue el híbrido Catucaí amarillo con una lámina de 1,0 mm presenta una media de 19,25cm con y el menor Arábigo Catucaí amarillo con una lámina de 0,10 mm 18,04cm

Esta variable número de nudos y número de frutos fueron tomados en el sexto mes. Con respecto a Número de nudos En la tabla 5, el análisis de varianza demostró que existe diferencia estadística al (p -valor <0.05) lo que demuestra que los tratamientos son diferentes entre sí, por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula.

El coeficiente de variación fue de 27.75%. mientras que en la tabla 7, se muestran los valores promedios que fueron analizados mediante la prueba de Tukey al 5%, demostrando diferencias estadísticas entre tratamientos, se observó que el mejor tratamiento fue el híbrido

Catimor con una lámina de 0,5 mm, que presento una media de 26 con y el menor valor lo presento Acawa amarillo con una lámina de 0,75 mm 20 cm.

Por otra parte, con respecto a la variable Número de frutos, los cuadrados medios se muestran en la tabla 5, en donde el análisis de varianza demuestra que existe diferencia estadística al (p -valor <0.05), entre tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. El coeficiente de variación fue de 27.75%. En la tabla 7, la prueba de Tukey al 5% demostró diferencias estadísticas entre tratamientos, se determinó que el mejor tratamiento fue el híbrido Catimor con una lámina de 0,5 mm presenta una media de 28,75 con y el menor valor fue para el híbrido Catimor amarillo con una lámina de 0,10 mm, con 14,25 cm

Tabla 7. Valores promedios de las variables respuestas de los híbridos de café y láminas de riego. 2024.

Tratamientos	DIAMETRO DE HOJAS (mm)	LONGITUD DE HOJA (cm)	NUMERO DE NUDOS	NUMERO DE FRUTOS
	*	N.S	N.S	*
Catimor x 0.5mm	9.53 a	19.25 a	26.00 a	28.75 a
Catimor x 0.75 mm	9.36 b	19.23 a	24.75 a	18.00 ab
Catimor x 1.0 mm	9.19 ab	18.53 a	24.00 a	14.25 b
Catucai A. x 0.5 mm	9.16 ab	18.46 a	23.50 a	20.25 ab
Catucai A. x 0.75 mm	9.02 ab	18.29 a	22.25 a	18.85 ab
Catucai A x 1.00 mm	8.40 b	18.04 a	21.50 a	17.25 ab
Acawa A. x 0.5 mm	9.02 ab	18.64 a	21.25 a	27.50 ab
Acawa A x 0.75 mm	8.91 ab	18.61 a	20.50 a	25.25 ab
Acawa A.x 1.00 mm	8.73 ab	18.18 a	20.00 a	25.25 ab
Valor de Tukey 0.05 %	1.92	3.57	8.42	14.48
C.V %	8.78	7.96	15.4	27.75

Con respecto al coeficiente de uniformidad del riego se pudo obtener un porcentaje del 65%, por tanto, esto demuestra que la eficiencia del sistema de riego es inaceptable, por lo que se debe de considerar mejoras en el sistema de riego para alcanzar eficiencias superiores al 80%. Según Cun *et al.*, (2009) los valores recomendados para caracterizar coeficiente de uniformidad (Cu): 90%-100%, excelente; 80%-90%, bueno; 70%-80%, aceptable.

Discusión

En la presente investigación sobre la respuesta productiva del cultivo de café a diferentes láminas de riego, se pudo conocer la función del agua y su incidencia frente al rendimiento en las condiciones edafoclimáticas estudiadas. Los resultados demuestran ser lineal para las relaciones rendimiento-*evapotranspiración* y *rendimiento-agua* aplicada por riego los resultados del análisis de las funciones usando valores relativos, en donde se sugiere que si se satisfacen al 80% las necesidades hídricas de este cultivo los rendimientos esperados podrían ser superiores a 2,6 t ha⁻¹. Por su parte el factor de respuesta del rendimiento *K_y* obtenido para este cultivo en las condiciones de estudio fue de 0,52; el cual resulta menos que proporcional al déficit hídrico (Cisneros *et al.*, 2015).

Estos resultados se sustentan en lo encontrado por Ortiz (2022), en su estudio, donde estudia las características morfológico de genotipos de café (*Coffea arabica*) a la aplicación de diferentes láminas de riego se observó que el material genético Catimor presento buen desarrollo morfológico superior a los materiales Catucaí amarillo y Acawa amarillo pese a haber aplicado una lámina de riego de 50 mm. Resultados logrados en este estudio con una lámina de Catimor 0,5 mm; y 1,0 mm son similares a los logrados por este investigador.

Mientras otros investigadores tales como Saborío (2018), indica que, debido al cambio climático, la implementación de sistemas de riego para café es cada día más común, a pesar de que anteriormente, escucharlo era muy extraño y poco usual. Ante esta situación se realizan estudios sobre sistemas de riego (goteo y aspersión), además de la conducción, utilizando los criterios técnicos. Sistemas que determinaron el mejor comportamiento para los materiales genéticos en estudio. Mientras tanto Busato *et al.*, (2017), demostró que la lámina de riego aplicadas al café produjo efectos significativos en la altura de la planta, el dosel y el diámetro de la copa. tallo, número de ramas plagio trópicas y número de hojas, proporcionando un mayor crecimiento del cultivo.

Por otra parte, Tello (2017), con respecto a la eficiencia en la distribución de agua (ED) del sistema de riego por aspersión de la es de 31.39, lo que indica que el mismo funciona con una Eficiencia de distribución (ED) igual o superior al 80%. El Coeficiente de uniformidad (Cu) del sistema es de 57.11, valor que se encuentra por debajo de lo recomendado en los sistemas de riego por aspersión (80), por lo tanto, se concluye que actualmente dicho sistema no funciona adecuadamente lo cual se atribuye a los hallazgos manifestados en el presente estudio. Se utilizó un sistema de riego al goteo con 3 láminas, la eficiencia y uniformidad de riego fue de 65% el cual es inaceptable.

Conclusiones

Las láminas de riego inciden sobre los factores morfológico de los genotipos de café, sobresaliendo el híbrido Catimor con una lámina de 0,5 mm. Y que la eficiencia y uniformidad del sistema de riego implementado fue de 65 %, lo cual para un sistema de riego por goteo es inaceptable, ya que para sistemas de riego por goteo se establece que esta debe ser superior al 80%.

Referencias bibliográficas

- Antosh, E., Idowu, J., Schutte, B., & Lehnhoff, E. (2020). Winter cover crops effects on soil properties and sweet corn yield in semi-arid irrigated systems. *Agronomy Journal*, 111(1), 92-106. doi:10.1002/agj2.20055
- Busato, C; Fialho dos E; Campos, C; Macedo, J. (2017). Láminas De Irrigação Aplicadas Ao Café Conilon Na Fase Inicial De Desenvolvimento. *Revista Ceres*, 54(314), 351-357.
- Cisneros, F; González, F; Martínez, R; López, T; García, R. (2015). Respuesta productiva de cafeto al manejo del riego. Función agua-rendimiento. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(4).
- Gloriose, M., Allakonon, B., Sissou Zakari, P., Tovihoudji, G., Sènamí Fatondji, A., & Irénikatché Akponikpè, P.B. (2022). Grain yield, actual evapotranspiration and water productivity responses of maize crop to deficit irrigation: A global meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 270, 107746. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107746>.
- López F; Escamilla E; Zamarripa A; Cruz J. (2016). Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(3), 1-6.
- Lucas, V. M. (2018). *Evaluación de la producción de variedades e híbridos de Coffea arabica (café arábigo)* (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM).

- Milla M; Oliva, S; Leiv, S; Collazos, R; Gamarra, O; Barrena, M; Maicelo, J. (2019). Características morfológicas de variedades de café cultivadas en condiciones de sombra. *Acta Agronómica*, 68(4), 271-277. doi:doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v68n4.70496>
- Muslimah, Y., Lizmah, S.F., Harahap, E.J., & Jasmi, R. (2023). Effect of drip irrigation and genotypes on the production traits of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt). *J. Breed. Genet.* 55(3), 984-991. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.3.32>
- Ortiz, K. B. (2022). Estudio morfológico de tres genotipos de café arábica (*Coffea arábica*) a la aplicación de diferentes láminas de riego (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM).
- Parrales, M. G. (2018). Determinación de las características morfológicas de 20 variedades e híbridos de café arábigo de alto valor genético. Tesis, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Jipijapa
- Ponce L.A.; Acuña, I.R.; León, L.E. (2018). La gestión pública en la reactivación de la caficultura sobre bases agroecológicas en Manabí, Ecuador. *Revista Avances*, 20(2), 167-177.
- Quintos, R & Santos, P. (2021). “*Proyecto piloto de diseño de un sistema de riego por goteo del cultivo de café, Chiñama – Cañar*is. Tesis, Universidad
- Rasool, G., Guo, X., Wang, Z., Ullah, I., & Chen, S. (2020). Effect of two types of irrigation on growth, yield and water productivity of maize under different irrigation treatments in an arid environment. *Irrigation and Drainage*, 69(4), 732-742. doi:10.1002/ird.2480
- Saborío, G. L. (2018). *Diseño de un Sistema de Conducción y de dos Sistemas de Riego para Café en el Centro de Investigación del Café de Costa Rica*. Tesis, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Agrícola, Cartago.
- Tello, H. M. (2017). *Análisis de la Eficiencia de Distribución de Agua del Sistema de Riego por Aspersión de la Aldea Quilínco, Chiantla, Huehuetenango*. Tesis de Posgrado, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas.
- Thapa, S., Xue, Q., Marek, T. H., Xu, W., Porter, D., & Jessup, K. E. (2020). Corn production under restricted irrigation in the Texas High Plains. *Agronomy Journal*, 112(2), 1190-1200. doi:10.1002/agj2.20003
- Venegas, Diego, Pérez, P. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 2(2), 72-91.