



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tlajomulco



TESIS

CON EL TEMA:

“MEDICION DE LA EVAPOTRANSPIRACION PARA DETERMINAR LOS RIEGOS EN SUSTRATO DE FIBRA DE COCO EN EL CULTIVO DEL ARANDANO (*Vaccinium mytillus*), ZARZAMORA (*Rubus ulmifolius*) Y FRAMBUESA (*Rubus idaeus*) MEDIANTE DOS UNIDADES METEOROLOGICAS.”

QUE PRESENTA:

JOSE LEONARDO ARCE ESCOBER

ASESOR:

DR. PEDRO YESCAS CORONADO

REVISORES:

**DRA. SARAI MONSERRAT CUETO MEDINA
LAE. MA. IVET CERVANTES GONZALEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGRONOMIA**

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. MARZO, 2023.



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **07/marzo/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/434/2023
ASUNTO: Autorización de impresión
definitiva y digitalización

**C. JOSE LEONARDO ARCE ESCOBAR
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
P R E S E N T E**

Dado que el Comité dictaminó como **APROBADA** su TITULACIÓN INTEGRAL OPCIÓN I (TESIS), con el tema **"MEDICIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACION PARA DETERMINAR LOS RIEGOS EN SUSTRATO DE FIBRA DE COCO EN EL CULTIVO DEL ARANDANO (*Vaccinium mytillus*), ZARZAMORA (*Rubus ulmifolius*) Y FRAMBUESA (*Rubus idaeus*) MEDIANTE DOS UNIDADES METEOROLOGICAS."** y determinó que da cumplimiento con los requisitos establecidos, se le notifica que tiene la autorización para su impresión definitiva y digitalización.

Sin otro particular quedo de usted.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Educar para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro*

**C. MARÍA ISABEL BECERRA RODRÍGUEZ
DIRECTORA DEL PLANTEL**



C.c.p.- Coordinación de Apoyo a la Titulación. - Edificio
C.c.p.- Minutario. -

MIBR/AIBR/ALCC/mjhc



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **06/MARZO/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/128/2023
ASUNTO: Liberación de proyecto para la titulación integral.

ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

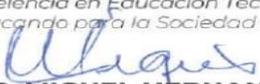
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	JOSE LEONARDO ARCE ESCOBAR
NO. DE CONTROL:	18940244
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"MEDICION DE LA EVAPOTRANSPIRACION PARA DETERMINAR LOS RIEGOS EN SUSTRATO DE FIBRA DE COCO EN EL CULTIVO DEL ARANDANO (<i>Vaccinium mytilus</i>), ZARZAMORA (<i>Rubus ulmifolius</i>) Y FRAMBUESA (<i>Rubus idaeus</i>) MEDIANTE DOS UNIDADES METEOROLOGICAS."

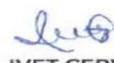
Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educativa para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro


ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS


S.E.P.
TECNM
14DIT0003B
IT TLAJOMULCO
DEPARTAMENTO
CIENCIAS
AGROPECUARIAS

 DR. PEDRO YESCAS CORONADO Nombre y firma del asesor	 DRA. SARAI MONSERRAT CUETO MEDINA Nombre y firma del revisor	 LAE. MA. IVET CERVANTES GONZALEZ Nombre y firma del revisor
--	---	--

C.c.p.- Expediente.
MHF/mjhc*



Km. 10 Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zúñiga Jalisco. Código Postal 45640
Tel. Tels. 3329021130 al 37 - www.tecnm.mx | www.tlajomulco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

Ser agradecido es una virtud que nos convierte en humanos, es por eso que quiero agradecer:

A Dios por estar siempre conmigo en todo momento y guiar mi camino en mi formación profesional.

A mis padres por apoyarme en todo momento, bajo todas las circunstancias y adversidades, siempre brindando lo mejor para mi formación profesional, por lo cual me siento orgulloso de ellos. A mis hermanas que siempre sacrificaron cosas materiales e inmateriales durante toda mi formación.

A mi novia quien siempre me brinda su apoyo incondicional, por motivarme e impulsarme a cumplir cada objetivo y metas durante mi formación profesional.

A mis abuelos paternos y maternos quienes son los pilares de mi existencia y siempre me brindaron sus consejos y su sabiduría. A mis suegros que siempre me mostraron su apoyo incondicional y fraternal.

A mis tíos paternos y maternos quienes siempre aportaron su granito de arena en momentos difíciles y adversidades que se me presentaron durante mi formación.

A mis asesores internos y externos por siempre brindarme su orientación y apoyo para concluir mi proyecto.

A todas las personas que de manera directa e indirectamente influyeron en mi formación profesional.

DEDICATORIAS

Me gustaría dedicar esta tesis principalmente a mi familia, mis padres, mis hermanos, mis abuelos y a mis tíos quienes siempre me apoyaron en toda mi formación profesional, como emocionalmente, así mismo me alentaron a siempre dar lo mejor de mi para poder culminar esta etapa de la manera más exitosa posible.

Para mi novia Mayra, a ella principalmente, quien siempre me apoyó en todos los sentidos durante esta etapa académica con la intención de lograr culminar con éxito esta etapa de formación profesional de mi vida, quien logra sacrificar muchas cosas materiales e inmateriales para culminar este proyecto.

Para mis suegros quienes siempre me apoyaron y dieron lo mejor de ellos para terminar todos mis proyectos.

Esto es para ustedes, ¡muchas gracias!

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. HIPÓTESIS.....	4
4. JUSTIFICACIÓN.....	5
5. REVISIÓN DE LITERATURA	6
5.1 Antecedentes	6
5.2. Marco teórico	8
5.2.1. Riego	8
5.2.2. Kc de frambuesa.....	10
5.2.3. Kc de arándano	10
5.2.4. KC de zarzamora.....	11
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
7. RESULTADOS	17
7.2. Tiempos de riego frambuesa 11 Ha	21
7.3. Tiempos de riego arándano 30 Ha.....	24
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	27
9. CONCLUSIÓN.....	28
10. LITERATURA REVISADA	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tabla del Coeficiente del cultivo Kc	11
Cuadro 2. Datos de la estación meteorológica Yasmine agosto-octubre 2022.	13
Cuadro 3. Datos de la estación meteorológica de Cd. Guzmán agosto-octubre 2022.	14
Cuadro 4. Resultados del cálculo de la Evapotranspiración a partir de los datos recopilados de la estación metrológica Yasmine agosto-octubre 2022.....	15
Cuadro 5. Resultados del cálculo de la Evapotranspiración a partir de los datos recopilados de la estación metrológica de Cd. Guzmán agosto-octubre 2022. .	16
Cuadro 6. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica Yasmine 2022.	17
Cuadro 7. Volumen de agua en basándose en la ETo de la estación meteorológica Cd. Guzmán agosto-octubre 2022.	18
Cuadro 8. Gastos de Agua L/h en el sistema de riego de 5.41 Ha agosto-octubre 2022.....	19
Cuadro 9. Tiempos de riego basándose en al estación metrológica Yasmine agosto- octubre 2022.	19
Cuadro 10. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica Cd. Guzmán agosto-octubre 2022.	20
Cuadro 11. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica Yasmine agosto-octubre 2022.	22
Cuadro 12. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica Cd Guzmán agosto-octubre 2022	23
Cuadro 13. Gasto de agua L/h en el sistema de riego 11 Ha agosto-octubre 2022	23
Cuadro 14. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica Yasmine agosto-octubre 2022.	24
Cuadro 15. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica Cd Guzmán agosto-octubre 2022.	24

Cuadro 16. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica de Yasmine 2022.	25
Cuadro 17. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica Cd Guzmán agosto-octubre 2022.	26
Cuadro 18. Gastos de agua L/h en el sistema de riego 30 Ha agosto-octubre 2022.	27
Cuadro 19. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica Yasmine agosto-octubre 2022.	27
Cuadro 20. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica de Cd Guzmán agosto-octubre 2022.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva generalizada de Coeficiente de Cultivo K_c	9
Figura 2 Coeficientes de cultivo para Frambuesa (K_c) (TLALCA, 2012).	10
Figura 3 Coeficientes de cultivo de arándano para la zona Central de Chile (Uribe, 2012).	10
Figura 4 Software ETo calculator.	15
Figura 5 Tiempos de Riego agosto – octubre 2022.	27

RESUMEN

El objetivo de esta tesis se centra en la determinación de los tiempos de riego en los cultivos de arándano (*Vaccinium myrtillus*), zarzamora (*Rubus ulmifolius*) y frambuesa (*Rubus idaeus*) establecidos en una empresa de producción agrícola AGROSOIL DE MÉXICO S. DE R.L. DE C.V. ubicada en el municipio de Techaluta de Montenegro, Jalisco.

Esto mediante dos unidades meteorológicas, una con ubicación en la empresa de producción agrícola (Yasmine) y otra ubicada en el municipio de Zapotlán el Grande (Cd. Guzmán). Se llevó a cabo la recopilación de datos (Temperatura máxima, temperatura mínima, Humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar) durante diez semanas del 22 de agosto al 31 de octubre del año 2022.

La metodología para el cálculo de la evapotranspiración se basó en el método de la FAO Penman-Monteith, esto a través del software “ETo Calculator” desarrollado por la División de Agua de la Tierra de la FAO donde se insertaron los datos recopilados de la estación meteorológica obteniendo con ello los resultados de la ETo.

Para la determinación de los tiempos de riego se utilizaron las siguiente formulas:

$$\text{Etc} = \text{Eto (mm)} \times \text{Kc (mm)} \quad \text{L.R.} = \text{Etc (mm)} / \text{E.R.(\%)} \quad \text{Vol. De Agua (L/h)} = \text{L.R.(mm)} * \text{Superficie (Ha)} \quad \text{T.R.} = \text{Vol. De Agua (L/h)} / \text{Gasto de agua de S.R.(Lh)}$$

Donde:

Etc: Evapotranspiración del cultivo de referencia

ETo: Evapotranspiración del cultivo

ER: Eficiencia de riego

Kc: Coeficiente de cultivo

LR: Lamina de riego

Sr: Sistema de riego

TR: Tiempo de riego

Como resultado se encontró que los tiempos de riego en base a cada estación meteorológica presenta una diferencia mínima, por la tanto es posible determinar los tiempos de riego de cada uno de los cultivos ya mencionados teniendo como referencia estas dos fuentes.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en más regiones del mundo, el agua se convierte en un recurso escaso y costoso, la agricultura es uno de los mayores consumidores de agua, por lo tanto, se deben tomar medidas para hacer un uso más eficiente del agua (Castro Popoca, 2008).

El incremento de la población y el desarrollo intensifica la competencia por el agua dulce, y aumentan sus costos. En la agricultura de riego es necesaria una transformación tecnológica para mejorar su productividad y rentabilidad (Chávez-Morales, 2006).

En México, los sistemas de riego presurizados tienen mucha importancia debido a la presión creciente sobre la disponibilidad, en consecuencia, el diseño y funcionamiento de estos sistemas tienen una importante función en la producción de los cultivos. Por tanto, es necesario métodos para evaluar los sistemas de riego y determinar su adecuado funcionamiento, y su efecto en los rendimientos de los cultivos. (Chávez- Morales, 2006)

El autor (Castro Popoca, 2008) menciona que generalmente en la agricultura se tienen altos consumos de agua causados por la sobreirrigación excesiva, lo cual, no sólo genera un desperdicio de agua, sino que también, debido a los agroquímicos disueltos, provoca la contaminación de corrientes de agua superficiales y subterráneas y en algunas zonas el ensalitramiento de los suelos.

Al tomar en cuenta las necesidades de agua de los cultivos, no sólo permite un mejor desarrollo para lograr una mayor producción y mejor calidad de las cosechas, sino que contribuye también a ahorrar considerables volúmenes de agua. (Castro Popoca, 2008).

Toda planta tiene necesidades de agua que cubrir para su correcto desarrollo, pero estas necesidades dependen tanto del tipo de planta como del tipo

de cultivo en el que se desarrolle, interior o exterior, forzado o natural, etc. (Maya, 2015)

La eficacia y la simplicidad o facilidad de los sistemas de riego es lo que se persigue conseguir, con la finalidad de aumentar la producción y minimizar los costes. Se han desarrollado varios tipos de riego específicos para determinados cultivos e, igualmente, se han fabricado elementos específicos según la zona geográfica donde se sitúe el cultivo. (Maya, 2015)

Una instalación de riego está compuesta de muchos elementos, todos ellos imprescindibles para el buen funcionamiento de esta y, por tanto, de toda la explotación. Identificar, conocer, manejar y saber mantener en óptimas condiciones cada una de estas partes es una tarea fundamental para todo cultivador.

A lo largo de la historia de la agricultura los sistemas de riego han ido mejorando junto a las tecnologías usadas por el hombre, siendo totalmente distintos los sistemas empleados hoy día de los que inicialmente se usaban. (Maya, 2015)

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el tiempo de los pulsos de riego, tomando en consideración la evapotranspiración.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar los resultados de evapotranspiración de dos estaciones meteorológicas
- Definir el tiempo de los pulsos de riego
- Determinar los tiempos de riego a través de los resultados obtenidos

3. HIPÓTESIS

Los resultados de dos estaciones meteorológicas, separadas a una distancia de 50 km, una ubicada en Techaluta de Montenegro y la otra en Cd. Guzmán, ambos Municipios del Estado de Jalisco, arrojarán resultados que conlleven a una determinación de evapotranspiración semejante.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se enfoca en la determinación de los tiempos de riego en los cultivos de frambuesa, arándano y zarzamora, fomentando el uso eficiente del agua para así evitar un impacto ambiental de dicho recurso no renovable, encaminado a una producción agrícola sustentable, así mismo, disminuir costos y gastos de fertilizantes a través de un riego uniforme evitando pérdidas económicas y la contaminación del suelo a través del exceso de sales, así como también aumentar el rendimiento de producción y cosecha, estableciendo los tiempos de riego adecuados para cada etapa fenológica.

Conocer los requerimientos de agua del cultivo es indispensable para realizar una planificación correcta del riego y mejorar la eficiencia del uso del agua, suministrando al cultivo la cantidad de agua suficiente para satisfacer plenamente sus necesidades. La pérdida de humedad por evapotranspiración es muy relativa por lo tanto es indispensable su monitoreo para llevar a cabo lo antes mencionado.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Antecedentes

Históricamente el regadío fue un factor decisivo en el auge de las civilizaciones antiguas, pues el desarrollo de las mismas estuvo íntimamente ligado al de la agricultura. El regadío supuso una producción mayor y constante a lo largo de los años, lo que aseguraba el sustento de la población y facilitaba el crecimiento económico; como consecuencia de éste se produce el desarrollo cultural. (Martínez Cortijo, 2001).

Esto sucedió en Mesopotamia, en la rica zona aluvial entre los ríos Tigris y Éufrates, al igual que en Egipto donde se produjo un importante desarrollo técnico en el valle del Nilo, con la construcción de un complejo sistema de presas, reteniendo las violentas subidas del río y obteniendo el mayor provecho del mismo. En general, se dio en todo el creciente fértil.

Un adjetivo que deja bien claro la relación de la agricultura de regadío con el desarrollo de la civilización, y también en otras zonas diseminadas por toda la geografía del globo como la Antigua China de la dinastía Chin o la rica zona agrícola donde se desarrolló la que se convertiría en la ciudad más poblada de su época, la Tenochtitlán azteca. (Martínez Cortijo, 2001).

El autor (de la Colina, 2009) menciona que uno de los pioneros en el cultivo de arándano en el hemisferio sur fue Chile. En este país se introdujo este cultivo hace unas décadas atrás, y luego de una etapa formal de investigación y desarrollo de diferentes variedades en las condiciones agroclimáticas propias de distintas zonas, en 1988 comenzaron con las primeras exportaciones de esta fruta.

Los arándanos constituyen un grupo de especies nativas principalmente del hemisferio norte, que pertenecen al género *Vaccinium* de la familia de las Ericáceas. Representan una de las especies de más reciente domesticación, ya que los programas formales de mejoramiento genético se inician sólo a principios del presente siglo. (de la Colina, 2009).

La producción de zarzamora en México ha cobrado gran importancia en los últimos años, de 1995 a 2005 la superficie cultivada de esta frutilla se elevó más de 500 %, reportando una producción nacional de 118,421.73 t para el 2008. En 2010, Michoacán aportó el 95 % de la producción nacional, con cerca de 60,000 t y un valor de producción mayor a 1,357 millones de pesos. (Chávez Bárcenas, 2012).

En la mayor parte del país la temporada de lluvias ocurre durante el verano, por lo que las precipitaciones y escurrimientos generados son estacionales. Lo anterior ha implicado la necesidad de construir presas y derivadoras para almacenar y regular los volúmenes escurridos de agua para tenerla disponible en las épocas en las que la demandan los cultivos. Por otra parte, en algunas zonas se ha recurrido a la perforación de pozos profundos para obtener el agua requerida para la producción agrícola.

En México, el riego es de primordial importancia para producir los alimentos y las materias primas que demanda el crecimiento de la población y su desarrollo. La superficie dominada en México con aguas superficiales y subterráneas mediante la infraestructura correspondiente, es del orden de los 7.32 millones de hectáreas irrigadas, de las cuales aproximadamente 3.3 millones de hectáreas están bajo la jurisdicción de los Distritos de Riego y se tienen inventariadas 4.02 millones de hectáreas que pertenecen a obras de pequeña irrigación bajo la jurisdicción de las Unidades de Riego, las cuales se riegan principalmente con aguas subterráneas y pequeñas presas de almacenamiento y derivación.

5.2. Marco teórico

5.2.1. Riego

El autor (Gavilán Zafra et al., 2019) menciona que, un riego adecuado en el cultivo del arándano es fundamental para obtener elevadas producciones y buena calidad de los frutos. El arándano es un cultivo con un sistema radicular superficial muy susceptible al estrés hídrico. Esto implica que en suelos arenosos el cultivo requiere riego localizado de alta frecuencia. Por otro lado, el sobrerriego afecta a la funcionalidad de las raíces, incrementa el lavado de nutrientes, y produce infección de las raíces por hongos patógenos. Este sobrerriego suele ocurrir en las zonas bajas de las parcelas con pendiente o cuando no se realiza una adecuada programación de los riegos (Gavilán Zafra *et al.*, 2019).

Según el autor (Gavilán Zafra *et al.*, 2019) la programación racional del riego implica conocer la cantidad de agua a aplicar en base a las necesidades del cultivo y su momento de aplicación. Para ello, existen métodos basados en la monitorización del contenido de agua en el suelo mediante sondas de humedad y otros basados en la medida de la transpiración del cultivo mediante el método de la medida del flujo de savia. Sin embargo, estos sistemas son difíciles de instalar y mantener y, además, es difícil interpretar la información generada por ellos.

El método más usual para programar el riego es el recomendado por la FAO, basado en el balance de agua en el suelo. Lo ideal es combinar una programación basada en balance de agua con la monitorización del contenido de humedad del suelo. La aplicación de una u otra tecnología depende de la capacidad técnica del personal encargado de los riegos, el valor de la producción, la respuesta del cultivo al riego y el coste de implantar la tecnología (Gavilán Zafra *et al.*, 2019).

Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo (Gavilán Zafra *et al.*, 2019).

(Martínez Cortijo, 2014) menciona que, la K_c es el factor del cultivo, se utiliza para considerar los efectos de las características de la planta sobre sus necesidades de agua. Representa la evaporación de un cultivo en condiciones y producciones óptimas. El coeficiente del cultivo depende de:

- El tipo de cultivo.
- El periodo vegetativo.
- Las condiciones climáticas.
- La frecuencia del riego o de la precipitación.

Debido a las variaciones en las características propias del cultivo durante las diferentes etapas de crecimiento, K_c cambia desde la siembra hasta la cosecha. En la siguiente figura se presenta en forma esquemática, dichos cambios.

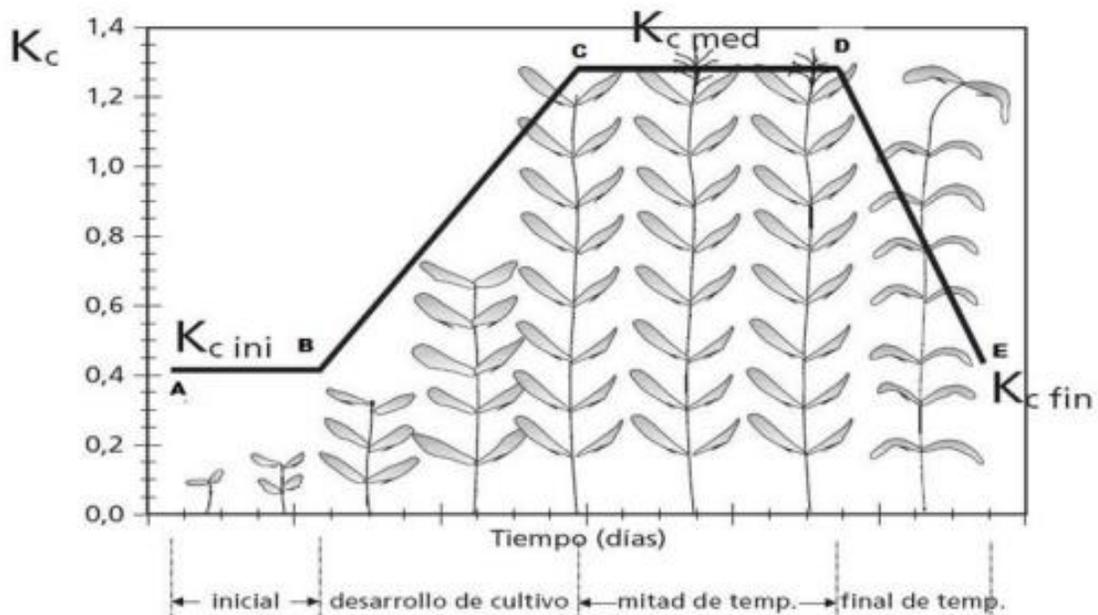


Figura 1 Curva generalizada de Coeficiente de Cultivo K_c

5.2.2. Kc de frambuesa

Se estima que los requerimientos aproximados de agua del frambueso para la zona central de Chile son de 800mm al año, que deben ser distribuidos a lo largo del ciclo productivo, en especial durante el crecimiento de frutos, período en que necesita aproximadamente 60 mm al mes (TLALCA, 2012).

Coefficientes de Cultivo (Kc) para Frambueso

Etapa	Brotación	Floración	Cuaja	Pinta	Cosecha
Valor	0,51	0,55	0,69	0,78	0,61

Figura 2 Coeficientes de cultivo para Frambuesa (Kc) (TLALCA, 2012).

5.2.3. Kc de arándano

El desarrollo fenológico de la planta determina los coeficientes de cultivo (Kc) que para la zona central de Chile se presentan en el siguiente cuadro: (Uribe, 2012).

Mes	Kc
Agosto	0,7
Septiembre	0,7
Octubre	0,8
Noviembre	0,9
Diciembre	1,0
Enero	1,0
Febrero	1,0
Marzo	0,9
Abril	0,8

Figura 3 Coeficientes de cultivo de arándano para la zona Central de Chile (Uribe, 2012).

5.2.4. KC de zarzamora

Coeficiente del cultivo Kc para cultivos no estresados y bien manejados en climas subhúmedos para ser usados con la Ecuación FAO Penman-Monteith ETo (FAO, 2006).

Cuadro 1. Tabla del Coeficiente del cultivo Kc (FAO, 2006)

m. Uvas y Moras	Inicial	Media	Final	Promedio
Moras (arbusto)	0.30	1.05	0.50	1.5
Uvas	0.30	0.85	0.45	2
-Mesa o secas (pasas)	0.30	0.70	0.45	1.5-2
-Pasas				
Lúpulo	0.30	1.05	0.85	5

6. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente tesis se llevó a cabo dentro de la unidad de producción AGRO SOIL DE MEXICO S DE RL DE CV ubicada en carretera libre Acatlán de Juárez Km 44.5, en el municipio de Techaluta de Montenegro, Jalisco (Latitud: 20°05´ n Longitud: 103°33´ Altitud: 1,348 msnm).

En el proyecto se utilizaron dos estaciones meteorológicas, la primera con ubicación dentro de la unidad de producción AGRO SOIL DE MEXICO S DE RL DE CV y la segunda con ubicación en Ciudad Guzmán, Jalisco (Latitud: 19°42'16" N Longitud: 103°27'42" O Altitud sobre el nivel del mar: 1535 m).

Los parámetros que se estuvieron monitoreando a través de las estaciones meteorológicas fueron: Humedad Relativa (máximo, mínimo y promedio), Temperatura (máximo, mínimo, promedio) Velocidad del viento (Km/h), Radiación Solar (W/m²).

Se recopilaron datos semanales en las estaciones meteorológicas a partir del día 22 de agosto hasta el 31 de octubre del año 2022.

Cuadro 2. Datos de la estación meteorológica Yasmine agosto-octubre 2022.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN YASMINE (RAPTPOR VIEW)											
N° DE DATO	FECHA			HUMEDAD RELATIVA			TEMPERATURA			VELOCIDAD DEL VIENTO	RADIACION SOLAR
	SEMANA	MES	AÑO	PROMEDIO %	MAXIMO %	MINIMO %	PROMEDIO %	MAXIMO%	MINIMO %	Km/H	(W/m²)
1	22 al 28	Ago	2022	69.46	90.55	39.49	22.93	29.28	18.56	5.3	36.50
2	29 al 04	Ago-Sep	2022	68.05	92.36	39.08	23.49	30.29	18.43	5.43	36.40
3	05 al 11	Sep	2022	78.26	96.33	51.17	21.38	27.50	17.76	5.71	36.49
4	12 al 18	Sep	2022	74.35	94.47	48.67	21.57	27.16	18.02	6.14	36.57
5	19 al 25	Sep	2022	78.68	97.28	47.93	20.87	27.25	16.77	7.57	36.83
6	26 al 02	Sep- Oct	2022	65.45	85.14	42.38	21.72	26.97	17.76	7.29	35.85
7	03 al 09	Oct	2022	73.02	91.88	49.48	20.76	26.34	15.89	7.71	36.00
8	10 al 16	Oct	2022	62.15	86.51	30.15	22.66	30.49	16.41	7.29	35.85
9	17 al 23	Oct	2022	70.89	90.72	44.89	21.44	27.10	17.45	6.29	36.19
10	24 al 31	Oct	2022	66.75	93.20	30.27	22.11	30.48	15.28	5.38	36.44

Cuadro 3. Datos de la estación meteorológica de Cd. Guzmán agosto-octubre 2022.

ESTACIÓN METEOROLOGICA CD. GUZMAN (CONAGUA)								
N° DE DATO	FECHA			PARAMETROS				
	SEMANA	MES	AÑO	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO	VELOCIDAD DEL VIENTO	RADIACIÓN SOLAR
1	22 al 28	Ago	2022	30.9	16.4	75.06	6.29	417.22
2	29 al 04	Ago- Sep	2022	32.3	16	22.41	6.66	393.28
3	05 al 11	Sep	2022	32.7	14.7	75.71	6.98	333.09
4	12 al 18	Sep	2022	30.4	15.6	76.34	5.58	262.16
5	19 al 25	Sep	2022	30.9	14.7	72.08	5.56	329.36
6	26 al 02	Sep- Oct	2022	30.5	14.4	74.04	6.02	351.45
7	03 al 09	Oct	2022	31.5	13.3	69.79	5.98	388.01
8	10 al 16	Oct	2022	32.5	13.7	66.53	6.24	459.22
9	17 al 23	Oct	2022	30.3	14.4	74.67	6.21	263.35
10	24 al 31	Oct	2022	32.5	11.4	71.47	5.69	427.3

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) se utilizó el software, "ET_o Calculator" desarrollado por la División de Agua de la Tierra de la FAO, mediante la ecuación de FAO Penman-Monteith.

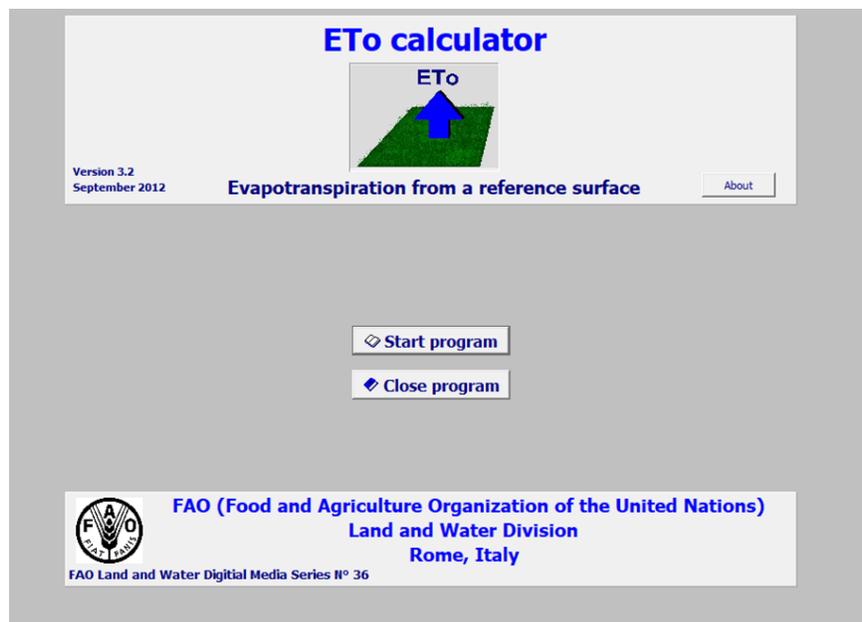


Figura 4 Software ETo calculator.

Resultados de “Eto Calculator” de la evapotranspiración a partir de los datos de las estaciones meteorológicas.

Cuadro 4. Resultados del cálculo de la Evapotranspiración a partir de los datos recopilados de la estación metrológica Yasmine agosto-octubre 2022.

FECHA	Tmax	Tmean	Rhmean	u (x)	Rs	Eto
	°C	°C	%	km/day	W/m2	mm/day
22 Ago al 28 Ago	29.3	18.6	69.5	5.27	36.50	0.8
29 Ago al 04 Sep	30.3	18.4	68	5.44	36.4	0.8
05 Sep al 11 Sep	27.5	17.8	78.3	5.70	36.49	0.7
12 Sep al 18 Sep	27.2	18.0	74.3	6.13	36.57	0.7
19 Sep al 25 Sep	27.3	16.8	78.7	7.60	36.83	0.7
26 Sep al 02 Oct	27.0	17.8	65.5	7.26	35.84	0.7
03 Oct al 09 Oct	26.3	15.9	73	7.69	36	0.7
10 Oct al 16 Oct	30.5	16.4	62.1	7.26	35.84	0.8
17 Oct al 23 Oct	27.1	17.4	70.9	6.31	36.19	0.7
24 Oct al 31 Oct	30.5	15.3	66.8	5.36	36.44	0.7

Cuadro 5. Resultados del cálculo de la Evapotranspiración a partir de los datos recopilados de la estación metrológica de Cd. Guzmán agosto-octubre 2022.

FECHA	Tmax	Tmin	Rhmean	u (x)	Rs	Eto
	°C	°C	%	km/day	W/m2	mm/day
22 Ago al 28 Ago	30.9	16.4	75.1	6.31	417.2	1.0
29 Ago al 04 Sep	32.3	16	22.4	6.65	393.3	1.1
05 Sep al 11 Sep	32.7	14.7	75.7	7	333.1	0.9
12 Sep al 18 Sep	30.4	15.6	76.3	5.62	262.2	0.7
19 Sep al 25 Sep	30.9	14.7	72.1	5.53	329.4	0.8
26 Sep al 02 Oct	30.5	14.4	74	6.05	351.4	0.9
03 Oct al 09 Oct	31.5	13.3	69.8	5.96	388	1.0
10 Oct al 16 Oct	32.5	13.7	66.5	6.22	359.2	1.1
17 Oct al 23 Oct	30.3	14.4	74.7	6.22	263.4	0.7
24 Oct al 31 Oct	32.5	11.4	71.5	5.7	427.3	1.1

Posteriormente se determinaron los tiempos de riego de cada cultivo en base a la siguiente formula:

$$\text{Etc} = \text{Eto (mm)} \times \text{Kc (mm)} \quad \text{L.R.} = \text{Etc (mm)} / \text{E.R.(\%)} \quad \text{Vol. De Agua (L/h)} = \text{L.R.(mm)} * \text{Superficie (Ha)} \quad \text{T.R.} = \text{Vol. De Agua L/h} / \text{Gasto de agua del S.R. L/H}$$

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ETo: Evapotranspiración de referencia o potencial del cultivo

ER: Eficiencia de riego

Kc: Coeficiente de cultivo

LR: Lamina de riego

Sr: Sistema de riego

TR: Tiempo de riego

7. RESULTADOS

Tiempos de Riego Zarzamora 5.41 Ha.

Cuadro 6. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica Yasmine 2022.

FECHA	Eto (mm/día)	Kc (mm/día)	Etc (mm/día)	Eficiencia de riego (%)	Lb (mm/ día)	Lb (m/día)	Hectáre a (m2)	Lb/Ha (m3)	L/Ha	Superficie (Ha)	Volumen de agua (L/día)
22 Ago al 28 Ago	0.8	0.5	0.40	90	0.44	0.00044	10,000	4.444	4444 .44	5.41	24044.44
29 Ago al 04 Sep	0.8	0.5	0.40	90	0.44	0.00044	10,000	4.444	4444 .44	5.41	24044.44
05 Sep al 11 Sep	0.7	0.5	0.35	90	0.39	0.00039	10,000	3.889	3888 .89	5.41	21038.89
12 Sep al 18 Sep	0.7	0.5	0.35	90	0.39	0.00039	10,000	3.889	3888 .89	5.41	21038.89
19 Sep al 25 Sep	0.7	0.5	0.35	90	0.39	0.00039	10,000	3.889	3888 .89	5.41	21038.89
26 Sep al 02 Oct	0.7	0.5	0.35	90	0.39	0.00039	10,000	3.889	3888 .89	5.41	21038.89
03 Oct al 09 Oct	0.7	0.5	0.35	90	0.39	0.00039	10,000	3.889	3888 .89	5.41	21038.89
10 Oct al 16 Oct	0.8	0.5	0.40	90	0.44	0.00044	10,000	4.444	4444 .44	5.41	24044.44
17 Oct al 23 Oct	0.7	0.5	0.35	90	0.39	0.00039	10,000	3.889	3888 .89	5.41	21038.89
24 Oct al 31 Oct	0.7	0.5	0.35	90	0.39	0.00039	10,000	3.889	3888 .89	5.41	21038.89

Cuadro 7. Volumen de agua en basándose en la ETo de la estación meteorológica Cd. Guzmán agosto-octubre 2022.

FECHA	Eto (mm/día)	Kc (mm/día)	Etc (mm/día)	Eficiencia de riego (%)	Lb (mm/día)	Lb (m/día)	Hectarea (m²)	Lb/Ha (m³)	L/Ha	Superfici e (Ha)	Volumen de agua (L/día)
22 - 28 Ago	1	0.69	0.50	90	0.56	0.00056	10,000	5.556	5555.56	5.41	30055.56
29 Ago al 04 Sep	1.1	0.69	0.76	90	0.84	0.00084	10,000	8.433	8433.33	5.41	45624.33
05 - 11 Sep	0.9	0.69	0.62	90	0.69	0.00069	10,000	6.900	6900.00	5.41	37329.00
12 - 18 Sep	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	5.41	29033.67
19 - 25 Sep	0.8	0.69	0.55	90	0.61	0.00061	10,000	6.133	6133.33	5.41	33181.33
26 Sep al 02 Oct	0.9	0.69	0.62	90	0.69	0.00069	10,000	6.900	6900.00	5.41	37329.00
03 - 09 Oct	1	0.69	0.69	90	0.77	0.00077	10,000	7.667	7666.67	5.41	41476.67
10 - 16 Oct	1.1	0.69	0.76	90	0.84	0.00084	10,000	8.433	8433.33	5.41	45624.33
17 - 23 Oct	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	5.41	29033.67
24 - 31 Oct	1.1	0.69	0.76	90	0.84	0.00084	10,000	8.433	8433.33	5.41	45624.33

Cuadro 8. Gastos de Agua L/h en el sistema de riego de 5.41 Ha agosto-octubre 2022.

Superficie (Ha)	Longitud de surco (m)	Distancia entre goteros (m)	Goteros por planta	N° de surcos total	Total, de goteros	Gasto gotero (L/h)	Gasto de Agua L/h
5.41	41.00	1.00	4	417	68388.00	1	68388.00

Cuadro 9. Tiempos de riego basándose en al estación metrológica Yasmine agosto-octubre 2022.

FECHA	Volumen de agua (L/día)	Gasto de Agua L/h	Tiempo de Riego	Tiempo de riego (min y seg)
22 Ago al 28 Ago	24044.44	68388	21.10	21 min, 6 seg.
29 Ago al 04 Sep	33181.33	68388	29.11	29 min, 7 seg.
05 Sep al 11 Sep	29033.67	68388	25.47	25 min, 28 seg.
12 Sep al 18 Sep	29033.67	68388	25.47	25 min, 28 seg.
19 Sep al 25 Sep	29033.67	68388	25.47	25 min, 28 seg.
26 Sep al 02 Oct	29033.67	68388	25.47	25 min, 28 seg.
03 Oct al 09 Oct	29033.67	68388	25.47	25 min, 28 seg.
10 Oct al 16 Oct	33181.33	68388	29.11	29 min, 7 seg.
17 Oct al 23 Oct	29033.67	68388	25.47	25 min, 28 seg.
24 Oct al 31 Oct	29033.67	68388	25.47	25 min, 28 seg.

Cuadro 10. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica Cd. Guzmán agosto-octubre 2022.

FECHA	Volumen de agua (L/día)	Gasto de Agua L/h	Tiempo de Riego	Tiempo de riego (min y seg)
22 Ago al 28 Ago	30055.56	68388	26.37	26 min, 22 seg.
29 Ago al 04 Sep	45624.33	68388	40.03	40 min, 2 seg.
05 Sep al 11 Sep	37329.00	68388	32.75	32 min, 45 seg.
12 Sep al 18 Sep	29033.67	68388	25.47	25 min, 38seg.
19 Sep al 25 Sep	33181.33	68388	29.11	29 min,7 seg.
26 Sep al 02 Oct	37329.00	68388	32.75	32 min, 45 seg.
03 Oct al 09 Oct	41476.67	68388	36.39	36 min, 23 seg.
10 Oct al 16 Oct	45624.33	68388	40.03	13 min, 33 seg.
17 Oct al 23 Oct	29033.67	68388	25.47	25 min, 38seg.
24 Oct al 31 Oct	45624.33	68388	40.03	40 min, 2 seg.

7.2. Tiempos de riego frambuesa 11 Ha

Cuadro 11. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica Yasmine agosto-octubre 2022.

FECHA	Eto (mm/ dia)	Kc (mm/dia)	Etc (mm/día)	Eficiencia de riego (%)	Lb (mm/día)	Lb (m/día)	Hectárea (m²)	Lb/Ha (m³)	L/Ha	Superficie (Ha)	Volumen de agua (L/día)
22 Ago al 28 Ago	0.8	3.3	2.64	90	2.93	0.002 93	10,000	29.333	29333.33	11.00	322666.67
29 Ago al 04 Sep	0.8	3.3	2.64	90	2.93	0.002 93	10,000	29.333	29333.33	11.00	322666.67
05 Sep al 11 Sep	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.002 57	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33
12 Sep al 18 Sep	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.002 57	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33
19 Sep al 25 Sep	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.002 57	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33
26 Sep al 02 Oct	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.002 57	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33
03 Oct al 09 Oct	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.002 57	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33
10 Oct al 16 Oct	0.8	3.3	2.64	90	2.93	0.002 93	10,000	29.333	29333.33	11.00	322666.67
17 Oct al 23 Oct	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.002 57	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33
24 Oct al 31 Oct	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.002 57	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33

Cuadro 12. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica Cd Guzmán agosto-octubre 2022.

FECHA	Eto (mm/día)	Kc (mm/día)	Etc (mm/día)	Eficiencia de riego (%)	Lb (mm/día)	Lb (m/día)	Hectarea (m ²)	Lb/Ha (m ³)	L/Ha	Superficie (Ha)	Volumen de agua (L/día)
22 Ago al 28 Ago	1	3.3	3.30	90	3.67	0.00367	10,000	36.667	36666.67	11.00	403333.33
29 Ago al 04 Sep	1.1	3.3	3.63	90	4.03	0.00403	10,000	40.333	40333.33	11.00	443666.67
05 Sep al 11 Sep	0.9	3.3	2.97	90	3.30	0.00330	10,000	33.000	33000.00	11.00	363000.00
12 Sep al 18 Sep	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.00257	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33
19 Sep al 25 Sep	0.8	3.3	2.64	90	2.93	0.00293	10,000	29.333	29333.33	11.00	322666.67
26 Sep al 02 Oct	0.9	3.3	2.97	90	3.30	0.00330	10,000	33.000	33000.00	11.00	363000.00
03 Oct al 09 Oct	1	3.3	3.30	90	3.67	0.00367	10,000	36.667	36666.67	11.00	403333.33
10 Oct al 16 Oct	1.1	3.3	3.63	90	4.03	0.00403	10,000	40.333	40333.33	11.00	443666.67
17 Oct al 23 Oct	0.7	3.3	2.31	90	2.57	0.00257	10,000	25.667	25666.67	11.00	282333.33
24 Oct al 31 Oct	1.1	3.3	3.63	90	4.03	0.00403	10,000	40.333	40333.33	11.00	443666.67

Cuadro 13. Gasto de agua L/h en el sistema de riego 11 Ha agosto-octubre 2022.

Longitud de surco (m)	Distancia entre goteros (m)	Goteros por planta	N° de surcos total	Total de goteros	Gasto gotero (L/h)	Gasto de Agua L/h
61.00	0.20	4	792	966240.00	1	966240.00

Cuadro 14. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica Yasmine agosto-octubre 2022.

FECHA	Volumen de agua (L/día)	Gasto de Agua L/h	Tiempo de riego	Tiempo de riego (min y seg)
22 Ago al 28 Ago	322666.67	966240	20.04	20 min,2 seg
29 Ago al 04 Sep	322666.67	966240	20.04	20 min,2 seg
05 Sep al 11 Sep	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.
12 Sep al 18 Sep	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.
19 Sep al 25 Sep	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.
26 Sep al 02 Oct	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.
03 Oct al 09 Oct	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.
10 Oct al 16 Oct	322666.67	966240	20.04	20 min,2 seg
17 Oct al 23 Oct	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.
24 Oct al 31 Oct	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.

Cuadro 15. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica Cd Guzmán agosto-octubre 2022.

FECHA	Volumen de agua (L/día)	Gasto de Agua L/h	Tiempo de Riego	Tiempo de riego (min y seg)
22 Ago al 28 Ago	403333.33	966240	25.05	25 min, 3 seg.
29 Ago al 04 Sep	443666.67	966240	27.55	27 min, 33 seg.
05 Sep al 11 Sep	363000.00	966240	22.54	22 min, 32 seg.
12 Sep al 18 Sep	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.
19 Sep al 25 Sep	322666.67	966240	20.04	20 min, 2 seg.
26 Sep al 02 Oct	363000.00	966240	22.54	22 min, 32 seg.
03 Oct al 09 Oct	403333.33	966240	25.05	25 min, 3 seg.
10 Oct al 16 Oct	443666.67	966240	27.55	27 min, 33 seg.
17 Oct al 23 Oct	282333.33	966240	17.53	17 min, 32 seg.
24 Oct al 31 Oct	443666.67	966240	27.55	27 min, 33 seg.

7.3. Tiempos de riego arándano 30 Ha.

Cuadro 16. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica de Yasmine 2022.

FECHA	Eto (mm/día)	Kc (mm/ día)	Etc (mm/día)	Eficiencia de riego (%)	Lb (mm/día)	Lb (m/día)	Hectare a (m ²)	Lb/Ha (m ³)	L/Ha	Superficie (Ha)	Volumen de agua (L/día)
22 - 28 Ago	0.8	0.69	0.55	90	0.61	0.00061	10,000	6.133	6133.33	30.00	184000.00
29 Ago al 04 Sep	0.8	0.69	0.55	90	0.61	0.00061	10,000	6.133	6133.33	30.00	184000.00
05 Sep al 11 Sep	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00
12 Sep al 18 Sep	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00
19 Sep al 25 Sep	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00
26 Sep al 02 Oct	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00
03 Oct al 09 Oct	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00
10 Oct al 16 Oct	0.8	0.69	0.55	90	0.61	0.00061	10,000	6.133	6133.33	30.00	184000.00
17 Oct al 23 Oct	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00
24 Oct al 31 Oct	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00

Cuadro 17. Volumen de agua basándose en la ETo de la estación meteorológica Cd Guzmán agosto-octubre 2022.

FECHA	Eto (mm/día)	Kc (mm/día)	Etc (mm/día)	Eficiencia de riego (%)	Lb (mm/día)	Lb (m/día)	Hectarea (m ²)	Lb/Ha (m ³)	L/Ha	Superficie (Ha)	Volumen de agua (L/día)
22 Ago al 28 Ago	1	0.69	0.69	90	0.77	0.00077	10,000	7.667	7666.67	30.00	230000.00
29 Ago al 04 Sep	1.1	0.69	0.76	90	0.84	0.00084	10,000	8.433	8433.33	30.00	253000.00
05 Sep al 11 Sep	0.9	0.69	0.62	90	0.69	0.00069	10,000	6.900	6900.00	30.00	207000.00
12 Sep al 18 Sep	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00
19 Sep al 25 Sep	0.8	0.69	0.55	90	0.61	0.00061	10,000	6.133	6133.33	30.00	184000.00
26 Sep al 02 Oct	0.9	0.69	0.62	90	0.69	0.00069	10,000	6.900	6900.00	30.00	207000.00
03 Oct al 09 Oct	1	0.69	0.69	90	0.77	0.00077	10,000	7.667	7666.67	30.00	230000.00
10 Oct al 16 Oct	1.1	0.69	0.76	90	0.84	0.00084	10,000	8.433	8433.33	30.00	253000.00
17 Oct al 23 Oct	0.7	0.69	0.48	90	0.54	0.00054	10,000	5.367	5366.67	30.00	161000.00
24 Oct al 31 Oct	1.1	0.69	0.76	90	0.84	0.00084	10,000	8.433	8433.33	30.00	253000.00

Cuadro 18. Gastos de agua L/h en el sistema de riego 30 Ha agosto-octubre 2022.

Longitud de surco (m)	Distancia entre goteros (m)	Goteros por planta	N° de surcos total	Total de goteros	Gasto gotero (L/h)	Gasto de Agua L/h
61.00	0.60	4	2049	833260.00	1	833260.00

Cuadro 19. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica Yasmine agosto-octubre 2022.

FECHA	Volumen de agua (L/día)	Gasto de Agua L/h	Tiempo de Riego	Tiempo de riego (min y seg)
22 Ago al 28 Ago	184000.00	833260	13.25	13 min, 15 seg.
29 Ago al 04 Sep	184000.00	833260	13.25	13 min, 15 seg.
05 Sep al 11 Sep	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.
12 Sep al 18 Sep	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.
19 Sep al 25 Sep	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.
26 Sep al 02 Oct	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.
03 Oct al 09 Oct	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.
10 Oct al 16 Oct	184000.00	833260	13.25	13 min, 15 seg.
17 Oct al 23 Oct	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.
24 Oct al 31 Oct	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.

Cuadro 20. Tiempos de riego basándose en la estación meteorológica de Cd Guzmán agosto-octubre 2022.

FECHA	Volumen de agua (L/día)	Gasto de Agua L/h	Tiempo de Riego	Tiempo de riego (min y seg)
22 Ago al 28 Ago	230000.00	833260	16.56	16 min, 34 seg.
29 Ago al 04 Sep	253000.00	833260	18.22	18 min, 13 seg.
05 Sep al 11 Sep	207000.00	833260	14.91	14 min, 55 seg.
12 Sep al 18 Sep	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.
19 Sep al 25 Sep	184000.00	833260	13.25	13 min, 25 seg.
26 Sep al 02 Oct	207000.00	833260	14.91	14 min, 55 seg.
03 Oct al 09 Oct	230000.00	833260	16.56	16 min, 34 seg.
10 Oct al 16 Oct	253000.00	833260	18.22	18 min, 13 seg.
17 Oct al 23 Oct	161000.00	833260	11.59	11 min, 35 seg.
24 Oct al 31 Oct	253000.00	833260	18.22	18 min, 13 seg.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta tesis tuvo como propósito obtener los tiempos de riego en los cultivos ya mencionados, sobre todo se basó en demostrar toda la metodología para llegar a los resultados.

A partir del uso de las estaciones meteorológicas y con la recopilación de datos se logró calcular la evapotranspiración de referencia, esto coincide con el autor (Gavilán Zafra et al., 2019) quién menciona que para lograr una programación de riego implica conocer la necesidad de agua para el cultivo.

La presente tesis concuerda con la metodología para el cálculo de la evapotranspiración de la FAO a través del método Peman-Monteihht así mismo se asemeja a la metodología establecida por (INIFAP, 2006) para determinar el volumen de agua, obteniendo como resultado los siguientes tiempos de riego.

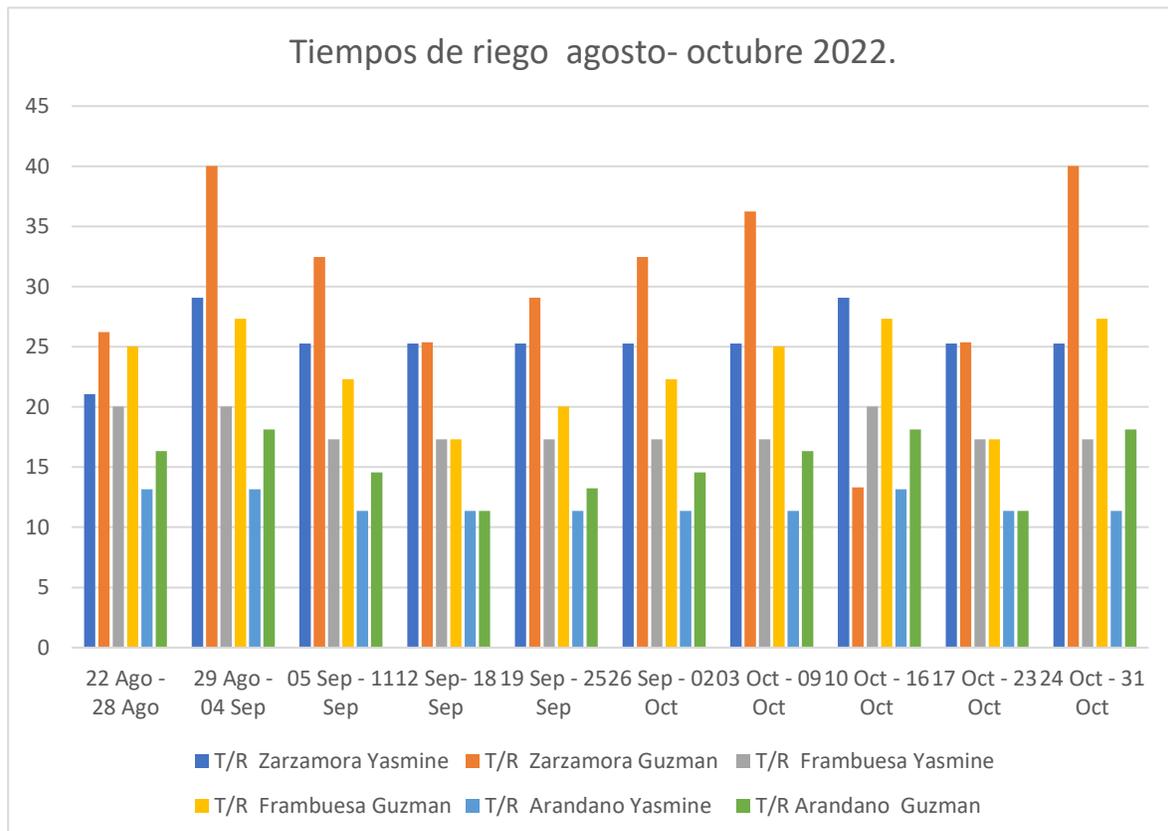


Figura 5 Tiempos de Riego agosto – octubre 2022.

9. CONCLUSIÓN

De todo lo anterior se puede concluir que los resultados de la determinación de la evapotranspiración difieren los valores de las estaciones meteorológicas y con ello los resultados tienen diferencias, así como también, si es posible determinar los tiempos de riego en base a la metodología de la FAO Penman-Monteith, por lo tanto, nuestra hipótesis es aceptada.

En base a esto se puede inferir que el uso de estas metodologías en los cultivos, harán más eficiente el uso del agua, abriendo el camino hacia el desarrollo sustentable, a partir de un uso eficiente del agua, permitiendo ahorrar este recurso tan importante para la agricultura.

Así mismo reducir costos de producción en cuanto al gasto de fertilizantes y ácidos de uso agrícola, además la reducción de residuos que van directamente al suelo y mantos freáticos evitando la erosión y contaminación del agua.

Por otro lado, un cultivo con los requerimientos hídricos necesarios aumenta su rendimiento de producción, trayendo consigo utilidades más elevadas para los productores.

10. LITERATURA REVISADA

(*Respuesta al Riego de un Cultivo de Arándano en la Provincia de Huelva | SERVIFAPA - Plataforma de asesoramiento y transferencia del conocimiento agrario y pesquero en andalucía*, 2019)

Castro Popoca, M. (2008). *Sistema de riego automatizado en tiempo real con balance hídrico, medición de humedad del suelo y lisímetro. Agricultura Técnica en México Vol. 34 Núm. 4, 2008.*. Red Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecauv/titulos/32669>

Chávez-Bárceñas, A. T. (2012). *Proteómica de la maduración de frutos de zarzamora (Rubus sp.) cultivados en México, una primera aproximación. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. 8(3), 2012.*. Red Universidad Autónoma Indígena de México. <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecauv/23633?page=3>

Chávez-Morales, J. (2006). *Impacto del funcionamiento de los sistemas de riego presurizados en la productividad de ocho cultivos, en Guanajuato, México.*. Red Agrociencia. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecauv/titulos/19145>

Chávez-Morales, J. (2006). *Impacto del funcionamiento de los sistemas de riego presurizados en la productividad de ocho cultivos, en Guanajuato, México.*. Red Agrociencia. <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecauv/19145?page=4>

Colina, J. M. D. L. (2009). *Producción de arándanos en Argentina.*. El Cid Editor | apuntes. <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecauv/29041?page=4>

Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego (1.a ed.). (2016). *COMISION NACIONAL DEL AGUA.* <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/publicaciones/sgih-3-18.pdf>

Martínez Cortijo, F. J. Martínez Cortijo, F. J. (2014). *Introducción al riego..* Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecauv/titulos/57382>

Maya Álvarez, M. Á. (2015). *Operaciones culturales, riego y fertilización..* IC Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecauv/44527?page=138>

TLALCA, U. D. (2012). *Mejoramiento de la Competitividad de Productores Frutícolas de la Asociación Canal Maule Sur.,*

INIFAP. (Octubre de 2006). *Calculo de volúmenes de agua para riego por goteo en el cultivo de jitomate en la planicie huasteca . Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias.*