



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTIRRIEGO EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJÍ JALAPEÑO (*Capsicum
annuum* L.) EN INVERNADERO.**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: BYRON JAVIER CHICAIZA MORALES

DIRECTOR: Ing. JUAN EDUARDO LEON RUIZ PhD.

Riobamba- Ecuador

2022

© 2022, **Byron Javier Chicaiza Morales**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, BYRON JAVIER CHICAIZA MORALES, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de julio de 2022






Byron Javier Chicaiza Morales

150097113-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación. **EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTIRRIEGO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJÍ JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) EN INVERNADERO**, realizado por el señor: **BYRON JAVIER CHICAIZA MORALES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-07-15
Ing. Juan Eduardo León Ruiz PhD DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-07-15
Ing. Alfonso Leonel Suarez Tapia PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-07-15

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con mucho cariño a mis padres **Jeremías Chicaiza** y **Piedad Morales** quienes han sido mi fuente de inspiración y me han apoyado de manera incondicional en esta etapa de mi vida, agradecerles por todos sus consejos y por todo el cariño que me han brindado desde siempre.

A mis abuelitos **Carme, Otilia** y **Manuel** quienes de la misma manera me brindaron sus sanos consejos y especialmente a mi abuelo **Heriberto** quien me enseñó el valor de la humildad, la bondad y el respeto, sé que desde el cielo me miras y espero te sientas orgulloso de tu nieto, gracias por toda tu sabiduría compartida conmigo abuelo siempre estarás presente en mi corazón.

A mis amigos **Jonathan, Laura, Thalia, Damariz** de la misma manera gracias por estar siempre conmigo por apoyarme y aconsejarme en los momentos difíciles de mi vida, por estar a mi lado desde un inicio de la vida universitaria, siempre los voy a querer como mis hermanos.

A mi compañera de vida **Angie Mavel** por haber llegado a mi vida y motivarme a seguir adelante y culminar mi carrera, por brindarme tu cariño cuando más lo necesitaba y ser mi mayor motivo para sobresalir y ser mejor persona.

Byron

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida, la salud, el conocimiento para seguir adelante y no decaer y poder cumplir mi sueño de ser ingeniero agrónomo.

A mis padres por todo el apoyo moral y económico que me brindaron en todo el ciclo que duró mis estudios académicos.

A mi director de trabajo de titulación Ing. Juan León por sus conocimientos impartidos y por el apoyo brindado en mi trabajo de titulación.

A mi asesor Ing. Alfonso Suarez de la misma manera por su apoyo y por guiarme en mi trabajo de investigación.

A mis amigos que me brindaron su apoyo y su amistad en toda esta travesía que fue la vida universitaria.

Byron

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Riego.....	4
1.1.1. <i>Láminas de riego.....</i>	4
1.1.2. <i>Frecuencias de riego.....</i>	4
1.1.3. <i>Programación del riego.....</i>	5
1.1.4. <i>Capacidad de campo (CC).....</i>	5
1.1.5. <i>Punto de marchitez permanente (PMP).....</i>	5
1.1.6. <i>Humedad aprovechable.....</i>	6
1.1.7. <i>Tanque de evaporación casero.....</i>	6
1.1.8. <i>Evapotranspiración de referencia (Eto).....</i>	6
1.1.9. <i>Evapotranspiración del cultivo (Etc).....</i>	6
1.1.10. <i>Coefficiente del cultivo (Kc).....</i>	7
1.1.11. <i>Lamina neta de riego (Ln).....</i>	7
1.1.12. <i>Frecuencia de riego.....</i>	8
1.1.13. <i>Lamina bruta de riego (Lb).....</i>	8
1.1.14. <i>Volumen de riego.....</i>	8
1.1.15. <i>Tiempo de riego.....</i>	9
1.2. Etapas fenológicas.....	9
1.3. Cultivos bajo invernadero.....	9
1.4. Fertirriego.....	10
1.4.1. <i>Ventajas y desventajas del fertirriego.....</i>	11
1.4.2. <i>Fertilizantes para el fertirriego.....</i>	11
1.5. Fertilización foliar.....	12
1.6. Soluciones nutritivas.....	12

1.6.1.	<i>Soluciones líquidas</i>	13
1.6.2.	<i>Soluciones sólidas</i>	13
1.6.3.	<i>Preparación de soluciones nutritivas</i>	13
1.6.4.	<i>Compatibilidad entre fertilizantes</i>	15
1.7.	Ají jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.)	16
1.7.1.	<i>Origen e importancia</i>	16
1.7.2.	<i>Taxonomía</i>	17
1.7.3.	<i>Descripción botánica</i>	17
1.7.3.1.	<i>Raíz</i>	17
1.7.3.2.	<i>Tallo</i>	18
1.7.3.3.	<i>Hojas</i>	18
1.7.3.4.	<i>Flores</i>	18
1.7.3.5.	<i>Frutos</i>	18
1.7.3.6.	<i>Semillas</i>	18
1.7.4.	<i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	19
1.7.4.1.	<i>Suelo</i>	19
1.7.5.	Manejo del cultivo	19
1.7.5.1.	<i>Preparación del terreno</i>	19
1.7.5.2.	<i>Distanciamiento y densidad de siembra</i>	19
1.7.5.3.	<i>Siembra</i>	20
1.7.5.4.	<i>Trasplante</i>	20
1.7.5.5.	<i>Amarre</i>	20
1.7.5.6.	<i>Control de malezas</i>	21
1.7.5.7.	<i>Riego</i>	21
1.7.6.	Plagas y Enfermedades	22
1.7.6.1.	<i>Plagas</i>	22
1.7.6.2.	<i>Enfermedades</i>	22
1.4.7.	Cosecha	23

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	24
2.1.	Características del lugar	24
2.1.1.	<i>Localización</i>	24
2.1.2.	<i>Ubicación Geográfica del ensayo</i>	24
2.2.	Materiales	25
2.2.1.	<i>Material vegetativo</i>	25

2.2.2.	<i>Material de campo</i>	25
2.2.3.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	25
2.3.	Metodología	25
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	25
2.3.2.	<i>Factores en estudio</i>	25
2.3.3.	<i>Tratamientos en estudio</i>	26
2.3.4.	<i>Características del campo experimental</i>	26
2.3.5.	<i>Esquema de análisis de varianza</i>	27
2.3.6.	<i>Análisis funcional</i>	27
2.4.	Métodos de evaluación y datos registrados	28
2.4.1.	<i>Determinación de requerimientos hídricos</i>	28
2.4.2.	<i>Determinación de parámetros hídricos del suelo</i>	28
2.4.2.1.	<i>Capacidad de campo</i>	28
2.4.2.2.	<i>Punto de marchitez permanente</i>	28
2.4.2.3.	<i>Evapotranspiración de referencia (Eto)</i>	29
2.4.2.4.	<i>Evapotranspiración del cultivo (Etc)</i>	29
2.4.2.5.	<i>Coefficiente del cultivo (Kc)</i>	29
2.4.2.6.	<i>Programación de riego</i>	29
2.4.3.	Registro de datos	30
2.4.3.1.	<i>Para determinación de las etapas fenológicas</i>	30
2.4.3.2.	<i>Para el número de frutos</i>	30
2.4.3.3.	<i>Para el tamaño del fruto</i>	30
2.4.3.4.	<i>Para el peso del fruto</i>	30
2.4.3.5.	<i>Rendimiento</i>	31
2.5.	Manejo del ensayo	31
2.5.1.	Labores pre culturales	31
2.5.1.1.	<i>Muestreo</i>	31
2.5.1.2.	<i>Preparación y surcado del terreno</i>	31
2.5.2.	Labores culturales	31
2.5.2.1.	<i>Trasplante</i>	31
2.5.2.2.	<i>Fertirriego y fertilización foliar</i>	31
2.5.2.3.	<i>Deshierbe</i>	32
2.5.2.4.	<i>Riego</i>	32
2.5.2.5.	<i>Control de plagas y enfermedades</i>	32
2.5.2.6.	<i>Cosecha</i>	33

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1.	Resultados.....	34
3.1.1.	<i>Duración de las etapas fenológicas del cultivo de ají jalapeño</i>	<i>34</i>
3.1.2.	<i>Requerimientos hídricos y láminas de riego acumuladas por etapa.....</i>	<i>35</i>
3.2.	Número de frutos cortados por planta.....	36
3.3.	Tamaño de fruto	39
3.4.	Peso (g) de frutos.....	40
3.5.	Rendimiento en kilogramos (Kg/ha)	42
3.7.	Análisis económico.....	47
	CONCLUSIONES.....	49
	RECOMENDACIONES.....	50
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Ventajas y desventajas del fertirriego	11
Tabla 2-1:	Composición de la solución nutritiva para ají jalapeño	14
Tabla 3-1:	Compatibilidad química de fertilizantes	16
Tabla 4-1:	Taxonomía del ají jalapeño (<i>Capsicum annum</i> L.)	17
Tabla 5-1:	Principales plagas del cultivo de ají jalapeño	22
Tabla 6-1:	Principales enfermedades que afectan al cultivo de Ají Jalapeño.....	22
Tabla 1-2:	Ubicación geográfica del ensayo	244
Tabla 2-2:	Tratamientos en estudio	266
Tabla 3-2:	Análisis de varianza	277
Tabla 4-2:	Programación de riego	300
Tabla 5-2:	Kg de nutrientes en función del porcentaje de desarrollo del cultivo	322
Tabla 1-3:	Duración de las etapas fenológicas	344
Tabla 2-3:	Programación de riego	355
Tabla 3-3:	Análisis de varianza para el número de frutos cortados.....	377
Tabla 4-3:	Prueba Tukey al 5% para el número de frutos cortados según la dosis de fertirriego*fertilización foliar	377
Tabla 5-3:	Análisis de varianza para el tamaño de frutos.....	39
Tabla 6-3:	Prueba Tukey al 5% para el tamaño de frutos según la dosis de fertirriego	39
Tabla 7-3:	Análisis de varianza para el peso de frutos	411
Tabla 8-3:	Prueba Tukey al 5% para el peso de frutos según la dosis de fertirriego.....	411
Tabla 9-3:	Análisis de varianza para el rendimiento	433
Tabla 10-3:	Prueba Tukey al 5% para el rendimiento/ha según la dosis de fertirriego.....	433
Tabla 11-3:	Prueba Tukey al 5% para el rendimiento según la dosis de fertilización foliar .	444
Tabla 12-3:	Prueba Tukey al 5% para el rendimiento según la dosis de fertirriego*fertilización foliar	466
Tabla 13-3:	Análisis económico para determinar la relación beneficio/costo.....	477

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Ubicación geográfica	24
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Duración de etapas fenológicas	344
Gráfico 2-3:	Lámina de riego acumulada aplicada por etapa de cultivo.....	366
Gráfico 3-3:	Número de frutos cortados según la dosis de fertirriego*fertilización foliar ..	388
Gráfico 4-3:	Tamaño de fruto según la dosis de fertirriego	400
Gráfico 5-3:	Peso del fruto según la dosis de fertirriego	422
Gráfico 6-3:	Rendimiento según la dosis de fertirriego	444
Gráfico 7-3:	Rendimiento según la dosis de fertilización foliar	455
Gráfico 8-3:	Rendimiento según la dosis de fertirriego*fertilización foliar	466
Gráfico 9-3:	Relación Beneficio/Costo de los tratamientos.....	488

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CANTIDAD DE FERTILIZANTES UTILIZADOS PARA CADA ETAPA DEL CULTIVO SEGÚN INTAGRI
- ANEXO B:** NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS
- ANEXO C:** NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS
- ANEXO D:** PESO DEL FRUTO (g)
- ANEXO E:** RENDIMIENTO EN (kg)
- ANEXO F:** COSTOS DE PRODUCCIÓN

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar tres dosis de fertirriego en el rendimiento del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero, para el ensayo se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo de parcelas divididas con dos repeticiones en las cuales se aplicaron tratamientos que corresponden a tres dosis de fertirriego (50%, 100%, 150%), además se aplicaron dos dosis de fertilizante foliar (100%, 150%), para la aplicación de fertirriego se lo hizo con una frecuencia de cada tres días y se empleó un sistema venturi para suministrar la solución madre al sistema de riego mientras que para la fertilización foliar se realizó la aplicación cada 15 días desde la etapa de floración con un bomba a mochila, para la toma de datos se escogieron 10 plantas al azar dentro de cada tratamiento y repetición de las cuales se evaluó parámetros como: número de frutos cortados por planta, tamaño de fruto, peso del fruto y rendimiento en Kg/ha. Para el análisis estadístico se usó la prueba Tukey al 5%, dando como resultado que existen diferencias significativas para el número de frutos, tamaño y peso con la aplicación del tratamiento 2, alcanzando un rendimiento promedio de 28,9 T/ha y una relación beneficio/costo de 1,75 \$. Se concluyó que la mejor dosis de fertirriego para el cultivo de ají jalapeño es el T2 (dosis fertirriego 100% + dosis fertilización foliar 150%) por lo que produjo frutos de mayor peso y tamaño. Se recomienda comparar la dosis de Intagri con otro tipo de soluciones.

Palabras clave: <AJÍ JALAPEÑO (*Capsicum annum* L)>, <DOSIS>, <FERTIRRIEGO>, <FERTILIZANTE FOLIAR>, <INTAGRI>, <INVERNADERO>.


D.B.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo

1656-DBRA-UTP-2022



ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate three fertigation doses on the yield of the jalapeno pepper (*Capsicum annuum* L.) crop under greenhouse conditions. It was used a Randomized Complete Block Design (RCBD) for the trial with a split-plot arrangement with two replications in which treatments corresponding to three fertigation doses (50%, 100%, 150%) were applied, in addition to two dosages of foliar fertilizer (100%, 150%). Fertigation was applied every three days, and a venturi system was used to supply the stock solution to the irrigation system, while foliar fertilization was applied every 15 days from the flowering stage with a knapsack pump. For data collection, it was chosen 10 plants at random within each treatment and repetition, and parameters such as the number of fruits cut per plant, fruit size, fruit weight, and yield in kg/ha were evaluated. For the statistical analysis, the Tukey test at 5% was used, resulting in significant differences in the number of fruits, size, and weight with the application of treatment 2, reaching an average yield of 28.9 T/ha and a benefit/cost ratio of \$1.75. It was concluded that the best fertigation dose for the jalapeno pepper crop is T2 (100% fertigation dose + 150% foliar fertilization dose) because it produced fruits of greater weight and size. It is recommended to compare the dosage of Intagri with other types of solutions.

Keywords: <JALAPENO PEPPER (*Capsicum annum* L)>, <DOSE>, <FERTIGATION>, <FOLIAR FERTILIZER>, <INTAGRI>, <GREENHOUSE>.



Silvana Patricia Céleri Quinde

0602669830

INTRODUCCIÓN

El cultivo de ají es propio del continente americano, originario de la región de Xalapa, en el estado de Veracruz en México. Según (FAOSTAT, 2020,p. 78) a nivel mundial la producción es de 36,77 millones de t/año, siendo China, México, Turquía, España y Estados Unidos los principales productores. En el Ecuador es cultivado de manera significativa en las provincias de Los Ríos, Esmeraldas y en mayor escala en Santo Domingo de los Tsáchilas, (Proají, 2009,p. 90) menciona que se alcanza una producción total de 250 t/año el ají aproximadamente.

En el Ecuador existen una variedad de climas y suelos con condiciones topográficas apropiadas que los hacen aptos para la producción de una enorme variedad de productos ya sean hortícolas o frutales entre ellos uno de los que se adapta muy bien a estas condiciones es el cultivo de ají, el cual tiene una gran acogida y una gran demanda en los mercados, los ajís que son más comúnmente cultivados son el habanero, el tabasco y el jalapeño, estas variedades son las que tienen una mayor demanda tanto en el mercado nacional como internacional (Basantes, 2015, p. 46). En la actualidad una de las grandes preocupaciones que existe es el uso excesivo de fertilizantes minerales lo cual ha ido destruyendo y empobreciendo los campos agrícolas, por esta razón hay que generar conciencia en nuestros agricultores para que ellos de un uso de manera adecuada a estos fertilizantes para que tengan un buen beneficio y de igual manera no afecten al suelo, ya que de no hacer cambios a tiempo se pueden ocasionar graves daños que pueden ser irreversibles a nuestros suelos agrícolas y así como afectar el equilibrio biodinámico de este (Martínez, et al., 2010,p.89, pp. 2-9).

En el cultivo de ají jalapeño para que sea una opción viable se debe dar un buen uso a los factores que van a beneficiar su rendimiento como es el agua y los nutrientes que se le aporten; para poder dar un buen uso a estos factores se recurre a la aplicación del fertirriego, esta técnica nos ayuda a dosificar y aplicar de manera adecuada la cantidad de agua como de nutrientes para obtener un alto rendimiento y una buena cosecha con frutos de calidad (Báez, et al., 2012, pp. 209-215).

Justificación de la investigación

Según (Martínez, et al., 2010,p.89) manifiesta que en la actualidad existe una gran demanda del cultivo de ají jalapeño dentro del mercado nacional e internacional, el cual se lo distribuye como producto fresco o procesado, hoy en día no existe mucha información acerca de nuevos métodos de producción para este cultivo que ayude a mejorar los rendimientos, para esto es necesario la implementación de nuevas tecnologías como es la aplicación de un método de riego eficiente y una fertilización adecuada.

Para alcanzar una mayor producción es necesario brindar a la planta una fertilización eficiente de manera que esta pueda expresar todo su potencial genético, ya que en la actualidad se ha venido cultivando de forma tradicional por nuestros agricultores y como resultados se ha obtenido una producción baja; al realizar un adecuado manejo de fertilización se logra un mayor rendimiento y esto conlleva a que se tenga una mejor rentabilidad para nuestros productores.

En la presente investigación se planteó buscar una dosis adecuada de fertirriego que nos permita mejorar la producción del ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*), mediante la aplicación de tres dosis de fertirriego, en donde se evaluara el comportamiento agronómico que produce cada una de ellas en el cultivo para poder determinar cuál es la dosis más adecuada que genere un mejor rendimiento y a su vez que genere una mayor rentabilidad y disminuya el costo de producción.

Por lo antes mencionado y conociendo la creciente demanda de este producto por el mercado nacional se planteó en la siguiente investigación determinar una dosis de fertirriego que produzca un mayor rendimiento; dicha investigación se llevar a cabo en la parroquia Linares, cantón El Chaco, provincia de Napo.

Objetivos de la investigación

General

- Evaluar tres dosis de fertirriego en el rendimiento del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en invernadero.

Específicos

- Determinar los requerimientos hídricos en base a las etapas fenológicas del cultivo mediante el uso de un tanque de evaporación casero.
- Determinar la mejor dosis de fertirriego que genere mayor producción de ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*).
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

Hipótesis de la investigación

Hipótesis nula

Ninguna de dosis de fertirriego influye en el rendimiento del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Hipótesis alterna

Al menos alguna de las dosis de fertirriego influye significativamente en el rendimiento del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Riego

Las plantas requieren de agua que absorben de suelo para de esta manera lograr crecer y desarrollarse. Cuando existe un bajo contenido de humedad en el suelo, las plantas tienden a presentar un estrés hídrico, para evitar esto es imprescindible suministrar agua de riego para reponer el agua consumida y que se encuentre disponible para que la planta pueda absorberla. El riego lo que busca es evitar que se genere el desaprovechamiento o pérdida del agua, para esto de busca hacer uso de métodos donde se alcance un alta eficiencia y mejor aprovechamiento del agua por parte de las plantas. La eficiencia del riego se basa en la relación que existe entre la cantidad de agua que se encuentra disponible en el suelo luego de aplicar riego y el volumen total del agua que se suministró (Demin, 2014, p. 3).

1.1.1. Láminas de riego

Una lámina de riego es el espesor del agua en la cual una determinada área de suelo queda cubierta (FAO-SAFR, 2002). Cuando se aplica riego es muy imprescindible saber cuál es la cantidad total del volumen de agua que se ingresa a la parcela del cultivo y cuál es el área que ocupa. (Demin, 2014, p. 7).

1.1.2. Frecuencias de riego

Según (FAO-SAFR, 2002), “La frecuencia del riego se define como la frecuencia con que se aplica agua a un cultivo en particular en una etapa determinada de crecimiento; se expresa en días”. Para conocer cuándo hay que aplicar riego o establecer con qué frecuencia de va a aplicar el riego es muy necesario que se conozca las características físicas que esté presente para retener la humedad que pueda ser aprovechada por la planta, esta propiedad se le conoce como agua útil o agua aprovechable (HA) y podemos decir que es la cantidad de agua la cual puede ser almacenada por el suelo. El agua existente en el suelo que es aprovechable por las plantas o agua útil se encuentra entre dos puntos los cuales son: el suelo a capacidad de campo (CC), el cual hace referencia a cuando el suelo retiene la máxima humedad posible, y por otro lado está el punto de marchitez permanente (PMP), aquí el agua existente del suelo es difícil de que las plantas lo obtengan ya que se encuentra fuera del alcance de la zona radicular y por ende las plantas tienden a sufrir de estrés hídrico y de no reponer el agua estas pueden llegar a marchitarse y morir. “Para estimar la

HA, se requiere conocer los datos de CC, PMP y la densidad aparente (D_a) del suelo. También es necesario saber la profundidad radicular (Z)” (Mañas, 2020, p. 150).

1.1.3. Programación del riego

Según Bórquez (1999) “la programación del riego es una metodología que permite determinar el nivel óptimo de riego a aplicar a los cultivos”. En donde la programación se basa en definir la frecuencia es decir ¿Cuándo regar? y tiempo de riego ¿Cuánto regar? esto depende de las características edafoclimáticas del lugar donde se encuentra la zona del cultivo. La adecuada programación en cuanto al riego hace que se pueda dar un mejor uso al agua y por ende a obtener una mayor producción y calidad de las cosechas. Para poder realizar la programación del riego es de mucha importancia conocer la cantidad de agua que los respectivos cultivos consumen en cuanto a su evapotranspiración y además es necesario saber el tipo de suelo existente y la cantidad de humedad que este va a retener y esté disponible para el cultivo. La programación del riego es saber cuándo y cuánto de agua vamos a aplicar de acuerdo a las necesidades requeridas por el cultivo (Borquez, 1999, p. 116).

1.1.4. Capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo de un suelo se la define como la máxima capacidad de tiene el suelo para retener agua contra la fuerza de gravedad posterior a que se haya saturado, esta condición se alcanza luego de un periodo de 48 a 72 horas y dependerá del tipo de suelo debido a que los suelos varían su capacidad de retener humedad. El concepto de CC se da solamente a suelos que son bien estructurados con un buen drenaje es decir que sea relativamente rápido; ya que si el drenaje es lento es decir tarda varias semanas se considera un CC ya definida para estos. Cuando un suelo está en CC se nota la humedad solamente al contacto con las manos (FAO, 2008).

1.1.5. Punto de marchitez permanente (PMP)

Según la (FAO, 2008) el punto de marchitez permanente (PMP) hace referencia al contenido de humedad del suelo que se perdido por el consumo de un cultivo y por lo cual la humedad que se encuentras no está disponible es decir se encuentra fuera del alcance de las plantas por lo que estas tienden a sufrir estrés hídrico hasta llegar a marchitarse. Al realizar la prueba al tacto se nota un suelo casi seco (Borquez, 1999).

1.1.6. Humedad aprovechable

La humedad aprovechable es la cantidad de agua que se encuentra en el suelo la cual está disponible para las plantas, la cual está comprendida entre CC y PMP (CNR, 2016).

1.1.7. Tanque de evaporación casero

Este método de tanque evaporímetro casero es utilizado para medir la evaporación diaria de agua en mm para consiguiente poder proceder a calcular la evapotranspiración de referencia del cultivo (Eto) y permite conocer las necesidades hídricas del cultivo. Se registra de manera periódica la diferencia de nivel de agua en el tanque, existe una estrecha relación entre el proceso de evapotranspiración del cultivo y la evaporación del tanque evaporímetro casero, por lo cual se puede utilizar este método para realizar una programación de riego de acuerdo a las condiciones climáticas del sector (Romero, 2011).

1.1.8. Evapotranspiración de referencia (Eto)

Según (IDEAM , 2006) la evapotranspiración potencial (Ep) conocida anteriormente es la cantidad máxima de agua que se elimina del suelo, el cual está cubierto por un cultivo de referencia y tiene mucha importancia para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo (Etc).

Esta definición de evapotranspiración de referencia se lo creo con el objetivo de estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, sin depender del tipo o estado de desarrollo y del manejo que se le dé al cultivo. Al existir disponibilidad de agua en el suelo la evapotranspiración no se ve afectada por los diversos factores que esté presente. Cuando se relaciona la evapotranspiración de una determinada superficie se obtiene un valor el cual se puede relacionar la evapotranspiración de otras superficies. Además, se puede descartar la necesidad de establecer un determinado nivel de evapotranspiración para cada cultivo o estado de desarrollo. Es posible que se realicen comparaciones entre valores medios de Eto de sectores diferentes y en distintas épocas de año, ya que se hace referencia a evapotranspiración bajo una misma superficie de referencia (FAO, 2008).

1.1.9. Evapotranspiración del cultivo (Etc)

La evapotranspiración del cultivo hace referencia a la evaporación que presenta un cultivo en condiciones óptimas es decir que se encuentra libre de enfermedades, con una adecuada fertilización, en condiciones adecuadas de suelo y agua (FAO, 2008).

Esta puede variar en función a condiciones climáticas, las diferentes características que presente el cultivo, el manejo de prácticas sobre el mismo y las condiciones en donde se desarrolle, por lo cual el conocimiento preciso de la Etc es fundamental para dar un manejo adecuado de los recursos hídricos (FAO, 2008).

Para la medición de la Etc se la puede determinar de manera directa mediante métodos de transferencia de masa, partiendo de la medición del balance que agua de un suelo en un lugar donde se esté cultivando o se puede utilizar lisímetros (CNR, 2016).

1.1.10. Coeficiente del cultivo (Kc)

El coeficiente de cultivo (Kc) se lo define como la representación de las diferencias tanto físicas como fisiológicas de los cultivos. Las diferencias que se generan entre la evaporación y la transpiración de un cultivo que es de referencia con un cultivo particular, se integran en un factor conocido como coeficiente de cultivo. Este coeficiente va a depender del tipo de cultivo y el estado de desarrollo en el cual se encuentre es decir que este coeficiente va a variar de acuerdo a la fase fenológica del cultivo, empieza siendo bajo y va aumentando a medida que la planta va desarrollándose para finalmente empezar a disminuir acorde la planta cumple su ciclo (FAO, 2008).

El coeficiente del cultivo es utilizado para determinar la evapotranspiración del cultivo (Etc), para esto se toma referencia a datos meteorológicos medios del sector o de un área cercana que sea representativa de la zona en donde se encuentra el cultivo. La evapotranspiración del cultivo que se obtiene representa la cantidad de agua que la planta absorbe del suelo conforme avanza con su desarrollo (CNR, 2016).

1.1.11. Lámina neta de riego (Ln)

La lámina neta es la cantidad de agua que se tiene que reponer con el riego para cubrir el requerimiento hídrico del cultivo y el agua que se ha perdido mediante la evapotranspiración. Para el cálculo de la Lámina neta se aplica la siguiente fórmula (CNR, 2016).

$$Ln = UR(\%) * AU$$

Donde:

Ln: Lámina neta de riego

UR: Umbral de riego

AU: Agua útil o agua disponible (mm)

El umbral de riego va a variar de acuerdo a cada cultivo, es decir que va a depender de la sensibilidad que presente un cultivo a la falta de agua (Buñay, 2017, p. 67).

1.1.12. Frecuencia de riego

La frecuencia máxima de riego es el intervalo de tiempo en días que se toma en volver a dar nuevamente el riego, esta frecuencia de riego se da en función a la lámina neta y la evapotranspiración del cultivo. Para calcular la frecuencia de riego se aplica la siguiente formula (CNR, 2016).

$$FRmax = \frac{Ln}{Etc}$$

Donde:

FRmax: Frecuencia máxima de riego (días)

Ln: Lamina neta (mm)

Etc: Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

1.1.13. Lamina bruta de riego (Lb)

Para la lámina bruta de riego se calcula mediante la siguiente formula (León, 2012).

$$Lb = (Etc * FRmax) / Ef$$

Donde:

Lb: Lamina bruta de riego (mm)

Etc: Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

FRmax: Frecuencia de riego máxima (días)

Ef: Eficiencia de riego

1.1.14. Volumen de riego

Para calcular el volumen de riego de lo realiza mediante la siguiente formula (León, 2012).

$$V = Lb * \text{Área}$$

Donde:

V: Volumen de agua a aplicar (litros)

Lb: Lamina bruta (mm)

Área cultivada (m²).

1.1.15. Tiempo de riego

El tiempo de riego se calcula empleando la siguiente formula (León, 2012).

$$Tr = V/Q$$

Donde:

Tr: Tiempo de riego (horas)

V: Volumen de agua (Litros)

Q: Caudal (L/s)

1.2. Etapas fenológicas

Las etapas fenológicas son los distintos cambios externos que se pueden observar a medida que una planta va desarrollándose, estos cambios se dan como respuesta a las condiciones ambientales que la rodean, para la identificación de estas es muy necesario realizar observaciones ya que es muy importante conocer la duración de cada una de ellas, puesto que servirá para así efectuar a futuro las distintas programaciones en cuanto a realización de labores culturales, riego, manejo y control de distintas plagas o enfermedades, podas, aporques; de la misma manera permite conocer sobre posibles rendimientos del cultivo, realizando pronósticos de cosecha ya que el estado en el que se encuentre el cultivo es un indicador de su posible rendimiento (Fagro, 2019, p. 117).

Según la (FAO-SAFR, 2002), se ha establecido cuatro fases fenológicas básicas las cuales son:

- **Fase inicial:** Esta fase inicia con la germinación de la semilla o después del trasplante y una característica principal es que va haber un aumento rápido de materia seca debido a que la planta desarrolla nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.
- **Fase de desarrollo o vegetativa:** La planta presenta un aumento en su materia seca, requiere mayor cantidad de nutrientes debido a su aumento de hojas y ramas que crecen con velocidad, la etapa culmina cuando aparecen las primeras flores.
- **Fase reproductiva o intermedia:** esta fase es característica por la aparición de flores y frutos, y aquí el crecimiento vegetativo se detiene.
- **Fase final o de cosecha:** es la etapa donde el fruto alcanza su madurez para la cosecha y empieza la senescencia (Buñay, 2017, p. 67).

1.3. Cultivos bajo invernadero

Un invernadero es una estructura cerrada la cual está destinada principalmente a la horticultura, su estructura consta principalmente de una cubierta de materiales que deben translucidos, es decir que permita el paso de luminosidad, estos materiales pueden ser de vidrio o de plástico, al ser un

ambiente cerrado es posible controlar factores como la humedad, la temperatura entre otros que ayudan a un buen desarrollo de las plantas. Esta estructura además permite el resguardo de las plantas ante posibles amenazas ambientales como heladas, vientos huracanados, granizadas, plagas etc. (Cedepas, 2011).

Dentro de un sistema de producción en un invernadero es necesario realizar controles ambientales de la misma manera se debe brindar sistemas de sostén para las plantas por lo general las prácticas van a ser similares. Donde existe diferencia en el método de los sistemas de riego que se posea y la manera en la cual se haga la aplicación de fertilizantes o abonos al cultivo y como se realice el control (Nuez, et al., 2013).

Se ha implementado la siembra del chile jalapeño bajo invernadero en países como México, debido a que existe en la actualidad una alta demanda de este producto. El jalapeño tiende a presentar muchas ventajas al ser cultivado bajo estos sistemas ya que se le puede brindar un mayor cuidado en cuanto a control de enfermedades y plagas, además de que se pueden agregar sustratos y fertilizantes con mayor eficiencia al suelo lo que tiene como resultado un mejor desarrollo de las plantas y con esto un mayor rendimiento alcanzando una producción de hasta 60 t/ha (Leova, 2021).

1.4. Fertirriego

El fertirriego es la combinación de fertilizantes solubles con el agua de riego, que se aplica a un cultivo mediante un sistema de riego presurizado con el fin de solventar las necesidades nutricionales de las plantas. Este método de fertirriego permite un óptimo consumo del agua además de que con ayuda de ella es posible poner a disposición estos fertilizantes que se encuentran disueltos cerca del sistema radicular de cada planta, esto conlleva a que estos puedan ser tomados de manera más rápida por las plantas lo que va a generar una mejor absorción y un mayor aprovechamiento de estos nutrientes minerales (Jiménez & Rodríguez, 2013).

De la misma manera para la aplicación del fertirriego se debe considerar el ciclo fenológico del cultivo es decir en qué etapa de desarrollo este se encuentre para poder programar de manera adecuada el fertirriego y la cantidad de fertilizante a aplicar según las necesidades que esté presente, todo esto con la finalidad de reducir los costos de producción y de la misma manera evitar una posible contaminación del ambiente (Jiménez & Rodríguez, 2013).

Se debe tomar en consideración algunos aspectos en cuanto a la aplicación del fertirriego para poder tener mejores resultados, aspectos como las etapas fenológicas de cada cultivo nos ayuda a

hacer una adecuada aplicación en cuanto a la cantidad de fertilizantes, además hay que tomar en cuenta el tipo de suelo, el clima de lugar, la variedad del cultivo y otros factores aerotécnicos. “Especial atención debe presentarse al pH, la relación NO₃/NH₄, la movilidad de los nutrientes en el suelo y la acumulación de sales” (Swayney, 2003, p.89).

1.4.1. Ventajas y desventajas del fertirriego

Tabla 1-1. Ventajas y desventajas del fertirriego

Ventajas	Desventajas
Permite mayor precisión en la fertilización	Presentan una alta inversión
Existe una disminución de las necesidades energéticas por la planta para que absorba agua y nutrientes	Personal capacitado para un adecuado manejo de los sistemas de fertirriego.
Suministra de manera adecuada la cantidad y concentración óptima de elementos esenciales que requiere la planta de acuerdo a su estado de desarrollo.	Riesgo de obstrucción de los emisores y de otras partes del sistema de riego en especial cuando el manejo no es el adecuado.
Existe menor riesgo de provocar fitotoxicidad a la planta.	Se requiere la aplicación de fertilizantes hidrosolubles para que la solución fluya sin dificultad.
Mayores rendimientos y mejor calidad de productos.	Se requiere de presión para que el sistema pueda funcionar.

Fuente: (Solórzano, 2020).

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

1.4.2. Fertilizantes para el fertirriego

Los fertilizantes que son empleados en el fertirriego tienen que ser altamente solubles y para que estos puedan ser incorporados al agua de riego se lo realiza con ayuda de inyectores o de bombas. Existen gran variedad de fertilizantes en el mercado, pero para que puedan ser empleados en el fertirriego deben de ser altamente solubles y que garanticen su completa disolución en agua. “Ejemplo de fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio, monofosfato de potasio, etc.” (Martínez, 2020).

Según (Navarro, 2015, p. 145) “las tres características importantes que deben cumplir los fertilizantes a incorporar en fertirrigación son: alta solubilidad (> 100 g/L), alta pureza (> 95 %), y baja salinidad y toxicidad”.

La solubilidad es muy importante ya que se relaciona con la compatibilidad que va existir con los otros fertilizantes al momento de ser suministrados al agua de riego, ya que de no existir compatibilidad entre estos se pueden formar otro tipo de compuestos que son insolubles y pueden causar un taponamiento en los emisores además de que no van a estar disponibles para las plantas,

y que pueden generar estrés hídrico y el cultivo presentara síntomas de deficiencias ya que no todos los elementos esenciales van a estar disponibles. (Navarro, 2015, p. 145)

1.5. Fertilización foliar

La fertilización foliar es un método que ayuda a complementar de manera adecuada a la fertilización edáfica, ya que suministra elementos nutricionales necesarios que la planta puede requerir como son micronutrientes además de que estos van a actuar de manera más rápida, la fertilización va a ser correcta al no existir algún elemento limitante (Álvaro, 2019, p.67).

La manera de aplicar es de forma directa con pulverización de la solución al follaje de las plantas; esta fertilización complementa si hubiese deficiencias de algún elemento nutricional además que intensifica los nutrientes que han sido aplicados sobre el suelo de manera edáfica. Además, aporta a la mejora de limitaciones que existen con la fertilización del suelo como suele ser la lixiviación, la precipitación de algunos fertilizantes que son insolubles, la incompatibilidad entre algunos nutrientes y algunas reacciones de fijación/absorción como puede ser el caso del fosforo y el potasio (Álvaro, 2019, p.67).

Cabe destacar que la fertilización foliar va a variar de acuerdo a cada cultivo, y además hay que tomar en cuenta la época de aplicación durante el ciclo en que se encuentre, así como también se debe tomar en cuenta las condiciones ambientales (Álvaro, 2019, p.67).

1.6. Soluciones nutritivas

Una solución nutritiva es una mezcla de fertilizantes y agua en donde deben estar presentes todos los elementos esenciales que requieren las plantas para su adecuado crecimiento y desarrollo, y son utilizadas principalmente en métodos de cultivo hidropónicos y semi hidropónicos o en sustrato. Una solución nutritiva completa debe tener: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, molibdeno, manganeso, boro, zinc, cobre y níquel (Intagri, 2017). Para una correcta preparación de una solución se debe tomar en cuenta el contenido inicial de elementos en el agua para lo cual se debe tener un análisis químico de esta (Sela, 2020,p. 89).

Cabe mencionar que cada cultivo va a requerir diferentes demandas nutricionales, esto quiere decir que se debe preparar distintas soluciones nutritivas según sea el cultivo a cuáles van a estar destinadas y de igual manera va a depender de la etapa fenológica en la que se encuentre. Hoy en día se pueden encontrar soluciones nutritivas que se utilizan para ciertas variedades en específico. Existen más factores que se debe de tomar en cuenta antes de preparar una solución nutritiva

como puede ser el método de cultivo o a su vez las condiciones edafoclimáticas del lugar, todo esto se lo realiza con el fin de obtener los mejores resultados al momento de la cosecha. Por lo cual se pueden obtener un sin número de soluciones nutritivas de acuerdo a las variables ya mencionadas. Para que la solución pueda tener éxito debe haber una relación entre los diferentes iones minerales, la conductibilidad eléctrica y pH (Intagri, 2017).

1.6.1. Soluciones líquidas

En la actualidad las industrias buscando aportar un mejor desarrollo a los agricultores y que estos puedan obtener una mayor producción, han puesto a disposición soluciones nutritivas concentradas de diferentes grados tanto en macro y micronutrientes; por ejemplo 4-2-5-5 (N,P,K,CaO), estas soluciones son de fácil preparación para evitar un mal manejo por parte de los productores. Por lo general las industrias elaboran fórmulas que separan los macronutrientes en las cuales constan el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y azufre y otra en donde constan los micronutrientes como son el hierro, manganeso, zinc y el resto de elementos que son indispensables para un correcto crecimiento y desarrollo de las plantas (Swayney, 2003, p.89).

1.6.2. Soluciones sólidas

Existen además nutrientes que son de consistencia sólida las cuales presentan una mayor facilidad para ser transportados y que a su vez tienen un menor costo de adquisición y ocupan un menor espacio para ser almacenadas (Swayney, 2003, p.89).

1.6.3. Preparación de soluciones nutritivas

Se debe de tomar en consideración varios factores al momento de preparar soluciones nutritivas. Como primer punto, debemos tener conocimiento acerca del cultivo en el cual se va a emplear dicha solución, es decir que debemos conocer sus etapas de desarrollo fenológicas y sus características genéticas, todo esto se lo debe tener en conocimiento ya que cada cultivo requiere de distintas cantidades de elementos nutricionales y esto va a ir cambiando de acuerdo al desarrollo que vaya presentando la planta (Castellanos, 2009, p. 132).

Además, es fundamental tener en conocimiento el contenido de nutrientes en el suelo o el sustrato en donde vamos a realizar el cultivo además que se debe tener un análisis químico del agua que se va a emplear para el riego, teniendo en cuenta estos factores podemos llegar a preparar una solución adecuada para poder aplicar al cultivo, todo esto conlleva a propiciar un beneficio adicional a los agricultores debido a que existen suelos e incluso el agua de riego que contienen

elementos que ya no van a ser necesarios administrarlos, esto representa un ahorro económico para ellos. Finalmente, analizando todos estos factores podemos saber que fuentes de fertilización debemos adquirir las cuales nos aporten todos los micro y macro nutrientes necesarios para nuestros cultivos (Castellanos, 2009, p. 132).

En la solución la concentración de los elementos debe ser propicia a lo que el cultivo necesite debido a que cuando hay una alteración o existe una mayor concentración de algún elemento este podría ocasionar un desequilibrio lo que conlleva a que la planta no pueda asimilar o absorber otro nutriente, por citar un ejemplo, “una alta concentración de Magnesio (Mg) disminuye la absorción de Calcio (Ca) por la raíz y aplicaciones altas de fósforo causan precipitaciones de Hierro (Fe) y Zinc (Zn)” (Castellanos, 2009, p. 132).

Realizar un análisis químico tanto del suelo como del agua es de mucha importancia ya que con el contenido que estos presenten se puede hacer un cálculo más exacto acerca de la cantidad de nutrientes que se va a aplicar al cultivo mediante la solución nutritiva. En la actualidad hay softwares que facilitan realizar el cálculo de soluciones nutritivas las cuales han sido elaboradas por empresas e investigadores especializados en nutrición vegetal, con estas hojas de cálculo se obtiene la cantidad de fertilizante que debemos ocupar en la solución (Castellanos, 2009, pp. 132-133).

En la preparación de la solución se debe de distribuir los fertilizantes debido a que no todos son compatibles, es recomendable la utilización de tanques donde se distribuyan los nitratos, fosfatos y sulfatos de acuerdo a su grado de compatibilidad. Preparada ya la solución se la suministra al cultivo mediante el sistema de riego, es necesario que se lleve un monitoreo constante del pH y conductibilidad eléctrica (Flores, 2017).

Existe información muy escasa sobre soluciones nutritivas para la aplicación en un sistema de fertirriego en cultivos de chile jalapeño cultivado bajo invernadero. Cuando existe este caso es recomendable la aplicación de la solución nutritiva de Steiner el cual recomienda la aplicación de nutrientes de acuerdo a la etapa de desarrollo que presenta (Intagri, 2017).

Tabla 2-1. Composición de la solución nutritiva para ají jalapeño

Etapa fenológica	Composición química de las soluciones nutritivas (meq/L)					
	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	(SO ₄) ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Vegetativa	14	0.8	5.3	7	9	4
Floración	14	1.3	4.8	7	9	4
Fructificación	14	0.8	5.3	5	10.3	4.6

Fuente: (López-Gómez, et al., 2020).

Realizado por: Chicaiza, B. 2022.

1.6.4. Compatibilidad entre fertilizantes

Existen fertilizantes que no pueden ser mezclados entre ellos debido a que no son compatibles, así mismo el agua ocupada para el riego en caso de presentar aguas duras o alcalinas, ocasionan que se formen precipitados en los tanques donde se realiza la mezcla de las soluciones y adicional que puede causar el taponamiento de los goteros y los filtros de los sistemas de riego. Para evitar todos estos inconvenientes se debe realizar un adecuado manejo de los fertilizantes y realizar las mezclas de acuerdo a su compatibilidad (Guerrero, 2004, p. 118).

Al agregar fertilizantes cuando se va a realizar el riego algunos de estos pueden precipitarse o formar otros compuestos debido a su solubilidad y que pueden reaccionar con otros fertilizantes colocados en la solución o con impurezas existentes en el agua. Por lo general este tipo de inconvenientes se da con el calcio (Ca), cuando existe una concentración alta en el agua de riego que superan las 100 ppm. Según vaya aumentando la concentración de este elemento Ca se va incrementando la posibilidad de que haya precipitación de fosfatos que de añadan a la solución. El resultado es que estos precipitados van a depositarse en las paredes de la tubería, en aspersores y en los agujeros de los goteros, impidiendo el correcto paso del agua y taponando el sistema de riego. También pueden generarse precipitación de los fertilizantes debido a un incremento del pH del agua cuando se adiciona amoníaco (Ludwick, 2016, p. 119).

El emplear distintos tanques para preparar las soluciones con los fertilizantes permite separar a los que interactúan y forman precipitados, se debe separar en un tanque los fertilizantes con calcio, magnesio y microelementos, y en otro tanque los fertilizantes que contienen fósforo y sulfatos para así evitar la formación de precipitados (Guerrero, 2004, p. 118).

Es recomendable que se aplique fertilizantes de reacción ácida o la inyección frecuente de ácido en los sistemas de fertirriego ya que estos ayudan a disolver los precipitados y a destapar los goteros que se encuentren taponados. La aplicación de ácido además puede remover lo que son bacterias y algas que se encuentren en los sistemas de riego. El elemento que más problemas presenta ya que forma precipitados es el fósforo, cuando existen aguas que contienen una alta concentración de calcio, magnesio y un pH alcalino hacen que se produzca la precipitación de fosfatos de Ca y Mg. La formación de estos precipitados ocasiona además que las plantas presenten deficiencia del elemento fósforo debido a que no se encuentra en la solución debido a que se precipita. Por tal motivo es recomendable elegir fertilizantes fosforados ácidos al momento que debamos dar riego y se disponga de aguas duras o alcalinas (Navarro, 2015, p. 145).

Tabla 3-1.Compatibilidad química de fertilizantes

FERTILIZANTES	Urea	Nitrato de Amonio	Sulfato de Amonio	Nitrato de Calcio	Nitrato de Magnesio	Fosfato monoamónico	Fosfato monopotásico	Nitrato de potasio	Sulfato de potasio	Cloruro de potasio	Acido fosfórico	Ácido nítrico	Ácido sulfúrico	Sulfatos Fe, Cu, Mn, Zn	Quelatos
Nitrato de Amonio	C														
Sulfato de Amonio	I	C													
Nitrato de Calcio	C	C	I												
Nitrato de Magnesio	C	C	C	C											
Fosfato monoamónico	C	C	C	I	I										
Fosfato monopotásico	C	C	C	I	I	C									
Nitrato de potasio	C	C	R	C	C	C	C								
Sulfato de potasio	C	C	R	I	I	C	C	C							
Cloruro de potasio	C	C	C	I	C	C	C	C	R						
Ácido fosfórico	C	C	C	I	I	C	C	C	C	C					
Ácido nítrico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Ácido sulfúrico	C	C	C	I	I	C	C	C	R	C	C	C			
Sulfatos Fe, Cu, Mn, Zn	C	C	C	I	I	I	C	C	R	C	C	C	C		
Quelatos	C	C	C	R	R	R	C	C	C	C	R	I	C	C	
Sulfato de Magnesio	C	C	C	I	I	I	C	C	R	C	C	C	C	C	C

C: Compatible, R: Se reduce la solubilidad, I: Incompatible

Fuente: (INTAGRI, 2017)

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

1.7. Ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*)

En la historia sobre el ají está relacionada con la historia de América. Las aspiraciones que tuvo Colon y sus acompañantes se mostraron en una parte frustradas, debido a que el nuevo continente no se encontraban las especias que buscaban; sino el ají y la vainilla fueron las principales que abundaban en ese tiempo, el Almirante iba en busca de la pimienta; bautizó a una variedad de ají con el nombre de pimienta. El nuevo continente descubierto al cual luego lo llamarían América no producía las especias que los europeos deseaban con anhelo y eran indispensables (Poot, 2015,p. 58)

En la actualidad se cultiva una enorme variedad de diferentes tipos de ají, siendo el jalapeño uno de los que más importancia presenta en el ámbito socioeconómico debido a su alto consumo en el mercado, por la generación de fuentes de empleo debido a que es necesaria la mano de obra y a su buena rentabilidad (Poot, 2015,p. 58).

1.7.1. Origen e importancia

El ají jalapeño es llamado así ya que su centro tradicional donde se lo cultiva en la ciudad mexicana de Xalapa, en Veracruz es generalmente una variedad picante del género *Capsicum* que

es más cultivada y una de las que presenta mayor demanda en el mercado americano para su consumo (Rosero, 2017, p. 16).

El ají es originario del continente americano y se lo cultiva de manera significativa en grandes extensiones en el Ecuador dentro de las provincias de Esmeraldas, Los Ríos y en su mayoría en Santo Domingo de los Tsáchilas, este cultivo es considerado una alternativa para los agricultores debido a que su demanda tanto en fresco como transformado en el mercado es alta. Aunque por lo general los productores que se dedican a la siembra de este cultivo presentan un amplio conocimiento debido a la experiencia que han adquirido en sus años produciendo ají, hace falta realizar investigaciones que permitan construir un paquete tecnológico que favorezca a aumentar los rendimientos de producción de acuerdo a la región donde se planea cultivar este producto (Núñez, 2013, p. 112).

1.7.2. Taxonomía

Tabla 4-1. Taxonomía del ají jalapeño (*Capsicum annum* L.)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Capsicum
Especie	Annum L.
Nombre común	Ají

Fuente: (Núñez, 2013)

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

1.7.3. Descripción botánica

1.7.3.1. Raíz

La raíz presenta una punta denominada ápice la cual se va abriendo paso a través del suelo, de esta van apareciendo las raíces primarias, estas en su extremo tienen la cofia que ayuda a penetrar al suelo, a su alrededor se van formando las raíces secundarias, estas pueden alcanzar un crecimiento hasta veinticinco o treinta centímetros hacia abajo, y pueden tener un crecimiento hacia los lados donde alcanzan una longitud entre los treinta y sesenta centímetros (Cedepas, 2011)

1.7.3.2. Tallo

El tallo presenta un crecimiento erecto y limitado. Al alcanzar una altura determinada emite de 2 a 3 ramificaciones, esto dependerá a la variedad que corresponda, de estos aparecen tallos secundarios que se van a continuar dividiendo después de aparecer varias hojas y así continuamente (Sanchez, 2009, p. 118).

1.7.3.3. Hojas

Presenta hojas simples, tienen forma ovaladas o lanceoladas las cuales están formadas por un peciolo alargado que conecta a las hojas con el tallo y parte extendida el limbo o la lámina foliar, las hojas presentan un color verde intenso las cuales contienen clorofila, que son utilizadas en el proceso de la fotosíntesis, en la cual transforma el dióxido de carbono en hidratos de carbono que sirven para las funciones vitales de la planta y además liberan oxígeno (Núñez, 2013, p. 112).

1.7.3.4. Flores

Las flores del jalapeño son de color blanco y tienen como función principal la reproducción de la planta, es una flor hermafrodita debido a que posee los dos gametos tanto masculino como femenino (Núñez, 2013, p. 112).

1.7.3.5. Frutos

El jalapeño presenta un fruto color verde oscuro de textura carnosa, tiene una forma alargada y cónica que alcanza un tamaño promedio de 7 cm de largo y unos 3 cm de ancho, este fruto picante alcanza un puntaje de 5000 a 10000 puntos en la escala de Scoville, el sabor que adopte el fruto va a depender mucho de las características que presenten en el terreno y la variedad de semilla utilizada (Cedepas, 2011).

1.7.3.6. Semillas

Estas por lo general son de una forma reniformes, deprimidas, lisas y presentan una coloración entre amarillenta y un blanco amarillento, de acuerdo a la variedad el peso absoluto de un promedio de cien semillas puede alcanzar de 3,8 a 8 gramos. El porcentaje de germinación de las semillas por lo general es alto ya que alcanzan valores del (95-98%), pueden mantener este vigor de germinación por un tiempo de 4 a 5 años siempre y cuando se las almacene con las condiciones de conservación adecuadas (Cedepas, 2011).

1.7.4. Requerimientos edafoclimáticos

El jalapeño es un cultivo que se desarrolla en regiones con climas cálidos, el cual no tolera heladas. Las semillas requieren de temperaturas que oscilan entre 21.1 a 23.9 °C para que estas puedan germinar de manera rápida. Cuando se va a realizar el trasplante es necesario tener en cuenta que la temperatura mínima debe de estar por sobre de los 15 °C y la temperatura adecuada para este cultivo es de 18 a 20 °C respectivamente (Sanchez, 2009, p. 118).

Sánchez (2009) manifiesta que el *C. annuum* alcanza mejores rendimientos en un clima que sea caluroso ya que aquí puede tener una temporada de crecimiento más larga y hay un poco posibilidad de presentarse heladas. El jalapeño es más tolerante a la sequía que otros cultivos como el tomate o la berenjena, pero se han obtenido mayores rendimientos cuando se aplica un riego abundante (Sanchez, 2009, p. 118).

1.7.4.1. Suelo

El ají jalapeño es un cultivo que por lo general se desarrolla de mejor manera en suelos sueltos, frescos, profundos y bien removidos, que contengan una gran cantidad de materia orgánica descompuesta, que sean suelos bien drenados que no presente encharcamientos de agua (Sanchez, 2009, p. 118).

1.7.5. Manejo del cultivo

1.7.5.1. Preparación del terreno

Para la preparación del terreno debe ser un suelo el cual quede bien suelto y desmenuzado. Para los surcos se debe dar el espacio suficiente todo esto de acuerdo a la variedad que va a utilizarse en la siembra, hay que tener muy en cuenta que debe existir un buen sistema de drenajes. Es más conveniente cuando se está en la estación lluviosa, para tener una menor incidencia de *Phytophthora*, para esto de deben hacer los camellones altos (INIFAP, 2012).

1.7.5.2. Distanciamiento y densidad de siembra

El ají jalapeño presenta una densidad de siembra de 44,444 plantas por hectárea.

Para las distancias de siembra se toma en cuenta lo siguiente:

- Distancia entre camas es de 1.50 m
- La siembra se la hace en doble línea

- Distancia entre líneas es de 30 a 40 cm
- Distancia entre plantas es de 30 cm
- Las plantas deben ser sembradas en tresbolillo o también se usa el método de pata de gallina.

Se realizan variaciones en cuanto al distanciamiento como puede hacerse la siembra en una sola hilera sobre la cama y la distancia de estas puede ir de 1 m hasta 1,8 m todo esto va a depender del sistema productivo que use el agricultor (INIFAP, 2012).

1.7.5.3. Siembra

Para realizar la siembra y obtener una buena producción, al momento del establecimiento del cultivo se debe realizar una buena preparación del terreno y aplicar los distanciamientos adecuados, la cama donde se va a realizar la siembra debe ser de unos 30 centímetros de profundidad de manera aproximada. El suelo debe de estar suelto y no debe de tener terrones o piedras las cuales hacen que el crecimiento y desarrollo de las plántulas no sea adecuada (García, 2015, p. 512).

1.7.5.4. Trasplante

Las plántulas se las extraen del semillero, se debe de tener precaución en el manejo y no exponerlas al sol por tiempos largos ya que estas tienden a marchitarse con facilidad, es preferible dotarlas de sombra para evitar el problema de deshidratación por el sol, para la siembra el suelo debe estar previamente regado para que las plantas no sufran un estrés por falta de humedad, con la ayuda de una estaca se realizan los hoyos a una distancia adecuada, se coloca la planta en el hoyo y se presiona para que las raíces puedan entrar en contacto con el suelo y poder seguir su desarrollo (García, 2015, p. 512).

1.7.5.5. Amarre

El jalapeño por lo general requiere de amarre para poder evitar la ruptura de los tallos y de sus ramas. Esto se lo realiza a los treinta días posteriores al trasplante de las plántulas para esto se colocan espalderas en el cultivo. Estas espalderas pueden ser de cualquier material como postes de bambú, madera o cualquier otro material los cuales se los colocan a una distancia de 2,5 a 3 m entre ellos; por lo general se necesitan 2500 postes/ha aproximadamente para poder realizar el amarre de las plantas. Para el primer amarre se coloca un alambre a una altura de 60 o 80 cm de altura en el cual se amarra el tallo principal y las ramas bajas; cuando se coloca el segundo hilo

de alambre se lo hace a una altura de 1 a 1,20m y aquí se procede a amarrar las ramas más altas para evitar que estas se rompan (Sanchez, 2009, p. 118).

1.7.5.6. Control de malezas

Para realizar el control de malezas en el cultivo se puede aplicar distintos métodos:

- Manual: Se realizan cuatro deshierbes de manera manual durante todo el ciclo que dura el cultivo los cuales son suficientes para mantenerlo libre de malezas, para esto se utiliza un machete o azadón.
- Mecanizado: para esta actividad se ocupa una cultivadora la cual ayuda en el deshierbe de malezas.
- Cultural: se puede utilizar una cobertura plástica (mulch).
- Control químico: se la debe considerar como una última opción, para esto se ocupa productos que sean de franja verde o productos selectivos los cuales presentan un menor riesgo de causar daños al medio ambiente y a la salud de las personas (INTA, 2018).

1.7.5.7. Riego

El ají jalapeño es una planta que presenta una alta demanda de agua. Este cultivo a su vez presenta problemas debido a que posee un sistema radicular que cual no es resistente y vigoroso por lo que no puede ser eficiente al momento de la absorción del agua y no tolera excesos (Hernandez, 2013, p. 62).

El riego que se le aporte al cultivo debe ser oportuno y hay que tener cuidado de no dar un riego excesivo debido a que el ají es una planta muy susceptible a diferentes agentes patógenos como son *Ralstonia solanacearum*, a *Phytophthora* y a *Phytium*, además se puede ocasionar la asfixia de la planta por el exceso de agua, por otro lado, si el riego no es suficiente se produce la caída de frutos lo cual afecta a la producción, (Hernandez, 2013, p. 62).

Para este cultivo de jalapeño es importante aplicar un método de riego eficiente como es el riego por goteo el cual nos brinda un mejor aprovechamiento del agua por parte de la planta ya que existirá menos evaporación y mayor transpiración y hay una mejor producción y rendimiento del cultivo que si se aplica otros sistemas de riego que son menos eficientes (Cedepas, 2011).

1.7.6. Plagas y Enfermedades

1.7.6.1. Plagas

Tabla 5-1. Principales plagas del cultivo de ají jalapeño

PLAGA	DAÑO	CONTROL
Gusanos cortadores (<i>Agrotis spp.</i> <i>Spodoptera spp</i>)	Ocasiona un corte a ras del suelo a plantas pequeñas.	Se realiza el control mediante el uso de cebos envenenados o se puede utilizar insecticidas piretroides que son aplicados en la base de la planta.
Minador de la hoja (<i>Liriomyza spp.</i>)	Ocasionan daños a las hojas ya que se alimentan bajo la epidermis de esta y producen caminos de color plateado en un comienzo que luego se vuelven café, Cuando el ataque es severo se genera la muerte de las hojas afectadas.	Para su control químico se puede aplicar insecticidas de contacto y de amplio espectro como acefato, monocrotophos, diazinon, Clorpirifós, cuando el daño es más del 20% del follaje afectado.
Áfidos (<i>Myzus persicae</i> Sulzer)	Chupan la savia de las plantas y generan encrespamiento y clorosis en las hojas. Además, que estos pueden transmitir enfermedades virosas.	Se recomienda aplicar insecticidas sistémicos como por ejemplos el acefato.
Arañita roja (<i>Tetranychus sp.</i>)	Produce daños en las hojas inferiores en las que se genera un punteado amarillo a lo largo de las venas.	Se realiza aspersiones con azufre mojable en una dosis de 4 a 5 kg/ha. Otra opción es aplicar acaricidas como el dicofol, clorobencilato y propargite.

Fuente: (Sanchez, 2009, p. 118)

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

1.7.6.2. Enfermedades

Tabla 6-1. Principales enfermedades que afectan al cultivo de Ají Jalapeño

PLAGA	DAÑO	CONTROL
Pudrición basal del tallo (<i>Phytophthora capsici</i>)	Se presentan manchas en el tallo de color café verdoso y de consistencia acuosa, para luego cubrirse de un vello blanquecino. Ocasiona que las raíces y el cuello de la planta se pudran, para posteriormente marchitarse. Además producen daños al fruto donde se puede apreciar manchas irregulares y de consistencia acuosa.	Se realizan aplicaciones preventivas utilizando fungicidas como maneb o Mancozeb (en dosis de 2,5 g/l) y se alterna con fungicidas a base de cobre, al igual que se puede aplicar Metalaxil granulado en dosis de 4 g/m ² , antes de realizar la siembra.
Mancha bacterial (<i>Xanthomonas vesicatoria</i>)	Provoca lesiones necróticas en todos los órganos de la planta. Lo síntomas en hojas son manchas irregulares, que se tornan de color pardo con un halo	Se puede realizar prácticas culturales como: eliminar los rastrojos de cosecha; no causar heridas a la planta en el manejo;

	clorótico. Se pueden apreciar lesiones en la parte bajera de la planta.	usar semilla certificada; rotar cultivos. El control químico se lo realiza con fungicidas cúpricos en las dosis recomendadas en la etiqueta. Además se puede reforzar con Agrimicin 100 en dosis de 1,5 g/l.
Mal del talluelo (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Producen llagas que por lo general son de color negro o gris en el tallo de las plantas recién trasplantadas, a nivel del suelo; generalmente estas pueden provocar su volcamiento.	El control debe ser preventivo y se lo realiza 15 días antes de la siembra para lo cual se realiza la desinfección de suelo con PCNB, en dosis de 40 g/m ² ; a la semilla se la desinfecta con un fungicida como captan.
Antracnosis (<i>Colletotrichum spp.</i>)	Sus síntomas se aprecian en frutos como manchas que tienen consistencia acuosa y sus bordes son bien definidos; en el centro de la mancha se forman anillos concéntricos; cuando las condiciones son favorables aparece una masa de esporas color rosado.	En control químico se los realiza semanalmente utilizando fungicidas como Maneb, Mancozeb (3 g pc/l) y de Captan (2,5 g pc/l), así como Clorotalonil (3 a 4 ml pc/l).

Fuente: (Sanchez, 2009, p. 118).

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

1.4.7. Cosecha

Según (Cañizares & Coa, 2005, p. 46) la cosecha de los frutos debe realizarse cuando estos presenten un tamaño considerable de 6 a 8 cm, estén firmes a al contacto y tengan un color verde brillante. (Hernandez, 2013, p. 62) manifiesta que los cortes se pueden realizar de 18 a 25 días, hasta tener de tres a seis cortes. El fruto maduro en verde es considerado cuando este es firme, brillante y puede visualizar rayas o puntos. Las variedades híbridas se cosechan del 10 al 30 de junio; del 30 de junio al 10 de julio, los intermedios, y del 10 al 25 de julio los tardíos. Algunos aspectos para la variedad dependen del genotipo, tipo de suelo y manejo del cultivo (García, 2015, p. 512).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Características del lugar

2.1.1. Localización

La investigación se llevará a cabo en la Parroquia Linares, Cantón El Chaco, Provincia de Napo

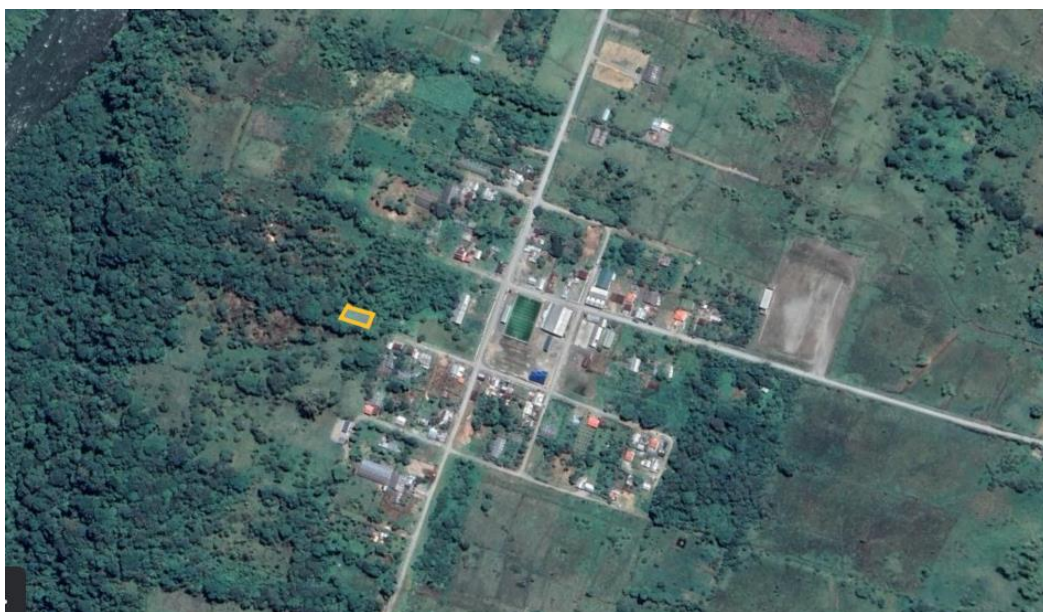


Figura 1-2. Ubicación geográfica

Fuente: Google Earth 2022.

2.1.2. Ubicación Geográfica del ensayo

Tabla 1-2. Ubicación geográfica del ensayo

Ubicación geográfica del ensayo		
Altitud:	1591 msnm Aprox.	
Latitud:	1°1'53.9" S	
Longitud:	77°39'59.88" W	
Condiciones meteorológicas dentro y fuera del invernadero		
	Dentro	Fuera
Temperatura promedio:	19,5 ° C	16,5 ° C
Humedad relativa:	88,9%	90%

Fuente: napoamazonia 2022.

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

2.2. Materiales

2.2.1. Material vegetativo

Plántulas de ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*)

2.2.2. Material de campo

Invernadero (45 m de largo * 15 m de ancho), tanque de evaporación casero, sistema de riego no autocompensado, sistema venturi, azadones, palas, rastrillos, machetes, estacas, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, tanques plásticos de 200 L, bomba de mochila, letreros, etiquetas, cartulinas, silicona, tijeras, baldes plásticos, saquillos, gavetas, balanza de precisión, cuchillo, cinta métrica, palillos de madera, piola.

2.2.3. Materiales y equipos de oficina

Computadora, cámara fotográfica, material bibliográfico, libreta de campo, esfero, lápiz, marcador, cartulinas, tijera.

2.3. Metodología

2.3.1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas, con dos repeticiones.

2.3.2. Factores en estudio

Los factores que se estudiaron fueron:

Tres dosis de fertirriego más un testigo.

Dos dosis de fertilizante foliar más un testigo.

2.3.3. Tratamientos en estudio

- **Factor A: Dosis de fertirriego**

- A1: Dosis recomendada Intagri.
- A2: Dosis 50 % más Intagri.
- A3: Dosis 50 % menos Intagri.
- A4: Testigo

- **Factor B: Dosis fertilización Foliar**

- B1: Dosis normal foliar.
- B2: Dosis 50 % más foliar.
- B3: Testigo.

Tabla 2-2. Tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	CÓDIGO	ESPECIFICACIÓN
T1	A1B1	Dosis recomendada Intagri + Dosis normal foliar
T2	A1B2	Dosis recomendada Intagri + Dosis 50% más foliar
T3	A1B3	Dosis recomendada Intagri + Testigo
T4	A2B1	Dosis 50% más Intagri + Dosis normal foliar
T5	A2B2	Dosis 50% más Intagri + Dosis 50% más foliar
T6	A2B3	Dosis 50 más Intagri + Testigo
T7	A3B1	Dosis 50% menos Intagri + Dosis normal foliar
T8	A3B2	Dosis 50% menos Intagri + Dosis 50 más foliar
T9	A3B3	Dosis 50% menos Intagri + Testigo
T10	A4B1	Testigo + Dosis normal foliar
T11	A4B2	Testigo + Dosis 50% más foliar
T12	A4B3	Testigo + Testigo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

2.3.4. Características del campo experimental

- Número de tratamientos: 12
- Número de repeticiones: 2
- Número de unidades experimentales: 24

- Área de investigación
 - Forma: Rectangular
 - Longitud: 45 m
 - Ancho: 15 m
 - Área del tratamiento: 31,5 m²
 - Número de plantas por tratamiento: 24

- Densidad de siembra
 - Distancia entre plantas: 0.6 m
 - Distancia entre camas: 0.7 m
 - Área total del ensayo: 675 m²

2.3.5. Esquema de análisis varianza

El esquema de análisis de varianza (ADEVA) que se utilizó para cada tratamiento se lo representa en la siguiente tabla 2-2.

Tabla 3-2. Análisis de varianza

FUENTES DE VARIACIÓN	FORMULA	GL
TOTAL	$a*b*c-1$	23
BLOQUES	$r - 1$	1
A (P. GRANDE)	$a-1$	3
ERROR A	$(a-1)(r-1)$	3
B (SUBPARCELA)	$b-1$	2
A*B	$(a-1)(b-1)$	6
ERROR B	Diferencia	8

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

2.3.6. Análisis funcional

- Se aplicó la prueba Tukey al 5% cuando existió diferencia significativa entre los tratamientos.
- Se determinó el coeficiente de variación y se lo expreso en porcentaje.
- Se realizó un análisis económico aplicando la relación Costo/Beneficio.

2.4. Métodos de evaluación y datos registrados

2.4.1. Determinación de requerimientos hídricos

Para la determinación de los requerimientos hídricos del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*), se determinó parámetros hídricos del suelo como es capacidad de campo, punto de marchitez permanente, además se hizo el uso de un tanque de evaporación casera del cual se registró diariamente los milímetros de agua evaporados para determinar láminas de riego de acuerdo a las necesidades hídricas que presente el cultivo en base a las etapas fenológicas, la reposición de agua se realizó cuando exista un consumo del 25% de humedad aprovechable.

2.4.2. Determinación de parámetros hídricos del suelo

2.4.2.1. Capacidad de campo

Se aplicó un riego profundo hasta llegar a capacidad de campo luego de 48 horas a ello poder determinar el contenido de humedad del suelo aplicando el método volumétrico el cual trata de extraer una muestra de suelo a una profundidad de 30 cm y posteriormente aplicar a una fuente de calor para secar la muestra y aplicar la formula citada por (León, 2012):

$$\%H = \frac{PSH-PSS}{PSS} * 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad por peso

PSH: Peso suelo húmedo

PSS: Peso suelo seco

2.4.2.2. Punto de marchitez permanente

Para la determinación de PMP se aplicó la formula dada por Silva citada por (García, et al., 2015):

$$H\%PMP = H\%CC * 0.74 - 5 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

H%PMP: Porcentaje de humedad en punto de marchitez permanente.

H%CC: Porcentaje de humedad a capacidad de campo.

0.74 y 5: Constantes

2.4.2.3. Evapotranspiración de referencia (E_{to})

Para la determinación de la evapotranspiración de referencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$E_{to} = E_v * K_p \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

E_{to} : Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

E_v : Evaporación (mm)

K_p : Datos climáticos: Velocidad del viento (m/s), Humedad relativa (%), Barlovento (León, 2012).

Para los datos de evaporación se utilizó un tanque de evaporación casera el cual trataba de un balde plástico de 20 litros de color blanco el cual estuvo graduado con una cinta métrica en mm, este se ubicó en el centro de la parcela neta y de donde se fue registrando diariamente los mm de agua evaporados. Según (Romo, 2019) manifiesta que para este tipo de evaporímetros caseros se toma en cuenta un coeficiente de ajuste de 1,001.

2.4.2.4. Evapotranspiración del cultivo (E_{tc})

Para determinar la evapotranspiración del cultivo se utilizó la siguiente fórmula:

$$E_{tc} = E_{to} * K_c \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

E_{tc} : Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

E_{to} : Evapotranspiración de referencia (mm/día)

K_c : Coeficiente del cultivo (adimensional) (León, 2012).

2.4.2.5. Coeficiente del cultivo (K_c)

Para determinar el coeficiente de cultivo (K_c), se aplicará la fórmula de Hargraves que es la siguientes: $0,01335 + 0,04099 * (C) - 0,0004 * (C)^2$ (García, 2015, p. 512). Para poder emplear esta fórmula se requiere saber la duración total que tiene todo el ciclo del cultivo desde que se realizó el trasplante hasta el final de la etapa de cosecha.

2.4.2.6. Programación de riego

Para la programación del riego se elaboró la siguiente tabla donde se determinó la evapotranspiración de referencia y la evapotranspiración del cultivo para poder determinar las láminas, frecuencias y volumen de riego de acuerdo a cada etapa fenológicas del cultivo.

Tabla 4-2. Programación de riego

Fase fenológica	DDT	Evaporación	Humedad relativa %	Velocidad del viento m/s	Kp	ETO (Evap*Kp)	Días desarrollo	Kc	ETC (ETO*Kc)	Lamina neta Umbral*Au (mm)	FR Frecuencia de riego	Lb (ETC*FR/Efic)	Área de mojado (m2)	Volumen de riego (Lb*Área de mojado)
Inicial														
Desarr.														
Reprod.														
Cosecha														

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

2.4.3. Registro de datos

2.4.3.1. Para determinación de las etapas fenológicas

Se contabilizó y se registró los días de duración de cada etapa fenológica, se tomó en cuenta para cada cambio de etapa que el 30% de las plantas de la parcela bruta muestren los cambios físicos característicos correspondientes a cada fase.

2.4.3.2. Para el número de frutos

Se contabilizó el número de frutos cortados de las 10 plantas en estudio de cada tratamiento y repetición.

2.4.3.3. Para el tamaño del fruto

Se realizó la medición de la longitud de los frutos cortados en las 10 plantas en estudio de cada tratamiento y repetición.

2.4.3.4. Para el peso del fruto

Se procedió a realizar el pesaje de los frutos cortados de las 10 plantas en estudio de cada tratamiento y repetición con ayuda de una balanza digital y se registró el peso en gramos.

2.4.3.5. Rendimiento

Para obtener el rendimiento se procedió a pesar la fruta cosechada de cada tratamiento, de esta manera se obtuvo el peso en Kg/parcela neta y se expresará en Kg/ha.

2.5. Manejo del ensayo

2.5.1. Labores pre culturales

2.5.1.1. Muestreo

Se realizó un muestreo de suelo de toda la parcela donde se desarrolló la investigación utilizando el método de zigzag, se tomó la muestra a una profundidad de 30 cm para consiguiente enviar a laboratorio y se realice el análisis físico-químico de la muestra, además de esto se realizó un análisis de agua de riego que de la misma manera se envió a laboratorio para su respectivo análisis.

2.5.1.2. Preparación y surcado del terreno

Para la remoción del suelo se utilizó un motocultor, se realizaron varias pasadas hasta conseguir que el suelo quede suelto, a continuación de procedió a realizar el levantamiento de las camas con la ayuda de estacas, piolas, palas y azadones, para esta investigación se realizara el levantamiento de 8 camas donde estarán ubicados los diferentes tratamientos.

2.5.2. Labores culturales

2.5.2.1. Trasplante

Para el trasplante en las camas se realizó a una distancia de 0.6 m entre planta y 0.7 m entre cama, el método utilizado fue de tresbolillo.

2.5.2.2. Fertirriego y fertilización foliar

La dosificación para fertirriego se realizó utilizando la hoja de cálculo de Intagri, se ingresó la información de resultados del análisis de agua y suelo previamente realizados para obtener la cantidad de nutrientes (Kg/ha) a aplicar. La aplicación se realizó con una distribución de 10 etapas con una duración de 15 días cada una. La solución madre se preparó en un volumen de agua de 50 L para posteriormente incorporarla al sistema de riego mediante un sistema venturi.

Tabla 5-2. Kg de nutrientes en función del porcentaje de desarrollo del cultivo

Nutrientes	Desarrollo			Reproductiva			Maduración				Total
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
% Desarrollo											
N	12	24	24	28	31	33	33	24	19	9	237
P205	9	8	8	8	8	8	8	4	0	0	61
K2O	5	5	9	14	14	14	14	14	5	0	94
Ca	6	6	8	8	8	7	7	7	3	0	60
Mg	1	1	1	2	2	2	2	2	1	0	14
S	4	4	9	13	13	13	13	13	4	0	86
Mn	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0	0	0	5
B	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0	0	0	1,3

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

Para las subparcelas se aplicó un fertilizante foliar desde la etapa de floración, en esta investigación se empleó el fertilizante foliar fuerza verde floración 9-45-17, se aplicó utilizando una bomba a mochila en un volumen de 20 L de agua con una frecuencia de 15 días de acuerdo a la dosis recomendada para el tratamiento B1, para el tratamiento B2 se aplicará un 50% más de la de la dosis recomendada.

2.5.2.3. Deshierbe

Se realizó un deshierbe manual cada 30 días con la ayuda de un azadón, esto se hará con la finalidad de que no exista competencia de nutrientes entre el cultivo y la maleza.

2.5.2.4. Riego

El cultivo de ají jalapeño es una planta que demanda de bastante agua, pero a su vez no hay que sobrepasarse con este ya que puede traer enfermedades que afectan principalmente a la raíz de la planta por ello el riego se lo aplicará en base a las necesidades hídricas que presente el cultivo de acuerdo a las etapas fenológicas.

2.5.2.5. Control de plagas y enfermedades

Para su control se utilizó productos químicos como son acefato en una dosis de 1 g/l para el control de pulgones que fue la principal plaga que afectaba al cultivo además de productos para el control de botrytis como fue Folicur 25 WG, la aplicación de estos productos de los hizo con la ayuda de una bomba de mochila cada 15 días para evitar daños a la planta que pueden generarse por estos agentes patógenos.

2.5.2.6. Cosecha

La cosecha se la realizó de forma manual en baldes y por consiguiente colocarlos en saquillos, el corte del fruto se lo hará cada 15 días.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Duración de las etapas fenológicas del cultivo de ají jalapeño

Los resultados de la duración de las distintas etapas fenológicas para el cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1-3. Duración de las etapas fenológicas

Etapas fenológicas	Duración de la etapa (días)
Inicial	14
Desarrollo	32
Reproductiva	58
Cosecha	46

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

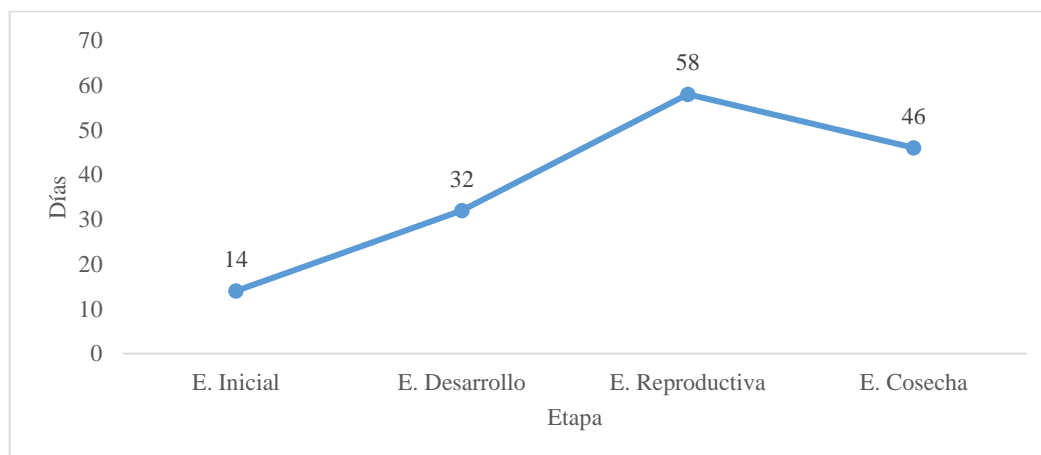


Gráfico 1-3. Duración de etapas fenológicas

Realizado por: Chicaiza, B., 2022.

En la gráfica 1-3 se presentan la duración en días de las etapas fenológicas del cultivo de ají jalapeño en donde podemos apreciar que la etapa inicial tuvo una duración de 14 días, la etapa de desarrollo presentó una duración de 32 días, la etapa reproductiva tuvo una duración de 58 días y finalmente la etapa de cosecha una duración de 46 días respectivamente, (Nuez, et al., 2013) manifiesta que la duración de la etapa inicial, la etapa de desarrollo, la etapa reproductiva y la etapa de cosecha es de 15, 30, 50, 90 días respectivamente, basado a las condiciones edafoclimáticas de México en donde el tiempo de duración de cada etapa fenológica es menor en

comparación a Ecuador, (Cañizares & Coa, 2005, p. 46) mencionan que esta variación puede deberse a la diferencia de condiciones como el clima del lugar donde se realiza el estudio, la variedad, la disponibilidad de agua y condiciones biológicas, (Sanchez, 2009, p. 118) manifiesta que para un adecuado desarrollo del cultivo de jalapeño se requiere un clima con temperatura entre 20 a 29 °C y una altura de entre 300 a 600 msnm, en comparación al lugar donde se realizó la investigación cuyas condiciones climáticas son diferentes a las requeridas como óptimas para el cultivo.

3.1.2. Requerimientos hídricos y láminas de riego acumuladas por etapa

Los resultados para el requerimiento hídrico y las láminas de riego aplicadas de acuerdo a las distintas etapas fenológicas del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2-3. Programación de riego

Fase fenológica	DDT	Evaporación	Humedad relativa %	Velocidad del viento m/s	Kp	ETO (Evap*Kp)	Días desarrollo	Kc	ETC (ETO*Kc)	Lamina neta Umbral*Au (mm)	FR Frecuencia de riego $\frac{L_n}{L_n+ETC}$	Lb (ETC*FR/Efic)	Área de mojado (m2)	Volumen de riego (Lb*Área de mojado)
Inicial	14	40	90	1	0,75	30,0	9,3	0,36	10,8	21,2	2	23,5	246,4	5790,4
Desarr.	46	102	87	1	0,75	76,5	30,7	0,89	68,4	147,3	2	163,6	246,4	40313,8
Reprod.	104	179	85	1	0,75	134,3	69,3	0,93	125,2	356,7	3	396,3	246,4	97656,5
Cosecha	150	147	84	1	0,75	110,3	79,6	0,74	81,8	349,1	4	387,9	246,4	95575,8

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

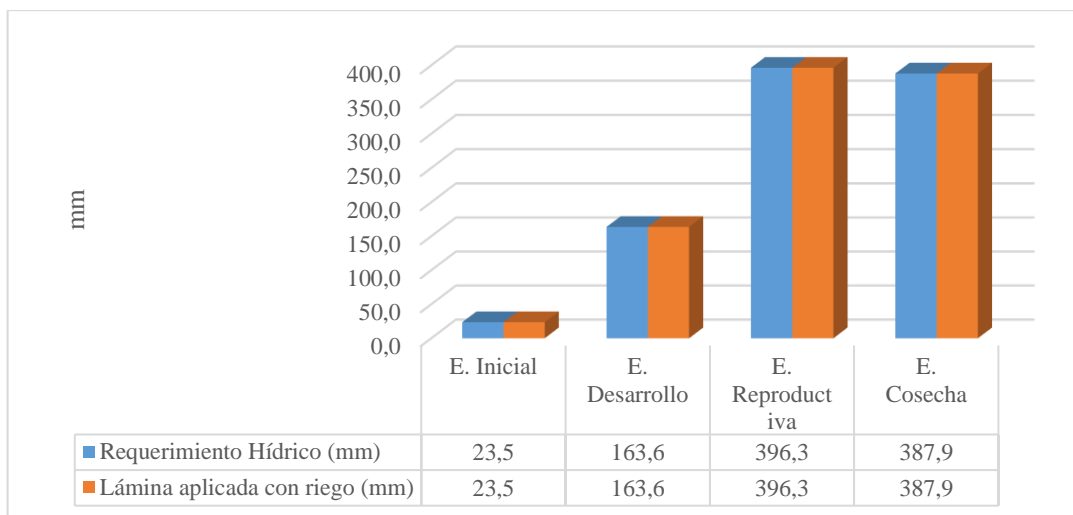


Gráfico 2-3. Lámina de riego acumulada aplicada por etapa de cultivo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

En el gráfico 2-3 se observa los requerimientos hídricos y lámina aplicada con riego que se aplicó al cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum L.*) durante el ciclo, en la etapa inicial se aplicó una lámina de riego de 23,5 mm, en la etapa de desarrollo se aplicó una lámina de riego de 163,6 mm, en la etapa reproductiva se aplicó una lámina de riego de 396,3 mm/día y en la etapa de maduración o cosecha se aplicó una lámina de riego de 387,9 mm/día respectivamente, al final de la investigación se aplicó una lámina total de 971,2 mm. Según (Rázuri, 2009, p. 67) en su trabajo de investigación acerca del manejo del agua en el cultivo de ají sus resultados varían ya que presenta resultados en cuanto a láminas de riego aplicadas por etapa en la inicial 56 mm, en la etapa de desarrollo 105 mm, en la reproductiva 360 mm respectivamente. Según (Meléndez, 2018) el cultivo de jalapeño requiere un total de 900 a 1200 mm de agua durante todo el ciclo desde el trasplante hasta cuando se realice el último corte comercial, cabe destacar que este requerimiento hídrico es en base a México, en comparación de ambos países podemos ver que no es mucha la variación en cuanto a la necesidad hídrica que presentó el cultivo, (INIFAP, 2013) manifiesta que el cultivo de ají demanda abundante humedad para poder tener un buen rendimiento debido a que posee un sistema radical profundo, para tener buenos resultados es necesario llegar a una humedad cercana a capacidad de campo.

3.1. Número de frutos cortados por planta

El análisis de varianza para el número de frutos cosechados (Tabla 3-3), podemos apreciar que existe diferencias altamente significativas para fertirriego y fertilización foliar y una diferencia significativa para la interacción entre fertirriego*fertilización foliar, con un coeficiente de variación de 5,78%; y aplicando la prueba de normalidad de residuos del modelo de Shapiro-Wilk se obtuvo un p-valor de 0,4312.

Tabla 3-3. Análisis de varianza para el número de frutos cortados

Fuente de variación	Grados de libertad	Fisher	P-valor	Significancia
Modelo	15	42,81	<0,0001	**
Bloque	1	0,82	0,4316	ns
Factor A: Fertirriego	3	418,39	0,0002	**
Error A	3	0,43	0,7356	ns
Factor B: Fertilización foliar	2	35,86	0,0001	**
Fertirriego*Fertilización foliar	6	4,34	0,0303	*
Error B	8			
Total	23			
CV	5,78%			

p-valor: >0,05= ns: No Significativo

p-valor: >0,01 y <0,05= *: Significativo

p-valor: <0,01= **: Altamente Significativo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

Tabla 4-3. Prueba Tukey al 5% para el número de frutos cortados según la dosis de fertirriego*fertilización foliar

Fertirriego	Fertilización foliar	Medias	N	E.E.	Grupo
A1	B2	62,50	2	1,70	A
A1	B1	56,50	2	1,70	A
A2	B1	54,00	2	1,70	A B
A2	B2	54,00	2	1,70	A B
A1	B3	45,00	2	1,70	B C
A2	B3	42,00	2	1,70	C
A3	B1	37,50	2	1,70	C D
A3	B2	35,50	2	1,70	C D
A3	B3	31,50	2	1,70	D E
A4	B2	27,50	2	1,70	D E
A4	B1	27,50	2	1,70	D E
A4	B3	24,00	2	1,70	E

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

A1: Dosis Intagri

B1: Dosis normal foliar

A2: 50% más Dosis Intagri

B2: 50% más foliar

A3: 50% menos Dosis Intagri

B3: Testigo

A4: Testigo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

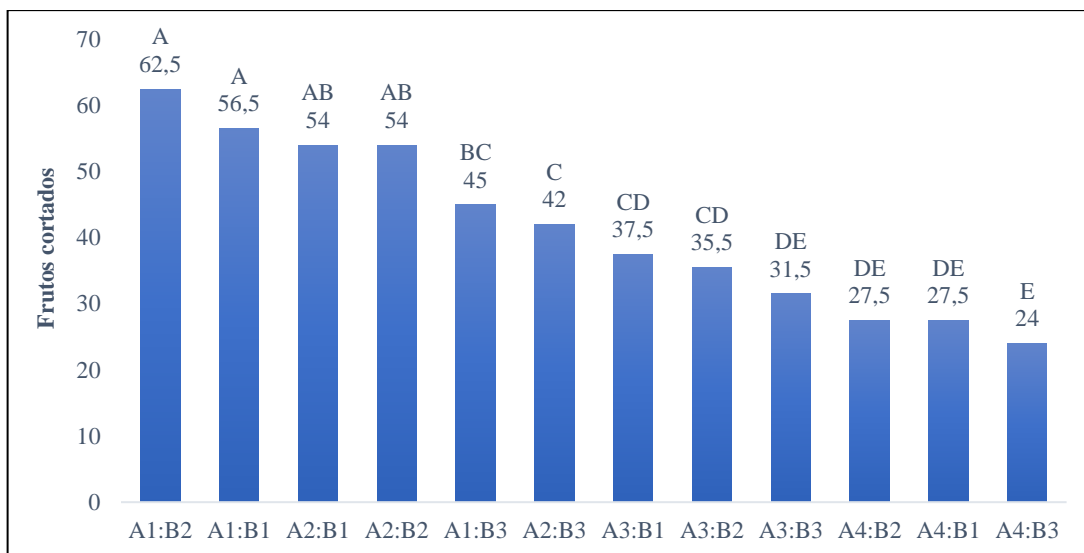


Gráfico 3-3. Número de frutos cortados según la dosis de fertirriego*fertilización foliar

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

En la prueba Tukey al 5% para el número de frutos cortados según la interacción dosis de fertirriego (Factor A) por dosis de fertilización foliar (Factor B) presenta cinco rangos (Tabla 4-3). En el grupo A se encuentra el tratamiento con la interacción A1:B2 que corresponde a la dosis recomendada Intagri más fertilización foliar 50% más, y la interacción A1:B1 que corresponde a la dosis recomendada Intagri fertilización foliar normal, las cuales presentaron una media de 62,50 y 56,50 frutos cortados, respectivamente, por lo cual resultan ser estadísticamente superiores al resto de interacciones. Por otro lado, en el grupo E se encuentra la interacción A4:B3 que corresponde al testigo de fertirriego más el testigo de fertilización foliar presentó una media de 24 frutos cortados, resultando ser estadísticamente menor al resto de interacciones.

En cuanto al número de frutos cortados se obtuvo un mejor resultado con la aplicación del Tratamiento 2 con una media de 62,5 frutos/planta y mientras que se obtuvo una menor cantidad de frutos cortados con el testigo absoluto con una media de 24 frutos/planta, cabe destacar que el número de frutos son de tres cortes realizados. (Ventura, 2015, p. 48) menciona en su tema de investigación sobre análisis económico en la producción de chile jalapeño orgánico (*Capsicum annun L*) que en los resultados obtenidos presentó una cantidad de frutos con datos medios de 25 frutos/planta en cada corte, al igual que (Núñez, 2013, p. 105) manifiesta que en su investigación realizada obtuvo una media de 23 frutos/planta por corte, por otro lado según (INTAGRI, 2017) para que exista un buen cuajado de la flor debe existir una fertilización adecuada tanto de macro como micro nutrientes ya que elementos como el N participa en el crecimiento y desarrollo de hojas las cuales producen fotosintatos que son indispensables para las flores cuando son fecundadas y su deficiencia ocasiona un cuajado deficiente, otro elemento importante es el B el cual favorece a la viabilidad del polen y crecimiento del tubo polínico con lo cual se obtiene un mayor amarre de flores y frutos.

3.2. Tamaño de fruto

El análisis de varianza para el tamaño de fruto (Tabla 5-3), presento diferencia altamente significativa para fertirriego, con un coeficiente de variación de 3,82%; y aplicando la prueba de normalidad de residuos del modelo de Shapiro-Wilk se obtuvo un p-valor de 0,9997.

Tabla 5-3. Análisis de varianza para el tamaño de frutos

Fuente de variación	Grados de libertad	Fisher	P-valor	Significancia
Modelo	15	24,46	<0,0001	**
Bloque	1	2,03	0,2490	ns
Factor A: Fertirriego	3	61,81	0,0034	**
Error A	3	1,87	0,2130	ns
Factor B: Fertilización foliar	2	1,76	0,2324	ns
Fertirriego*Fertilización foliar	6	1,22	0,3881	ns
Error B	8			
Total	23			
CV		3,82%		

p-valor: >0,05= ns: No Significativo

p-valor: >0,01 y <0,05= *: Significativo

p-valor: <0,01= **: Altamente Significativo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

Tabla 6-3. Prueba Tukey al 5% para el tamaño de frutos según la dosis de fertirriego

Fertirriego	Medias (cm)	n	E.E.	Grupo
A2	7,67	6	0,14	A
A1	7,67	6	0,14	A
A3	5,97	6	0,14	B
A4	5,53	6	0,14	B

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

A1: Dosis Intagri

A2: 50% más Dosis Intagri

A3: 50% menos Dosis Intagri

A4: Testigo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

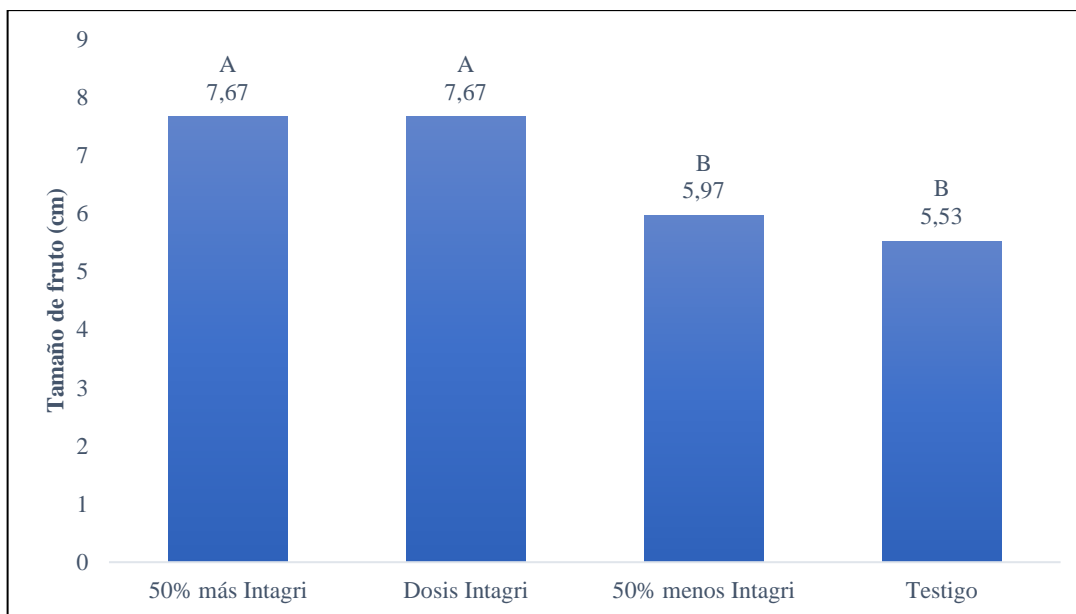


Gráfico 4-3. Tamaño de fruto según la dosis de fertirriego

Realizado por: Chicaiza, B., 2022.

En la prueba Tukey al 5% para el tamaño de fruto según la dosis de fertirriego (Factor A) presenta dos rangos (Tabla 6-3). En el grupo A se encuentra el tratamiento con la dosis 50 % más Intagri (A2) con una media de 7,67 cm, respectivamente, en el grupo B se encuentra el tratamiento con la dosis 50% menos Intagri (A3) y el testigo (A4) con una media de 5,97 cm y 5,53 cm, las cuales son estadísticamente inferiores a los demás tratamientos.

Para el tamaño del fruto se observó diferencia significativa para la aplicación de la dosis de fertirriego 50% más de la recomendada por Intagri (A2) con la que se obtuvo un valor medio de 7,67 cm de longitud del fruto, (Castellanos, 2016) manifiesta que el ají jalapeño maduro puede alcanzar un tamaño promedio entre 5 y 9 cm de longitud respectivamente, mientras que (Villavicencio , 2020) en su trabajo de investigación sobre la evaluación del efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum var. annuum*) obtuvo resultados de 7,45 cm de longitud, la importancia de la aplicación de fertirriego permite obtener frutos de mayor tamaño y calidad debido a que brinda una nutrición integral de acuerdo a las necesidades y etapas del cultivo según señala (Goto, 2013).

3.3. Peso (g) de frutos

El análisis de varianza para el peso del fruto (Tabla 7-3), presento diferencia altamente significativa para fertirriego, con un coeficiente de variación de 2,58%; no obstante, aplicando la prueba de normalidad de residuos del modelo de Shapiro-Wilk se obtuvo un p-valor de 0,8732.

Tabla 7-3. Análisis de varianza para el peso de frutos

Fuente de variación	Grados de libertad	Fisher	P-valor	Significancia
Modelo	15	20,64	0,0001	**
Bloque	1	1,08	0,3744	ns
Factor A: Fertirriego	3	44,31	0,0055	**
Error A	3	2,18	0,1687	ns
Factor B: Fertilización foliar	2	3,02	0,1057	ns
Fertirriego*Fertilización foliar	6	0,91	0,5325	ns
Error B	8			
Total	23			
CV		2,58%		

p-valor: >0,05= ns: No Significativo

p-valor: >0,01 y <0,05= *: Significativo

p-valor: <0,01= **: Altamente Significativo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

Tabla 8-3. Prueba Tukey al 5% para el peso de frutos según la dosis de fertirriego

Fertirriego	Medias (g)	n	E.E.	Grupo
A1	21,80	6	0,31	A
A2	21,77	6	0,31	A
A3	18,84	6	0,31	B
A4	17,73	6	0,31	B

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

A1: Dosis Intagri

A2: 50% más Dosis Intagri

A3: 50% menos Dosis Intagri

A4: Testigo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

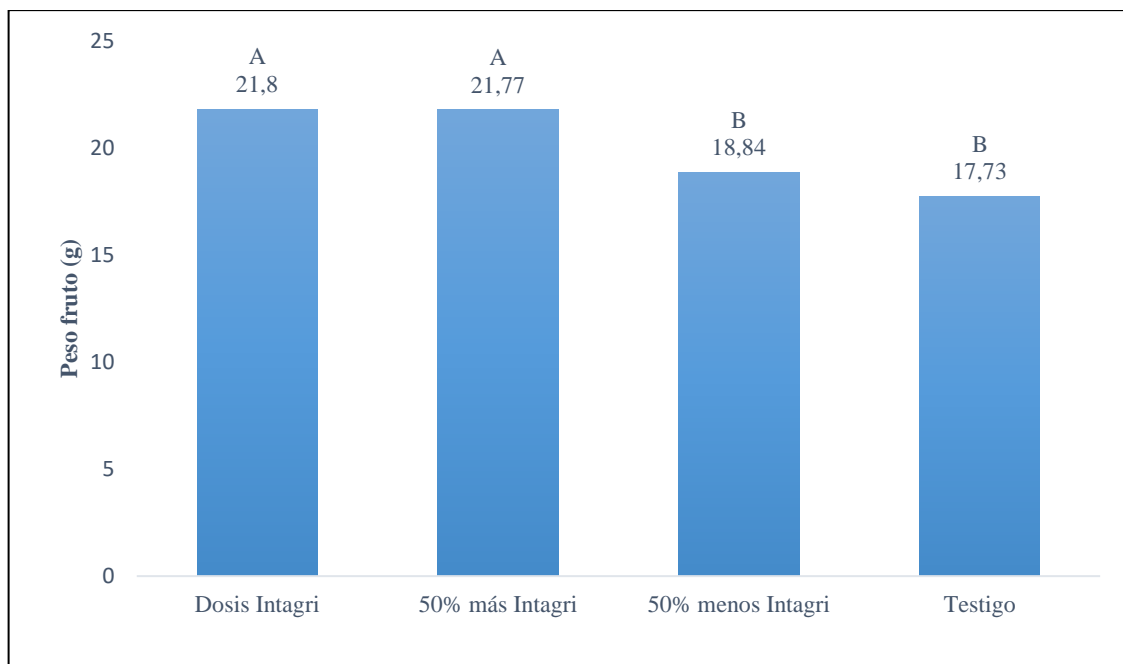


Gráfico 5-3. Peso del fruto según la dosis de fertirriego

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

En la prueba Tukey al 5% para el peso de frutos según la dosis de fertirriego (Factor A) presenta dos rangos (Tabla 8-3). En el grupo A se encuentra el tratamiento con la dosis recomendada Intagri (A1) y el tratamiento con la dosis 50 % más Intagri (A2) con una media de 21,80 g, y 21,77 g, respectivamente, por otro lado, en el grupo B se encuentra el tratamiento con la dosis 50% menos Intagri (A3) y el testigo (A4) con una media de 18,84 g y 17,73 g, las cuales son estadísticamente inferiores a los demás tratamientos.

En lo que corresponde al peso del fruto se obtuvieron resultados significativos con la aplicación de la dosis de fertirriego recomendada Intagri (A1), en donde se alcanzó una media correspondiente de 21,8 g/fruto y con el testigo se alcanzó una media de 17,73 g/fruto, (Martínez, et al., 2015) manifiesta que el ají jalapeño puede alcanzar pesos que van desde 15 g/fruto a 30 g/fruto, por otro lado (Villavicencio , 2020) registro pesos más elevados a los obtenidos en la investigación ya que sus resultados fueron de 28,35 g/fruto, por lo que la diferencia se puede explicar como resultado de la variedad que se esté cultivando ya que hay variedades en las cuales el fruto tiene un mayor tamaño por ende un mayor peso.

3.4. Rendimiento en kilogramos (Kg/ha)

El análisis de varianza para el rendimiento (Tabla 9-3), presento diferencia altamente significativa para fertirriego (Factor A), para fertilización foliar (Factor B) y para la interacción entre Fertirriego por fertilización foliar (A*B), con un coeficiente de variación de 4,29%; no obstante, aplicando la prueba de normalidad de residuos del modelo de Shapiro-Wilk se obtuvo un p-valor

de 0,9849, cabe destacar que el rendimiento alcanzado es solamente con 3 cortes del fruto es decir con un 50% del total de lo que dura el ciclo de cosecha.

Tabla 9-3. Análisis de varianza para el rendimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Fisher	P-valor	Significancia
Modelo	15	131,72	<0,0001	**
Bloque	1	0,35	0,5951	ns
Factor A: Fertirriego	3	173,50	0,0007	**
Error A	3	3,30	0,0785	ns
Factor B: Fertilización foliar	2	83,68	<0,0001	**
Fertirriego*Fertilización foliar	6	13,05	0,0010	**
Error B	8			
Total	23			
CV	4,29%			

p-valor: >0,05= ns: No Significativo

p-valor: >0,01 y <0,05= *: Significativo

p-valor: <0,01= **: Altamente Significativo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

Tabla 10-3. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento/ha según la dosis de fertirriego

Fertirriego	Medias (Kg/ha)	n	E.E.	Grupo
A1	25841	6	589,23	A
A2	24048	6	589,23	A
A3	14714	6	589,23	B
A4	9460	6	589,23	C

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

A1: Dosis Intagri

A2: 50% más Dosis Intagri

A3: 50% menos Dosis Intagri

A4: Testigo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.



Gráfico 6-3. Rendimiento según la dosis de fertirriego

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

En la prueba Tukey al 5% para el rendimiento según la dosis de fertirriego (Factor A) presenta tres rangos (Tabla 10-3). En el grupo A se encuentra el tratamiento con la dosis recomendada Intagri (A1) con una media de 25841 Kg/ha, en el grupo B está el tratamiento con la dosis 50 % menos Intagri (A3) con una media de 14714 Kg/ha, y en el grupo C se encuentra el testigo (A4) con una media de 9460 Kg/ha.

El mayor rendimiento alcanzado se debe a lo manifestado por (Romero, 2016) quien señala que dotar de nutrientes esenciales al suelo como al follaje en una cantidad adecuada promueve que la planta alcance su mayor rendimiento, por otro lado según (CARBAJAL, 2013) quien manifiesta que las bajas producciones se deben cuando existe una insuficiencia de nutrientes y no se cubren los requerimientos de las plantas o caso contrario cuando hay un exceso de nutrientes en el suelo lo que provoca la escasez de otros, según (Castellanos, 2009) aplicar una fertilización equilibrada conlleva a un óptimo aprovechamiento de los fertilizantes y a su vez genera mejores rendimientos.

Tabla 11-3. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento según la dosis de fertilización foliar

Fertilización foliar	Medias (Kg/ha)	n	E.E.	Grupo
B2	20298	8	280,79	A
B1	19679	8	280,79	A
B3	15571	8	280,79	B

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 B1: Dosis normal foliar
 B2: 50% más foliar
 B3: Testigo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

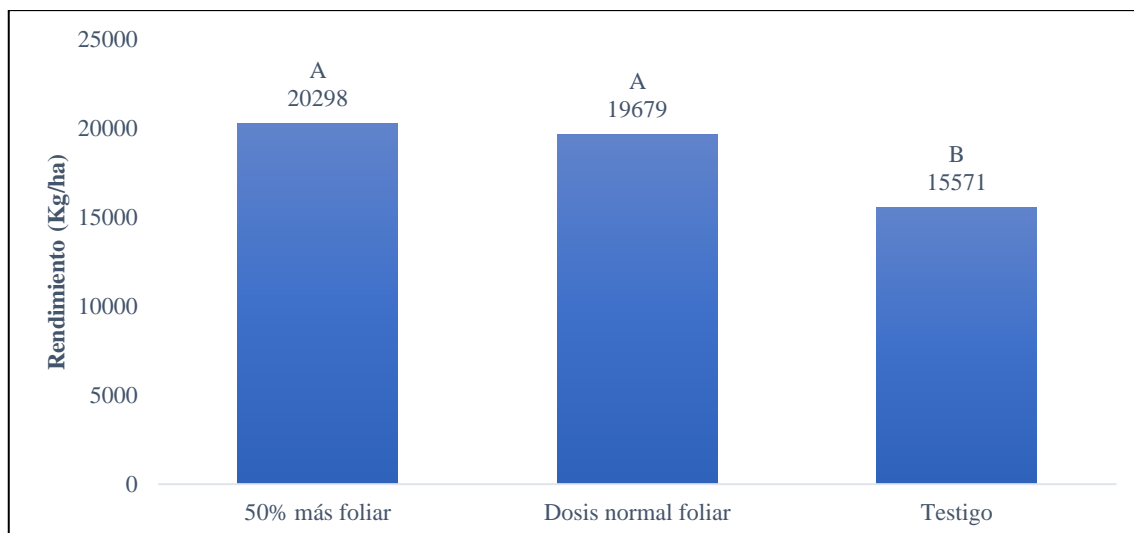


Gráfico 7-3. Rendimiento según la dosis de fertilización foliar

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

En la prueba Tukey al 5% para el rendimiento según la dosis de fertilización foliar (Factor B) presenta dos rangos (Tabla 11-3). En el grupo A se encuentra el tratamiento con la dosis 50% más (B2) y el tratamiento con la dosis normal (B1) con una media de 20298 Kg/ha y 19679 Kg/ha, y en el grupo B se encuentra el testigo (B3) con una media de 15571 Kg/ha.

En relación a la fertilización foliar y su influencia en el rendimiento del cultivo se obtuvo resultados favorables con la aplicación del fertilizantes foliar en la dosis 50% más foliar (B2): Fuerza verde floración 9-45-17:6 Kg/ha, alcanzando una media de 0.51 Kg/planta, siendo superior a el rendimiento alcanzado con el testigo (B3) el cual obtuvo una media de 0,39 Kg/planta, según (Morales, 2014) en su trabajo de investigación sobre la evaluación de fertilizantes foliares en Chile jalapeño realizado en la ciudad de Saltillo-México, alcanzó un rendimiento de 1,1 Kg/planta con un total de 44 t/ha con la aplicación de fertilizantes foliares (Mastergrow 4,5Kg/ha), este mayor rendimiento alcanzado en México a comparación al de la investigación realizada puede deberse a que no se concluyó con el ciclo del cultivo debido a que solo se llegó a la mitad del número de cortes que por lo general se alcanza para el ají jalapeño que según (INIFAP, 2013) es de 4 a 6 cortes por ciclo.

Tabla 12-3. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento según la dosis de fertirriego*fertilización foliar

Fertirriego	Fertilización foliar	Medias (Kg/ha)	n	E.E.	Grupo
A1	B2	28905	2	561,59	A
A1	B1	27571	2	561,59	A
A2	B2	27143	2	561,59	A
A2	B1	26000	2	561,59	A
A1	B3	21048	2	561,59	B
A2	B3	19000	2	561,59	B
A3	B1	15476	2	561,59	C
A3	B2	15286	2	561,59	C
A3	B3	13381	2	561,59	C
A4	B2	9857	2	561,59	D
A4	B1	9667	2	561,59	D
A4	B3	8857	2	561,59	D

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

A1: Dosis Intagri

B1: Dosis normal foliar

A2: 50% más Dosis Intagri

B2: 50% más foliar

A3: 50% menos Dosis Intagri

B3: Testigo

A4: Testigo

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

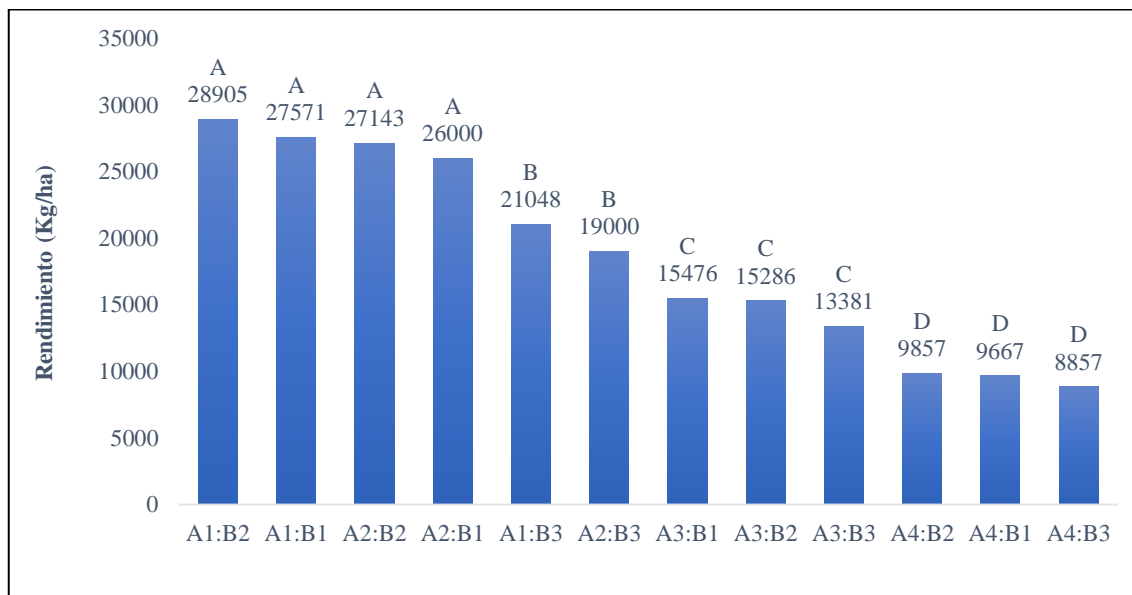


Gráfico 8-3. Rendimiento según la dosis de fertirriego*fertilización foliar

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

En la prueba Tukey al 5% para el rendimiento según la interacción dosis de fertirriego (Factor A) por dosis de fertilización foliar (Factor B) presenta cuatro rangos (Tabla 12-3). En el grupo A se encuentra el tratamiento con la interacción A1:B2 que corresponde a la dosis recomendada Intagri más fertilización foliar 50% más, la cual presentó una media de 28905 Kg/ha, la cual es estadísticamente superior a las demás interacciones por lo cual es la dosis más eficiente que genera un mayor rendimiento. Por otro lado, en el grupo D se encuentra la interacción A4:B3 que

corresponde al testigo de fertirriego más el testigo de fertilización foliar que presentó una media de 8857 Kg/ha, resultando ser estadísticamente menor al resto de interacciones y teniendo el menor rendimiento en comparación al resto de tratamientos.

Referente al rendimiento del cultivo se obtuvo mejores resultados con la aplicación de la interacción (A1:B2) que trata de la dosis de fertirriego recomendada por Intagri (A1) con: NO_3Ca :355, $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$:41, KH_2PO_4 :112, KNO_3 :187, SO_4Mg :85, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:413, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$: 255, EDTA Mn:4,9 Kg/ha más la aplicación del fertilizantes foliar en la dosis 50% más foliar (B2): Fuerza verde floración 9-45-17:6 Kg/ha, alcanzando una media de 28905 Kg/ha el cual es un valor estadísticamente mayor en comparación al obtenido con el testigo (A4:B3) el cual alcanzó una media de 8857 Kg/ha, según (INIFAP, 2013) en su guía para el chile jalapeño, Durango (México), manifiesta que el rendimiento para este cultivo con la aplicación de fertirriego puede alcanzar valores de 1,5 Kg/planta con una densidad de siembra de 40 mil plantas/ha, alcanzando así un rendimiento total 60 t/ha en todo el ciclo del cultivo el mismo que tiene una duración de 180 días en el cual se realiza de 6 cortes del fruto, (Rosero, 2017, p. 16) manifiesta que el jalapeño puede alcanzar una media de 0.26 Kg/planta por cada corte. Cabe resaltar que la investigación tuvo solamente una duración de 150 días en donde se realizó 3 cortes del fruto con lo cual se alcanzó el rendimiento de 0.24 Kg/planta en cada corte, es decir que de haber realizado los 6 cortes se hubiese alcanzado un valor similar al cual se obtiene en México por lo que podemos manifestar que no hay mucha diferencia en lo que respecta al rendimiento para este cultivo entre estos dos países y aplicando un plan adecuado de fertirriego se pudo alcanzar estos valores lo que concuerda con (Valencia, 2021) quien manifiesta que la aplicación de fertirriego optimiza y aumenta la eficiencia en cuanto al uso de los fertilizantes por lo cual con lleva a tener frutos de mayor calidad, tamaño y peso lo que se resume a un incremento en productividad.

3.7. Análisis económico

Tabla 13-3. Análisis económico para determinar la relación beneficio/costo

TRATAMIENTO	CÓDIGO	R B/C
T1	A1:B1	1,67
T2	A1:B2	1,75
T3	A1:B3	1,27
T4	A2:B1	1,51
T5	A2:B2	1,57
T6	A2:B3	1,10
T7	A3:B1	0,98
T8	A3:B2	0,96
T9	A3:B3	0,84
T10	A4:B1	0,64
T11	A4:B2	0,65
T12	A4:B3	0,58

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

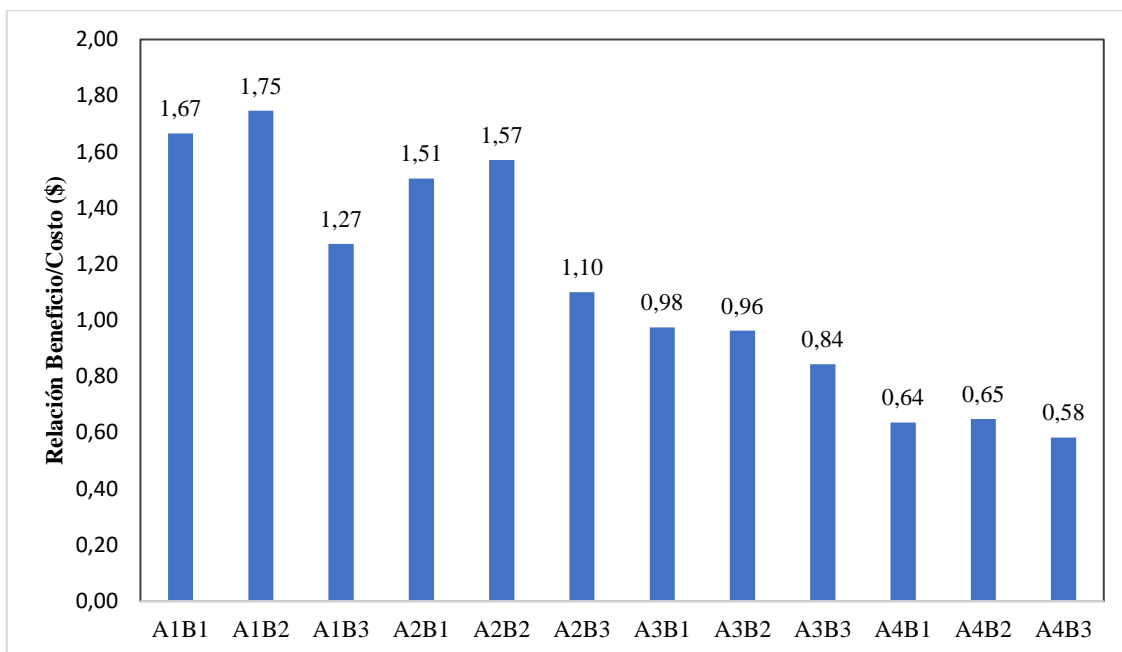


Gráfico 9-3. Relación Beneficio/Costo de los tratamientos

Realizado por: Chicaiza, B, 2022.

En la tabla 13-3, se indica el análisis económico de cada tratamiento, en donde la mejor relación beneficio/costo obtuvo el tratamiento T2 que corresponde a la interacción dosis de fertirriego recomendada Intagri más dosis de fertilización foliar 50% más (A1:B2) con 1,75 dólares, es decir se recuperó el dólar invertido y además se genera una ganancia de 0,75 dólares.

En la relación beneficio costo (tabla 13-3) se generó una relación de \$ 1,75 con la aplicación del tratamiento T2 que es la interacción (A1:B2) que es dosis de fertirriego recomendada Intagri más dosis 50% más foliar, con la cual se alcanza un beneficio de recuperación de 0,75 dólares por cada dólar invertido, en cambio (FIRA, 2020) en los costos de producción realizados para el estado de Nayarit, México obtienen una relación de 1,42\$ recuperado así 0,42 dólares menos que en la investigación realizada, esto se vería reflejado por la venta al por mayor del producto ya que en México la tonelada se la comercializa a un costo de 7000 mil pesos mexicanos lo que en dólares sería un valor de 350 dólares/T es decir que se vende a un precio de 0,35 dólares/Kg. Mientras que por otro lado en Ecuador la venta por kilo es de 1,50 dólares por tal motivo se alcanza un mayor beneficio, por otro lado, (Núñez, 2013, p. 109) en su investigación obtuvo una ganancia con una relación beneficio/costo de \$1,69, recalando así que recupera su dólar invertido y además gana 0,69 dólares por cada dólar.

CONCLUSIONES

- Las etapas fenológicas que presentó el cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* L.) para la etapa inicial tuvo una duración de 14 días, mientras que para la etapa de desarrollo tuvo una duración de 32 días, para la etapa reproductiva tuvo una duración de 58 días y al final la etapa de cosecha tuvo una duración de 46 días respectivamente.
- El requerimiento hídrico y láminas de riego aplicadas al cultivo de ají jalapeño para la etapa inicial se aplicó una lámina de 23,5 mm, para la etapa de desarrollo se aplicó una lámina de riego de 163,6 mm, para la etapa reproductiva se suministró una lámina de riego de 396,3 mm y finalmente para la etapa de cosecha se aplicó una lámina de riego de 387,9 mm respectivamente.
- En la evaluación de tres dosis de fertirriego para el cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* L.) se presentaron diferencias significativas entre las interacciones dosis para fertirriego con la recomendación de Intagri (A1) con: NO_3Ca :355, $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$:41, KH_2PO_4 :112, KNO_3 :187, SO_4Mg :85, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:413, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$:255, EDTA Mn:4,9 Kg/ha y la aplicación de fertilizante foliar con dosis 50% más (B2): Fuerza verde floración 9-45-17:6 Kg/ha, en la cual se alcanzó mejores resultados en cuanto al número de frutos cortados, tamaño, peso y rendimiento alcanzando una media de 28905 kg/ha (28,9 T/ha).
- Realizando un análisis económico para cada una de los tratamientos se concluye que la mejor relación beneficio/costo se lo obtuvo con la aplicación del tratamiento T2 para fertirriego recomendada por Intagri (A1) y la dosis de fertilización foliar 50% más (B2) obteniendo como resultado una relación beneficio/costo (B/C) de 1,75 dólares es decir que se recupera el dólar invertido y además se genera una ganancia de 0,75 dólares.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación del tratamiento T2 que trata de la dosis para fertirriego recomendada por Intagri (A1) junto con la dosis de fertilización foliar 50% más (B2), con la cual se obtuvo un mayor rendimiento de 28905 Kg/ha y un mayor beneficio/costo (B/C) el cual es de 1,75 \$ por lo cual genera mayor rentabilidad para el productor.
- Realizar estudios comparando la dosis de Intagri con otros tipos de soluciones, para conocer si existe una producción mayor o inferior a la generada en esta investigación.
- Buscar alternativas en las cuales una relación beneficio/costo genere más ganancias.

GLOSARIO

Abolladuras: Depresiones o concavidades en ambas caras de la lámina foliar (STACKMAN, 1960, p. 22).

Agentes patógenos: Los patógenos son agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a su huésped (Schuster, 2020, p. 8).

Características edafoclimáticas: Las condiciones edafoclimáticas se refieren a características, tanto de clima como del suelo, que se presentan en diversas zonas geográficas (Global Hazelnuts, 2014, p. 52).

Clorosis: se conoce como el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila. Algunas de las posibles causas de este amarillamiento son el drenaje insuficiente, las raíces dañadas, las raíces compactadas, la alcalinidad alta y las deficiencias nutricionales de la planta (Schuster, 2020, p. 75).

Conductibilidad eléctrica: La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica (IDEAM , 2006, p. 120).

Cribado: Perforación de la parte del limbo foliar y en las áreas limitadas por lo general son pequeñas, en la zona de sus manchas (STACKMAN, 1960, p. 26).

Espalderas: En la agricultura la malla espaldera es un sistema de soporte fundamental, permite aumentar la densidad de siembra y la prevención de enfermedades que se transmiten de forma mecánica (Hortomallas , 2015, p. 3).

Flor hermafrodita: se dice que una flor es hermafrodita cuando en una misma flor se encuentran ambos órganos sexuales (Schuster, 2020, p. 40).

Halo clorótico: Zona clorótica que rodea las manchas en algunos casos (STACKMAN, 1960, p. 63).

Hidratos de carbono: Químicamente, están compuestos por C, H y O ($C_n:H_{2n}:O_n$). La unidad básica son los monosacáridos de glucosa, fructosa y galactosa son nutricionalmente los más importantes. Entre los disacáridos formados por dos monosacáridos destacan sacarosa (glucosa + fructosa), lactosa (el azúcar de la leche: glucosa + galactosa) y maltosa (glucosa + glucosa). Los polisacáridos o hidratos de carbono son moléculas largas compuestas por un número variable de unidades de glucosa unidas entre sí (CARBAJAL, 2013, p. 115).

BIBLIOGRAFÍA

AGROPRODUCTORES. *Agroproductores*. [En línea] 13 de Mayo de 2018. [Citado el: 12 de Noviembre de 2020.] <http://agroproductores.com/compatibilidad-de-fertilizantes/>.

ÁLVARO, G.J. *Fertibox*. [En línea] 3 de Junio de 2019. [Citado el: 5 de Febrero de 2022.] <https://www.fertibox.net/single-post/fertilizacion-foliar>.

BÁEZ, MOISÉS ALONSO, et. al. *Tierra Latinoamerica Producción de chile jalapeño con fertirriego como función de la tensión de humedad del suelo.* [En línea] Junio de 2012. [Citado el: 1 de Octubre de 2021.] <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320214.pdf>.

BASANTES, E. *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*. Quito : Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2015. p. 46.

BORQUEZ, HERNESTO. *Programación del riego*. [En línea] 1999. <http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/9924/CNR-0287.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BUÑAY, CRISTHIAN. *Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (Capsicum annum.)*. [En línea] Junio de 2017. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis%20024%20Ingenier%c3%ada%20Agropecuaria%20-%20Bu%c3%b1ay%20Christian%20-%20cd%20024.pdf>.

BURTH, M & ZAIDAN, A. *Soluciones nutritivas para fertirriego*. [En línea] 2008. <http://infoagronomo.blogspot.com/2010-soluciones>.

CAÑIZARES, ADOLFO & COA, MATÍN. *Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (Capsicum frutescens L.)*. Estado de Monagas : Revista Científica UDO Agrícola, 2005. Vol. V. 1317-9152.

CARBAJAL, ÁNGEL. *Manual de nutrición*. [En línea] 24 de Julio de 2013. [Citado el: 07 de Marzo de 2022.] <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-7-hidratos-carbono.pdf>.

CASTELLANOS, J. *Preparación y Monitoreo de la Solución Nutritiva*. México : Editorial INTAGRI, 2009.

CASTELLANOS, JOSE. *Marata Specialties, LLC*. [En línea] Agosto de 2016. <https://marataonline.com/es/products/chilies/jalapeno/>.

CEDEPAS. *Cultivo de pimiento y ajíes*. [En línea] 2011. <https://www.flores.ninja/chile-jalapeno/>.

DEMIN, PABLO. *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego*. Catamarca : INTA, 2014. 978-987-521-521-2.

FAO-SAFR. *Glosario de riego*. [En línea] 2002. <https://www.riego.org/glosario/frecuencia-del-riego-fao/>.

FLORES, JORGE. *Hortalizas*. [En línea] 1 de Mayo de 2017. [Citado el: 13 de Octubre de 2021.] <https://www.hortalizas.com/cultivos/manejo-afinado-de-la-preparacion-de-la-solucion-nutritiva/>.

GARCIA, GERARDO. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias*. [En línea] 2015. <https://www.producechihuahua.org/paqs/PT-0003Chile1.pdf>.

GARCÍA, MARIO. *Universidad Nacional*. Estudio de la Diversidad Genética de las Introducciones de. [En línea] 2006. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1580/1/T-UTC-2132.pdf>.

GARCÍA, PETILLO, et. al. *Fagro*. [En línea] 2015. [Citado el: 3 de Marzo de 2022.] <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/Metodologia%20para%20determinar%20los%20parámetros%20hidricos%20de%20un%20suelo%20a%20campo.pdf>.

GLOBAL HAZELNUTS. [En línea] 2021 de Mayo de 2014. [Citado el: 03 de Marzo de 2022.] <https://globalhazelnuts.cl/condiciones-edafoclimaticas-y-post-cosecha/#:~:text=Las%20condiciones%20edafoclim%C3%A1ticas%20se%20refieren,presentan%20en%20diversas%20zonas%20geogr%C3%A1ficas..>

GOTO, WILSON. *Agrositio*. [En línea] 09 de Mayo de 2013. <https://www.agrositio.com.ar/noticia/143958-fertirriego-la-importancia-de-aplicar-los->

nutrientes-en-el-momento-y-las-cantidades-adecuadas#:~:text=Mediante%20el%20
fertirriego%20se%20logra,mejorar%20en%20los%20establecimientos%20argentinos..

GUERRERO, RICARDO. *Compatibilidad química de los fertilizantes.* [En línea] 2004. [Citado el: 13 de Octubre de 2021.] http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_4/mod_virtuales/modulo2/tema_33.html.

HERNANDEZ, FERNANDÉZ. *Asistencia técnica agrícola.* [En línea] 2013. https://www.agro-tecnologia-tropical.com/cultivo_del_aji_dulce.html.

HORTOMALLAS . *Agricultura en tutorado.* [En línea] 22 de Septiembre de 2015. [Citado el: 25 de Febrero de 2022.] https://www.google.com/search?q=espaldera+en+agricultura&sxsrf=APq-WBtHHFW8tmG6QzjvRkaSN7c3ZCmrBA%3A1646693371845&ei=-4smYpD9MqybwbkP_6SOyA0&oq=espalderas+en+a&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAMYATIGCAAQFhAeMgYIABAWEB4yBggAEBYQHjIGCAAQFhAeOgQIABBDOgUIABCABEoECEEYAEoE.

IDEAM . *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.* [En línea] 12 de Julio de 2006. [Citado el: 06 de Marzo de 2022.] <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+El%C3%A9ctrica.pdf/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4#:~:text=La%20conductividad%20es%20una%20medida,la%20temperatura%20de%20la%20medici%C3%B3n..>

INIFAP. *Guía para la asistencia técnica agrícola.* [En línea] 2012. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Paquetes2012/143.pdf>. [En línea] Mayo de 2013. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Paquetes2012/143.pdf>.

INTA. *Agritotal.* [En línea] The New Farm Company S.A., 2021. [Citado el: 12 de Octubre de 2021.] <https://www.agritotal.com/nota/el-fertirriego-es-la-solucion/>. 5.122.160.

INTAGRI. *Solución Nutritiva y su Monitoreo Mediante Análisis Químico Completo.* [En línea] 2017. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/solucion-nutritiva-y-su-monitoreo-mediante-analisis-quimico-completo>.

INTAGRI. *La bioestimulación del amarre de frutos en cultivos hortofrutícolas.* [En línea] 2017. [Citado el: 22 de Febrero de 2022.] <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/como-la-bioestimulacion-facilita-el-cuajado-y-buen-amarre-de-cultivos/>.

JIMÉNEZ, JOSÉ & RODRÍGUEZ, JUAN. *Infoagro.* [En línea] Agencia de Servicios Agropecuarios de Santa Ana, 22 de Enero de 2013. [Citado el: 12 de Octubre de 2021.] <http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/fertirrigacion.pdf>.

LEÓN, JUAN. *Riegos y Drenajes.* Riobamba - Ecuador : E - Copycenter, 2012.

LÓPEZ-GOMÉZ, VILLEGAS, O & ANDRADE, R. *INTAGRI.* [En línea] 2020. <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/cultivo-de-chile-habanero>.

LUDWICK, ALBERT. *IPNI.NET.* [En línea] 5 de Agosto de 2016. [Citado el: 10 de Diciembre de 2021.] [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/C60E3365A63ADCBD85258012005D85E2/\\$FILE/Art%202.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/C60E3365A63ADCBD85258012005D85E2/$FILE/Art%202.pdf).

MAÑAS, FRANCISCO. *Proain.* [En línea] 3 de Septiembre de 2020. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/frecuencia-y-tiempos-de-riego-para-los-cultivos-agricolas>.

MARTÍNEZ, CHRISTIAN. *Fertilizantes para el fertirriego.* [En línea] 24 de Abril de 2020. <https://www.riego.mx/files/webinars/webinar13.pdf>.

MARTÍNEZ, R., DIBUT, B. & RÍOS, Y. *Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta.* La Habana : s.n., 2010. págs. 2-9.

MARTÍNEZ, Z, DORANTES, J & RAMÍREZ, M. *Efectos genéticos y heterosis en la vida de anaquel del chile serrano.* Mexico : Rev. Fitotec., 2015.

MIRANDA, DIEGO. *Análisis del crecimiento y de la absorción de nutrimentos en jalapeño, en Guanacaste.* [En línea] 2004. [Citado el: 6 de Marzo de 2022.] <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1580/1/T-UTC-2132.pdf>.

NAVARRO, G. *Elaboración de programas de fertirrigación.* México : Intagri- UAl., 2015.

NUEZ, F, GIL ORTEGA, R & R AND COSTA, J. *El cultivo de pimientos, Chiles y Ajés.* Madrid, España : Mundi-Prensa, 2013.

Núñez, María. “Efecto de tres dosis de estiércol de bovino en tres especies de ají: tabasco (*capsicum frutescens*) habanero (*capsicum chinense*) y jalapeño (*capsicum annuum*), bajo las condiciones agroclimáticas de la parroquia matriz, la maná, provincia de cotopaxi. [En línea] Enero de 2013. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1580/1/T-UTC-2132.pdf>.

NUÑEZ, MARÍA. *Cultivo de Ají Jalapeño.* [En línea] 2013. [Citado el: 1 de Octubre de 2021.] <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1580/1/T-UTC-2132.pdf>.

NUTRISEM. Semillasvalle. *La importancia de la fertilización foliar para lograr excelentes cultivos.* [En línea] 15 de Diciembre de 2021. <http://semillasvalle.com/site/blog/la-importancia-de-la-fertilizacion-foliar-para-lograr-excelentes-cultivos/>.

POOT, JOSÉ. *itzonamaya.* [En línea] Abril de 2015. [Citado el: 2 de Enero de 2022.] http://www.itzonamaya.edu.mx/web_biblio/archivos/res_prof/agro/agro-2015-1.pdf.

QUIANCHA, WILME. “Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de ají jalapeño (*capsicum annuum* l.), sometido a tres niveles defertilización y dos bioestimulantes orgánicos en la zona de pifo, provincia de pichincha”. [En línea] 2014. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/637/T-UTB-FACIAG-AGR-000111.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ROMO, MIGUEL. *Importancia del Fertirriego en la Tecnificación de Cultivos.* México : Artículos Técnicos de INTAGRI, 2019.

ROSERO, M. *El cultivo de ají jalapeño.* [En línea] 2017. <https://www.flores.ninja/chile-jalapeno/>.

SÁCHEZ , CARLOS, et.al. *Requerimientos hidricos del aji dulce (capsicum annum l.) bajo riego por goteo en el valle del sinu medio.* [En línea] Junio de 2013. [Citado el: 12 de Febrero de 2022.] <file:///C:/Users/BYRON%20CHICAIZA/Downloads/Dialnet-RequerimientosHidricosDelAjiDulceCapsicumAnnumLBaj-5002387.pdf>.

SANCHEZ, MARCO. *Manual de aji jalapeño.* [En línea] 2009. http://marcosanchezcalleperu.over-blog.com/pages/MANUAL_DE_AJI_JALAPENO-5928100.html.

SCHUSTER, JAMES. *Departamento de Agricultura, Universidad de Illinois en Urbana-Champaign.* [En línea] 2020. [Citado el: 07 de Marzo de 2022.] https://web.extension.illinois.edu/focus_sp/chlorosis.cfm#:~:text=La%20clorosis%20es%20el%20amarillamiento,deficiencias%20nutricionales%20de%20la%20planta..

SELA, GUY. *smart-fertilizer.* [En línea] 12 de Febrero de 2020. [Citado el: 13 de Octubre de 2021.] [https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/hydroponic-nutrient-solutions/.](https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/hydroponic-nutrient-solutions/)

SOLÓRZANO, PEDRO. *Quifuca. C.A.* [En línea] Octubre de 2020. [http://www.quifuca.com/ve/2020/10/02/ventajas-e-inconvenientes-de-la-fertirrigacion/.](http://www.quifuca.com/ve/2020/10/02/ventajas-e-inconvenientes-de-la-fertirrigacion/)

STACKMAN, E.C. *Principios de patología vegetal.* [En línea] 1960. [Citado el: 07 de Marzo de 2022.] [http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursos/fitopato/practicas/index_glosario.html.](http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursos/fitopato/practicas/index_glosario.html)

SWAYNEY, ELLIS *Abonos y soluciones nutritivas.* [En línea] 2003. [Citado el: 13 de Octubre de 2021.] <http://fertilizando.com/articulos/fertilizantes/soluciones20%concentradas..>

VADEQUÍMICA. [En línea] 2016. [Citado el: 05 de Marzo de 2022.] [https://www.vadequimica.com/quimipedia/s/solubilidad-borradr/.](https://www.vadequimica.com/quimipedia/s/solubilidad-borradr/)

VALENCIA, BOLIVAR. *Fertirriego, clave en la producción agrícola actual.* Quito-Ecuador : s.n., 2021.

VENTURA, MARIANA. *Análisis económico en la producción de chile jalapeño orgánico (Capsicum annun L), bajo el sistema de riego por jarrones porosos.* [En línea] Diciembre de 2015. [Citado el: 5 de Marzo de 2022.] [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7893/MARINA%20BRIGIDA%20VENTURA%20HERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y.](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7893/MARINA%20BRIGIDA%20VENTURA%20HERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

VILLAVICENCIO , LUIS. *Evaluación del efecto de tres bioestimulantes orgánicos sobre el crecimiento y producción del cultivo de ají jalapeño (Capsicum annum var. annum).* Quevedo-Ecuador : s.n., 2020.


DBRA
Ing. Esthian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: CANTIDAD DE FERTILIZANTES UTILIZADOS PARA CADA ETAPA DEL CULTIVO SEGÚN INTAGRI

NUTRIENTES	DESARROLLO			REPRODUCTIVA			MADURACION				TOTAL
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
NITRATO DE CALCIO	2,025	1,95	2,7	2,7	2,7	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	23,9
FOSFATO MONOAMONICO	1	0	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	3,7
FOSFATO MONOPOTASICO	1,08	1,04	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	7,6
NITRATO DE POTASIO	0	0	0,81	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	12,6
SULFATO DE MAGNESIO	0,34	0,34	0,34	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	5,8
SULFATO DE AMONIO	1,01	1,01	2,23	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	27,9
UREA	0,675	2,4	1,35	1,15	1,55	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	17,2
EDTA Mn	0,05	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	3,1
Total Kg/parcela	6,17725	7,0425	8,78	10,945	11,3625	11,4975	11,5	11,5	11,5	11,5	101,80475

ANEXO B: NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS

NÚMERO DE FRUTOS CORTADOS			
CÓDIGO	R1	R2	PROMEDIO
A1B1	57	56	57
A1B2	62	63	62
A1B3	46	44	45
A2B1	51	57	54
A2B2	53	55	54
A2B3	43	41	42
A3B1	35	40	38
A3B2	38	33	35
A3B3	32	31	31
A4B1	27	28	27
A4B2	26	29	28
A4B3	24	24	24

ANEXO C: NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS

TAMAÑO DEL FRUTO (cm)			
CÓDIGO	R1	R2	PROMEDIO
A1B1	7,70	7,79	7,75
A1B2	7,73	7,80	7,76
A1B3	7,68	7,33	7,50
A2B1	7,64	7,96	7,80
A2B2	7,83	7,67	7,75
A2B3	7,34	7,60	7,47
A3B1	5,76	6,85	6,31
A3B2	5,65	5,55	5,60
A3B3	5,58	6,42	6,00
A4B1	5,50	5,58	5,54
A4B2	5,46	5,60	5,53
A4B3	5,43	5,63	5,53

ANEXO D: PESO DEL FRUTO (g)

PESO DEL FRUTO (g)			
CÓDIGO	R1	R2	PROMEDIO
A1B1	21,93	21,70	22
A1B2	22,10	21,98	22
A1B3	21,95	21,15	22
A2B1	20,88	22,38	22
A2B2	22,20	22,05	22
A2B3	20,55	22,55	22
A3B1	18,88	20,15	20
A3B2	19,20	18,80	19
A3B3	17,83	18,18	18
A4B1	17,88	17,83	18
A4B2	17,58	17,93	18
A4B3	17,48	17,65	18

ANEXO E: RENDIMIENTO EN (Kg)

PESO DEL FRUTO (g)			
CÓDIGO	R1	R2	PROMEDIO
A1B1	28380,95	26761,90	27571
A1B2	28761,90	29047,62	28905
A1B3	20952,38	21142,86	21048
A2B1	25142,86	26857,14	26000
A2B2	26380,95	27904,76	27143
A2B3	19714,29	18285,71	19000
A3B1	16095,24	14857,14	15476
A3B2	16761,90	13809,52	15286
A3B3	14285,71	12476,19	13381
A4B1	9523,81	9809,52	9667
A4B2	9714,29	10000,00	9857
A4B3	8571,43	9142,86	8857

ANEXO F: COSTOS DE PRODUCCIÓN

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)
Invernadero	m2	675	125	750
Sistema de riego	Sistema	1	181,61	181,61
SUBTOTAL				931,61
Preparación del terreno				
Maquinaria				
Motocultor	Diario	1	40	40
Surcado	Jornal	1	15	15
SUBTOTAL				55
Fertilizantes				
Fosfato monoamonico	kg	4	2,78	11,12

Fosfato monopotasico	kg	8	2,8	22,4
Nitrato de Calcio	kg	24	0,95	22,8
Nitrato de potasio	kg	13	2,5	32,5
Sulfato de Magnesio	kg	6	0,95	5,7
Sulfato de amonio	kg	28	0,58	16,24
EDTA Mn	kg	4	2,2	8,8
Fuerza verde Floración	kg	2	9	18
SUBTOTAL				137,56
TRASPLANTE				
Plántulas	Plántula	1100	0,1	110
Mano de obra	Jornal	2	15	30
Fungicida	Kg	1	6,75	6,75
Insecticida	Litro	1	7,5	7,5
SUBTOTAL				154,25
Controles fitosanitarios				
Insecticidas	kg	2	9,8	19,6
Fungicida	Kg	2	7,85	15,7
Mano de obra	Jornal	4	15	60
SUBTOTAL				95,3
Labores Culturales				
Deshierbe	Jornal	6	15	90
Fertirriego	Jornal	3	15	45
Toma de datos	Jornal	3	15	45
SUBTOTAL				180
Cosecha				
Mano de obra	Jornal	4	15	60
Sacos	unidad	100	0,5	50
Transporte	vehículo	4	3	12
SUBTOTAL				122
TOTAL				1675,72



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10 / 08 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Byron Javier Chicaiza Morales
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniero Agrónomo
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A.I.
Ing. Cristhian Castillo



1656-DBRA-UTP-2022