UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL RIEGO POR SURCO EN FORMA CONTINUA Y POR OBSTRUCCIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN DOS SISTEMAS DE SIEMBRA

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de INGENIERO AGRÓNOMO

MANEJO Y CONTROL DE RIEGO Y DRENAJE

AUTOR:
ANDRADE HERRERA RICARDO ANDRÉS

TUTOR
ING. NAVARRETE CORNEJO ALEXANDRA MS.c.

MILAGRO — ECUADOR

2020

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, NAVARRETE CORNJEO ALEXANDRA ARACELY, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DEL RIEGO POR SURCO EN FORMA CONTINUA Y POR OBSTRUCCIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN DOS SISTEMAS DE SIEMBRA**, realizado por el estudiante ANDRADE HERRERA RICARDO ANDRÉS; con cédula de identidad N°0923173298 de la carrera INGENRÍA AGRONÓMICA, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Navarrete Cornejo Alexandra MSc.

Milagro, 23 de julio del 2020

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIRÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "**EVALUACIÓN DEL RIEGO POR SURCO EN FORMA CONTINUA Y POR OBSTRUCCIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN DOS SISTEMAS DE SIEMBRA**", realizado por el estudiante **ANDRADE HERRERA RICARDO ANDRÉS**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Martillo Juan Javier
PRESIDENTE

Ing. Navarrete Cornejo Alexandra
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Peña Haro César
EXAMINADOR PRINCIPAL

PhD. Gavilánez Luna Freddy
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 23 de julio de 2020

Dedicatoria

Se las dedico a mis padres que han sido una pieza fundamental de mi vida, a mi abuelita que sin ella no había podido cumplir mi objetivo.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Agraria del Ecuador por abrirme las puertas, a mi fámula que estuvo presente en todo momento, a mis amigos que forjé en esta institución.

Y en especial a mi tutora Ing. Alexandra Navarrete que estuvo siempre a mi lado para cumplir mi meta como Ingeniero Agrónomo.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo Andrade Herrera Ricardo Andrés, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre "**EVALUACIÓN DEL RIEGO POR SURCO EN FORMA CONTINUA Y POR OBSTRUCCIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN DOS SISTEMAS DE SIEMBRA**" para optar el título de Ingeniero Agrónomo, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 23 de julio del 2020

ANDRADE HERRERA RICARDO ANDRÉS
C.I. 0923173298

Índice general

PORTADA.....1

APROBACIÓN DEL TUTOR 2

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN 3

Dedicatoria.....4

Agradecimiento 5

Autorización de Autoría Intelectual 6

Indice general 7

Indice de tablas 10

Indice de figuras..... 11

Resumen 12

Abstract..... 13

1. Introducción.....14

1.1 Antecedentes del problema..... 14

1.2 Planteamiento y formulación del problema 15

1.2.1 Planteamiento del problema.....15

1.2.2 Formulación del problema.....16

1.3 Justificación de la investigación 16

1.4 Delimitación de la investigación 16

1.5 Objetivo general 17

1.6 Objetivos específicos..... 17

1.7 Hipótesis 17

2. Marco teórico 18

2.1 Estado del arte..... 18

2.2 Bases teóricas 21

2.2.1 Índice de humedad 22

2.1.2 Hidráulica del riego por superficie.....22

2.2.3 Eficiencia del riego por superficie 23

2.2.4 Riego por surco 23

2.2.5 Diseño agronómico del cultivo de pimiento 24

2.2.6 Infiltración 31

2.2.7 Evapotranspiración 32

2.2.8 Semillero 35

2.2.9 Siembra 35

2.2.10 Podas.....36

2.2.11 Aporcado.....36

2.2.12 Tutorado 37

2.2.13 Fertilización 37

2.2.14 Control de malezas.....38

2.2.15 Riego 38

2.2.16 Rendimiento.....38

2.3 Marco legal..... 39

3. Materiales y métodos 40

3.1 Enfoque de la investigación 40

3.1.1 Tipo de investigación.....40

3.1.2 Diseño de la investigación 40

3.2 Metodología 40

3.2.1 Variables 40

3.2.2 Tratamientos.....40

3.2.3 Diseño experimental 41

3.2.4 Recolección de datos.....41

3.2.5 Localización geográfica.....41

3.2.6 Métodos.....42

3.2.7 Variables evaluadas 42

3.2.8 Análisis estadístico.....45

4. Resultados.....46

4.1 Tipos de riego y tipos de siembra en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuun* L) en el recinto La Inmaculada. 46

4.2 Rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos en el cultivo en estudio..... 52

5. Discusión 53

6. Conclusiones.....55

7. Recomendaciones.....56

8. Bibliografía.....57

9. Anexos 61

Índice de tablas

Tabla 1. Coeficiente del cultivo de pimiento (Método Blaney Criddle) 33

Tabla 2. Sistema de siembra y arreglo población en el cultivo de pimiento 36

Tabla 3. Tratamientos evaluados 41

Tabla 4. Unidad experimental 44

Tabla 5. Análisis de Varianza 45

Tabla 6. Altura de la planta (cm) 46

Tabla 7. Número de frutos por planta 47

Tabla 8. Longitud del fruto (cm) 48

Tabla 9. Diámetro del fruto (cm) 49

Tabla 10. Peso del fruto en (g) 50

Tabla 11. Rendimiento expresado en (kg/ha) 51

Tabla 12. Costo económico 52

Tabla 13. Análisis de la varianza de altura de planta (cm) 61

Tabla 14. Análisis de la varianza de Número de frutos por planta 62

Tabla 15. Análisis de la varianza de Longitud de frutos (cm) 63

Tabla 16. Análisis de la varianza de diámetro de fruto (cm) 64

Tabla 17. Análisis de la varianza de peso del fruto (g) 65

Tabla 18. Análisis de la varianza de rendimiento (kg/ha) 66

Tabla 19. Análisis de la varianza de Costo de inversión de 1 ha de cultivo de pimiento 67

Índice de figuras

Figura 1. Localización geográfica.....42

Figura 2. Establecimiento de los tratatmientos.....68

Figura 3. Control de malezas 68

Figura 4. Hervicida 69

Figura 5. Cosecha.....69

Figura 6. Instalación de tuberías para riego 70

Figura 7. Riego de parcelas 70

Figura 8. Toma de datos de la variables 71

Figura 9. Infiltración del agua en el suelo.....71

Figura 10. Toma de datos de la evaporación 72

Figura 11. Croquis de campo 73

Figura 12. Pracela demostrativa.....74

Resumen

Este experimento se llevó a cabo en el recinto La Inmaculada del cantón Yaguachi en la provincia del Guayas. Tuvo como objetivo la evaluación del efecto en la siembra en hilera sencilla y doble del riego corrido y con obstrucción en el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L). El ensayo se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar, considerando un arreglo factorial 2^2, en cual los factores fueron el tipo de siembra (hilera sencilla e hilera doble) y la forma del riego (corrido, con obstrucción). Se valoraron cuatro repeticiones por cada tratamiento y se tuvieron 20 unidades experimentales. Entre las variables evaluadas se tuvo a la altura de planta, el número de frutos/planta; longitud, diámetro y peso del fruto; y el rendimiento. La información fue valorada estadísticamente mediante el análisis de varianza y el test de Tukey ($p<0.05$), utilizando la versión estudiantil del software Infostat. Como resultados de importancia se pudo establecer diferencias significativas en la longitud, diámetro y peso del fruto, además también en el rendimiento; efectos que fueron estadísticamente distintos en el riego por obstrucción, tanto en hilera sencilla como en la doble.

Palabras clave: evaporación, infiltración, riego por surco.

Abstract

This experiment was carried out in La Inmaculada area of the Yaguachi canton, in Guayas province. Its objective was the evaluation of the effect in the planting in single and double rows of the irrigation run and with obstruction in the yield of pepper crop (*Capsicum annuum* L). The trial was developed under a randomized complete block design, considering a factorial arrangement 2^2, in which the factors were the type of planting (single row and double row), and the form of irrigation (run, with obstruction). Four repetitions were evaluated for each treatment and there were 20 experimental units. Among the variables evaluated, the height of the plant was the number of fruits / plant; length, diameter, and weight of the fruit; and performance. The information was statistically valued through the analysis of variance and the Tukey test ($p < 0.05$), using the student version of the Infostat software. As important results, significant differences could be established in the length, diameter, and weight of the fruit, as well as in the yield. Effects that were statistically different in irrigation due to obstruction, both in single and double rows.

Keywords: evaporation, infiltration, furrow irrigation.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El pimiento es originario de América del Sur entre Bolivia y Perú. En Ecuador es un cultivo de mucha importancia que con el pasar del tiempo se ha convertido en uno de los más explotados por el gran contenido de vitaminas que posee (Valverde, 1993).

Es una planta herbácea de tallo leñoso que requiere en algunos casos de tutores para evitar que el fruto se dañe logrando un buen desarrollo y producción. Es una planta que requiere de muchos cuidados especialmente en lo que se refiere al control de plagas y enfermedades.

En América Latina los principales productores de pimiento son México, donde se cultiva alrededor de 39.000 has, con una producción de 416 000t y un rendimiento de 10.6t/ha. Estados Unidos con 22 000 ha, con una producción de 260 000t y un rendimiento de 11,8 t/ha. Dentro de América Central, Cuba, República Dominicana y Puerto Rico cultivan 4.000ha y 3.000has respectivamente, con rendimientos promedios correspondiente a 12,0t/ha, 4.0t/ha y 1,5t/ha. En Sur América se destacan por su producción Argentina (88.000t), Chile (35.000t) y Venezuela (32 000 t), con rendimientos entre 11,0 y 13,0t/ha. Paraguay y Perú cultiva alrededor de 3 000ha, con un rendimiento de 5.0 t/ha (FAO, 2003)

En Ecuador se considera que existen alrededor de 1420 ha. Con una producción que bordea los 6955 toneladas y un rendimiento promedio por hectárea de 4,58t/ha (Monar, 2007)

El agua del suelo es uno de los factores más importantes que afectan la producción de las cosechas. El agua constituye la fase liquida del suelo, la cual es requerida pos las plantas en pequeñas cantidades para los procesos de

metabolismo y transportación de los nutrientes, en grandes cantidades en el proceso fisiológico de la transpiración. El riego es la aplicación suplementaria de agua con el objetivo principal de suplir la humedad adecuada al suelo. Además, el riego puede tener otros propósitos como es asegurar un abasto suficiente de agua durante sequias de corta duración o clima variable, así como disolver sales del suelo, ayuda también como medio para la aplicación de agroquímicos, mejorar la condiciones ambientales para el desarrollo vegetal y activar ciertos agentes químicos (Rivera, 2005).

Hay muchos factores que intervienen en la administración del riego, entre los cuales está el sistema utilizado, las tipologías del suelo, el cultivo y su estado de desarrollo y las situaciones ambientales. Cada uno de estos elementos debe ser tomado en consideración al determinar la periodicidad del riego y la cantidad de agua que se debe suministrar. Cada cultivo tiene requisitos de agua particulares y cada suelo tiene propiedades específicas que afectan en una forma u otra la disponibilidad de agua a las plantas.

En el recinto La Inmaculada el principal rubro agrícola fue tabaco, pero debido al cierre de la empresa, optaron por la siembra de hortalizas como es el caso del pimiento el cual es manejado agronómicamente en siembra a una hilera y riego por gravedad, dentro de los híbridos que se cultivan están Martha, Magali y Dhara teniendo excelente producción y resistencia a plagas y enfermedades.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

A nivel local no se han registrado estudios sobre administración de riego en hortalizas como es el caso del pimiento, por lo que es necesario un cambio en el manejo de este cultivo que conduzca a un mejor administración del agua, debido

a que en la actualidad está provocando perdida de materia orgánica y baja producción.

La humedad que contiene los suelos del Recinto La Inmaculada del cantón Yaguachi en muchas ocasiones no es la apropiada para el desarrollo de los cultivos debido a que algunos son muy húmedos y otros demasiados secos, por lo que hay que regarlos con diferentes formas para obtener excelentes rendimientos de ahí que utilizan riegos por surco, aunque este no es utilizado de manera apropiada.

1.2.2 Formulación del problema

¿Con la aplicación de siembra de pimiento en surco sencillo con riego corrido provoca baja población y producción?

1.3 Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación se justifica porque en la zona de estudio el pimiento es una de las hortalizas que se siembra en la mayoría de los predios el mismo que se riega por surco a hilera sencilla donde el agua corre a gran velocidad, por eso se considera la realización de siembras a doble hilera realizando obstrucciones cada tres metros para reducir esta problemática además de aprovechar mejor el terreno.

El riego juega un papel importante en el desarrollo de los cultivos y de las raíces lo cual ayuda a mejorar la capacidad de anclaje y absorción de nutrientes permitiendo obtener mejores producciones, además de hacer un buen manejo del agua evitando desperdicio.

1.4 Delimitación de la investigación

Espacio: Se lo realizó en los predios de la Finca Don Pacho, ubicada en el Recinto la Inmaculada del cantón Yaguachi en un área de 480 metros cuadrado.

Tiempo: La investigación se llevó a cabo en la época seca desde septiembre a diciembre del 2019.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la siembra en hilera sencilla y doble aplicando riego corrido y con obstrucción en el rendimiento del cultivo de pimiento.

1.6 Objetivos específicos

- Valorar la incidencia de los tipos de siembra y los tipos de aplicación del riego en el crecimiento y tamaño del fruto del cultivo.
- Determinar los niveles de producción del cultivo como respuesta a los tratamientos aplicados.
- Establecer la utilidad económica de cada tratamiento a través de la relación beneficio costo.

1.7 Hipótesis

La utilización del riego por surco aplicando trabas a siembra en surcos sencillos y doble mejoraran los rendimientos en el cultivo de pimiento.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Macua, et al, (2010), manifiestan que el pimiento es una de las principales hortaliza de nuestro país, con aproximadamente 22.900 has cultivadas con una producción estimada de 1.003.500 toneladas de las cuales el 7% se destina a la industria, atendiendo las cualidades del cultivo se debe sembrar los pimientos híbridos con los siguientes distanciamientos: 70-80 cm entre planta y planta, y 1.20 m entre hileras. Esto facilitará la poda, el tutorado y la recolección.

Para Sánchez, citado por Valverde, (2013) las densidades de siembra utilizables dependen de las variedades, la maquinaria que se disponga para preparar el suelo y de los sistemas de riego, al tener en cuenta estos factores, las densidades, pueden variar de 20 000 a 60 000 plantas por hectárea. Las medias de altura de planta a la cuarta cosecha. El coeficiente de variación para esta variable fue de 1,65%. El tratamiento 1 (Magaly) fue superior a todos los tratamientos con 108 cm, seguido del tratamiento 4 (Dhara) con 106,29 cm. El tratamiento 2 (Belconi) fue inferior a todos los tratamientos con 71,75 cm.

Tascon, (2006) manifiesta que la distancia depende de la variedad comercial que se cultiva, siendo la distancia más aconsejable las de 30 a 40 cm, entre plantas por 70 a 90 cm, entre surcos.

La presente investigación se realizó en la Finca “San Antonio” recinto La Laguna, Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos, cuyo objetivo fue evaluar las diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) en sustrato de cascarilla de arroz más arena de río .En la investigación se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, con una parcela de 0,30m X 8,0m dándonos un total de 2,4 m^2.El experimento tuvo una duración de

(120 días). Los tratamientos evaluados fueron. Tratamiento 1 Green Master (1.5 cc/l de agua), Tratamiento 2 Biotek (1.5 cc/l de agua), Tratamiento 3 Evergreen (1.5 cc/l de agua), NPK (1.5 cc/l de agua). De los resultados se tiene que: El tratamiento T3 (Evergreen) con 22.30 cm es el que mayor altura de planta presenta, con 7.94 mm es el que mayor diámetro de tallo presenta, que con 10.10 cm fue el de mayor longitud de fruto, además con 15.80 cm fue el de mayor diámetro de fruto, con respecto al rendimiento por parcela el tratamiento T3 (Evergreen) con 4.80 kg fue el mejor. En lo que respecta al rendimiento en kg por hectárea lo tiene el tratamiento T3 (Evergreen) con 36.888,89 kg. El mayor costo total de producción por hectárea lo presentó el tratamiento T2 (Biotek) con un valor de $19.979,62. La mejor relación beneficio/costo la proporcionó el tratamiento T3 (Evergreen) con un valor de 1,38 (Samaniego & Valverde, 2015).

En un ensayo donde se evaluó el efecto de dos tipos de poda (española y holandesa) y tres densidades de siembra (2,60; 3,25 y 3,90 plantas/m2) sobre el rendimiento y la calidad del pimiento cuadrado, la densidad de siembra no afectó el peso promedio total de los frutos ni el número total de frutos/m^2, pero el rendimiento total y comercial fue mayor a la densidad de 3,90 plantas/m^2 (75,75 y 65,83 ton/ha, respectivamente) y el número de frutos por planta fue mayor a la densidad de 2,60 plantas/m^2 (14,63 frutos/planta). Los tratamientos que presentaron el mayor rendimiento total y el mayor número de frutos totales/m^2 fueron la poda española, tanto a 2,60 plantas/m^2 (75,60 ton/ha; 45,01 frutos/m^2) como a 3,90 plantas/m^2 (84,30 ton/ha; 52,90 frutos/m^2) (Monge , 2016).

De acuerdo con lo expresado por SAKATA, (2010), los materiales estudiados presentaron los siguientes pesos de fruto: Magaly 240 gramos (promedio) mientras que en la presente investigación este hibrido tuvo un peso promedio de 115,3

gramos. Martha en Sakata obtuvo 180 gramos mientras que en esta investigación este hibrido alcanzó 137,2 gramos y Dhara con 260 gramos y en esta investigación 144,3 gramos; observándose una reducción de los valores para las variables en estudio. Estos resultados concuerdan con los valores obtenidos.

En cuanto a investigaciones realizadas sobre láminas de riego en cultivo de pimiento donde se estudió la altura de planta a los 70 días superó en 22,5 cm al testigo sin riego cuando se aplicó riego al consumo del 20% en relación al tamaño (longitud y diámetro) de los frutos de pimiento se obtuvo un incremento en el diámetro en 0,91 cm y la longitud en 4,90 cm cuando se aplicó riego al consumo del 20% por encima del testigo sin riego y 0,40 y 0,38 cm en diámetro y longitud, respecto de la aplicación del riego al 40% del consumo, lo que indica que la aplicación de riego en menores intervalos de tiempo responde favorablemente en el tamaño del fruto. Con respecto al peso del fruto se determinó que el tratamiento con lámina de reposición de agua al 20% registró 20,93 g más que el testigo y 4,69 g respecto a la reposición de agua al40% de consumo, lo que ratifica que la aplicación de riego en cortos intervalos de tiempo responde favorablemente en el peso del fruto. De igual manera se vio que el riego influye en el número de frutos obteniendo con la lámina de 40% obteniendo 6 frutos por planta, por encima del testigo y 4 frutos más por encima de la reposición al consuma del 60% (Herrera, 2016).

Katerji, Mastrorilli, y Hamby (2013), quienes manifiestan que una carencia aguda de agua altera el proceso fisiológico de la planta y el crecimiento se reduce.

Allen (2016), quien manifiesta que el déficit hídrico ocasiona una reducción en el número de frutos.

Villegas (2013) indica, que el déficit hídrico ocasiona un descenso en la producción (testigo) en la cantidad y calidad de los frutos, incrementando la cosecha de frutos no comerciales.

2.2 Bases teóricas

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L), es una hortaliza de gran consumo mundial, en América es una de las hortalizas de mayor expansión, lo que resalta la importancia en la alimentación de millones de personas en el mundo.

En Ecuador se sembraron 1420ha de pimiento como cultivo solo y asociado con otro tipo de cultivo. Esta cifra muestran las bajísimas estadísticas de producción del cultivo en el país, debido a causa de desórdenes fisiológicos por falta de crecimiento vegetativo, caída de flores y frutos por causa del riego inapropiado así como la susceptibilidad al ataque de enfermedades y estrés (III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 2000).

Considerando que Ecuador es un país en vía de desarrollo y que el peso de la economía para muchas provincias como es el caso la del Guayas, se hace necesario buscar nuevas alternativas y métodos para acelerar la misma, obteniendo de esta rendimiento satisfactorio con la calidad requerida.

La humedad relativa óptima oscila entre 50% y 70%, las humedades muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados, es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración (Vallejo Cabrera, 2004).

El pimiento en periodo de crecimiento admite humedad relativa superiores a 70%. Pero en periodo de floración y cuajado la humedad relativa óptima está entre

el 50-70%. Con humedades superiores se corre el riesgo de padecer enfermedades criptogámicas. Si la humedad relativa es baja produce frutos azotados mal llamados "asoleados".

2.2.1 Índice de humedad

El índice de humedad del suelo es de vital importancia para las actividades agrícolas, por ello es importante recordar que la aplicación del riego en el momento exacto y en la cantidad apropiada es fundamental para obtener un buen rendimiento de los cultivos. El exceso de agua reduce el crecimiento al arrastrar los nitratos a una profundidad superior al alcance de las raíces de los cultivos, y al desplazar el aire contenido en el interior del suelo provoca la escasez del oxígeno en las raíces. La falta de agua también es perjudicial para los cultivos, por lo que se debe controlar regularmente el nivel de humedad de suelo para determinar cuándo regar y que cantidad de agua se debe aplicar (Ecribd, 2011).

Navarra Agraria (2004), sostiene que, es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. Rendón,(s.f) sostiene que, los suelos más adecuados para el cultivo del pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6,5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5,5 a 7.

2.1.2 Hidráulica del riego por superficie

En el riego por superficie, el agua escurre a través de pequeños cauces (surcos) o en delgada lámina que cubre íntegramente el terreno (melgas). Hidráulicamente, los surcos y las melgas funcionan de la misma manera que los canales; la diferencia

fundamental estriba en que, mientras en éstos se intenta conducir el máximo caudal posible a distancias considerables con la mínima pérdida por infiltración, en los surcos o melgas, precisamente lo que se intenta es hacer que en cortos recorridos se infiltre el agua que se conduce (Fragro, 2018).

En los canales, despreciando las pérdidas por infiltración y evaporación, puede decirse que el caudal se mantiene constante en toda su longitud; mientras que en los surcos o melgas el caudal es variable, decreciente, a medida que aumenta la distancia. Ello plantea especiales y complejos problemas que dificultan en parte la aplicación de los conceptos de mecánica de los fluidos, debiendo recurrirse incluso para el diseño a ensayos en el terreno (Fragro, 2018).

2.2.3 Eficiencia del riego por superficie

En los métodos de riego por superficie, además del tiempo de riego (tr) debe tenerse en cuenta el tiempo de mojado (tm) o tiempo de escurrimiento del agua a través del surco desde la reguera hasta el pie de la parcela. Dicho tiempo de mojado incide desfavorablemente, ya que si se calcula la duración del riego para la cabecera, ocurrirá un insuficiente humedecimiento en el pie.

2.2.4 Riego por surco

En este método la capa radical del suelo se humedece mediante la infiltración del agua a través del perímetro mojado de pequeños cauces que reciben el nombre de surcos. Dado que los surcos están espaciado, el agua cubre parcialmente el terreno entre surco y surco y se humedecen por efecto del avance de humedad en profundidad y lateralmente. La forma de penetración del agua y la forma y dimensión de la sección humedecida, dependen de la textura del suelo y de su variación en el perfil y del tiempo de aplicación del agua. La sección humedecida al regar por surcos suelos de diferente textura, ha sido esquematizada por Veihmeyer

y Hendricckson (1956) En tal caso, la profundidad radical se logra humedecer completamente al cruzarse las figuras que representen el avance lateral dela humedad de dos surcos contiguos (Tecnolgia de tierras y aguas, 2018).

2.2.5. Diseño agronómico del cultivo de pimiento

El diseño agronómico representa la primera fase del procedimiento de diseño de cualquier tipo de riego, con el que se determina la cantidad de agua que ha de transportar la instalación, correspondiente a las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima necesidad. Que tiene por finalidad garantizar que la instalación sea capaz de suministrar la cantidad suficiente de agua, con un control efectivo de las sales y una buena eficiencia en la aplicación del agua. Se desarrolla en dos fases:

2.2.5.1. Cálculo de las necesidades de agua

Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia e intervalo entre riegos, caudal necesario, duración del riego, número de emisores y disposición de los mismos (Fuentes, 2003).

Fuentes (2000), muestra que una vez calculadas las necesidades de riego hay que determinar la dosis, frecuencia y duración del riego, así como el número de emisores por plantas y el caudal por emisor. Para finalmente decidir la disposición de los emisores calculando lo siguiente:

Superficie mojada por emisor.

Porcentaje de la superficie mojada.

Número de emisores por planta.

Profundidad del bulbo.

Dosis de intervalo entre riego y profundidad de riego.

Disposición de los emisores.

El mismo manifiesta, que para realizar el diseño agronómico, primero debemos tomar varios datos del suelo donde se va a instalar el sistema de riego, por lo que se procederá a ejecutar una calicata del cual se tomarán muestras para ser llevadas a laboratorio y así poder determinar los siguientes parámetros:

Densidad Aparente.

Textura.

Capacidad de Campo del Suelo Seco (Cc).

Humedad en el Punto de Marchitamiento (Pm).

Fracción de Agotamiento del Agua Disponible (F).

Eficiencia de Aplicación (Ea).

Lamina Neta de Riego.

Lamina Total de Riego.

Intervalos de Riego.

2.2.5.2. Densidad aparente

Según construmática (2011), este es igual al peso de suelo seco / volumen por el peso del recipiente.

Da = densidade aparente.

Pss= peso de suelo seco.

V=volumem.

P.rec = peso del recipiente.

2.2.5.3. Capacidad de campo del suelo seco (CC.)

Para Scribd, (2008). El concepto se introdujo por Israel en y West, (1922), para designar el contenido en humedad de un suelo sometido a drenaje libre (después de un riego intenso o fuertes lluvias) durante 48 horas.

da= pps V $*$ P. rec

La capacidad de campo se determina mejor en los suelos de textura arenosa que en los de textura arcillosa, ya que en los primeros, con gran número de macro poros, el final del drenaje es más evidente. En cualquier caso, y debido a que se pueden presentar diferentes estratos en el perfil, es aconsejable determinar la capacidad de campo en cada caso concreto.

CC. = 0.48Ac + 0.16L + 0.023Ar+2.62

CC. = Capacidad de campo, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ac = contenido de arcilla, expresada como humedad gravimétrica en %.

L = contenido de lino, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ar = contenido de arena, expresada como humedad gravimétrica en %.

2.2.5.4. Humedad en el punto de marchitamiento

Para (Edafología, 2011). Representa cuando el suelo se deseca a un nivel tal que el agua que queda está retenida con una fuerza de succión mayor que las de absorción de las raíces de las plantas. Es el agua que queda a una presión de 15 atmósferas. El agua contenida corresponde al agua higroscópica más el agua capilar no absorbible. El concepto de punto de marchitez o de marchitamiento permanente ha sido definido como "el contenido de humedad en la zona de las raíces, según el cual la planta se marchita y no puede recobrar igual turgencia al colocarla en una atmósfera saturada de agua durante doce horas". Se puede determinar mediante membrana de Richard relacionándolo con el contenido en humedad a un potencial matricial de 15 bares (1500 kpa). Pues se ha comprobado que el contenido de humedad de un suelo a una succión matricial de 1500 kpa se encuentra dentro del intervalo en el que una gran parte de las plantas se marchitan.

Pm = 0.302Ac+0.102 L + 0.0147Ar (formula de Bridges).

Pm = punto de marchitamiento, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ac = contenido de arcilla, expresada como humedad gravimétrica en %.

L = contenido de lino, expresada como humedad gravimétrica en %.

Ar = contenido de arena, expresada como humedad gravimétrica en %.

2.2.5.5. Profundidad del suelo explorado por las raíces

Naturalmente las raíces de las plantas parecen no sobrepasar la profundidad del suelo humectada por la lluvia. De la misma manera con el riego las raíces se desarrollan en todo el espesor de suelo humectado. El riego entonces permite —dirigirǁ ese fenómeno. Prácticamente, es ventajoso favorecer el enraizamiento profundo que permite poner a disposición de la planta una mayor masa de recursos nutritivos y evitar el riesgo de la desecación en superficie. Es un porcentaje del sistema radicular total de la planta que equivale a un 40% Se llama bulbo húmedo al volumen de suelo humedecido por un emisor de riego localizado. Es el 40% del volumen total de la raíz de la especie (Grassi, 2000).

2.2.5.6. Fracción de agotamiento del agua disponible

Según Fuentes (2003), el método recomendable y más utilizado para calcular las pérdidas de agua por evapotranspiración (ETC) es el recomendado por la FAO (Doorenbos y Pruit, 1997), en el que la ETC se calcula como el producto de tres términos:

ETc = ETo* kc *kr

ETc: evapotranspiración máxima del cultivo

ETo: evapotranspiración potencial o de referencia

kc: coeficiente de cultivo.

kr: coeficiente de desarrollo del cultivo (superficie cubierta por la copa).

Se determina de acuerdo al tipo de cultivo, el tipo de suelo y la magnitud de la transpiración. (Vienen dados en tablas para los valores de los cultivos), depende del cultivo, el tipo de suelo y la magnitud de la transpiración.

2.2.5.7. Superficie mojada

La superficie mojada es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Se determina mediante pruebas de campo o mediante fórmulas o tablas. Dada la gran heterogeneidad de suelos, las fórmulas y las tablas sólo se deberán utilizar, con mucha prudencia, en el diseño o a título orientativo, siendo mucho más fiable la medición directa en el propio campo. El diámetro de la superficie mojada se puede calcular mediante las fórmulas siguientes, que vienen en función del tipo de suelo y del caudal del emisor: (Fuentes, 2003).

2.2.5.8. Diámetro de textura de suelo

Textura del suelo	Diámetro
Textura fina	d = 1,2 + 0,1 q
Textura media	d = 0,7 + 0,11 q
Textura gruesa	d = 0,3 + 0,12 q

d = Diámetro de la superficie mojada, en metros.

q = Caudal del emisor, en litros/hora.

Fuentes (2010), manifiesta que estas fórmulas deben usarse con prudencia, ya que la textura del suelo no informa adecuadamente del movimiento del agua en el mismo, puesto que influyen otros factores, tales como la estratificación.

2.2.5.9. Porcentaje de superficie mojada

Dado que en riego localizado se moja solamente una fracción del suelo, hay que prever un mínimo de superficie mojada para que el sistema radical se desarrolle normalmente. El porcentaje de superficie mojada (P) viene definido por:

$$P = \frac{\text{Superficie mojada por planta}}{\text{Superficie ocupada por la planta}}$$

La superficie mojada se debe medir a 30 cm de profundidad, aunque en caso de cultivo de raíces poco profundas la medición puede hacerse a 15 cm de profundidad.

Se recomiendan los siguientes valores de P:

Cultivos de marco amplio 25 < P35

Cultivos de marco medio 40 <P < 60

Cultivos hortícolas 70<P < 90

Los valores altos de P dan mayor seguridad, sobre todo, en situaciones de apuro (averías, evapotranspiración extrema), pero encarecen la instalación, al exigir mayor número de emisores (Moya, 2000).

2.2.5.10. Profundidad de la raíz

La profundidad de la raíz debe estar comprendida entre 90% y 120%. La mayor profundidad puede ser la adecuada para que actúe como fracción de lavado en el control de la salinidad, salvo que la calidad del agua aconseje mayor fracción de lavado, en cuyo caso no se considera la restricción de profundidad de bulbo expresada anteriormente (Fuentes, 2003).

2.2.5.11. Dosis, intervalo entre riegos y duración del riego

La cantidad de agua aplicada en cada riego o dosis de riego será:

Dt = n *q *

Dt = Nt * 1

Dt= Dosis total, en litros

n= Número de emisores (distancia de los surcos)

q= Caudal de cada emisor, en litros/hora

t = Tiempo de duración del riego, en horas

Nt= Necesidades totales, en litros por día

1 = Intervalo entre riegos, en días

De ambas ecuaciones se deduce la siguiente: TN*q> <t=Nt*1

Ecuación con dos incógnitas, intervalo y tiempo, en donde hay que fijar una de ellas. En suelos de textura arenosa, en donde se originan bulbos estrechos y profundos, se tiende a intervalos muy cortos (uno o dos riegos diarios), tiempos breves y número elevado de emisores. En suelos de textura arcillosa se tiende a intervalos más largos (tres o cuatro días por semana), tiempos de riego más amplios y menor número de emisores. En suelos de textura franca se suele regar una vez por día. (Berenjena, 2000).

El tiempo de riego vendrá dado por la expresión:

$$t = \frac{Nt \times l}{n \times q}$$

2.2.5.12. Programación del riego

Para programar el riego eficientemente, los productores deben conocer las características del suelo y la cantidad de agua que puede almacenar. Se puede usar una técnica de balance, similar a un registro de cheques, para llevar un control de las cantidades de agua que entran por medio de las precipitaciones y el riego, y las que salen por el uso de agua o la evapotranspiración del cultivo. Los porcentajes de agotamiento de agua se pueden medir directamente o pueden calcularse. Los dos métodos requieren información acerca de la profundidad de enraizamiento de un cultivo y la capacidad de retención de agua que tiene el suelo (Pannunzio, 2003).

2.2.5.13. Eficiencia de aplicación

Megh y Goyal (2010). Para conseguir una alta eficiencia de riego se debe aportar el agua en riegos cortos y muy frecuentes. Atendiendo al cultivo, suelo, clima etc., la duración del riego puede variar desde varios riegos en un solo día hasta intervalos de 3 y 4 días. Para el cálculo de esta eficiencia, es necesario hacer mediciones directas en la parcela, en relación con las entradas y salidas de agua para poder estimar los diferentes componentes de la función. Esta se obtiene mediante el volumen disponible sobre el volumen suministrado.

Ea= (V disp) / (V)

Ea = Eficiencia de aplicación.

V. disp. = volumen disponible.

V. sumins. = volumen suministrado

2.2.5.14. Lamina neta de riego

DPH = lamina neta de riego.

f = fracción de agotamiento.

Ha = humedad aprovechable.

ZR = profundidad radicular.

P = área a humedecer

DPH = f * HA * ZR

2.2.6 Infiltración

La velocidad de movimiento vertical de agua en un suelo bajo condiciones donde la fuerza de gravedad es el factor principal que mueve el agua se conoce como conductividad hidráulica del suelo.

Método de doble anillo: según Selker et al. (1999), el método del doble anillo es la prueba más común para la estimación de propiedades hidráulicas del suelo.

Horton (1939), estableció, para el caso de un suelo sometido a una precipitación con intensidad siempre superior a la capacidad de infiltración, una relación empírica para representar el declive de la infiltración con el tiempo puede ser presentada de la siguiente forma: $It= Ib+ (Ii- Ib)\ e^{(-kt)}$ donde: t = tiempo pasado desde la saturación superficial del suelo k = constante de decaimiento (T-1) It = tasa de infiltración en el tiempo t Ii = tasa de infiltración inicial (t = 0) Ib = tasa mínima de infiltración (asintótica).

Para su determinación los dos anillos (exterior e interior) se introducen en el suelo a una profundidad de 10 a 15 cm, hasta lograr que estén perfectamente enterrados y nivelados. El espacio interno de los anillos se llena de agua. Existen dos tipos básicos de pruebas: carga constante o carga variable. En esta investigación se utilizó el caso de carga variable, en el que se permite que el nivel del agua descienda a lo largo de la prueba. El método consiste en tomar lecturas del descenso del nivel de agua en el anillo interior. Cuando se consigue que la tasa de la infiltración sea constante, la prueba se termina. Se puede demostrar aplicando la ecuación de Darcy que el valor obtenido de la infiltración básica es igual a la conductividad hidráulica saturada si la filtración es estrictamente vertical y el perfil del suelo es profundo y uniforme (Coello , 2005) (Alavarado & Barahona, 2016)

2.2.7 Evapotranspiración

Es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación, la cual se expresa en mm por unidad de tiempo.

Tabla 1. Coeficiente del cultivo de pimiento (Método Blaney Criddle)

Etapa de crecimiento (Días)	Coeficiente de cultivo (Kc) para pimiento Duración de la cosecha en el campo		
	120 días	**150 días**	**180 días**
0-30	0.53	0.52	0.52
31-60	0.78	0.64	0.64
61-90	1.02	0.96	0.96
91-120	0.95	1.01	1.02
121-150	-	0.94	0.94
151-180	-	-	0.95

Fuente: Goyal, 1989. AES Monograph 88-90,

Estos valores no han sido validados en el campo, por lo que serán utilizados como valores de referencia. Para determinar el valor que mejor se ajusta a cada caso en particular es recomendable colocar tensiómetros a diferentes profundidades en el suelo para tener un cuadro general de la distribución de humedad en la zona de raíces.

Las lecturas del tensiómetro nos indicarán si hay humedad adecuada o si hay necesidad de aumentar o reducir el valor del coeficiente. Es deseable que las lecturas del tensiómetro se mantengan entre 10 y 20 centibares. Luego del riego se observa la tendencia en las lecturas del instrumento.

Si las lecturas de los tensiómetros comienzan a aumentar esto indica que el nivel de humedad en el suelo disminuye, por lo cual se debe aumentar el valor del coeficiente. Si por el contrario las lecturas de los tensiómetros comienzan a descender, el nivel de humedad en el suelo aumenta y se debe reducir el valor del coeficiente hasta que las lecturas se mantengan entre los 10 a 20 centibares de tensión.

Utilizando el método del evaporímetro o tanque de evaporación se puede determinar el requisito de riego del pimiento mediante la siguiente fórmula:

L_A = (Eto x Kc) -Er

Eto = Ep x Kp

En donde:

L = lámina de agua que debemos aplicar (requisito de riego en mm)

Eto = evapotranspiración de referencia, o evapotranspiración potencial, medida en pulgadas de agua perdida. Se refiere a la pérdida de agua de una superficie cubierta completamente de vegetación, cuando el suelo no está en déficit de humedad.

Er = Lluvia efectiva (medida en mm). Se consideran solamente los valores de precipitación mayores a 3.81 mm. Precipitación menor a esta cantidad por lo general se pierde por efecto de evaporación sin infiltrar a través del suelo.

Ep = Evaporación registrada en un tanque de evaporación (medida en mm de agua perdida para el número de días desde el último riego).

Kp = Coeficiente del tanque. Ver los valores para cada caso en particular dependiendo de la ubicación, la humedad relativa, la velocidad del viento y el tipo y extensión del área que rodea el tanque.

Kc = Coeficiente del cultivo. (Dado que no tenemos disponibles los coeficientes de evapotranspiración para el pimiento podemos utilizar como valores de referencia los coeficientes de crecimiento anteriormente indicados. En este caso debemos utilizar tensiómetros para conocer la condición de humedad en el suelo luego del riego y poder determinar los valores que mejor se ajustan a nuestro caso en particular).

Área de cultivo = área que ocupa el cultivo con relación al área de siembra. En la mayoría de las siembras de pimiento en la costa se utiliza una distancia entre hilera de 0,60 a 0,80 metro entre planta 0,30 a 0,50 metros.

Cuando se utiliza el sistema de goteo se humedece una faja de unas 24 a 40 mm de ancho a lo largo del banco y se mantiene el área restante seca. Al determinar en la fórmula el área del cultivo se utiliza como referencia el porciento del banco que será humedecido: ej., 40 pulgadas de un total de 72 pulgadas = 0.55. Este valor (0.55) lo multiplicamos por 42 305 (pies cuadrados en una cuerda) para obtener el área que será humedecida en una hectárea de terreno (= 23 267.75 pies cuadrados). Esto indica que de una hectárea de terreno solamente se humedecerá un área equivalente a 23 267.75 pies cuadrados.

2.2.8 Semillero

El pimiento requiere producir plántulas en semillero es un procedimiento de vital importancia para lograr el éxito en el cultivo, ya que su crecimiento y producción de frutos son afectados por la calidad de la plántula que se lleva a campo (Zeidan, 2005)

2.2.9 Siembra

La distancia de siembra en surcos sencillos de 0,80 entre surco y 0,30 cm entre plantas, en cuanto a surcos dobles la distancia entre surco será de 1,20 y entre planta 0,40

Siembra Hilera sencilla

$$\text{Densidad de planta: } \frac{\text{Área}}{dp \times dh}$$

Área = $10000 m^2$

Dp= distacia de planta

Dh= distancia hilera

Siembra hilera doble

$$Dp = \frac{10{,}0000m^2}{0{,}30m \times 0{,}8m} = \frac{10{,}0000m^2}{0{,}24m^2}$$

$$\text{Densidad de planta: } \frac{\text{Área} \times 2}{dp \times (dh + ds)}$$

Área = 10,000m^2

$$Dp = \frac{10{,}000m^2 \times 2}{0{,}30m \times (1.2m + 0{,}5m)} = \frac{20{,}000m^2}{0{,}51m^2} = 39215 \text{ plantas/ha}$$

Tabla 2. Sistema de siembra y arreglo población en el cultivo de pimiento

Sistema en surco	**Distancia m**		**Plantas/m^2**	**Plantas/ha**
	Surco	**Plantas**		
Hilera sencillo (1 hilera)	0,8	0,30	4,2	41,666
Hilera doble (2 hileras)	1,2	0,30	5,1	39215

Andrade, 2020

2.2.10 Podas

Para Navarra Agraria (2004) la poda de formación más usada es la poda tipo holandesa dejando dos o tres ramas que partan de la cruz principal, de tal manera que cada rama se comporte como una guía de la cual penden los frutos. Este mismo autor recomienda dejar tres ramas y máximo 5 frutos en cada rama.

2.2.11 Aporcado

Esta práctica consiste en cubrir con tierra parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular. En terrenos arenosos debe retrasarse el mayor tiempo posible esta actividad para evitar el riesgo de

quemaduras por sobrecalentamiento de la arena. Esta práctica siempre es útil, pero es indispensable en terrenos duros donde las raíces tienen poca penetración. En cada periodo de escarda debe incrementarse el aporcado del tronco con el fin de aumentar poco a poco el enraizamiento y dar más vigor a la planta (Alvarado, 2018)

2.2.12 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, ya que los tallos del pimiento se parten con mucha facilidad. Las plantas en casa de malla son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por ello se emplean dos tutores que facilitan las labores de cultivo y aumentan la ventilación. El tutorado tradicional consiste en colocar postes a lo largo de la cama de cultivo a una distancia de 4 m entre sí, unidos mediante hilos de polipropileno (rafia), dispuestos a distintas alturas en forma horizontal, las plantas se sujetan entre ellos. Estos hilos se apoyan en otros verticales que a su vez están atados al emparrillado a una distancia de 1.5 a 2 m, y que son los que realmente mantienen la planta en posición vertical. El tutorado holandés consiste en dirigir las plantas a dos o tres guías, eliminando posteriormente una de las bifurcaciones en que se va dividiendo cada rama; las necesidades de mano de obra no han incentivado mucho su uso (Ramirez, Arcos, y Mata, 2014).

2.2.13 Fertilización

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/0.7 desde el trasplante hasta la cuarta-quinta semana, cambiando hacia 1/1 hasta el comienzo del engorde del fruto y posteriormente hasta 1/3. El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. El calcio es un elemento importante en la calidad y

favorece una mejor defensa de las plantas frente a enfermedades. Los microelementos van a incidir notoriamente en el color de la fruta, su calidad y la resistencia de la planta, principalmente el hierro y manganeso (Díaz, Alvarado, Ortiz, & Grageda, 2013).

2.2.14 Control de malezas

Esta es una labor esencial en el cultivo de pimiento como en cualquier cultivo, ya que evita la competencia de agua, fertilizante, luz, y espacio de crecimiento. Además, es sumamente importante recordar que las malezas son fuentes de enfermedades y plagas. Si un cultivo está con malezas no se está haciendo un manejo integrado del cultivo. Por lo tanto, otras actividades realizadas para atender el cultivo no dan los resultados esperados por la presencia de malezas (Ramiréz, 2013).

2.2.15 Riego

En los cultivos protegidos de pimiento el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va a estar en función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). En el pepino “tipo holandés” es importante mantener un nivel de humedad constante y elevada en el suelo, para un desarrollo óptimo del sistema radicular y, posteriormente, durante la época de formación y engorde del fruto (Alarcón, 2009)

2.2.16 Rendimiento

Ishikawa, (2006) realizó investigaciones con fines comerciales con el hibrido Martha bajo condiciones de invernadero y fertirrigación logrando obtener un rendimiento promedio de 78,1 T·ha-1

2.3 Marco legal

Normas legales nacionales Constitución del Ecuador, publicada en el R.O. N° 449 del 20 de octubre del 2008.

Título II: DERECHOS, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección segunda: Ambiente sano Art. 14, determina que: "Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, suma kawsay, Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados."

Art. 15, se indica que: "El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimenta/es nocivos y organismos genéticamente modificados o perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territori 11 4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza."

Art, 396.- "El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles."

12 Art. 398, indica que "Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta (Constitución del Ecuador, 2015).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Experimental: Porque se evaluó el comportamiento del cultivo de pimiento sometido a dos formas de siembra y a riego por surco con agua corrida y con obstrucción.

Descriptiva: Se considera que también tiene características descriptivas, porque se conoció el comportamiento del cultivo de pimiento a diferentes distancias de siembra y a dos formas de riego en surco.

3.1.2 Diseño de la investigación

Experimental: Porque se sometió el cultivo de pimiento a dos distancias de siembra como es surcos sencillos y surcos dobles así como a dos formas de riego por surco agua corrida y riego interrumpidos (con trabas a la distancia de 3 metros cada una).

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente:

Tipos de siembra: Surco hilera sencilla y doble hilera

Forma de riego por surco agua corrida y con obstrucción

3.2.1.2. Variable dependiente:

Producción y desarrollo del cultivo de pimiento: altura de planta, número de frutos, longitud, diámetro y peso del fruto, rendimiento.

3.2.2 Tratamientos

Factor tipo de siembra (Factor A), en la cual los niveles fueron siembra a surco hilera sencilla (a_1) y siembra a doble hilera en surco (a_2).

Factor forma de riego (Factor B), en el cual se tuvo riego por surco agua continua (b_1) y riego por surco con obstrucción (b_2).

Tabla 3. Tratamientos evaluados

Nº	Factor A	Factor B	Combinación
1	a_1: Surco hilera sencilla	b_1: Riego Corrido	a_1 b_1
2	a_1: Surdo hilera sencilla	b_2: Riego con obstrucción	a_1 b_2
3	a_2: Surco doble hilera	b_1: Riego corrido	a_2 b_1
4	a_2: Surco hilera doble	b_2: Riego con obstrucción	a_2 b_2

Andrade, 2020

3.2.3 Diseño experimental

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2, el cual se realizó con 4 tratamientos y 5 repeticiones generando un total de 20 unidades experimentales.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos y materiales

Entre los recursos utilizados los anillos para infiltración, tina de evaporación.

3.2.4.2. Materiales

Los materiales fueron: Estacas pintura, letreros, piolas, motocultor, balde entre otros.

3.2.5 Localización geográfica

El lote donde se efectuó la investigación esta 65º 45’ 25’’ de latitud norte y a 97º 56’17’’.

Figura1. Localización geográfica.
Fuente: Google map, 2019

3.2.5.1. Tiempo duración de la investigación

La investigación tuvo una duración de 6 meses en la época seca desde agosto a noviembre del 2019.

3.2.5.2. Características edafoclimáticas

El predio donde se efectuó la investigación se encuentra a 15 m.s.n.m, presenta una textura plana.

3.2.6 Métodos

Análisis y síntesis: La utilización de este método permitió aclarar los datos derivados en la aplicación de los métodos empíricos consiguiendo de esta manera obtener las conclusiones.

Inductivo-Deductivo Permitió efectuar las consecuencias de los resultados alcanzados en cada objetivo planteado ya sea de manera individual o combinado; y de esta manera orientar la información alcanzada para luego determinar el estado actual del problema, así como sus causas y efecto.

3.2.7 Variables evaluadas

3.2.7.1. Al cultivo

Altura de planta (cm): Se procedió a medir la altura de planta la misma que se expresó en cm. Esta variable se estableció a partir de 10 plantas seleccionadas al azar en el área útil de cada parcela.

Número de frutos por planta: Se contó el número de frutos cuajados en cada tratamiento del área útil en 10 plantas seleccionadas y marcadas.

Longitud del fruto (cm): Se midió 10 frutos del área útil los que ya estaban listo para la cosecha este proceso se realizó por un periodo de 4 cosechas el mismo que se expresó en cm.

Diámetro del fruto (cm): Se midió el diámetro de 10 frutos de las plantas seleccionadas de cada tratamiento en el área útil para lo cual se utilizó el calibrador el mismo se expresó en cm.

Peso del fruto (g): Se pesó el total de frutos cosechados seleccionados en cada parcela y su resultado se expresó en gramos.

Rendimiento (kg/ha): Esta variable se estableció a partir de la producción total de 10 plantas del área útil de las parcelas que fueron seleccionadas al azar. Su resultado se expresó en kg/ha.

Al suelo

Infiltración: Se midió la infiltración del agua en el suelo utilizando los anillos de infiltro-metros para determinar el tiempo en que el agua se infiltró por el suelo después de realizar el riego.

Evapotranspiración: Se medió utilizando el tanque evaporímetro para determinar el agua que se perdió por evaporación y traspiración por medio de la fórmula

Eto= kp x Eo

Kp= Coeficiente del tanque evaporímetro (0,72)

Eo= evaporación del tanque (mm/día)

3.2.7.2. Manejo del experimento

Semillero: La planta de pimiento por tener una semilla pequeña y delicada fue necesario ubicar en bandejas germinadoras donde se realizó las labores

agronómica de riego, fertilizada, control de malezas y plagas la plántula estuvo lista para el trasplante después de 25 días la cual tenía una altura promedio de20cm de altura.

Preparación del terreno: La preparación del terreno se lo efectuó con la ayuda del motocultor haciendo dos pases y con surco de 0,80 cm de distancia entre uno a otro y de 120 cm de distancia de uno a otro.

Trasplante: Esta labor se llevó a cabo en la mañana y con riego, con distancia en hileras sencillas de 0,80cm a 0,30cm y a hilera doble a 120cm a 0,30cm.

Riego: Esta se llevó a cabo según el proceso de infiltración que se efectúa con el uso del doble anillo. Además de conocer la evaporación utilizando el tanque evaporímetro.

Fertilización: Se aplicó urea, nitratos, abonos foliares según el desarrollo y etapa fenológica del cultivo.

Control de malezas: Se efectuó utilizando herbicida glifoshar en dosis de 1 litro por hectárea y de forma manual como es usando el rabón.

Control fitosanitario: Para el control de hongos se utilizó el fungicida mancozed en dosis de 1 litro por hectárea.

Cosecha: Esta se llevó a cabo cuando el fruto alcanzó su estado fisiológico para el estudio se efectuaron cuatro cosechas lo cual permitió conocer el rendimiento.

Tabla 4. Unidad experimental

Unidad experimental o parcelas	
Parcelas	20
Tratamientos	4
Repeticiones	5
Ancho de las parcelas	4

Longitud de las parcelas	6
Área de las parcelas	24m^2
Área del ensayo	480m^2
Área útil	7,68m^2

Andrade, 2020

3.2.8 Análisis estadístico

Cada variable fue sometida al análisis de varianza con el fin de detectar diferencias significativas entre los tratamientos.

Las comparaciones de las medias de los tratamientos estudiados se los realizaron mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad, como se detalla en la Tabla 4.

Tabla 5. Análisis de Varianza

Fuente de variación		**GL**
Factor A (distancia de siembra)	(a-1)	1
Factor B (forma de riego)	(b-1)	1
Interacción (A X B)		1
Repeticiones (R-1)		4
Error experimental		12
Total		19

Andrade, 2020

4. Resultados

4.1 Tipos de riego y tipos de siembra en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuun* L) en el recinto La Inmaculada.

Para alcanzar los resultados de este objetivo fue necesario el análisis de las siguientes variables.

4.1.1 Altura de planta

Tabla 6. Altura de la planta (cm)

No	Factor A	Factor B	Promedios
1	a1: Surco hilera sencilla	b1: Riego corrido	55,00 a
2	a1: Surco hilera sencilla	b2: Riego obstrucción	54,00 a
3	a2: Surco hilera doble	b1: Riego Corrido	56,20 a
4	a2. Surco hilera doble	b2: Riego Obstrucción	59,00 a
		C.V. 15.76 %	

Andrade, 2020

Al realizar el análisis del efecto del riego en la variable altura de planta se observa que no mostraron diferencias significativas dada la poca diferencia entre la media de tratamientos cuyo rango estuvo entre 54.0 a 59.0 cm de altura. Esta variable presentó un coeficiente de variación de 15,76%.

4.1.2 Número de frutos por planta

Tabla 7. Número de frutos por planta

No	Factor A	Factor B	Promedios
1	a1: Surco hilera sencilla	b1: Riego corrido	3,80 a
2	a1: Surco hilera sencilla	b2: Riego obstrucción	4,20 a
3	a2: Surco hilera doble	b1: Riego corrido	4,40 a
4	a2: Surco hilera doble	b2: Riego obstrucción	5,20 a
	C.V. 25.15		

Andrade, 2020

En los tratamientos en estudio se observa que en lo referente al número de frutos de las cuatro cosecha, el tratamiento (a2b2) alcanzó la mayor cantidad con 5,20 frutos seguido del tratamiento (a2b1) con 4,40 frutos teniendo el menor número a1b1 con 3,80 frutos aun existiendo esta diferencia los tratamientos fueron no significativos.

Presentando un coeficiente de variación de 25,15%.

4.1.3 Longitud del fruto

Tabla 8. Longitud del fruto (cm)

No	Factor A	Factor B	Promedios
1	a1: Surco hilera sencilla	b1: Riego corrido	13,40 b
2	a1: Surco hilera sencilla	b2: Riego obstrucción	14,58 ab
3	a2: Surco hilera doble	b1: Riego corrido	13,70 b
4	a2: Surco hilera doble	b2: Riego obstrucción	15,80 a
		C.V. 6.69%	

Andrade, 2020

La longitud del punto fue afectada por la acción de los tratamientos, ya que estos presentaron referencias significativas según el análisis de varianza que se detalla en el anexo. En este sentido, el test de Tukey ($p < 0.05$) clasifico a los tratamientos dos (a1b2) y cuatro (a2b2) como los de mayor promedio estadístico, con valores de 14.58cm y 15.80cm, respectivamente. El coeficiente de variación de esta variable fue de 6,69%.

4.1.4 Diámetro del fruto

Tabla 9. Diámetro del fruto (cm)

No	Factor A	Factor B	Promedios
1	a1: Surco hilera sencilla	b1: Riego corrido	7.08 b
2	a1: Surco hilera sencilla	b2: Riego obstrucción	7,86 a
3	a2: Surco hilera doble	b1: Riego corrido	6.18 c
4	a2: Surco hilera doble	b2: Riego obstrucción	8.12 a
		C.V. 5.27%	

Andrade, 2020

El diámetro del fruto fue afectado por la acción de los tratamientos ya que estas presentaron diferencias significativas según el análisis de varianza que se detalló en el anexo. En este sentido el test de Tukey (pl 0.05) clasificó a los tratamientos 4(a2b2) y 2(a1b2) como la de mayor promedio estadístico, con valores de 8.12cm y 7.86cm, respectivamente. El coeficiente de variación de esta variable fue 5,27%.

4.1.5. Peso del fruto

Tabla 10. Peso del fruto (g)

No	Factor A	Factor B	Promedios
1	a1: Surco hilera sencilla	b1: Riego corrido	98,0 b
2	a1: Surco hilera sencilla	b2: Riego obstrucción	151,0 a
3	a2: Surco hilera doble	b1: Riego corrido	100,0 b
4	a2: Surco hilera doble	b2: Riego obstrucción	149,5 a
		C.V. 5.51%	

Andrade, 2020

En relación al peso del fruto la cual fue afectada por la acción de los tratamientos ya que estas presentaron diferencias significativas según el análisis de varianza que se detalló en el anexo. En este sentido el test de Tukey (pl 0.05) clasificó a los tratamientos 2(a1b2) y 4(a2b2) como la de mayor promedio estadístico, con valores de 151g y 149g, respectivamente. El coeficiente de variación de esta variable fue de 5.51%.

4.1.6 Rendimiento

Tabla 11. Rendimiento expresado (kg/ha)

No	Factor A	Factor B	Promedios	
1	a1: Surco hilera sencilla	b1: Riego corrido	1960,00	b
2	a1: Surco hilera sencilla	b2: Riego obstrucción	3020,00	a
3	a2: Surco hilera doble	b1: Riego corrido	2000,00	b
4	a2: Surco hilera doble	b2: Riego obstrucción	2990,00	a
		C.V. 5.51%		

Andrade, 2020

En cuanto al rendimiento el tratamiento (a1b2) se alcanzó un rendimiento promedio de 3020,00 kg/ha, siendo las diferencias significativos. El rendimiento se calculó en base a cuatro cosechas. El coeficiente de variación de esta variable fue de 5,51%.

4.2. Rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos en el cultivo en estudio.

En relación al análisis económico de cuatro cosechas de cultivo de pimiento se observa que el tratamiento dos Surco hilera sencilla, riego con obstrucción a1b2 con un rendimiento de 3020 kg con un ingreso de 2080,55 dólares y B/C de 1,24, seguido del Tratamiento 3 surco doble hilera, riego corrido a2b1 con un rendimiento de 2990,00kg presentando un ingreso neto de 2051,05 dólares, y la relación B/C 1,22 en cuanto que el tratamiento tres surco doble hilera, riego corrido a2b1 con un rendimiento de 2000kg y un ingreso neto de 829,55 dólares y B/C de 0,50 en cuanto que el tratamiento uno Surco hilera sencilla riego corrido (a1b1) con 1960,00kg con un ingreso neto de 780,80 dólares y la relación B/C de 0,47. El precio de venta del kg de pimiento fue 1,25 cm

Tabla 12. Costo económico

Actividades	Tratamiento 1 Surco hilera sencilla riego corrido (a1b1)	Tratamiento 2 Surco hilera sencilla, riego con obstrucción a1b2	Tratamiento 3 surco doble hilera, riego corrido a2b1	Tratamiento 3 Surco hilera doble, riego con obstrucción a2b2
Costo/riego	80	96	80	96
Costo/producción	1590,45	1590,45	1590,45	1590,45
Costo total	1670,45	1686,45	1670,45	1686,45
Ingreso	2451,25	3775,00	2500,00	3737,5
Ingreso neto	780,8	2088,55	829,55	2051,05
Relación B/C	0,47	1,24	0,50	1,22

Andrade, 2020

5. Discusión

En cuanto al análisis de esta variable el tratamiento a2b2 presentó una longitud del fruto de 15,80 cm, seguido del tratamiento a1b2 con 14,58cm, presentando el menor promedio el tratamiento a1b1 con 13,40cm siendo los tratamientos significativos; al realizar el análisis la variable diámetro del fruto el tratamiento a2b2 con un promedio de 8,12 cm, seguido del tratamiento a1b2 con 7,85cm, presentando el menor promedio el tratamiento a1b1con 7,08cm siendo los tratamiento significativos. El rendimiento se calculó en base a cuatro cosechas. En relación al análisis de variable peso del fruto el cual fue expresado en kg se observa que el tratamiento a2b2 con 5,98 kg, seguido del tratamiento a1b2 con 6,04 kg, presentando el menor promedio el tratamiento a1b1 con 3,92 kg. Lo que coincide con lo expuesto por (Herrera, 2016) el cual manifiesta que las láminas de riego en cultivo de pimiento influyen en la altura de planta a los 70 días y superó en 22,5 cm al testigo sin riego cuando se aplicó riego al consumo del 20% en relación al tamaño (longitud y diámetro) de los frutos de pimiento se obtuvo un incremento en el diámetro en 0,91 cm y la longitud en 4,90 cm cuando se aplicó riego al consumo del 20% por encima del testigo sin riego y 0,40 y 0,38 cm en diámetro y longitud, respecto de la aplicación del riego al 40% del consumo, lo que indica que la aplicación de riego en menores intervalos de tiempo responde favorablemente en el tamaño del fruto. Con respecto al peso del fruto se determinó que el tratamiento con lámina de reposición de agua al 20% registró 20,93 g más que el testigo y 4,69 g respecto a la reposición de agua al40% de consumo, lo que ratifica que la aplicación de riego en cortos intervalos de tiempo responde favorablemente en el peso del fruto. De igual manera se vio que el riego influye en el número de frutos obteniendo con la lámina de 40% obteniendo 6 frutos por planta, por encima del

testigo y 4 frutos más por encima de la reposición al consuma del 60%.

Al realizar el análisis de la variable altura de planta se observa que esta no mostraron diferencias significativas siendo asi que la siembra en surco hilera doble 59,00 cm, el tratamiento a2 surco doble hilera con 56,20 cm y el tratamiento a1: surco hilera sencilla con 54,50 cm de altura; en cuanto al efecto del riego lo que concuerda con lo expresado por Katerji, Mastrorilli, & Hamby, (2013), quienes manifiestan que una carencia aguda de agua altera el proceso fisiológico de la planta y el crecimiento se reduce.

(Allen 2016), quien manifiesta que el déficit hídrico ocasiona una reducción en el número de frutos.

Villegas, (2013) Indica, que el déficit hídrico ocasiona un descenso en la producción (testigo) en la cantidad y calidad de los frutos, incrementando la cosecha de frutos no comerciales.

6. Conclusiones

Al realizar el análisis e interpretación de los resultados se presentan las siguientes conclusiones:

La siembra y el riego con obstrucción incide en el rendimiento del cultivo de pimiento además del tamaño de planta, numero de frutos y longitud del fruto.

Al aplicar agua en surco con trabas ya una hilera se observa que el tratamiento a2b2los frutos alcanzaron una mayor longitud siendo de 15,80 cm, seguido del tratamiento riego por surco con obstrucción y siembra a doble hilera a1b1 con14,58 cm, en cuanto que el menor promedio lo presento el tratamiento riego por surco agua corrida a1b1 con 13,40 cm de longitud.

El tratamiento a2b2 riego por surco con obstrucción y siembra a una hilera influye en el diámetro del fruto, con un promedio de 8,12cm, seguido del tratamiento a1b2 con 7,85cm, en cuanto que el tratamiento a1b1 presento el menor promedio con 7,08cm siendo los tratamientos significativos.

En relación al análisis de variable peso del fruto esta fue significativa siendo el tratamiento a1b2 riego con obstrucción una hilera con un peso de 6,04kg seguido del tratamiento a2b2 riego con obstrucción con 5,98 kg, presentando el menor promedio el tratamiento a1b1 con 3,92 kg, esta variable sirvió de referencia para el rendimiento y se calcularon los costos económicos en base a la relación beneficio costo.

7. Recomendaciones

Aplicar el riego por surco con obstrucción, pero en siembra de una hilera por ser el que influye en las variables como altura de planta, número, peso y longitud de los frutos.

Efectuar ensayos de este tipo en otros cultivos hortícolas de interés comercial y en otras zonas agrícolas.

8. Bibliografía

Alarcón, V. (2009). *Pimiento, capitulo 5, fertirrigación del pimiento dulce en invernadero.* Obtenido de (http://www.horticom.com/tematicas/pimientos/pdf/capitulo5.pdf).

Alavarado, C., & Barahona, M. (2016). *Comparacipón de tres métodos de infiltración para calcular el balance hídrico del suelo, en la cuenca del río Suquiapa El salvador*. Obtenido de http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n1/1659-4266-cinn-9-01-00023.pdf

Alvarado, M. (2018). *Formato Oficios SAGARPA-Bibliotexa INIDAP.* Obtenido de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4463/4754%20Producci%C3%B3n%20de%20pimiento%2C%20chile%20habanero%20y%20pepino%20en%20casa%20malla.pdf?sequence=1

Cobo, R. (2012). “Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento. *Universidad San Frnacisco de Quito*, 52.

Coello , C. (2005). *Análisis de métodos de estimación de la conductividad hidráulica saturada en suelos degradados. Tesis, Magister de Ciencias en Manejo y Conservación del Agua y del Suelo.* Obtenido de http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n1/1659-4266-cinn-9-01-00023.pdf

Constitución del Ecuador. (12 de mayo de 2015). *Medio Ambiente.* Obtenido de http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2015/2015-abril/ESTUDIO-DE-IMPACTO-AMBIENTAL-afecor.pdf

Díaz, F., Alvarado, C., Ortiz, C., & Grageda, C. (2013). Nutrición de planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. *Rev. Mex Cien. Agr. 4:*, p. 315 y 321.

Ecribd. (19 de marzo de 2011). *Indice de humedad.* Obtenido de (https://es.scribd.com/document/2828 16511/cuestionario)

Fragro. (2018). *Riego por superficie- Fagro*. Obtenido de www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/RIEGO%20POR%20SUPERFICIE.pdf

Herrera, R. (2016). INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO (Capsicum annuum) CON APLICACIÓN DE DIFERENTES LAMINAS DE RIEGO POR GOTEO EN LA ZONA DE QUINSALOMA 2015". *Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias*, pág 1-71.

III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. (2000). El cultivo del pimentón. *Universidad Nacional de Colombia*.

Ishikawa, A. (2006). El Cultivo de Pimiento en Invernadero Plástico. *Cordova, AR*, p. 111-112.

Katerji, Mastrorilli, & Hamby. (2013). Effects of water stress at differentgrowth stages on pepper yield. *Acta Hort, 335*, pag 165 - 171.

Macua, j., Diaz, E., Rodriguez, J., Lahoz, L., & Bozal, J. (2004). Guia del cultivo de pimiento en invernadero. Navarrea-ES.

Monar, C. (2007). Estudio de fertilización orgánica en tres híbridos de pimiento. Tesis para ingeniero agrónomo. *Universidad Estatal de Bolívar*, P. 1.

Monge , A. (2016). Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (Capsicum annuum L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnologa en Marcha*, Vol, 29, No. 2, Pag 125-136.

Noemagico. (12 de sept de 2006). *La investigación descriptiva.* Obtenido de https://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigaci-n-descriptiva.php

Ramiréz, M. (2013). Paquete tecnológico para la producción agrícola en Tamaulipas para el cultivo de chiles. INIFAP. CIR- Noreste. *Campo Experimental Las Huastecas. México*, P. 10.

Ramirez, M., Arcos, C., & Mata, V. (2014). Paquete tecnológico para la producción agrícola en Tamaulipas, Chile Habanero. Campo Experimental Las Huastecas. *INIFAR-CIRNE. Cuauhtémoc. Tam*, p. 12.

Rendón, E. (s.f). Novedades Agrícolas. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. *México-MX. No 16:71*, p.23.

Rivera, L. E. (2005). Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez Colegio de Ciencias Agrícolas ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento1 RIEGO2. *Estación Experimental Agricola*.

SAKATA. (2010). *Catalogo de hortalizas. México. p. 36-39.* Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8163/1/TESIS%20PIMIENTO.pdf

Samaniego, M., & Valverde, J. (2015). Diferentes sustancias nutritivas en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum) en sustrato de cascarilla. *Quevedo. UTEQ.* , 90 p.

Tascon. (2006). Pimiento: Material de enseñanza para cultivos tropicales. *INIAP, Portoviejo*, p. 8.

Tecnolgia de tierras y aguas. (2018). *Tema 12. Riego por surco*. Obtenido de http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/riego/Archivos/Cap%2012%20-%20Riego%20por%20Surcos.pdf

Vallejo Cabrera, F. (2004). *El cultivo de pimiento- Universidad nacional de Colombia.* Obtenido de www.bdigital.unal.edu.co/46253/16/958809528_Part03.PDF

Valverde, S. (1993). Comportamiento y adaptación de dos variedades de pimiento, bajo tres distanciamientos de siembra en la zona de Babahoyo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agrícolas Babahoyo. p. 68.

Villegas, M. (2013). ecto del Riego Deficitario controlado en la producción del cultivo de pimiento (Capsicum annuum), en el cantón Babahoyo. *Tesis de grado Universidad Técnica de Babahoyo*, pag 65.

Zeidan, W. (2005). Tomato production under protected conditions. Mashav, Cidaco. Ministry of Agriculture and Rural. *Development extension Service. Israel*, p. 99.

9. Anexos

Tabla 13. Análisis de la varianza de altura de planta

Altura de planta

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Surco Hilera sencilla Riego corrido (a1b1)	52	58	66	48	51	275	55
Surco Hilera sencilla Riego con obstrucción (a1b2)	47	52	48	71	52	270	54
Surco doble hilera Riego corrido(a2b1)	68	45	55	61	52	281	56,2
Surco hilera doble Riego con obstrucción (a2b2)	70	44	59	62	60	295	59
Total	237	199	228	242	215	1121	

Andrade, 2020

Altura de panta cm

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Altura de panta cm	20	0,05	0,00	15,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	70,15	3	23,38	0,30	0,8252
Combinación	70,15	3	23,38	0,30	0,8252
Error	1248,80	16	78,05		
Total	1318,95	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,98591

Error: 78,0500 gl: 16

Combinación	Medias	n	E.E.	
a2b2	59,00	5	3,95	A
a2b1	56,20	5	3,95	A
a1b1	55,00	5	3,95	A
a1b2	54,00	5	3,95	A

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

Tabla 14. Análisis de la varianza de Número de frutos por planta

Número de frutos por planta

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Surco Hilera sencilla Riego corrido (a1b1)	4	5	4	3	3	19	3,8
Surco Hilera sencilla Riego con obstrucción (a1b2)	3	4	6	5	3	21	4,2
Surco doble hilera Riego corrido(a2b1)	4	6	3	5	4	22	4,4
Surco hilera doble Riego con obstrucción (a2b2)	6	6	6	4	4	26	5,2
Total	17	21	19	17	14	88	

Andrade, 2020

Número de frutos por planta

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Número de frutos por plant..	20	0,21	0,06	25,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,20	3	1,73	1,41	0,2750
Combinación	5,20	3	1,73	1,41	0,2750
Error	19,60	16	1,23		
Total	24,80	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,00271

Error: 1,2250 gl: 16

Combinación	Medias	n	E.E.	
a2b2	5,20	5	0,49	A
a2b1	4,40	5	0,49	A
a1b2	4,20	5	0,49	A
a1b1	3,80	5	0,49	A

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

Tabla 15. Análisis de la varianza de longitud de fruto (cm)

Longitud del fruto cm

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Surco Hilera sencilla Riego corrido (a1b1)	14,5	15	13,3	13	12	67	13,4
Surco Hilera sencilla Riego con obstrucción (a1b2)	15	15,3	14,1	16	13	72,9	14,6
Surco doble hilera Riego corrido(a2b1)	13,5	13,5	13,2	14	14	68,5	13,7
Surco hilera doble Riego con obstrucción (a2b2)	15	15,5	16,7	15	17	79	15,8
Total	58	59,3	57,3	58	55	287,4	

Andrade, 2020

Longitud del fruto cosecha cm

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Longitud del fruto cosecha..	20	0,54	0,45	6,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17,39	3	5,80	6,26	0,0051
Combinación	17,39	3	5,80	6,26	0,0051
Error	14,81	16	0,93		
Total	32,20	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,74076

Error: 0,9255 gl: 16

Combinación	Medias	n	E.E.		
a2b2	15,80	5	0,43	A	
a1b2	14,58	5	0,43	A	B
a2b1	13,70	5	0,43		B
a1b1	13,40	5	0,43		B

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

Tabla 16. Análisis de la varianza de diámetro del fruto (cm)

Diámetro del fruto (cm)

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Surco Hilera sencilla Riego corrido (a1b1)	6,8	7,6	7,2	6,9	6,9	35,4	7,1
Surco Hilera sencilla Riego con obstrucción (a1b2)	7,8	7,9	6,9	8,2	8,5	39,3	7,9
Surco doble hilera Riego corrido(a2b1)	6,4	6,3	6,3	5,8	6,1	30,9	6,2
Surco hilera doble Riego con obstrucción (a2b2)	7,9	8,4	8,2	7,8	8,3	40,6	8,1
Total	28,9	30,2	28,6	28,7	29,8	146,2	

Andrade, 2020

Diámetro del fruto cm

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Diametro del fruto cm	20	0,83	0,80	5,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,44	3	3,81	25,68	<0,0001
Combinación	11,44	3	3,81	25,68	<0,0001
Error	2,38	16	0,15		
Total	13,82	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,69729

Error: 0,1485 gl: 16

Combinación	Medias	n	E.E.		
a2b2	8,12	5	0,17	A	
a1b2	7,86	5	0,17	A	
a1b1	7,08	5	0,17		B
a2b1	6,18	5	0,17		C

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

Tabla 17. Análisis de la varianza de peso del fruto (g)

Peso del fruto (kg)

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Surco Hilera sencilla Riego corrido (a1b1)	4,5	4,2	3,9	3,8	3,2	19,6	3,9
Surco Hilera sencilla Riego con obstrucción (a1b2)	6	6,1	5,9	6,2	6	30,2	6,0
Surco doble hilera Riego corrido(a2b1)	4,1	4,2	3,9	3,8	4	20	4,0
Surco hilera doble Riego con obstrucción (a2b2)	5,9	5,8	6,1	6,2	5,9	29,9	6,0
Total	20,5	20,3	19,8	20	19,1	99,7	

Andrade, 2020

Peso del fruto Kg

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Peso del fruto Kg	20	0,95	0,94	5,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21,04	3	7,01	92,88	<0,0001
Combinación	21,04	3	7,01	92,88	<0,0001
Error	1,21	16	0,08		
Total	22,25	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49719

Error: 0,0755 gl: 16

Combinación	Medias	n	E.E.		
a1b2	6,04	5	0,12	A	
a2b2	5,98	5	0,12	A	
a2b1	4,00	5	0,12		B
a1b1	3,92	5	0,12		B

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

Tabla 18. Análisis de la varianza de rendimiento (kg/ha)

Rendimiento (kg/ha)

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV	V	Suma	Promedio
Surco Hilera sencilla Riego corrido (a1b1)	2250	2100	1950	1900	1600	9800	1960,0
Surco Hilera sencilla Riego con obstrucción (a1b2)	3000	3050	2950	3100	3000	15100	3020,0
Surco doble hilera Riego corrido(a2b1)	2050	2100	1950	1900	2000	10000	2000,0
Surco hilera doble Riego con obstrucción (a2b2)	2950	2900	3050	3100	2950	14950	2990,0
Total	10250	10150	9900	10000	9550	49850	

Andrade, 2020

Rendimiento kg

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Rendimiento kg	20	0,95	0,94	5,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5259375,00	3	1753125,00	92,88	<0,0001
Combinación	5259375,00	3	1753125,00	92,88	<0,0001
Error	302000,00	16	18875,00		
Total	5561375,00	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=248,59612

Error: 18875,0000 gl: 16

Combinación	Medias	n	E.E.		
a1b2	3020,00	5	61,44	A	
a2b2	2990,00	5	61,44	A	
a2b1	2000,00	5	61,44		B
a1b1	1960,00	5	61,44		B

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

Tabla 19. Costo de inversión de 1 ha de cultivo de pimiento

Labores	Tecnología		Costos	
	Unidades	Cantidad	Costo	Total/ha
Preparación del terreno	Romploneada y surcada	1	130	130
	hibrido			
Semilla	Martha	kg	66	66
Siembra	Semillero Jor	5	10	50
	trasplante	4	10	40
Fertilizantes	Urea	6	23	138
	Abono completo	4	25	100
Labores culturales	deshierba (3)	10	10	100
	riego	8	10	80
	hacer obstrucción	4	10	40
Control fitosanitario	Dipel kg	1,5	32	48
	fungicida Gol	2	15	30
	aplicación	15	10	100
Riego mas combustible	jor	8	10	80
Riego, obstrucción mas combustible	jor	8	12	96
Cosecha	Jor	25	10	250
total				1383,00
costo indirecto	15%			207,45
total				1590,45

Andrade, 2020

Figura 2. Establecimiento de tratamientos
Andrade, 2020

Figura 3. Control de malezas
Andrade, 2020

Figura 4. Herbicidas
Andrade, 2020

Figura 5. Cosecha
Andrade, 2020

Figura 6. Instalación de tuberías para riego
Andrade, 2020

Figura 7. Riego de parcelas
Andrade, 2020

Figura 8. Toma de datos de las variables
Andrade, 2020

Figura 9. Infiltración del agua en el suelo
Andrade, 2020

Figura 10. Toma de datos de la evaporación
Andrade, 2020

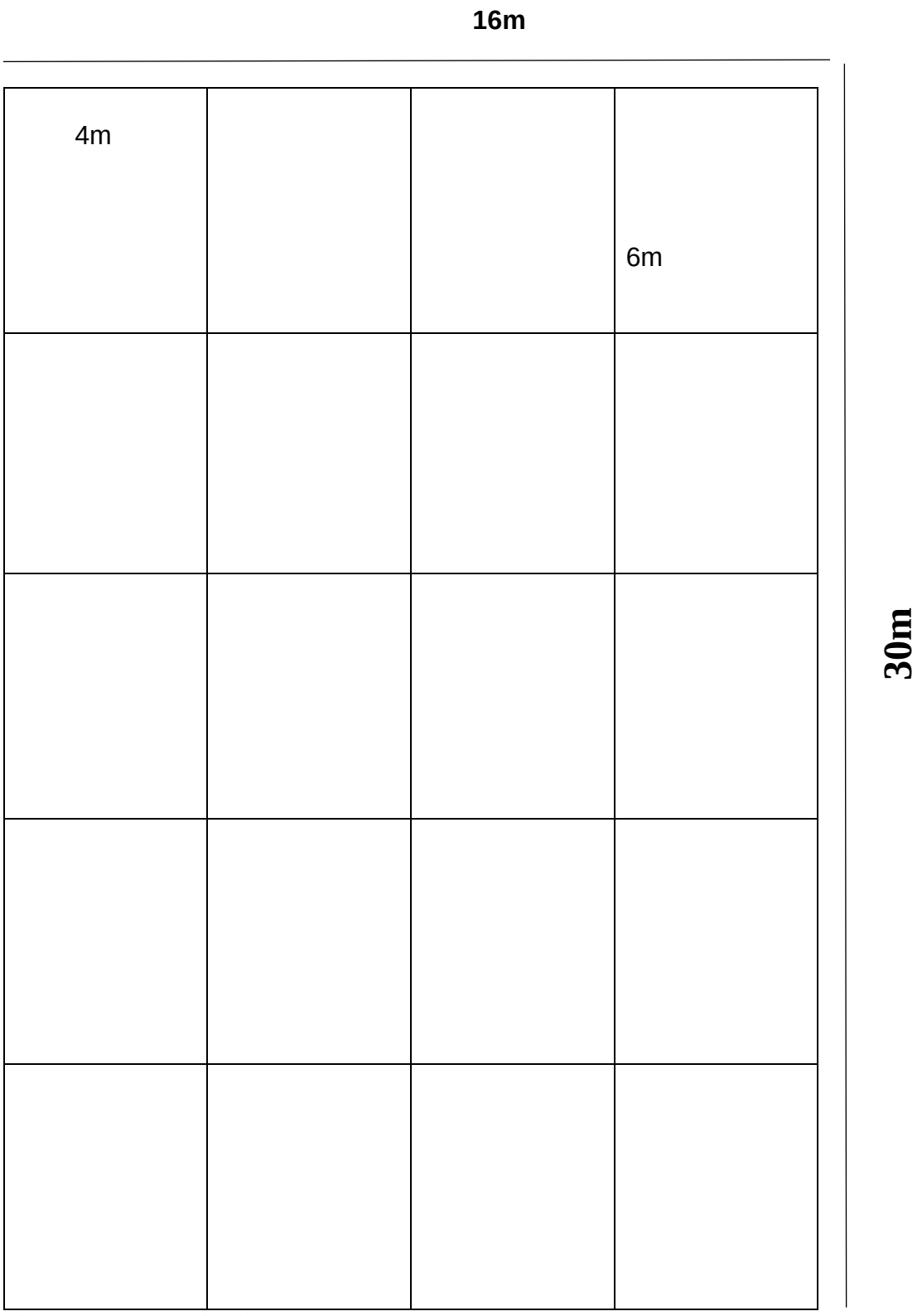
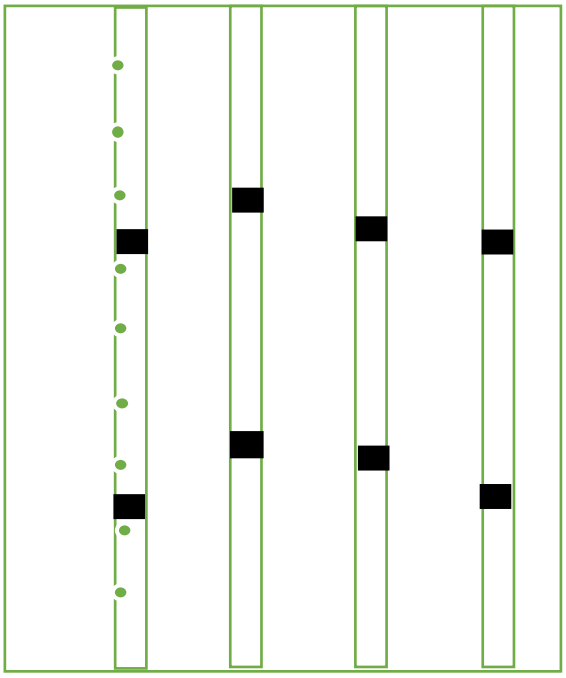
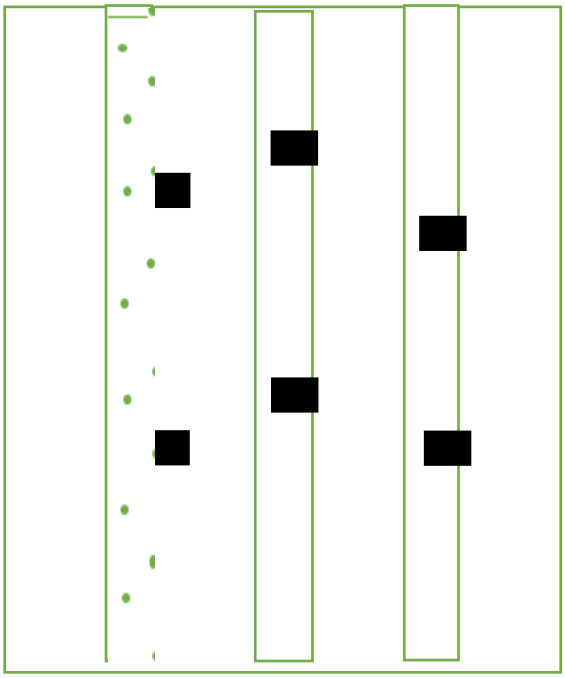


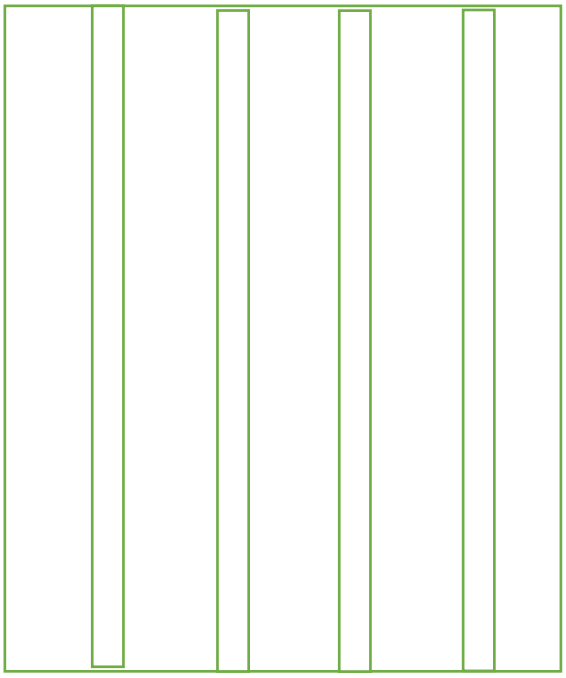
Figura 11. Croquis de campo
Andrade, 2020



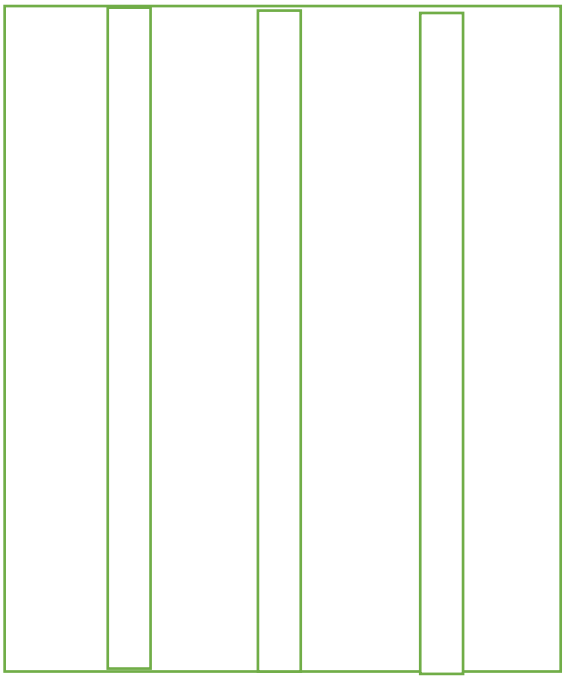
Surco (siembra a 1 hilera)



Surco (siembra a 2 hilera)



Surco (siembra a 1 hilera)



Surco (siembra a 2 hilera)

Figura 12. Parcela demostrativa
Andrade, 2020