

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



“EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN SOBRE  
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (VAR.  
SANTA MARÍA) CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN”.

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional  
Presentado por  
Rony Armando Sandoval de León  
Para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología  
Agrícola y Pecuaria

Guatemala,

2021



“EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN SOBRE  
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (VAR.  
*SANTA MARÍA*) CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN”.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



“EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN SOBRE  
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (VAR.  
SANTA MARÍA) CON RIEGO POR MICROASPERSIÓN”.

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional  
Presentado por  
Rony Armando Sandoval de León  
Para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología  
Agrícola y Pecuaria

Guatemala,

2021

Vo.Bo.



(f)

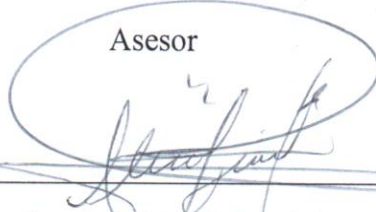
\_\_\_\_\_  
Ingeniero Santos Danilo Carrillo Barrera  
Asesor

Tribunal Examinador:



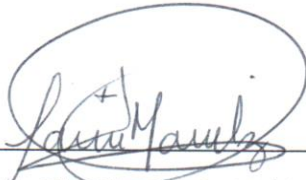
(f)

\_\_\_\_\_  
Ingeniero Santos Danilo Carrillo Barrera  
Asesor



(f)

\_\_\_\_\_  
Ingeniera Susana Abigail García Escobar  
Directora Agrícola



(f)

\_\_\_\_\_  
Ingeniera Claudia María Meléndrez García  
Evaluadora

Fecha de aprobación del examen de graduación:

Guatemala, 29 de enero de 2021

## DEDICATORIA

- A Dios: Por bendecirme y brindarme la sabiduría para concluir de la mejor forma mis estudios y con esta etapa importante de mi vida.
- Mi papá: Walter Fernando López Rositó, porque fuiste un gran apoyo durante todo el tiempo que tuviste a mi lado, fuiste quien creyó en mí en todo momento.
- Mi mamá: Emma Leticia de León Ortíz, en las buenas y malas has estado a mi lado, gracias por darme tu apoyo y aconsejarme tan sabiamente.
- Mis tíos: Yolanda de León, Maco Godínez, quienes supieron brindarme su apoyo, consejos y cariño durante mi vida y en especial este proceso.
- Mi abuela: Mauricia Ortíz, por el apoyo, cariño incondicional y por ser siempre un ejemplo para mi vida.
- Mi novia: Limni Guzmán, siempre me dio ánimo para seguir adelante, son cosas que jamás olvidare.
- Mi persona: Por ser una persona positiva, capaz de enfrentar diversas adversidades y por lograr este reto.

## AGRADECIMIENTO

- Asesor: Ing. Santos Danilo Carrillo, por su amabilidad buena disposición, paciencia y por el tiempo que dedicó para que este trabajo culminara exitosamente, mi agradecimiento sincero.
- Catedrática: Inga. Claudia Johanna Martínez, quien nunca desistió al enseñarme, sin importar que muchas veces perdiera la concentración, siempre continuó depositando su confianza y esperanza en mí.
- A  
UVG Campus sur: Por formarme académicamente en la carrera de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología Agrícola y Pecuaria
- Mis padres: Walter Fernando López Rositó, Emma Leticia de León, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa Universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.
- Parcelamiento El  
Pilar: Isac Reyes, por su buena disponibilidad de apoyarme y su colaboración

## PREFACIO

Este estudio inicio con la intención de dar a conocer el cultivo de cebolla “Var. Santa María” para la costa sur, ya que no existe suficiente información publicada sobre el manejo y la densidad de población para el cultivo de esta especie, el desconocimiento de las labores ha sido razón para no considerar como una alternativa de productividad en la zona media y zona baja costera ( litoral) , la escasa experiencia local sea limitado a ser divulgada generando desconfianza por parte de los campesinos, ya que el estrato medio de la costa sur brinda la oportunidad de cultivar una gran diversidad de especies vegetales y los cultivadores o productores no aprovechan al máximo dicho potencial.

Actualmente existe el paradigma de ser propietarios de grandes extensiones como por ejemplo (1 mz) como mínimo para generar utilidad con la explotación de especies convencionales para el área de la costa sur (banano, caña, palma), sin considerar la gran oportunidad que existe de generar ganancias en pequeñas áreas (una tarea) con el establecimiento de cebolla, el fin de este proyecto es ofrecer la oportunidad de mostrarle al agricultor local de la zona costera la aptitud de los suelos y condiciones climáticas que existen en el territorio, cabe mencionar la importancia económica del cultivo para Guatemala por sus usos gastronómicos y farmacéuticos ofrecen una alternativa muy rentable.

Esta investigación se enfoca en estudiar 3 densidades de plantación para el cultivo de *Allium Cepa L*, en la región, ya que debido a la escasez de experiencia en la zona con el cultivo de cebolla se carece de documentación que recomienden densidades correctas de siembra de esta especie.

Al llevar a cabo esta evaluación se demostró al gremio de agricultores de estrato bajo y medio que densidad es más efectiva y esta tendrá que utilizar para aprovechar al máximo su parcela, la zona presenta aptitud para este cultivo y por cultura esta especie es poca confiable actualmente para cultivar, como segundo impacto positivo fue fomentar la

diversidad agrícola en la zona, uno de los tratamientos demostró ser más efectivo en cuanto al rendimiento por área y será la referencia de una nueva alternativa vegetal con valor monetario, además que el resultado del estudio proporcione información útil, demostrando la viabilidad del cultivo de cebolla como alternativa en la costa sur para el agricultor de la zona.

# ÍNDICE

PREFACIO.....	VIII
LISTA DE TABLAS .....	XIV
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	XV
LISTA DE GRÁFICAS .....	XVII
RESUMEN .....	XVIII
I. INTRODUCCIÓN:.....	18
II. OBJETIVOS.....	2
2.1    Objetivo general .....	2
2.2    Objetivo específicos:.....	2
III. HIPÓTESIS .....	3
3.1    Hipótesis nula .....	3
3.2    Hipótesis alternativa.....	3
IV. JUSTIFICACIÓN .....	4
V. MARCO TEÓRICO.....	5
5.1    Descripción de la planta.....	5
5.1.1    Origen.....	5
5.1.2    Características botánicas .....	5
5.1.3    Raíces.....	6
5.1.4    Tallo .....	7
5.1.5    Hojas .....	8
5.1.6    Bulbo.....	10
5.1.7    Composición química.....	11
5.2    Ciclo de la planta de cebolla .....	11
5.2.1    Crecimiento herbáceo.....	12
5.2.2    Formación de bulbos .....	12
5.2.3    Reposo vegetativo.....	12
5.2.4    Reproducción sexual.....	12
5.3    Cultivo de cebolla en Guatemala .....	12

5.3.1	Cultivo de cebolla en el mundo.....	14
5.4	Manejo agronómico del cultivo de cebolla.....	15
5.4.1	Clima.....	15
5.4.2	Temperatura.....	16
5.4.3	Material vegetal.....	16
5.4.4	Tempraneras o precoces.....	16
5.4.5	Medianeras o de época.....	17
5.4.6	Tardías.....	17
5.5	Extracción de muestras de suelo.....	18
5.5.1	Preparación de suelo.....	19
5.5.2	Rotación de cultivo.....	19
5.5.3	Riego en cultivo de cebolla.....	19
5.5.4	Demanda hídrica del cultivo de cebolla.....	21
5.6	Siembra.....	21
5.6.1	Preparación de almácigo.....	21
5.6.2	Siembra y manejo de cebolla.....	22
5.6.3	Topología en cultivo de cebolla.....	24
5.7	Nutrición y fertilización.....	24
5.8	Manejo integral de plagas y enfermedades.....	27
5.8.1	Hongos.....	27
5.8.2	<i>Botrytis aclada</i> (syn. <i>Botrytis allii</i> ).....	29
5.8.3	<i>Fusarium oxysporum f.sp. cepae</i> .....	31
5.8.4	<i>Penicillium spp.</i> .....	32
5.8.5	<i>Peronospora destructor</i> .....	33
5.8.6	<i>Phytophthora porri</i> .....	34
5.8.7	<i>Puccinia allii</i> .....	34
5.9	Bacterias.....	35
5.9.1	<i>Erwinia carotovora subsp. Carotovora</i> .....	35
5.9.2	<i>Pantoea ananatis</i> .....	36
5.9.3	<i>Pseudomonas cepacian</i> .....	37
5.9.4	<i>Pseudomonas gladioli pv. Allicola</i> .....	38

5.9.5	<i>Onion Yellow Dwarf Virus</i> .....	39
5.9.6	<i>IYSV – Tospovirus</i> .....	39
5.10	Insectos.....	40
5.10.1	<i>Agriotes spp.</i> .....	41
5.10.2	<i>Ceutorhynchus suturalis</i> .....	42
5.10.3	<i>Delia antiqua</i> .....	43
5.10.4	<i>Liriomyza cepea</i> .....	43
5.10.5	<i>Thrips tabaci</i> .....	44
5.11	Nemátodos .....	45
5.10.6	<i>Ditylenchus dipsaci</i> .....	45
5.10.7	<i>Pratylenchus penetrans</i> .....	47
5.11	Cosecha de cebolla.....	48
VI.	METODOLOGÍA .....	49
6.1	Problema.....	49
6.2	Localización del estudio.....	49
6.3	Área experimental.....	50
6.4	Factor para estudiar .....	51
6.4.1	Medición de parámetros organolépticos.....	51
6.4.2	Cálculo de viabilidad económica.....	52
6.4.3	Descripción de los tratamientos.....	52
6.4.4	Unidad experimental .....	52
6.4.5	Croquis del diseño experimental.....	53
6.4.6	Análisis de la información.....	53
6.5	Manejo del experimento en cuanto a labores agronómicas.....	54
6.5.1	Reconocimiento de área y delimitación del terreno.....	54
6.5.2	Establecimiento del diseño experimental .....	54
6.5.3	Preparación del suelo.....	54
6.5.4	Compra de semillas .....	54
6.5.5	Establecimiento de semillero .....	55
6.5.6	Trasplante.....	55
6.5.7	Control de malezas.....	55

6.5.8	Riego .....	56
6.5.9	Fertilización.....	58
6.5.10	MIPE.....	59
6.5.11	Cosecha .....	59
6.5.12	Rendimiento .....	59
6.5.13	Calidad de bulbo.....	60
6.5.14	Rentabilidad.....	60
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
7.1	Determinación del rendimiento .....	64
7.2	Clasificación según características organolépticas y sensoriales de cada tratamiento...77	
7.3	Viabilidad Económica de cada tratamiento.....	79
7.4	Comparación VAN- TIR-RCB.....	82
VIII.	CONCLUSIONES .....	84
IX.	RECOMENDACIONES .....	85
X.	BIBLIOGRAFÍA .....	86
XI.	ANEXOS .....	88
XII.	GLOSARIO .....	99

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la cebolla. ....	5
Tabla 2 Composición química de la cebolla. ....	11
Tabla 3 Material vegetativo que se utilizó. ....	18
Tabla 4 Características edafoclimáticas del lugar de experimentación.....	50
Tabla 5 Categorías de calidad de cebolla y sus tolerancias. ....	51
Tabla 6 Descripción de los tratamientos. ....	52
Tabla 7 Descripción de la densidad de población por tratamiento .....	53
Tabla 8 Análisis de varianza .....	53
Tabla 9 Cálculo de la muestra .....	63
Tabla 10 Muestreo del rendimiento Tratamiento 1 .....	64
Tabla 11 Muestreo Tratamiento 2 .....	67
Tabla 12 Muestreo Tratamiento 3 .....	70
Tabla 13 Análisis de varianza .....	74
Tabla 14 Resultado de peso por tratamiento .....	75
Tabla 15 Características organolépticas y sensoriales por tratamiento. ....	77
Tabla 16 Análisis financiero Tratamiento 1 .....	79
Tabla 17 Análisis financiero del Tratamiento 2.....	80
Tabla 18 Análisis financiero Tratamiento 3 .....	81
Tabla 19 Comparación VAN- TIR-B/C.....	82

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Raíz de la cebolla. ....	7
Ilustración 2 Tallo verdadero de cebolla. ....	8
Ilustración 3 Catáfilas de cebolla. ....	9
Ilustración 4 Bulbo de la cebolla. ....	10
Ilustración 5 Ciclo de la planta de la cebolla. ....	11
Ilustración 6 Mapa representativo con la distribución de la producción en el país. ....	13
Ilustración 7 Sistema de Riego Micro Aspersión implementado en la evaluación ....	21
Ilustración 8 Siembra en surcos para la producción de cebolla. ....	23
Ilustración 9 <b>Alternaria Porri</b> .....	27
Ilustración 10 <b>Aspergillus niger</b> .....	28
Ilustración 11 El <b>Colletotrichum</b> .....	30
Ilustración 12 Palomilla de la cebolla. ....	40
Ilustración 13 Escarabajo de resorte. ....	41
Ilustración 14 Gorgojo horada. ....	42
Ilustración 15 Minador de la cebolla. ....	44
<i>Ilustración 16 Localización geográfica de Parcelamiento El Pilar.....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 17 Imagen satelital del área experimental.....</i>	<i>50</i>
Ilustración 18 Croquis del área experimental. ....	53
Ilustración 19 Establecimiento de semillero ....	55
Ilustración 20 Plan de fertilización de cebolla ....	58
Ilustración 21 Manejo Integrado de Plagas y enfermedades ....	59
Ilustración 22 Categorías de cebolla. ....	77
Ilustración 23 Daños mecánicos. ....	78
Ilustración 24 Análisis suelo ....	88
Ilustración 25 Cálculo de riego ....	89

Ilustración 26 Preparación de riego microaspersión. ....	90
Ilustración 27 Preparación del terreno, en el parcelamiento El Pilar.....	91
Ilustración 28 Preparación de almacigo. ....	92
Ilustración 29 Transplante de pilones a campo. ....	93
Ilustración 30 Cosecha del cultivo de cebolla. ....	94
Ilustración 31 Toma de datos para los análisis estadísticos peso y diámetro de bulbo por tratamientos. ....	95
Ilustración 32 Análisis de varianza.....	96
Ilustración 33 Determinación fertilización.....	97
Ilustración 34 Demanda nutricional de la cebolla .....	98

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Evolución mundial de la producción y del área cosechada 1999 al 2014 .....	14
Gráfica 2 Comparativo del rendimiento por tratamiento .....	73
Gráfica 3 Peso obtenido por tratamiento .....	76
Gráfica 4 Comparativo de la Tasa Interna de retorno de Tratamiento 2 y Tratamiento 3.....	83

## RESUMEN

El estudio consiste en evaluar tres densidades de población para el cultivo de cebolla con ello determinar la densidad con mayor rendimiento, mayor calidad de cosecha y viabilidad económica.

Al evaluar estas tres densidades de población se determinó el tratamiento con mayor rendimiento se apoya grandemente a los productores locales, ya que ellos desconocen la densidad adecuada del cultivo y la viabilidad del mismo en la zona, con la ejecución del proyecto se proporciona al agricultor local un cultivo alternativo con mención en la mejor densidad de población con pruebas previamente realizadas.

Como objetivo general se fijó evaluar tres densidades de población y medir el rendimiento de cada tratamiento, en cuanto a los objetivos específicos a) determinar el rendimiento de cada tratamiento b) describir las características organolépticas de la cosecha en cada tratamiento, c) analizar la viabilidad económica calculando el VAN, TIR, B/C por tratamiento.

El estudio se llevó a cabo en Aldea El Pilar del municipio de la Democracia, Escuintla, Guatemala, El diseño consiste en 3 tratamientos con cuatro repeticiones: Tratamiento 1 (0.10 m X 0.20 m,) Tratamiento 2 (0.15m X 0.30m), Tratamiento 3 (0.20m X 0.40m) donde se menciona primero el distanciamiento entre plantas posteriormente el distanciamiento entre surco, cada tratamiento tiene 4 repeticiones donde la unidad experimental consta de un área de 25 m<sup>2</sup>.

El estudio se apoyó del diseño experimental bloques al azar, este se aplica cuando las unidades experimentales no son homogéneas y eficientar el experimento. Las unidades experimentales se agruparán en bloques, el objetivo es tener comparaciones precisas entre los tratamientos bajo estudio. Utilizar bloques es una forma de reducir y controlar la varianza del error experimental para tener mayor precisión.

El Tratamiento 3 demostró ser más efectivo en cuanto al rendimiento por área y será la referencia para los agricultores locales además de ofrecerles una nueva alternativa vegetal para rotación de sus parcelas con valor monetario significativo.

El resultado del estudio proporciona información útil para brindarla a los agricultores locales y evidenciar la viabilidad del cultivo de cebolla como alternativa en la Costa sur.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en la Costa sur de Guatemala el desarrollo agrícola depende básicamente del aprovechamiento de condiciones edáficas y climáticas al igual del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en la zona media y zona baja costera (litoral).

El cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*) variedad santa maría tiene una gran importancia alimenticia y sobre todo socio económica a nivel local, nacional e internacional ya que brinda diversidad de usos como se puede mencionar usos farmacéuticos y gastronómicos.

En el departamento de Escuintla, en el municipio de la Democracia donde se ubica el parcelamiento El Pilar, las actividades van orientadas a cultivos tales como banano, palma africana, caña y plátano, además producen frutas y granos básicos; sin embargo, a pesar de esto no se logra satisfacer las necesidades básicas de las familias, porque las especies antes mencionadas demandan grandes extensiones para generar sostenibilidad económica.

Según lo anterior mencionado se estudió una variedad de cebolla para observar su efecto en la producción, con el objetivo de evaluar el rendimiento y determinar la mejor densidad de población, bajo las condiciones del municipio de la Democracia donde está ubicado el parcelamiento El Pilar, el diseño experimental utilizado fue bloques al azar aplicativo con 3 tratamientos y 4 repeticiones, se tomaron datos para determinar que tratamiento genere mejores resultados en cuanto al distanciamiento.

Por las características que posee el cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*) es de suma importancia que se disponga de información que propicie el interés de los agricultores del municipio de la Democracia por cultivar este producto y de cultivares que se adapten a la zona de la costa sur.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

- Evaluar el rendimiento y determinar la mejor densidad de población (*Allium Cepa* *L*) para la región.

### 2.2 Objetivo específicos:

- Determinar el rendimiento por cada tratamiento.
- Describir las características organolépticas de la cosecha en cada tratamiento.
- Analizar la viabilidad económica calculando el VAN, TIR, B/C por tratamiento.

### III. HIPÓTESIS

#### 3.1 Hipótesis nula

No existen diferencias en el rendimiento en ninguno de los tres tratamientos evaluados.

Hipótesis nula  $H_0: T_1=T_2=T_3$

#### 3.2 Hipótesis alternativa

Al menos uno de los tres tratamientos presentará mayor rendimiento.

Hipótesis Alternativa  $H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3$

## IV. JUSTIFICACIÓN

La siguiente investigación se enfocó en estudiar tres densidades de plantación para el cultivo de cebolla en la región, ya que debido a la escasez de experiencia en la zona se carece de documentación que recomiende la mejor densidad de siembra. Al llevar a cabo esta evaluación, se demostró al agricultor la densidad más efectiva que tendrá que utilizar para aprovechar al máximo su parcela, la zona presenta aptitud para la explotación con cebolla y, por cultura, esta especie es poco confiable actualmente para cultivar; y, como segundo impacto positivo, fue fomentar la diversidad agrícola en la zona.

En la zona costera existe escasa experiencia produciendo cebolla limitada a divulgar la información por medio de internet. Se carece de una evaluación con argumento científico para ratificar el potencial de los estratos medios para la producción de cebolla, cabe mencionar la importancia económica del cultivo para Guatemala, con un consumo *per cápita* de 15 lbs por sus usos gastronómicos y fármacos, ofreciendo una alternativa muy rentable para los productores locales.

El estrato medio ofrece la oportunidad de cultivar una gran diversidad de especies vegetales y los productores no aprovechan al máximo dicho potencial, perdiendo el costo oportunidad de sus parcelas como consecuencia de la heredad de cultura de manejo de algunos cultivos tradiciones de baja rentabilidad.

Este proyecto ofrece la oportunidad de demostrarle al agricultor el estrato altitudinal medio en cuanto al potencial que se tiene en la zona de cultivar especies alternativas que ofrecen más rentabilidad con ciclos biológicos cortos.

La importancia del presente trabajo de investigación es que se determinó la mejor densidad de siembra de la especie antes mencionada, la variedad Santa María fue el material vegetal. Esta información es de suma importancia para el gremio de agricultores locales.

## V. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Descripción de la planta

#### 5.1.1 Origen

Gudiel (1,986), menciona que la cebolla (*Allium cepa*) es una planta que pertenece a la familia de las liliáceas, cuyo origen es el sur-este de Asia, conociéndose en Egipto unos 3000 años antes de Cristo. Esta planta es bianual, herbácea, posee bulbo tunicado con tallos erguidos y hojas largas redondas acanaladas. El aprovechamiento de este cultivo son sus bulbos que se forman en la base de las hojas que envuelven el tallo floral, utilizándose principalmente para la dieta alimenticia. En la actualidad, se usa como condimento ocupando un lugar preferido en todos los hogares del mundo, pudiendo utilizar su bulbo y tallos verdes en estado fresco, deshidratado en escamas o polvo. (Cifuentes, 2006)

Tabla 1 Taxonomía de la cebolla

Reino:	Vegetal.
Subdivisión:	Gimnosperma.
División:	Magnoliophyta.
Clase:	Monocotiledónea.
Sub-clase:	Liliadea.
Orden:	Liliales.
Familia:	Liliacea.
Género:	Allium.
Especie:	Cepa.
Nombre científico:	<i>Allium cepa</i> L.
Nombre común:	Cebolla.

(Cifuentes, 2006)

#### 5.1.2 Características botánicas

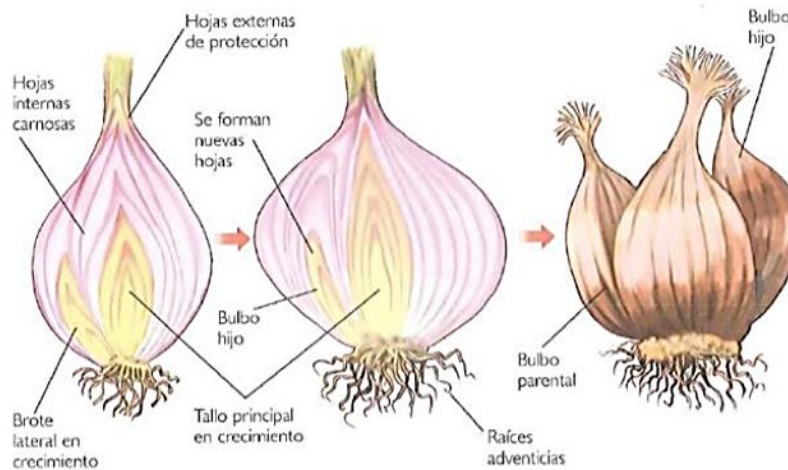
Rigau y Morell (1,986) indican que la cebolla es un planta alógama con polinización mayor mente entomófila, raramente arbustiva, su sistema radicular es fibroso, poco denso y extenso, el tallo es subterráneo y reducido a un pequeño disco macizo. Los tallos florales

son erguidos, huecos, fuertemente hinchados hasta el tercio inferior, las hojas son lineales y grandes aéreas y subterráneas. (Cifuentes, 2006)

Las flores son hermafroditas, son de tipo liliáceo y están agrupadas en umbelas, los bulbos son tunicados y jugosos, según la variedad difieren en color, tamaño, forma, textura y calidad picante, el bulbo es una modificación del tallo. (Cifuentes, 2006)

### 5.1.3 Raíces

La cebolla posee un sistema radicular limitado y como consecuencia, una pobre capacidad de absorción. Luego de la germinación de la semilla, la raíz primaria es producida por la plántula a partir de la radícula. Todas las demás raíces, las cuales se desarrollan posteriormente a partir del tallo verdadero, son adventicias. Desde la etapa vegetativa de la plántula hasta la etapa de bulbificación (formación del bulbo), la iniciación y elongación de raíces es una prolifera, siempre y cuando haya humedad disponible cercana al tallo verdadero. El sistema de raíces es uno superficial que se extiende mayormente dentro de las primeras 12 pulgadas (30 cm) del suelo, con la mayoría de las raíces en las primeras 6-8 pulgadas (15-20 cm) de profundidad, y lateralmente dentro de un radio usualmente menor de 10 pulgadas (30 cm) del tallo, con la mayoría a 6 pulgadas (15 cm). Como las raíces de la cebolla tienen un ciclo de vida corta, se van desarrollando nuevas adventicias según van muriendo las viejas. Al comenzar la formación del bulbo y durante su maduración, la muerte de raíces viejas va ocurriendo a una velocidad más rápida que el ritmo de formación de nuevas raíces. La elongación eventualmente se detiene, aunque la misma podría reactivarse en la etapa del bulbo maduro si hay un nivel adecuado de humedad en el suelo. En raras ocasiones el sistema radicular de la cebolla se ramifica, desarrolla pelos radicales o aumenta en diámetro. (UPR, 2012)



*Ilustración 1 Raíz de la cebolla.*

*(Dreamstime, 2020)*

#### 5.1.4 Tallo

El tallo verdadero está localizado en la base de la planta (base del bulbo). Es un órgano muy pequeño, comprimido y achatado, en forma de disco, de donde brotan hojas, raíces y eventualmente yemas. Según el tallo verdadero crece para acomodar la producción continua de raíces y hojas, el mismo se va ensanchando de forma radial y eventualmente se desarrolla en forma de un cono invertido. El conjunto de las vainas o bases concéntricas de las hojas van formando el pseudotallo o ‘falso tallo’ de la planta de cebolla, a través del cual las láminas más nuevas van emergiendo. Al engrosarse las vainas o bases durante el proceso de bulbificación, la parte de abajo del ‘falso tallo’ se desarrolla en el bulbo (órgano de almacenamiento) y la parte de arriba pasa a ser el cuello. (UPR, 2012)



*Ilustración 2 Tallo verdadero de cebolla.*

*(UPR, 2012)*

#### 5.1.5 Hojas

Las hojas crecen opuestas entre sí y de forma alterna a partir del meristemo o yema apical del tallo. Las hojas de la cebolla, cuya superficie es cerosa, están compuestas de la lámina y la vaina. No en todas las hojas la lámina se desarrolla o define, lo cual ocurre al comenzar a bulbificar la planta. La vaina de la hoja rodea o envuelve el punto de crecimiento del tallo verdadero, formando un tubo que encierra las hojas más jóvenes y la yema apical. La lámina de la hoja es hueca, aunque cerrada en la punta, y su superficie superior es un poco achatada. La división celular en la hoja ocurre cerca de su base, por lo cual la parte más vieja de una hoja de cebolla es su punta y la más joven está cerca de la base de la vaina de la hoja. En el punto donde se unen la lámina y la vaina, descrito por algunos como el ‘ápice de la vaina’, hay un poro o hueco a través del cual emerge la lámina de la próxima hoja. Según las hojas nuevas se van iniciando y expandiendo, las vainas o bases de las hojas más viejas son empujadas del centro hacia afuera, con respecto al ápice de crecimiento, esto como resultado de la continua expansión lateral del tallo verdadero. Una planta de cebolla creciendo en óptimas condiciones puede llegar a producir de 13 a 18 hojas. Una hoja nueva es producida aproximadamente cada 7 a 10 días a partir de la primera hoja verdadera. Este proceso puede ser influenciado por factores como la variedad, la época de siembra, el largo del día y la temperatura. Cada hoja sucesiva es más grande que la que le precedía, hasta que se inicia la formación del bulbo, entonces las hojas nuevas van a ser cada vez más cortas y eventualmente sin lámina. La iniciación de nuevas hojas se detiene

por completo aproximadamente unas tres semanas antes de que el bulbo madure. (UPR, 2012)

La fortaleza estructural del cuello la proveen de forma parcial las propias láminas de las hojas nuevas según estas van emergiendo a través del centro del cuello. Al detenerse el crecimiento de láminas de hojas nuevas que emergen a través del cuello, el mismo se torna hueco. El cuello se va debilitando según su tejido se ablanda y pierde turgencia. Eventualmente las láminas de las hojas no se sostienen y colapsan, indicando el inicio de la etapa de maduración. Durante la maduración del bulbo, la senescencia de las hojas con láminas aún verdes ocurre gradualmente y en dichas hojas continúa la translocación de gran parte de la materia seca (incluyendo los nutrientes) desde sus láminas hacia las vainas, en donde esta se continúa almacenando y causando que las vainas se vayan hinchando (las células se ensanchan). La acumulación de peso total y de materia seca en el bulbo aumenta rápidamente desde la etapa visible de bulbificación hasta la cosecha. El cuello del bulbo se va encogiendo y secando durante este periodo, y el follaje termina secándose completamente y muere. Cuando se completa este proceso, el bulbo de la cebolla deja de crecer, entra en un periodo de dormancia y está listo para cosecharse. (UPR, 2012)



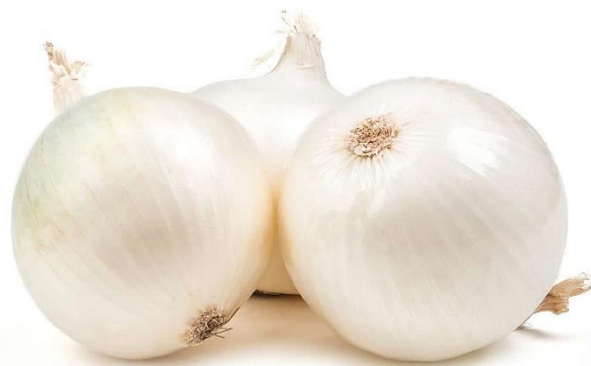
*Ilustración 3 Catáfilas de cebolla.*

*(UPR, 2012)*

### 5.1.6 Bulbo

El bulbo consiste en un tallo bien corto envuelto en hojas modificadas engrosadas, y carnosas, llamadas las ‘escamas’ del bulbo. En un corte transversal del bulbo se puede observar la disposición de las escamas en una serie de capas o túnicas y en la base de este se distingue el tallo corto, desarrollado en forma de cono invertido. La base de cada hoja se convierte en una de las ‘escamas’ del bulbo de la cebolla, por lo que el tamaño final del bulbo va a depender en parte del número de hojas presentes al momento de la iniciación del bulbo y del tamaño de las mismas. (UPR, 2012)

La piel del bulbo de la cebolla está formada por las escamas protectoras (secas, como de papel) que resultan de las vainas de las hojas más viejas y externas en la planta de cebolla las cuales han perdido su carnosidad durante la formación y maduración del bulbo. Debajo de estas se encuentran las vainas de las hojas que forman las escamas transitorias, las cuales están parcialmente secas. La próxima camada de vainas de hojas, las llamadas ‘falsas escamas’, son vainas carnosas de hojas con lámina. Más hacia adentro se encuentran las vainas de hojas conocidas como ‘verdaderas escamas’, las cuales también son vainas carnosas y de almacenamiento, pero de hojas que no llegaron a desarrollar lámina. En la zona más cercana al centro del bulbo se encuentran los primordios de hojas en sus etapas tempranas de diferenciación. Estas últimas podrían brotar posteriormente durante el almacenamiento del bulbo.



*Ilustración 4 Bulbo de la cebolla.*

*(Dreamstime, 2020)*

### 5.1.7 Composición química

*Tabla 2 Composición química de la cebolla.*

Agua	86-90%
Proteína	0.5-1.6%
Lípidos	0.1-0.6%
Valor energético	6-11%
Vitamina A	40 U.I
Vitamina C	9-23 Miligramos
Fósforo	27-62 Miligramos
Calcio	27-62 Miligramos
Hierro	0.5-1 Miligramos
Potasio	120-180 Miligramos
Sodio	10 Miligramos

(UNER, 2010)

La Tabla 2 presenta la composición o propiedades de la cebolla, factor considerado de alto valor para usos farmacéuticos, culinarios e industriales.

### 5.2 Ciclo de la planta de cebolla



*Ilustración 5 Ciclo de la planta de la cebolla.*

(Dreamstime, 2020)

El proceso de la vida completa de una cebolla es bianual y se divide en dos fases, en cada año. En su primer año, desde otoño a verano, la semilla nace, se desarrolla la planta y se forma el bulbo o cebolla, si la dejamos en la tierra, la planta brota y continúa su crecimiento, pasando a la segunda fase del ciclo.

#### 5.2.1 Crecimiento herbáceo

Comienza con la germinación, formándose un tallo muy corto, donde se insertan las raíces y en el que se localiza un meristemo que da lugar a las hojas. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo radicular y foliar.

#### 5.2.2 Formación de bulbos

Se inicia con la paralización del sistema vegetativo aéreo y la movilización y acumulación de las sustancias de reserva en la base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo. Durante este periodo tiene lugar la hidrólisis de los prótidos; así como la síntesis de glucosa y fructosa que se acumulan en el bulbo. Se requiere fotoperiodos largos, y si la temperatura durante este proceso se eleva, esta fase se acorta. (CENTA, 2010)

#### 5.2.3 Reposo vegetativo

La planta detiene su desarrollo y el bulbo maduro se encuentra en latencia.

#### 5.2.4 Reproducción sexual

Se suele producir en el segundo año de cultivo. El meristemo apical del disco desarrolla, por las sustancias de reserva acumuladas, un tallo floral, localizándose en su parte terminal una inflorescencia en umbela. (CENTA, 2010)

### 5.3 Cultivo de cebolla en Guatemala

Los principales departamentos productores en Guatemala son Quiché con 33% de la producción, Jutiapa con el 18%, Huehuetenango 14%, Quetzaltenango 13%, Santa Rosa 5%, Sololá 5%, y los demás departamentos de la República suman el 12% restante, el 86.7% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 6 departamentos: Quiché 24.7%, Jutiapa 21.4%, Quetzaltenango 16.7%, Huehuetenango 10.2%, Sololá 7% y Santa Rosa 6.7%. (MAGA, 2016)

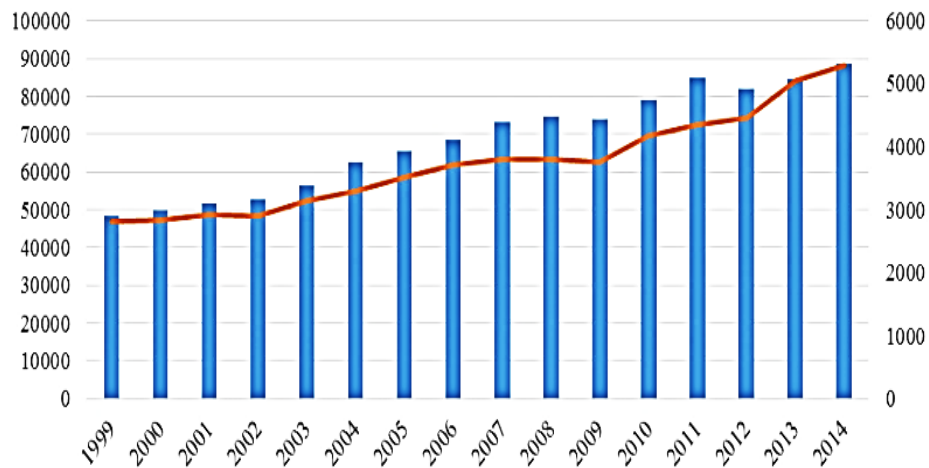


### 5.3.1 Cultivo de cebolla en el mundo

La producción mundial de cebolla es de aproximadamente 88 millones de toneladas. En el último dato registrado por FAO (2014), el área cosechada llega a 5 millones de hectáreas y el rendimiento promedio para el quinquenio 2010-2014 fue de 18 t/ha. De esta manera, la cebolla se posiciona entre las hortalizas con mayor superficie cosechada, sólo superada por la papa y el tomate.

En la Gráfica 1 se presentan la evolución de la producción mundial y el área cosechada de cebolla, desde 1999 hasta 2014. La oferta global del producto ha mantenido una tendencia positiva, hasta estabilizarse en aproximadamente 5 millones de toneladas anuales, con un incremento promedio anual de 2828 mil toneladas. Algo similar ocurre con el área destinada para el cultivo, con una tasa de incremento anual promedio de 156 mil hectáreas

La producción mundial de hortalizas es de 1100 millones de toneladas, de las cuales 300 millones toneladas corresponden a papa y 170 millones toneladas a tomate. La superficie cultivada total es de 61 millones de hectáreas, de las cuales 19 millones corresponden a papa y 5 millones a tomate. (FAO, 2014)



*Gráfica 1 Evolución mundial de la producción y del área cosechada 1999 al 2014.*

*(FAO, 2014)*

Los países de mayor consumo per cápita son Libia (34 kg/año), India y Albania (33 kg/año en ambos casos). (FAO, 2014)

Malasia se posiciona como primer importador, con un promedio de 500 mil toneladas anuales para el último quinquenio (2012-2016) período en el que India participó como proveedor con casi el 60% en este intercambio comercial (FAO, 2014)

En el caso de Estados Unidos, se caracteriza por ser productor, exportador y el segundo importador. La producción total se estima en 3 millones de toneladas anuales, en un área cosechada de 58 mil hectáreas, principalmente en los estados de California y Washington. Así mismo, la cebolla es la tercera hortaliza de mayor demanda interna, luego del tomate y la papa, con un consumo aparente de 3,2 millones de toneladas y un promedio per cápita anual de 9 kg. (FAO, 2014)

#### 5.4 Manejo agronómico del cultivo de cebolla

##### 5.4.1 Clima

El fotoperiodo se denomina a la duración relativa de los periodos de luz y oscuridad a lo largo del día. (Azcón - Veto y Talón 2008).

Para la formación de bulbos la cebolla está clasificada como planta de días largos (noche corta), debido a que la inducción a la formación de bulbo ocurre según aumente el largo del día, requiriendo de un fotoperiodo mayor que el valor crítico característico de la variedad (Filgueira 2013) por más que existen variedades seleccionadas para producir en días cortos. Esas variedades no son necesariamente de días cortos, simplemente exigen menos horas de luz para iniciar el proceso de bulbificación. Luego de satisfacer las necesidades de fotoperiodo de la variedad, habrá desarrollo normal de bulbos si la temperatura es favorable

El fotoperiodo es un factor limitante para la bulbificación de la cebolla, debido a que la planta solo formará bulbos si la longitud del día es igual o superior al mínimo fisiológicamente exigido.

Existe una gran variabilidad entre las variedades de cebolla en cuanto al mínimo de horas de luz para promover el estímulo de la bulbificación. Así Costa y Rezende (2007) los

clasifica en tres grupos: de días cortos (DC) que inician la bulbificación con por lo menos 11 a 12 horas de luz; de días intermedios (DI) que requieren días con 12 a 14 horas de luz y de días largos (DL) que exigen más de 14 horas de luz diaria.

#### 5.4.2 Temperatura

La temperatura mínima para la germinación y emergencia es de 5°C, la óptima de 20°C a 26°C y la máxima de 36°C. La temperatura óptima para la bulbificación se encuentra entre 25°C y 30°C. Se puede observar que la temperatura máxima mensual en el distrito de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú, en el periodo 2013 a 2017, a partir del mes de octubre es de 30°C, que puede promover la bulbificación precoz de las siembras o plantaciones realizadas en forma tardía. (Sérida, 2020)

Por más que la duración del día sea el principal factor inductor de la formación de bulbos sus efectos pueden ser modificados por la temperatura. Temperaturas superiores a 30°C en la fase inicial de desarrollo vegetativo de las plantas pueden promover la bulbificación precoz e indeseable. Sin embargo, bajo condiciones prolongadas de temperatura inferior a 12°C la planta puede florecer precozmente, lo cual es sumamente indeseable cuando se tiene como objetivo la producción de bulbos. Los mejores bulbos se forman con temperaturas entre 15,5°C y 21,1°C.

Satisfecha las necesidades de fotoperiodo, solamente habrá buena formación de bulbos si la temperatura es favorable a la variedad plantada. Temperaturas bajas predisponen a la planta de cebolla a la floración precoz, sin formación de bulbos, mientras que bajo condiciones de temperaturas elevadas el tamaño de bulbos se reduce y la maduración es más rápida (Costa y Resende 2007). (Sérida, 2020)

#### 5.4.3 Material vegetal

Existen fundamentalmente dos grupos varietales, ajos rosados y blancos, siendo estos últimos los más cultivados, la variedad más cultivada es la blanca, por su productividad y conservación, así como aroma y buen sabor. Su mayor consumo es en seco.

#### 5.4.4 Tempraneras o precoces

Son de ciclo corto, con duración de cuatro a seis meses desde la siembra hasta la cosecha. Son las variedades menos exigentes en fotoperiodo, desarrollando bulbos con 10

a 11 horas de luz. Las variedades de este grupo son susceptibles a la enfermedad mancha púrpura causada por el hongo *Alternaria porri*, la coloración externa de los bulbos es clara, tienen bajo contenido de materia seca, sabor muy suave y baja capacidad de conservación de bulbos.

#### 5.4.5 Medianeras o de época

Tienen ciclo de cinco a seis meses, con exigencia en fotoperiodo de 11 a 13 horas de luz. Las variedades de este grupo presentan mediana resistencia a la mancha púrpura causada por el hongo *Alternaria porri*, coloración de bulbos más acentuada, contenido medio de materia seca, sabor más pungente y mejor conservación de bulbos.

#### 5.4.6 Tardías

Con ciclo superior a seis meses y exigencia fotoperiódica superior a 13 horas. Presentan alta resistencia a la mancha púrpura causada por el hongo *Alternaria porri*. En almácigo pueden ser sembradas desde mediados de mayo hasta mediados de junio. (JICA, 2019)

La cebolla se desarrolla bien en suelos de textura media, preferentemente franco arenoso, con buen drenaje y rico en materia orgánica, que favorecen el buen desarrollo de las raíces y de los bulbos. Suelos muy arcillosos no son recomendados por dificultar la formación de bulbos e incluso pueden deformarlos. Los suelos arenosos presentan el inconveniente de la baja retención de humedad y de los fertilizantes aplicados. Suelos con mal drenaje dificultan el desarrollo de la planta y favorecen la aparición de enfermedades fúngicas. Es conveniente realizar la rotación de cultivos para evitar el ataque de hongos del suelo causantes de enfermedades. (JICA, 2019)

Tabla 3 Material vegetativo que se utilizó

Tipo	Blanca	Plantas por metro lineal	10 a 12
Precocidad	Precoz	Cosecha	Época lluviosa
Ciclo	90 a 1000 días	Transplante	Mayo a julio
Temporada de siembra	Epoca lluviosa	Siembra	Mayo
Forma	Redonda	Tolerancia a altas densidades	Excelente
Tamaño	Grande mediano		
Color extremo	Blanca		
Color interno	Blanca		
Calidad de piel	Muy buena		
Vigor	Muy alto		
Tolerancia a floración	Si, en su época		
Rendimiento	60 Tn/ ha		
Almacenamiento	Bueno		
Número recomendado de plantas por hectárea	0.6 millones		

. (BEJO, 2020)

#### 5.5 Extracción de muestras de suelo

La extracción de muestras de suelo se debe realizar por lo menos tres meses antes de la fecha prevista de trasplante o siembra, de tal forma que haya tiempo suficiente para la aplicación y además se tenga el efecto deseado del calcáreo y de la materia orgánica (estiércol) aplicada al suelo.

En la parcela destinada al cultivo se debe recorrer en zigzag y coleccionar de 10 a 20 sub muestras con una pala de punta o un extractor tipo barrena a una profundidad entre 0 a 20 cm. Los puntos de extracción de las sub muestras deben ser previamente limpiadas, con la retirada de la cobertura vegetal, pero sin remover el suelo. Las sub muestras deben ser mezcladas en un recipiente limpio y la muestra compuesta de 300 a 400 gramos cargadas en una bolsa limpia y enviada a un laboratorio especializado.

Antes de enviar las muestras de suelo al laboratorio es muy importante rotular la bolsa de plástico que contiene la muestra con los siguientes datos: nombre del propietario, fecha

de extracción, compañía, distrito, departamento, cultivo anterior, cultivo a implantar y número de teléfono del propietario.

#### 5.5.1 Preparación de suelo

La preparación de suelo para el lugar definitivo se debe realizar dos meses antes de la siembra o trasplante, mediante una arada de por lo menos 25 cm de profundidad para incorporar restos de cultivo o abonos verdes, materia orgánica (estiércol vacuno o gallinaza) bien descompuesta y cal agrícola, estos últimos conforme al resultado del análisis de suelo. (CATIE, 2010)

Una semana antes de la siembra o trasplante se debe efectuar nuevamente una arada de 10 a 15 cm de profundidad, seguida de una a dos pasadas de rastra liviana para nivelar y dejar bien mullido el suelo. Cuando la preparación del suelo no se realiza con la debida anticipación se forman terrones que dificultan la siembra directa y también ocasiona elevadas pérdidas de las mudas trasplantadas. Una buena preparación de suelo permite la obtención de bulbos bien formados.

#### 5.5.2 Rotación de cultivo

Es la sucesión ordenada de diferentes cultivos en un determinado periodo de tiempo, en la misma área. Las ventajas de la rotación de cultivos son varias; entre las más importantes se puede mencionar: control de plagas y enfermedades, reciclado de nutrientes, control de la erosión y aumento de la productividad. La rotación se puede realizar utilizando como cultivo antecesor de la cebolla al maíz, poroto, zapallo y calabaza.

En el sistema de rotación también se puede utilizar abonos verdes o plantas de cobertura, que mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Las especies de abono verde de verano que se pueden utilizar son: mucuna (*Stizolobium spp.*), girasol (*Helianthus annuus*), crotalaria (*Crotalaria spp.*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*), las cuales deben ser incorporadas con la primera arada por lo menos dos meses antes del trasplante, para facilitar su total descomposición. (CATIE, 2010)

#### 5.5.3 Riego en cultivo de cebolla

La cebolla pertenece a la familia Liliaceae, el cultivo de cebolla requiere climas templados y suelos básicos de consistencia media, sueltos y ricos en materia orgánica, la

cebolla es muy sensible al exceso de humedad, ya que los cambios bruscos pueden ocasionar el agrietamiento de los bulbos. Los máximos rendimientos en cultivos de cebolla se obtienen en aquellos suelos con PH comprendidos entre 6 y 6,5.

La cebolla no tolera bien el exceso de humedad, por lo que se recomienda la aplicación del riego mediante sistemas de riego por aspersión, porque mediante este sistema de riego, la velocidad de aplicación de agua es generalmente menor, evitándose así encharcamientos. El riego por aspersión en cebolla, asemeja las condiciones de aplicación a la misma lluvia natural. Un sistema de riego por aspersión en cebolla presenta múltiples ventajas como: la limpieza mediante el riego de la superficie de las hojas mejorando la eficiencia de las plantas de cebolla, el riego por aspersión en cebolla permite tanto luchar contra las heladas como reducir la temperatura de las plantas de cebolla, luchar contra las plagas simplemente con la aplicación del riego, e incluso añadiendo al agua para el riego mediante aspersión los fitosanitarios que precise el cultivo. (RAESA, 2019)

La cebolla, por estar constituida por más del 90% de agua y presentar raíces muy superficiales requiere de riegos frecuentes y ligeros. Se puede utilizar el riego por aspersión o por goteo en cintas. Se recomienda suspender el riego dos a tres semanas antes de la cosecha para promover la madurez y el buen secado de los bulbos

El riego es poco utilizado por los productores de la agricultura familiar; sin embargo, en otros países como Brasil, se reportaron que con una irrigación adecuada durante todo el ciclo del cultivo se puede obtener aumentos superiores al 100% en la productividad, cuando comparada a cultivos sin riego. En la región occidental del país existen productores de cebolla que utilizan el riego por goteo y aspersión con muy buenos resultados.

El sistema de riego por aspersión presenta múltiples ventajas frente al resto de sistemas de riego como la durabilidad y fiabilidad, facilidad de mantenimiento, independencia de mano de obra especializada, facilidad de almacenaje, coste/ha del riego por aspersión, valor de venta residual, etc frente al resto de sistemas de riego.



*Ilustración 7 Sistema de Riego Micro Aspersión implementado en la evaluación (SAGARPA, 2015)*

#### 5.5.4 Demanda hídrica del cultivo de cebolla

Como la mayoría de las hortalizas, es sensible al déficit hídrico durante todo su ciclo vegetativo, aunque la fase más crítica es la del crecimiento del bulbo. El consumo total de agua en cebolla es de entre 3,500 y 4,500 metros cúbicos por hectárea. (SAGARPA, 2015)

### 5.6 Siembra

#### 5.6.1 Preparación de almácigo

La preparación se debe iniciar un mes antes de la siembra con la limpieza de la parcela y posterior incorporación de 2 a 4 kg por metro cuadrado de estiércol vacuno bien descompuesto, a una profundidad de por lo menos 20 cm. Una semana antes de la siembra se deben preparar los almácigos que deben tener 1 m a 1,20 m de ancho, 10 a 15 cm de altura y longitud variable en función a la cantidad de mudas a ser producidas, estas dimensiones facilitan un buen manejo del riego, control de malezas y de los tratamientos fitosanitarios. Entre almácigos se debe dejar un espacio entre 40 a 50 cm para facilitar las labores culturales, aplicación de productos fitosanitarios y arranque de mudas.

En suelos pobres se puede aplicar en el almácigo fertilizantes químicos completos de la fórmula 12 - 12 - 17 - 2 (N-P-K-Mg) o 15 -15- 15 (N-P-K) a razón de 100 gramos por

metro cuadrado, por lo menos 15 días antes de la siembra. El contacto de los fertilizantes con la semilla puede ocasionar pérdidas en la germinación.

#### 5.6.2 Siembra y manejo de cebolla

En el momento de adquirir las semillas se debe verificar si corresponde a la variedad solicitada y cumpla con la legislación nacional en cuanto a pureza y porcentaje de germinación. (JICA, 2019)

La siembra se puede realizar abriendo surcos transversales de 1,5 a 2 cm de profundidad donde se distribuyen las semillas a razón de 3 a 4 gramos por metro cuadrado, dejando una separación de 10 a 12 cm entre líneas para facilitar la limpieza y fertilización la cantidad de semilla que se distribuye por metro cuadrado en el almácigo es muy importante, porque influye en la cantidad y calidad de mudas a ser obtenidas. Cuando se realiza una siembra densa se obtendrán mudas débiles, cloróticas y susceptibles a enfermedades, mientras que si se utiliza una baja densidad se necesitará de una mayor superficie de almácigo. (JICA, 2019)

Considerando que 1 gramo contiene alrededor de 300 semillas, para sembrar 1 kg se requiere 300 a 400 m<sup>2</sup> de almácigo y para una hectárea entre 3 y 3,5 kg de semilla con poder (JICA, 2019)

Germinativo superior al 80%, con lo cual se puede realizar una buena selección de mudas para el trasplante. La siembra también se puede realizar al voleo; sin embargo, cuando se realiza en surcos permite una emergencia más uniforme y además facilita el control de malezas y la fertilización de cobertura.



*Ilustración 8 Siembra en surcos para la producción de cebolla.*

*(ICA, 2016)*

La fecha de trasplante de cada variedad es un factor muy importante que el productor debe considerar, debido a que tiene una gran influencia sobre el rendimiento. El trasplante en la época adecuada permite al cultivo completar sus requerimientos de fotoperiodo y temperatura. Al atrasar la fecha del trasplante respecto al momento óptimo de una determinada variedad, se acorta el ciclo y disminuye el rendimiento y calidad de bulbos. Por otro lado, tampoco se puede adelantar demasiado la fecha de trasplante, debido a que promueve la floración prematura y las plantas que florecen ya no forman bulbos con valor comercial. (JICA, 2019)

Las cebollas deben ser trasplantadas cuando presentan cuatro a seis hojas, 15 a 20 cm de altura y diámetro de 0,5 a 0,8 cm a la altura del cuello, lo cual se obtiene entre 45 y 60 días después de la siembra. El corte de hojas y raíces antes del trasplante es una operación que no se aconseja, debido a que retrasa el crecimiento de la planta y por tanto afecta negativamente el rendimiento.

Antes de arrancar las mudas para el trasplante, se debe regar abundantemente el almácigo, para facilitar la operación y evitar daños al sistema radicular. Luego de arrancar las mudas, se debe proceder a la clasificación de acuerdo al tamaño e inmediatamente realizar el trasplante para evitar el desecamiento de las hojas por la pérdida de humedad. (JICA, 2019)

### 5.6.3 Topología en cultivo de cebolla

El espaciamiento que se utilice depende del manejo agronómico que se dará al cultivo, principalmente en cuanto al control de malezas y al riego. Para las mudas trasplantadas en un sistema de producción tradicional, sin riego y con control manual de malezas se recomienda espaciamientos de 30 a 50 cm entre hileras y 8 a 10 cm entre plantas, con lo cual se pueden obtener bulbos con tamaños de buena aceptación por los consumidores. Con los espaciamientos mencionados se necesitan entre 250.000 y 416.000 mudas por hectárea. (JICA, 2019)

La distancia de 8 a 10 cm entre plantas permite la cosecha de bulbos de tamaño medio y elevado rendimiento por área. Mayores distancias entre plantas e hileras reducen el número de plantas por hectárea, con la formación de bulbos de mayor tamaño que tienen menor aceptación en el mercado.

En mudas trasplantadas y manejadas con riego y control de malezas con herbicidas se puede utilizar espaciamientos de 15 a 20 cm entre hileras y 8 a 10 cm entre plantas, obteniéndose de esa forma poblaciones entre 500.000 a 833.000 plantas por hectárea, con gran beneficio en el rendimiento. (JICA, 2019)

### 5.7 Nutrición y fertilización

Las curvas de absorción de nutrientes y de la acumulación de materia seca en función a la edad de la planta permiten conocer los periodos de mayor exigencia de nutrientes y producción de materia seca, con lo cual se puede determinar las épocas más adecuadas de aplicación de fertilizantes. La cebolla presenta un crecimiento inicial lento hasta próximo a la mitad del ciclo del cultivo; a partir de ese momento comienza la bulbificación y translocación de fotoasimilados al bulbo, con una rápida acumulación de materia seca

Vidigal *et al.* (2010) Al estudiar la absorción de nutrientes por el cultivo de cebolla en el sistema de siembra directa en lugar definitivo y con trasplante de mudas, verificaron que independientemente al sistema de cultivo, el crecimiento inicial fue lento, intensificándose la absorción a partir de los 56 a 74 días después de la siembra, para el cultivo en el sistema de siembra directa y con trasplante de mudas, respectivamente. Los mismos autores mencionan que los nutrientes absorbidos por la cebolla siguen el siguiente orden:

K>N>Ca>S>P>Mg y Fe>Mn>Cu>Zn. Por su parte Figuera (2013), menciona que el fósforo a pesar de no ser el nutriente de mayor extracción por el cultivo de la cebolla, es el que ofrece mayor respuesta en la productividad y aumento del peso de bulbos.

La fertilización se debe realizar en función al resultado del análisis de suelo, los requerimientos del cultivo, la evolución de la materia seca producida por el cultivo que está en función a la edad de la planta y la curva de absorción de nutrientes por el cultivo. En general los nutrientes poco móviles como el fósforo se recomiendan aplicar en el momento del trasplante y los móviles, como el nitrógeno, ser aplicados en parte en el momento del trasplante y luego en cobertura. Los fertilizantes deben ser aplicados en surcos de 5 a 10 cm de profundidad y a una distancia de 10 cm de las plantas. (JICA, 2019)

La fertilización, junto con el manejo del riego, son dos de los principales factores que ejercen una mayor influencia en la productividad del cultivo de cebolla. El aporte de éstos debe basarse en los requerimientos del cultivo de acuerdo a sus etapas de desarrollo, así como del diagnóstico de la fertilidad del suelo y análisis de agua de riego. Otros factores también importantes son la fecha de siembra, elección de la variedad, preparación del terreno, etc. En la producción de cebolla en México, estos factores (en especial los primeros) no se consideran para una adecuada fertilización, por lo que es común aplicar cantidades excesivas de fertilizante, o bien cantidades menores de las requeridas por el cultivo, lo que trae como consecuencia grandes mermas en el rendimiento. (ICA, 2016)

Factores que se deben considerar para la fertilización en cebollas: la cebolla es una hortaliza de raíz poco profunda (20 – 25 cm) y necesita de un suelo friable (mullido) que retenga suficiente humedad. Los suelos con demasiada arcilla suelen afectar el desarrollo de raíces y resulta ser muy difícil la cosecha. Mientras que la producción de cebolla en suelos arenosos es posible siempre y cuando se consideren riegos más frecuentes.

Manejo de la fertilización para la cebolla y demás cultivos es indispensable contar con un análisis de suelo y agua confiable, pues son las herramientas que ayudan a definir la dosis de fertilización que se debe aplicar al cultivo. Además, es necesario conocer cuáles son los requerimientos de nutrientes del cultivo. De esta manera se puede evaluar el aporte de nutrientes del suelo y agua y la eficiencia del cultivo para aprovechar los fertilizantes

aplicados. Por otro lado, el análisis de agua también nos brinda información acerca del contenido de carbonatos y elementos tóxicos que pueden afectar la nutrición del cultivo. (ICA, 2016)

En caso de no conseguir los fertilizantes mencionados anteriormente y por cuestiones prácticas, se puede sustituir con fertilizantes compuestos de la formulación 12-12-17-2 (N-P-K-Mg) o 15-15-15 (N-P-K), utilizando una dosis de 400 a 600 kg ha<sup>-1</sup>, donde el 50% de la dosis se puede aplicar 15 DAT (Días Antes del Trasplante) o 15 DDT (Días Después del Trasplante) y 30 días después de la primera aplicación, la dosis restante.

Con relación a los micronutrientes, se recomienda aplicar zinc a una dosis de 3 a 4 kg ha<sup>-1</sup>, boro de 1,5 a 2,5 kg ha<sup>-1</sup> en el suelo, en el momento de la siembra o trasplante. En el caso de que las deficiencias de micronutrientes aparezcan en la fase de desarrollo del cultivo se puede aplicar vía foliar sulfato de zinc al 0,5% (5 g en 1 litro de agua), ácido bórico al 0,25% (2,5 g en 1 litro de agua) y sulfato de manganeso al 1% (10 g en 1 litro de agua), haciendo 3 a 4 aplicaciones cada 15 días. (MAGA, 2016)

Cada 1.000 kg de cebolla (sobre materia seca) contienen 1,70 kg de fósforo, 1,56 kg de potasio y 3,36 kg de calcio. A continuación, se describen los requerimientos de los principales elementos (Asgrow Seed Company, US. 1995).

**Nitrógeno:** La absorción de nitrógeno no debe sobrepasar los 25 kg por hectárea, esto influye en el tamaño del bulbo. Por regla general, se recomienda su aplicación días antes del engrosamiento del bulbo y después del trasplante (si fuese necesario). El abono nitrogenado mineral favorece la conservación, ocurriendo lo contrario con el nitrógeno orgánico. El exceso de nitrógeno da lugar a bulbos más acuosos y con mala conservación.

**Fósforo:** El requerimiento de fósforo es relativamente limitado y se considera suficiente la aplicación en el abonado de fondo. Se deberá tener en cuenta que el fósforo está relacionado con la calidad de los bulbos, resistencia al transporte y mejor conservación.

**Potasio:** La cebolla necesita cantidades considerables de potasio, debido a que favorece su desarrollo y la riqueza en azúcar del bulbo, afectando también a la conservación.

## 5.8 Manejo integral de plagas y enfermedades

### 5.8.1 Hongos



*Ilustración 9 Alternaria Porri*

(BEJO, 2020)

Esta enfermedad se encuentra en todas las regiones en donde se cultivan cebollas, pero es especialmente activa en condiciones de calor y humedad.

#### Síntomas

En las hojas pueden observarse unas pequeñas lesiones acuosas con el centro blanco. A medida que aumentan de tamaño las manchas, se forman unos anillos mayores de color marrón-granate que contienen esporas. Los bordes de las manchas son de color púrpura rojizo y se encuentran rodeados por una zona amarillenta. Si las manchas se funden entre sí, pueden atacar toda la hoja, provocando que se marchiten y mueran. Las hojas más viejas son también las más vulnerables a esta enfermedad. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

El hongo puede permanecer en los restos y rastrojos de cultivos anteriores, a partir de los cuales puede volver a infectar la planta. Las esporas se forman durante las noches húmedas y cuando las hojas se mantienen mojadas durante más de 12 horas. Cuando se secan las hojas o sus residuos, las esporas son diseminadas a otras hojas a través del aire. Los primeros síntomas se hacen visibles entre 1 y 4 días después de la infección. La temperatura óptima para esta enfermedad es de 25° C. Los bulbos son también vulnerables al ataque. (BEJO, 2020)

## Prevención y tratamiento

Realizar una frecuente rotación de cultivos. Asegurarse de que las hojas no retienen humedad durante períodos prolongados, disponiendo un buen drenaje y plantando con densidades adecuadas que permitan la aireación. Evitar un exceso de riego. Para combatir esta enfermedad pueden utilizarse fungicidas. Es necesario tener en cuenta las condiciones climatológicas y el tiempo estimado en que las hojas permanecerán húmedas.

(BEJO, 2020)



*Ilustración 10 Aspergillus niger*

(BEJO, 2020)

Al igual que ocurre con el *Penicilium*, el *Aspergillus* es sobre todo un problema que se manifiesta durante el almacenamiento y el transporte.

## Síntomas

Puede presentarse un desarrollo fúngico, de color negro debajo de la piel seca, aunque a menudo no se observa nada exteriormente. En cada una de las capas de la cebolla pueden existir esporas. Las capas afectadas en primer lugar presentan un aspecto acuoso y, transcurrido un tiempo, se desarrolla el hongo dando lugar a una rápida proliferación de esporas negras. Los bulbos acaban marchitándose. (BEJO, 2020)

## Desarrollo e infección

El *Aspergillus* es un hongo común que se encuentra fundamentalmente en regiones cálidas y secas, hallándose asimismo en una gran cantidad de residuos vegetales y animales. Puede sobrevivir en plantas y animales muertos o heridos, en las frutas y otros productos agrícolas. La infección ocurre, sobre todo, en campo. Para que pueda presentarse la infección, las hojas deben permanecer húmedas durante un mínimo de 6 horas. En campo no se suele observar ningún síntoma en las plantas; como máximo, se podrá ver una ligera decoloración oscura en el cuello. El hongo entra en el bulbo a través del cuello y ataca las capas de la cebolla. Cualquier daño producido en la túnica exterior o en las raíces actúa también como punto de entrada del hongo. Los problemas surgen básicamente cuando la temperatura supera los 28° C. El *Aspergillus* va frecuentemente seguido de una infección secundaria que se convierte en podredumbre húmeda. Si esta no se da, el bulbo se seca y se marchita rápidamente. (BEJO, 2020)

## Prevención y tratamiento

Impedir que las hojas enfermen o sufran lesiones, ya que pueden actuar como puntos de entrada. Evitar daños en los bulbos en el momento de la recolección, durante el almacenamiento y el transporte. Mantener una baja humedad y temperatura (< 15° C) durante el almacenamiento y el transporte. (BEJO, 2020)

### 5.8.2 *Botrytis aclada* (syn. *Botrytis allii*)

Los diferentes tipos de *Botrytis* son una fuente importante de patógenos en las cebollas, y este hongo se encuentra en todos los lugares donde estas se cultivan. Puede provocar también la podredumbre del cuello.

## Síntomas

La podredumbre de la hoja puede identificarse por unas pequeñas manchas blancas con un halo de color de verde claro. En sus fases iniciales, las manchas pueden distinguirse de las provocadas por los insectos, granizo o daños mecánicos. Una vez infectada con *Botrytis*, la hoja se rompe en ángulo recto a la lesión cuando se presiona. En el transcurso del tiempo, las lesiones aumentan de tamaño, se fusionan entre sí y pueden provocar la muerte de la hoja. (BEJO, 2020)

### Desarrollo e infección

Esta enfermedad ocurre sobre todo hacia el final del cultivo y es especialmente frecuente en las hojas más viejas. Son especialmente favorables para esta enfermedad ciertas condiciones de frío y humedad. Los cultivos con follaje denso son particularmente vulnerables, ya que permanecen húmedos durante más tiempo. El hongo puede sobrevivir al invierno en el suelo, en restos vegetales y en forma de esclerocios. Los montones de estiércol y restos de cultivos anteriores son también una fuente de infección. (BEJO, 2020)

### Prevención y tratamiento

Es necesario emplear un programa racional de tratamientos con fines preventivos. La retirada o enterramiento de los residuos reducen la probabilidad de extensión de las esporas. Realizar rotación de cultivos. (BEJO, 2020)



*Ilustración 11 El Colletotrichum*

(BEJO, 2020)

### Desarrollo e infección

La enfermedad se presenta básicamente hacia el final del cultivo, y continúa desarrollándose durante el almacenaje. El hongo puede permanecer en el terreno durante años, en restos vegetales. En tiempo cálido y húmedo, las esporas se liberan y pueden

infectar la capa exterior de la cebolla. Después de la infección, se forman con bastante rapidez nuevos cuerpos en desarrollo, que producen más esporas.

#### Prevención y tratamiento

Después de la recolección, las cebollas deben ser secadas rápidamente con aire inducido hasta que la capa exterior esté perfectamente seca. Asegurarse de que el terreno tiene un buen drenaje y de que la cosecha está libre de enfermedades. Emplear rotación de los cultivos y estudiar la posibilidad de cultivar cebollas amarillas o rojas en lugar de cebollas blancas en las regiones más problemáticas. (BEJO, 2020)

#### 5.8.3 *Fusarium oxysporum f.sp. cepae*

La *Fusariosis* de la raíz supone un problema considerable, especialmente en las zonas subtropicales. No obstante, puede surgir en las regiones de clima más suave durante los veranos cálidos.

#### Síntomas

Los primeros síntomas son la aparición de hojas amarillentas y retorcidas. A continuación, las hojas mueren empezando por la punta. Durante las primeras etapas de la infección, toda la planta puede marchitarse. Las raíces que han sufrido la infección adquieren un color marrón oscuro y se pudren. A medida que se desarrolla la infección, se hace visible un desarrollo fúngico blanco en la base del bulbo que, en contraste con la podredumbre blanca de la cebolla, no contiene esclerocios. Si se corta longitudinalmente un bulbo infectado, se observará que el fondo del bulbo y la parte inferior de las diversas capas aparecen acuosos y de color gris claro. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

La podredumbre basal es un hongo procedente del suelo que puede sobrevivir durante algunos años por medio de clamidosporas. La temperatura óptima del terreno para esta enfermedad es de unos 25° C. Cuando la temperatura es inferior a los 15° C, se observarán muy pocos síntomas. La planta puede quedar infectada en cualquier etapa. Los daños a las raíces o en la base del bulbo causado, por ejemplo, por larvas de la mosca de la cebolla, aumentan la probabilidad de infección. La enfermedad puede ser trasladada a otras parcelas

bien por la maquinaria o incluso, por plántulas de cebolla. Pudiendo también ocasionarse durante el almacenaje, en donde la podredumbre basal continúa desarrollándose y se extiende a todo el material guardado.

#### Prevención y tratamiento

En campos infectados deben cultivarse variedades altamente resistentes a la podredumbre basal. Un ciclo de rotación de cultivos de cuatro o más años puede tener notablemente la posibilidad de infección. El material infectado no debe almacenarse durante largo tiempo. No obstante, en caso de que esto sea necesario, la temperatura debe mantenerse por debajo de los 4° C. (BEJO, 2020)

#### 5.8.4 *Penicillium spp.*

##### Síntomas

En las cebollas aparecen unos puntos acuosos de color amarillo claro, que rápidamente aumentan de tamaño manifestando un desarrollo fúngico verde azulado. Si se abre por la mitad la cebolla, se puede ver que las distintas capas tienen un aspecto acuoso y color marrón grisáceo. Después de algún tiempo, los bulbos se ponen blandos y puede desarrollarse la podredumbre húmeda. Los bulbos infectados desprenden mal olor.

(BEJO, 2020)

##### Desarrollo e infección

El Moho Azul es un hongo común que tiene un amplio abanico de plantas huéspedes. El hongo puede encontrarse igualmente en alimentos tales como el pan. El hongo crece mejor en condiciones de calor y humedad. La infección se introduce por lo general a través de heridas. En condiciones húmedas, el hongo puede atacar igualmente el bulbo.

##### Prevención y tratamiento

Evitar daños durante la recolección, asegurarse de que las cebollas se secan perfectamente después de la recolección. Almacenar las cebollas a una temperatura inferior a 5° C en condiciones de escasa humedad.

### 5.8.5 *Peronospora destructor*

#### Síntomas

Los primeros síntomas que aparecen son manchas ovaladas, de color verde claro, que más tarde se cubren con esporas de color gris violáceo. Las hojas que han quedado afectadas pueden desarrollar igualmente otros hongos tales como la Mancha Púrpura, que hace que las hojas adquieran un color negro.

#### Desarrollo e infección

La enfermedad surge en condiciones de tiempo húmedo, siendo la temperatura óptima para su desarrollo entre los 15 y los 20° C. Una infección precoz puede provocar daños considerables. Si las condiciones para la infección siguen siendo favorables durante un período prolongado, la enfermedad puede extenderse hasta infectar grandes superficies del campo. Al final, las plantas que han quedado infectadas mueren prematuramente, lo que se traduce en una merma de las cosechas. Los bulbos infectados pueden provocar pérdidas en el almacenamiento. Los hongos pueden permanecer en tierra o bien sobrevivir en restos vegetales, estiércol y en los almacenes de cebolla. Además, las cebollas que han sido guardadas durante el invierno pueden ser, a menudo, fuentes de infección. Las esporas de los hongos las diseminan las gotas de lluvia y el viento, y germinarán e infectarán las hojas en condiciones de lluvia, rocío y humedad elevada ( $HR > 95\%$ ). Una vez que el hongo está presente en la planta, crece sistémicamente y puede continuar produciendo esporas.

(BEJO, 2020)

#### Prevención y tratamiento

No plantar las plántulas infectadas del primer año. Asegurarse de que los restos del cultivo son bien enterrados en el suelo y cubrir los montones de estiércol. No regar excesivamente. Efectuar rotación de cultivos cada tres o cuatro años, y más, si es posible. Aplicar tratamientos preventivos y químicos si el tiempo lo permite.

### 5.8.6 *Phytophthora porri*

#### Síntomas

Este hongo provoca la formación en la hoja de pequeños puntos de color claro. Los puntos aumentan rápidamente de tamaño cuando hay humedad y frío (< 15° C). Las lesiones se encuentran básicamente en la mitad superior de la hoja, a menudo rodeadas por lo que es a veces una zona húmeda de tamaño considerable y color verde. Después de algún tiempo, las zonas afectadas y las puntas de las hojas se marchitan. El color blanco en las puntas de las hojas es una característica típica de una infección por *Phytophthora*. Este hongo puede provocar podredumbre cuando la cosecha se encuentra almacenada. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

Las esporas de este hongo se encuentran en el terreno y se ponen en contacto con la planta cuando el agua salpica del suelo en momentos de fuertes aguaceros. Una vez que están presentes en las hojas, las esporas necesitan agua para su desarrollo. El agua estancada puede fomentar notablemente el desarrollo de las esporas. Los puntos blancos se hacen visibles alrededor de 14 horas después de la contaminación. Esta enfermedad se encuentra vinculada a una deficiente estructura del suelo (suelo apelmazado y drenaje deficiente). El puerro es también un huésped frecuente de este hongo.

#### Prevención y tratamiento

Evitar las salpicaduras del riego en terrenos en que hay probabilidad de infección por *Phytophthora*. Utilizar una amplia rotación de cultivos a fin de reducir el potencial de provocar infecciones del terreno.

### 5.8.7 *Puccinia allii*

#### Síntomas

Comienzan como la aparición de agrupamientos de esporas (pústulas) de color marrón óxido, que se distribuyen por la parte superior e inferior de las hojas; el tejido foliar que rodea las pústulas se vuelve de color amarillo claro. En una fase posterior de la enfermedad, pueden formarse esporas de color marrón oscuro (meiosporas). Los daños ocasionados en

cebollas están principalmente relacionados con la mala apariencia, mientras que en ajos o en cebollinos podría dar lugar a mermas importantes, tanto en calidad como en cantidad. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

La roya puede sobrevivir al invierno en plantas (restos de plantas) de puerro y ajo para infectar al nuevo cultivo primavera. Las esporas se encuentran en las pústulas, desde donde son esparcidas por el viento, pudiendo ocasionar nuevas infecciones. Una humedad relativa elevada, temperaturas moderadas (10-21 °C), una alta densidad de plantación, concentraciones altas de nitrógeno y bajas de potasio, son condiciones que favorecen esta infección fúngica. Los cultivos en últimas fases de crecimiento son más susceptibles. (BEJO, 2020)

#### Prevención y tratamiento

Es importante mantener una buena higiene de los equipos (maquinaria y aperos), como también lo es desechar las plantas infectadas. Un follaje sano y fuerte reduce el riesgo de infección. Las heladas inhiben el desarrollo de la roya, pero no matan el hongo. (BEJO, 2020)

### 5.9 Bacterias

#### 5.9.1 *Erwinia carotovora subsp. Carotovora*

La podredumbre blanda bacteriana ocurre en muchos tipos de cultivos. Puede reducir considerablemente el rendimiento de cosechas de cebolla tanto en el campo como en el almacén. (BEJO, 2020)

#### Síntomas

La *Erwinia* puede infectar las plantas en el campo. Las hojas se marchitan y finalmente se secan. Si se realiza un corte longitudinal de una planta infectada, se observará que la parte media del nuevo bulbo aparece completamente suelta y muy pegajosa. Las túnicas se vuelven blandas y con aspecto acuoso. Más tarde, se formará una sustancia gelatinosa de color entre amarillo claro y marrón claro. Los bulbos afectados son blandos y acuosos, cuando se aprietan sale de ellos un fluido o pulpa pegajosa. (BEJO, 2020)

## Desarrollo e infección

Las bacterias que causan estos problemas en el cultivo de cebollas sólo se encuentran en el suelo, el agua de riego y en restos de cultivos anteriores. La infección empieza casi siempre a través de heridas provocadas por: - Daños por insectos. - Granizo, la lluvia abundante y el fuerte viento. Por otra parte, si llueve suavemente durante un período prolongado, las hojas pueden quedar empapadas, porque se mantienen unidas o porque las axilas de las hojas se llenan con agua y empiezan a pudrirse. Las zonas que han sido afectadas por otras infecciones fúngicas, tales como la podredumbre de la hoja y el mildium. Los daños provocados mientras se trata el cultivo o se procede a su recolección. Las heridas que, por ejemplo, puedan deberse a las roturas de las hojas demasiado prontas o demasiado cortas pueden proporcionar igualmente un punto de entrada. Las bacterias penetran sobre todo en el bulbo a través de heridas en el cuello, pero no siempre ocurre así. Cuanto más elevada es la temperatura, más rápidamente avanza la infección. Las bacterias quedan inactivas a temperaturas inferiores a los 3° C. (BEJO, 2020)

## Prevención y tratamiento

Asegurarse de que el terreno tiene una buena estructura, un buen drenaje, y no está compactado. Controlar los insectos y otros patógenos. Evitar un crecimiento excesivo del follaje. No aplicar demasiado nitrógeno ya que un cultivo con excesivo vigor es frágil y especialmente vulnerable a los daños producidos por el granizo, la lluvia y el viento. No regar excesivamente después de que se haya desarrollado el bulbo. Considerar la posibilidad de aplastar mecánicamente las plantas si han sufrido daños producidos por un granizo tardío, a fin de asegurarse de que no queda agua en las hojas. El cultivo debe estar completamente seco para su recolección y debe impedirse en lo posible que sufra daños. Las cebollas deben almacenarse en las condiciones de mayor refrigeración y sequedad posible. (BEJO, 2020)

### 5.9.2 *Pantoea ananatis*

Además de una forma de podredumbre del bulbo, esta bacteria puede también producir síntomas en las hojas de la planta de cebolla. Se produce principalmente en regiones cálidas y puede dar lugar a mermas importantes en el rendimiento.

## Síntomas

Las plantas sucumben a la infección una vez en campo. Los síntomas iniciales se hacen visibles en las hojas interiores más jóvenes. Son pequeñas lesiones acuosas que rápidamente se extienden por toda la hoja. En la hoja aparecen parches y rayas de color blanco. La infección pasa luego al bulbo, donde las capas infectadas se vuelven blandas y acuosas. El color de las capas infectadas puede ir del amarillo claro al marrón. Si se extrae de raíz el bulbo, la hoja se desprende fácilmente de este, rezumando un fluido espeso (de la hoja y el cuello del bulbo). A menudo se produce una infección secundaria por *Erwinia*. (BEJO, 2020)

## Desarrollo e infección

La bacteria sobrevive en restos de cultivos y en varias malas hierbas, pudiendo ser también transmitida por trips. No obstante, poco se sabe con respecto a qué plantas actúan como hospedantes. La infección se produce de la misma manera que con *Erwinia*.

## Prevención y tratamiento

Asegurar un buen control de las poblaciones de trips y mosca de la cebolla. Mantener las parcelas libres de malas hierbas ayuda también a reducir las poblaciones bacterianas. En la rotación de cultivos, tratar de restringir al mínimo el uso de plantas hospedantes de la bacteria. (BEJO, 2020)

### 5.9.3 *Pseudomonas cepacian*

#### Síntomas

Son particularmente susceptibles a esta enfermedad las hojas jóvenes. A menudo sufren el ataque en su mismo núcleo y adquieren un color marrón claro. Más adelante se desarrolla una podredumbre húmeda y blanda. La primera característica después de la recolección es el reblandecimiento del cuello. La capa exterior del interior del bulbo se hace acuosa y adquiere un color amarillo claro, produciendo más tarde una pulpa de color marrón amarillento. Los bulbos infectados con *Pseudomonas cepacian* expelen un olor típicamente ácido y fuerte. (BEJO, 2020)

## Desarrollo e infección

Las bacterias pasan desde las hojas y las axilas de las mismas hasta el cuello del bulbo a medida que éstas se van formando, en donde permanecen latentes. Los primeros síntomas aparecen mientras los bulbos se están desarrollando en el campo. Si el cuello no ha sido secado a fondo durante la recolección, o después de ella, entonces la enfermedad pasa al bulbo, a través del cuello, e infecta la capa más exterior. Las bacterias pueden entonces dispersarse con gran rapidez a través de todo el bulbo, especialmente en caso de temperatura elevada. (BEJO, 2020)

### 5.9.4 *Pseudomonas gladioli* pv. *Alliicola*

#### Síntomas

Al comienzo, existen muy pocos síntomas externos visibles en los bulbos, siendo la única característica la de un cuello algo más blando de lo normal. Las capas centrales (a menudo una o dos) son blandas y presentan un aspecto como si hubiesen sido cocidas. Estas capas adquieren más tarde un color marrón. Los bulbos afectados llegan a secarse y se marchitan. Las bacterias pueden afectar igualmente a las plantas jóvenes en el campo. Las hojas se marchitan y pueden llegar a morir. Los síntomas que se observan en el campo son difíciles de distinguir de los de Erwinia. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

La infección sigue el mismo proceso que el que ocurre con Erwinia. Las bacterias avanzan desde las axilas de hojas infectadas, pasando a través del cuello y llegando a las capas del bulbo. A continuación, las bacterias se abren camino a través de las capas infectadas hasta llegar a la base del bulbo. A partir de la placa base, pueden quedar infectadas otras capas. En ocasiones, si se aprieta fuertemente un bulbo infectado, todo el núcleo sale al exterior. A este fenómeno se le denomina bacteriosis de las capas deslizantes. Los bulbos infectados pueden quedar totalmente podridos en el plazo de diez días a temperatura ambiente. (BEJO, 2020)

## Prevención y tratamiento

Véase Erwinia, A todas las enfermedades bacterianas pueden aplicarse las mismas medidas.

### 5.9.5 *Onion Yellow Dwarf Virus*

#### Síntomas

El virus del enanismo amarillo de la hoja puede encontrarse en todo el mundo. Las primeras indicaciones de la enfermedad se manifestarán en las hojas más jóvenes. Las hojas adquieren un color gris claro y se forman tiras amarillas alrededor de las venas. El follaje se dobla un poco, se ondula y cuelga curvado o plano. Las plántulas infectadas presentan síntomas más fáciles de observar, ya que permanecen de tamaño pequeño, y el follaje aparece curvado, amarillento, con tiras y pliegues. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

El virus lo pueden transmitir las personas (a través de ropa o calzado) o la maquinaria agrícola. También puede ser extendido por insectos tales como el pulgón del melocotonero y de la patata y otros áfidos. Si un áfido llega a una planta infectada, puede transferir el virus directamente a través de su estilete a las plantas sanas (transferencia no persistente). El virus no puede transmitirse a través del polen ni las semillas. El virus del Enanismo Amarillo de la Hoja está relacionado con el virus de la Roya amarilla del puerro; no obstante, este virus tiene dificultad para infectar plantas de puerro. Al igual que las cebollas, las chalotas, el ajo y los narcisos actúan igualmente como buenas plantas huéspedes. (BEJO, 2020)

## Prevención y tratamiento

El control de los áfidos tiene muy poco efecto, ya que el virus ha podido ya transmitirse a la planta antes de que muera el áfido. Evitar la siembra de cebollas en parcelas situadas cerca de otras plantas huéspedes.

### 5.9.6 *IYSV – Tospovirus*

#### Síntomas

El virus de la mancha amarilla en lirio está relacionado con el virus del bronceado de la cebolla (TSWV). Los síntomas iniciales incluyen lesiones en forma de diamante en hojas y escapos florales. Tales lesiones tienen a menudo, aunque no siempre, el centro de color verde, el virus sólo puede matar plántulas. (BEJO, 2020)

Plantas fuertemente infectadas presentan un aspecto atrofiado. Son entonces más susceptibles a otros factores de estrés. (BEJO, 2020)

### Desarrollo e infección

El virus se transmite por los trips de la cebolla (*Thrips tabaci*), que lo portan de por vida. Puede sobrevivir en diversas plantas huéspedes tales como cebollas resistentes al invierno, lirios, alstroemerias y puerros, pero también en trips infectados. (BEJO, 2020)

### Prevención y tratamiento

Resulta esencial un control efectivo de los trips. Un cultivo sano y una buena gestión de las malas hierbas reducen la población de trips de manera considerable.

### 5.10 Insectos



*Ilustración 12 Palomilla de la cebolla.*

### Síntomas

Las larvas de la polilla de la cebolla se alimentan de la epidermis de las hojas, creando zonas transparentes (ventanillas). Debido a la degradación natural de la membrana, a continuación se forman agujeros en la hoja. Una segunda generación de orugas puede

empezar a avanzar comiendo hasta el interior del bulbo, lo que provocará la podredumbre del cuello. El primer ataque suele observarse por primera vez en las hileras de plantas situadas en el perímetro del campo. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

La polilla de la cebolla es un insecto nada fácil de observar a simple vista. En líneas generales, nacen tres generaciones al año, y en ocasiones cuatro. Por lo general, la segunda generación es la que provoca más daños a las plantas. Los huevos de la polilla de la cebolla son de color blanco grisáceo y se ponen en el haz de la hoja. Después de una media de ocho días, eclosionan los huevos y la larva, de color blanco grisáceo a verde entra en la hoja, empezando a comérsela. Las orugas están presentes desde mediados de mayo hasta mediados de septiembre, con una leve interrupción en junio. La polilla de la cebolla prefiere veranos cálidos y secos. Además de las cebollas, otros cultivos de la familia, como el ajo actúan como huéspedes de este insecto.



*Ilustración 13 Escarabajo de resorte.*

#### **5.10.1 *Agriotes spp.***

##### Síntomas

Muerte de plántulas y plantas de cebolla jóvenes

##### Desarrollo e infección

La forma adulta del gusano de alambre es el escarabajo de resorte (familia de los Elatéridos), que deposita sus huevos en zonas de pradera virgen. Esos escarabajos se encuentran con frecuencia en terrenos utilizados para producir césped o semillas de césped.

Si se ara la pradera y posteriormente se utiliza el terreno para plantar cebollas, los gusanos de alambre presentes en el suelo pueden causar muchos daños en las raíces de las plantas jóvenes. Pueden pasar 3 o hasta 5 años antes de que las orugas se transformen en un escarabajo de resorte adulto. (BEJO, 2020)

#### Prevención y tratamiento

Controlar la población de escarabajos de resorte adultos para así reducir la población de gusanos de alambre (larvas). Hay un método que se utiliza cebo para atraer a los escarabajos de resorte; el monitoreo de los cebos permite un control óptimo de la población. Para detectar la presencia de gusanos de alambre, se pueden tomar y ensayar muestras de suelo.

#### 5.10.2 *Ceutorhynchus suturalis*

##### Síntomas

El gorgojo horada túneles en las hojas de las cebollas y deposita en ellos sus huevos. Cuando las larvas se transforman en adultos, se vuelven de color naranja. Los daños que ocasiona son parecidos a los de la polilla de la cebolla, si bien el gorgojo hace más agujeros y come de forma más parcheada. Por otro lado, el gorgojo sólo produce una generación al año.



*Ilustración 14 Gorgojo horada.*

(BEJO, 2020)

## Prevención y tratamiento

No se conocen medidas preventivas. Aplicar un tratamiento tan pronto como se detecten daños causados por el insecto.

### 5.10.3 *Delia antiqua*

#### Desarrollo e infección

La primera generación de la mosca de la cebolla dura desde comienzos de mayo hasta mediados de junio. La mosca adulta coloca sus huevos en las plantas jóvenes, cerca del suelo. Las larvas que salen de los huevos entran a través de la planta joven, avanzando mientras comen, provocando su muerte. Las larvas pasan entonces a una planta vecina. La segunda generación, de julio a septiembre, puede dañar los bulbos y crear igualmente puntos de entrada de otros patógenos. Las larvas forman la ninfa después de una serie de semanas. Las ninfas son de color rojizo y las de la primera generación se convierten en las moscas de la segunda generación. La mosca tiene de 2 a 5 generaciones al año, según la zona climática. (BEJO, 2020)

## Prevención y tratamiento

Para combatir la primera generación, utilizar semillas que hayan sido recubiertas con insecticida. Se recomienda suelta de machos estériles.

### 5.10.4 *Liriomyza cepae*

#### Síntomas

Las pequeñas larvas de color gris ceniza de este insecto se introducen formando galerías en las hojas. Las larvas avanzan irregularmente y son de color blancuzco o verde claro y, a medida que crecen, las galerías se hacen más anchas. El daño provocado por una única larva es relativamente insignificante, mientras que un gran número de ellas pueden debilitar considerablemente, o incluso destruir, las plantas jóvenes. Las hojas infectadas son más susceptibles a daños producidos por el viento y por otros patógenos (BEJO, 2020)

## Desarrollo e infección

La hembra adulta perfora la hoja y coloca sus huevos en el interior. Las larvas nacen después de pocos días y pasan a través de una serie de fases diferentes antes de convertirse en ninfa. Es principalmente la última etapa larvaria la que ocasiona los daños mayores. Al final, la larva abandona la hoja para convertirse en ninfa. En una estación pueden desarrollarse dos generaciones. El cuello y la cabeza de la cebolla pueden sufrir daños mientras la segunda generación está creciendo y desarrollándose. (BEJO, 2020)

## Prevención y tratamiento

El minador de la cebolla tiene un amplio abanico de plantas huéspedes, entre que las que se incluyen muchas malas hierbas. La retirada de restos de vegetales anteriores y el control de las malas hierbas reduce considerablemente la probabilidad de infección.



*Ilustración 15 Minador de la cebolla.*

(BEJO, 2020)

### 5.10.5 *Thrips tabaci*

#### Síntomas

La infestación se hace patente al aparecer unos puntos de color verde claro en la hoja, que acaban por convertirse en un moteado de color gris plata. Es igualmente posible ver

los trips en estado larvario; en forma de pequeños insectos alargados, de color marrón claro, que se encuentran básicamente en las axilas de la hoja o en los tejidos jóvenes de las hojas interiores. Los trips pueden causar daños estéticos en el cuello y túnicas del bulbo. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

El trip se pasa el invierno sobre los bulbos en forma de pupa en restos de cultivos anteriores, en el suelo o en otras plantas huéspedes. Una plaga puede alcanzar proporciones alarmantes, especialmente en tiempo cálido y seco. Un incremento medio de temperatura de 15 °C a 20°C puede duplicar la población. La distribución de la población de trips suele ser: 1-3 % adultos; 15-30 % larvas y 60-75 % huevos. El daño que provocan en la planta es el resultado de la succión que éstos practican en la hoja y que se manifiestan como un punteado de color gris y la posterior necrosis del tejido. Las hojas dañadas son más susceptibles a patógenos secundarios. Además, los trips pueden transmitir virus.

(BEJO, 2020)

#### Prevención y tratamiento

Es difícil controlar las poblaciones de trips por encima de 25°C. Se recomiendan los tratamientos preventivos (con una temperatura del suelo de 11,5 °C). Es importante dar tratamientos preventivos en cuanto la temperatura comience a subir. Realizar conteos en plantas al azar o mediante la colocación de trampas para determinar el tamaño de la población. Antes de tratar tenga en cuenta la presencia de plantas huéspedes en parcelas vecinas o en cunetas adyacentes. Trate con temperaturas inferiores a 25 °C y por la mañana temprano o a la caída de la tarde dado que los trips evitan la alta intensidad lumínica. Un cultivo vigoroso es menos susceptible a daños por trips. Controle la presencia de malas hierbas, dado que son plantas huéspedes de trips. La lluvia reduce temporalmente las poblaciones de trips al igual que las buenas prácticas de laboreo. (BEJO, 2020)

#### 5.11 Nemátodos

##### 5.11.1 *Ditylenchus dipsaci*

##### Síntomas

Las hojas de las plantas jóvenes se retuercen y deforman gravemente. Más adelante, las plantas infectadas se siguen desarrollando de manera deficiente y adquieren un color azulado. Las hojas pueden llegar a adquirir una consistencia gruesa y frágil. Los bulbos infectados se vuelven cerosos. Las capas del interior se hinchan y en la mayoría de los casos pueden provocar el estallido del bulbo y permitir que la raíz se desprenda con facilidad. Algunas malas hierbas, como la pamplina o hierba pajarrera, que crecen en terrenos infectados, presentan un crecimiento seriamente retardado. Esto puede facilitar el diagnóstico. (BEJO, 2020)

### Desarrollo e infección

A comienzos de la estación, algunas larvas entran en el tejido joven de las plantas en germinación, por debajo del nivel del suelo. El nematodo puede entrar igualmente en partes de la planta por encima del terreno, a través de sus estomas, o penetrando directamente cuando hay agua alrededor, por ejemplo, después de un período de lluvia o del riego. El nemátodo se alimenta del contenido de las células del tejido usando enzimas que descomponen las paredes y membranas de las células. Una vez que las hembras están sexualmente maduras, producen de 200 a 500 huevos. El nemátodo de hoja tiene una amplia variedad de plantas huéspedes y a falta de huésped, puede sobrevivir en el terreno durante mucho tiempo. Un aspecto excepcional del *Ditylenchus* es su capacidad para permanecer latente en material orgánico seco. El nemátodo puede sobrevivir años en esta forma inactiva. (BEJO, 2020)

### Prevención y tratamiento

Para empezar, utilizar buenas variedades. Impedir que las infecciones existentes se extiendan limpiando bien los aperos y la maquinaria agrícola y evitar la siembra en un campo infestado. La achicoria, las zanahorias, el trigo y la cebada no permiten la multiplicación del nemátodo y son resistentes a los daños. Destruir los materiales infestados y asegurarse absolutamente que no se adhieren a la reja del arado o en ningún lugar cercano a la misma. (BEJO, 2020)

### 5.11.2 *Pratylenchus penetrans*

#### Síntomas

Los síntomas típicos que exhiben las plantas dañadas por nemátodos lesionadores de las raíces son un crecimiento atrofiado y una zona radicular mal desarrollada que carece de los pelillos radiculares. En las raíces se puede apreciar a menudo un parcheado de zonas hundidas. Esas lesiones son de forma irregular y en los estadios iniciales de color claro, volviéndose más oscuras a medida que maduran. (BEJO, 2020)

#### Desarrollo e infección

Los nemátodos lesionadores de las raíces invaden cualquier parte de la planta en contacto con el suelo. Dirigen principalmente su ataque contra las raíces jóvenes. Migran por las capas de tejido externo de célula en célula, perforando cada una de ellas y convirtiendo en alimento su contenido. Entre 6 y 10 semanas después de producirse la infección inicial, muchos de los nemátodos abandonan la planta y pueden encontrarse esparcidos por el terreno; algunos se quedarán en el tejido vegetal necrotizado. Son capaces de soportar las inclemencias meteorológicas y sobreviven fácilmente hasta la siguiente temporada de cultivo. Tras el apareamiento, las hembras depositan sus huevos en y sobre las raíces. La transformación del primer estadio juvenil al segundo (primera muda de piel) se produce dentro del huevo. Tras la eclosión, son capaces de penetrar en el tejido. Dependiendo de la temperatura y la variedad de planta hospedante, el ciclo de vida del nemátodo tiene una duración de entre 20 y 92 días. La temperatura ideal para un desarrollo óptimo de la población oscila entre los 20°C y los 30 °C. Los problemas que ocasiona son más graves en los tipos de suelo más ligeros. (BEJO, 2020)

#### Prevención y tratamiento

Es difícil mantener un control efectivo del nemátodo lesionador de las raíces. Al tener un gran número de plantas hospedantes, la rotación de cultivos tiene únicamente un efecto limitado. La remolacha, azucarera o de mesa, y la espinaca son plantas poco hospedantes. Los agentes (caléndulas) tienen un efecto fuertemente antagonista sobre las poblaciones de *Pratylenchus*. El barbecho del suelo puede ayudar en alguna medida a reducir la infección. (BEJO, 2020)

### 5.12 Cosecha de cebolla

El tiempo de cosecha de la cebolla de bulbo puede comenzar con las cebollas de bulbo que se caen naturalmente y se ponen marrones. Esto es normalmente de 100 a 120 días después de la plantación, dependiendo del cultivar. El momento de la cosecha de cebolla debe ser temprano por la mañana cuando las temperaturas no son demasiado altas. (ICA, 2016)

También es importante saber cosechar las cebollas, ya que no se desea dañar las plantas o los bulbos de las cebollas. Arranque o desentierre cuidadosamente las cebollas del suelo con la parte superior intacta. Sacuda suavemente la tierra alrededor de los bulbos

Una vez cosechados, es necesario almacenar los bulbos de cebolla. Las cebollas deben secarse antes de ser almacenadas. Para secar las cebollas, extiéndalas sobre una superficie limpia y seca en un lugar bien ventilado, como un garaje o un cobertizo (ICA, 2016)

Las cebollas deben ser curadas por lo menos durante dos o tres semanas o hasta que la parte superior del cuello esté completamente seca y la piel exterior de la cebolla se vuelva ligeramente crujiente. Corte la parte superior de la cebolla a menos de una pulgada después de que se haya secado completamente.

Almacene las cebollas secas en una cesta de alambre, caja o bolsa de nylon en un lugar donde la temperatura esté entre 32°F y 40° F. (0-4 °C.). Los niveles de humedad deben estar entre 65 y 70 por ciento para obtener mejores resultados. Si el lugar está demasiado húmedo, puede ocurrir la putrefacción. La mayoría de las cebollas pueden conservarse hasta tres meses si se secan y almacenan adecuadamente. (ICA, 2016)

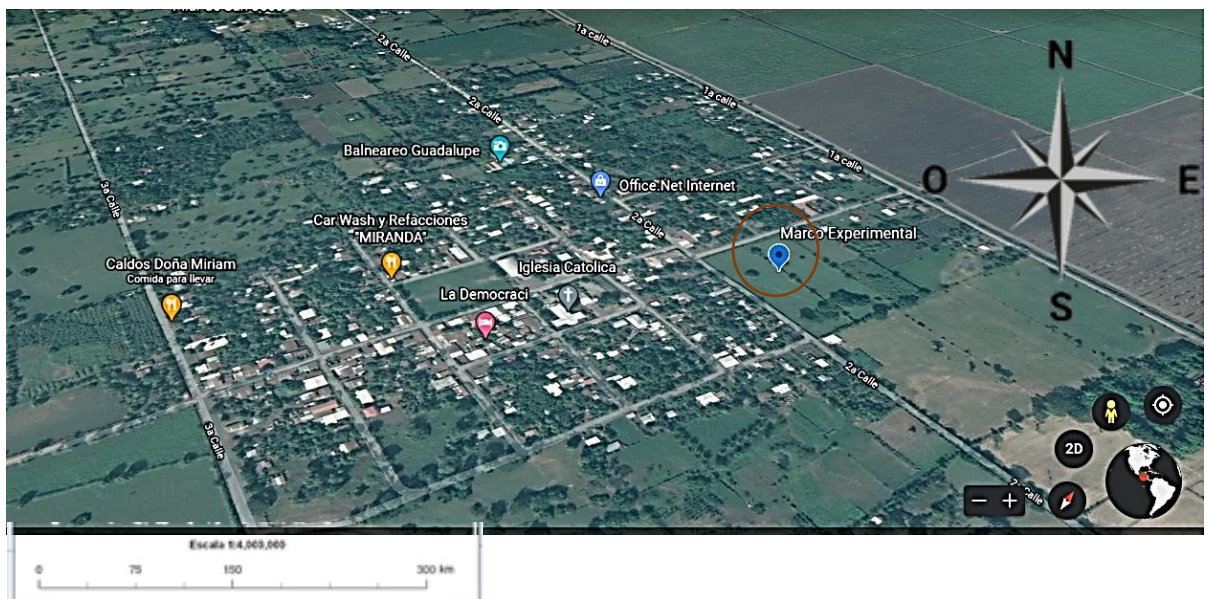
## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 Problema

Para la costa sur no existe suficiente información publicada sobre la densidad de población para el cultivo de cebolla por ello no ha sido considerado una alternativa de productividad en la zona, litoral medio en Escuintla, Guatemala, debido a que no existe experiencia suficiente en el cultivo para generar confianza en el agricultor local.

### 6.2 Localización del estudio

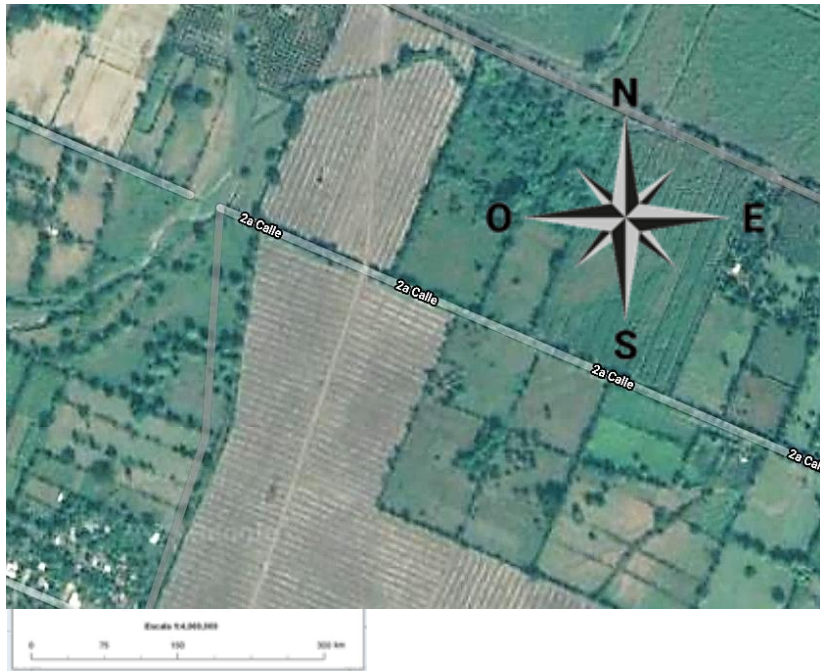
La investigación se realizó en el Departamento de Escuintla, en el municipio de la Democracia donde se encuentra el parcelamiento El Pilar el diseño experimental se encontró ubicado a Latitud  $14^{\circ} 05' 14.6''$  y Longitud  $90^{\circ} 55' 27.5''$ , el parcelamiento en la actualidad cuenta con una extensión geográfica de 37.5 caballerías distribuidas en 316 parcelas de 7.5 manzanas cada una y sus colindancias son las siguientes: al norte con Finca Buganvilla, al Sur con Finca Polonia, al Este con Finca Santa Rita y al Oeste con Aldea El Pilar, el clima de parcelamiento El Pilar es de  $33^{\circ}$  Centígrados promedio, el carácter del clima se presenta tropical, sin estación seca definida, por lo general es húmedo y con invierno seco.



*Ilustración 16 Localización geográfica de Parcelamiento El Pilar*

*(Google Earth 2020)*

### 6.3 Área experimental



*Ilustración 17 Imagen satelital del área experimental.*

A continuación, se presenta características edafoclimáticas del parcelamiento El Pilar ubicado en el municipio de la democracia del departamento de Escuintla.

*Tabla 4 Características edafoclimáticas del lugar de experimentación.*

#### **Características edafoclimáticas del lugar de experimentación**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
Pendiente	3%
Textura de suelo	Franco-arenoso con tendencia arcilloso
Ph	7 - 7.5
Mo	0.55%
T min	17
T max	33
Humedad Relativa	70%
Precipitación anual	1500 mm

## 6.4 Factor para estudiar

### Densidad de población

#### 6.4.1 Medición de parámetros organolépticos

*Tabla 5 Categorías de calidad de cebolla y sus tolerancias*

Categorías de calidad de cebolla y sus tolerancia  
en porcentajes

Categoría	Pudrición	Brotación	Tallos Endurecidos	Daños Mecánicos	Inmaduras	Quemaduras	Deformación	Daños Insectiles
Primera	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	2.0	1.0
Segunda	0.5	0.5	0.5	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0
Tercera	1.0	1.0	2.0	4.0	3.0	6.0	6.0	4.0

Categoría	tamaño de Bulbo	peso	Envoltura de Catáfilas secas %	firmeza
Primera	8-10 cm	300 a 400 g	100.0	100.0
Segunda	5-8 cm	200 a 300 g	50.0	50.0
Tercera	1-5 cm	100 a 200 g	< 50	< 50

*(Guevara, 2001)*

El proceso de cosecha se realizó por tratamientos para identificarse la producción de cada unidad experimental posteriormente se procedió a la identificación de los parámetros que determinan la calidad, que ya se describe en el cuadro anterior.

Para la primera categoría se admitió manchas ligeras producidas por enfermedades insectiles o enfermedades, siempre y cuando no afecte la última Catáfilas que protege el bulbo y que no exceda de un quinto de la superficie, en cuanto a la segunda categoría se admitió manchas ligeras producidas por plagas insectiles y enfermedades siempre y cuando no afecten la última capa que protege el bulbo y que no exceda el 50% de la superficie, en la ilustración número 22 se aprecia la fotografía de las tres categorías.

#### 6.4.2 Cálculo de viabilidad económica

Para el análisis económico se utilizará ( B/C), un indicador financiero que compara de forma directa los beneficios y los costes, de tal forma indicara la viabilidad de cada tratamiento ya que el indicador  $B/C > 1$  indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente el proyecto debe ser considerado,  $B/C = 1$  Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes,  $B/C < 1$  en este caso el proyecto no es viable ya que los costos superan las ganancias.

#### 6.4.3 Descripción de los tratamientos

*Tabla 6 Descripción de los tratamientos.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
T1	(0.10m x 0.20m) 10 centímetros entre postura y 20 centímetros entre surco simple
T2	(0.15m x 0.30m) 15 centímetros entre postura y 30 centímetros entre surco simple
T3	(0.20m x 0.40m) 20 centímetros entre postura y 40 centímetros entre surco simple

En el Tratamiento 1 presenta un marco de siembra de 10 cm entre planta y 20 cm entre surco, con este tratamiento se establecen más individuos por área, ya que uno de las teorías de la zona es mayor rendimiento a mayor población, el Tratamiento 2 tiene un distanciamiento de 15 cm entre planta y 30 cm entre surco, finalmente el Tratamiento 3 con un marco de siembra de 20 cm entre planta y 40 cm entre surco sienta el tratamiento con menos población en comparativa con los anteriores.

#### 6.4.4 Unidad experimental

Los tres tratamientos (densidad de población) tendrán 4 repeticiones cada uno utilizando el diseño experimental (bloques al azar). El área total del experimento es de  $432 \text{ m}^2$  24 m de largo y 18 m de ancho con 12 parcelas o unidades experimentales de  $25 \text{ m}^2$  cada una divididas por una calle de 1 metro, se utilizará una parcela experimental para cada repetición.

A continuación, se describe la densidad de población de cada tratamiento.

Tabla 7 Descripción de la densidad de población por tratamiento

Tratamientos	Densidad poblacional / unidad experimental (25m cuadrados)	Densidad poblacional / ha.
T1 (0.10m x 0.20m)	1250 Plantas	500,000 Plantas
T2 (0.15m x 0.30m)	555 Plantas	222,222 Plantas
T3 (0.20m x 0.40m)	312 Plantas	125,000 Plantas

#### 6.4.5 Croquis del diseño experimental

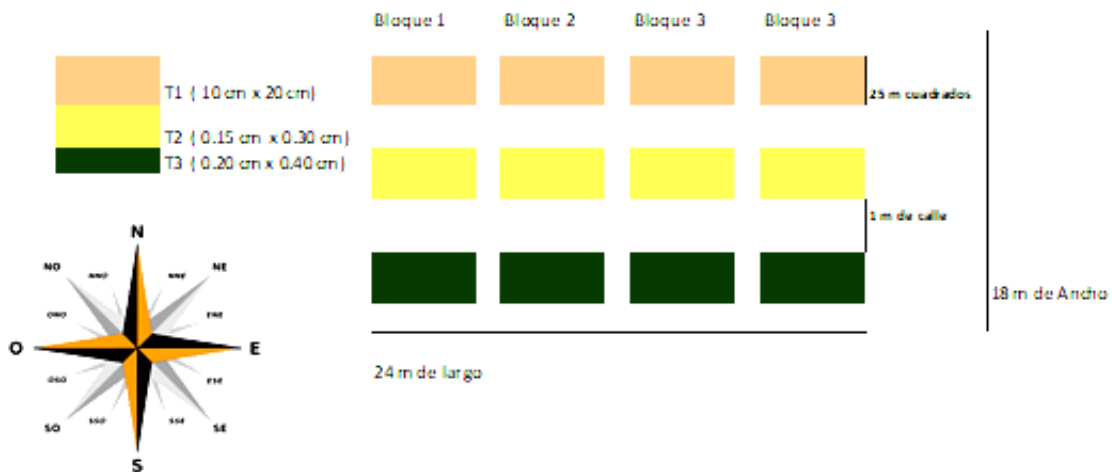


Ilustración 18 Croquis del área experimental.

#### 6.4.6 Análisis de la información

El diseño de bloques al azar implica que en cada bloque hay una sola observación de cada tratamiento. El orden en el que se establecen los tratamientos dentro de cada bloque es aleatorio.

Para este trabajo de investigación se utilizará el análisis de varianza

Tabla 8 Análisis de Varianza

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculada	
tratamiento	t-1	$SCT = \sum t_j = T^2 / r - C$	$CMT = SCT / t - 1$	CMT/CME	
Bloques	r-1	$SCB = \sum r_j = 1B^2_i / t - C$	$CMB = SCB / r - 1$	CMB/CME	
Error experimental	(t-1)(r-1)	$SCE = SC \text{ total} - SCB - SCT$	$CME = SCE / (r-1)(t-1)$		
Total	(tr-1)	$Sctotal = \sum y^2 - C$			

El ANOVA se basa en la descomposición de la variación total de los datos con respecto a la media global (STC), que debajo del supuesto de  $H_0$  es cierta es una estimación obtenida a partir de toda la información muestral, en dos partes:

Variación de las muestras = SCD, intra grupos, cuantifica la dispersión de los valores de cada muestra con respecto a sus correspondientes medias.

Variación entre muestras = SCE o Inter grupos, cuantifica la dispersión de las medias de las muestras con respecto a la media global.

## 6.5 Manejo del experimento en cuanto a labores agronómicas

### 6.5.1 Reconocimiento de área y delimitación del terreno

Previo al establecimiento se realizó la visita de un terreno en el parcelamiento El Pilar y posteriormente se reconoció el área para conocer colindancias, posibles obstrucciones que generen sombra, tipo de maleza, relieve del terreno, si había que destroncar árboles.

### 6.5.2 Establecimiento del diseño experimental

El área experimental fue de 432 m<sup>2</sup> en la cual, se estableció el orden de los bloques y tratamientos.

### 6.5.3 Preparación del suelo

Las labores de preparación del terreno estuvieron orientadas a la eliminación de malezas, labranza y circulado del área. Debido a la poca penetración de los suelos a consecuencia de las sequías que se producen durante la época seca o de verano, se manipuló la estructura del suelo rompiendo y mullendo, a una profundidad aproximada de 20-25 cm, generando de esta forma, condiciones adecuadas para el desarrollo y penetración del sistema radicular, de nuestro cultivo.

### 6.5.4 Compra de semillas

Las semillas utilizadas en la presente evaluación se adquirieron de la empresa productora de semilla y pilones BEJO Guatemala.

#### 6.5.5 Establecimiento de semillero

Con la finalidad de reducir el proceso de resiembra y uniformidad de crecimiento se procedió a establecer un semillero con heras de 2 metros de ancho y 1 metro de largo con un sustrato de fibra de coco.



*Ilustración 19 Establecimiento de semillero*

*(Sandoval, 2020)*

#### 6.5.6 Trasplante

El trasplante se procedió a realizar a los 45 días ya cuando las plántulas alcanzaron un desarrollo vegetativo aceptable 15 a 20 centímetros de altura, suficientes hojas que la validen de poder fotosintético, la adaptación de la planta se presentó a las 48 horas después de siembra.

#### 6.5.7 Control de malezas

Se realizó a los 20 días después del trasplante, para evitar la competencia por nutrientes, luz, agua y espacio, ocasionada por las maleza, realizando 4 limpiezas con ayuda de un azadón y machete, durante la etapa fenológica del cultivo.

### 6.5.8 Riego

El riego que se utilizó es el sistema Micro Aspersión utilizando micro aspersor con un caudal de 40 litros por hora, conociendo el Kc de la planta de cebolla, porcentaje de infiltración capacidad de campo, punto de marchites permanente y Etp se procedió a realizar el cálculo del número de micro aspersores por parcela experimental.

#### Cultivo de Cebolla

Extracción de Datos: CONADI (Ministerio de desarrollo social Chile)  
datos referencia para cada tipo de suelo y altura msnm.

	Área 25 m <sup>2</sup>	
	Datos	
	Kc Max Cebolla	1
	Etc	3 mm
CC	Capacidad de CAMPO	25%
PMP	Punto de marchitez permanente	15%
Ha	Humedad aprovechable	21%
Da	1.4 gr/ml	
Pr	25 cm- 250 mm	
	Cultivo cebolla	
	Suelo Franco-Arenoso	
	Riego: Micro Aspersión	
	Caudal de Aspersor: 40 Lt/ Hora	
	Umbral de riego = 45%	
Kc	Coficiente Hidrico	
Eto	Evapotranspiración referencia diaria minima	
Etc	Evapotranspiración del cultivo	
Lr	Lámina de riego	
Da	Densidad Aparente	
Pr	Profundidad Radicular	
	(0.25-0.15 )x 1.4 x 250= 35 mm	

Calculo de lamina Neta:

$$LN = AU \times \text{Umbral}$$

$$LN = 35 \times 0.45 = 15 \text{ mm}$$

$$Fr: LN / \text{Etc} = 15\text{mm}/3 = 5 \text{ dias}$$

$$LB: \text{ETC} \times Fr / \text{Eficiencia}$$

$$LB: 3 \times 5 / 0.75 = 20 \text{ l/m}^3$$

$$VT = Lb \times \text{área}$$

$$VT = 20 \text{ mm} \times 25 \text{ m} = 500 \text{ m}^3$$

$$VT = 20 \text{ mm} \times 25 \text{ m} = 500 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}$$

$$VT = 0.5 \times 12 \text{ PARCELAS} = 6 \text{ m}^3 / \text{todo el experimento}$$

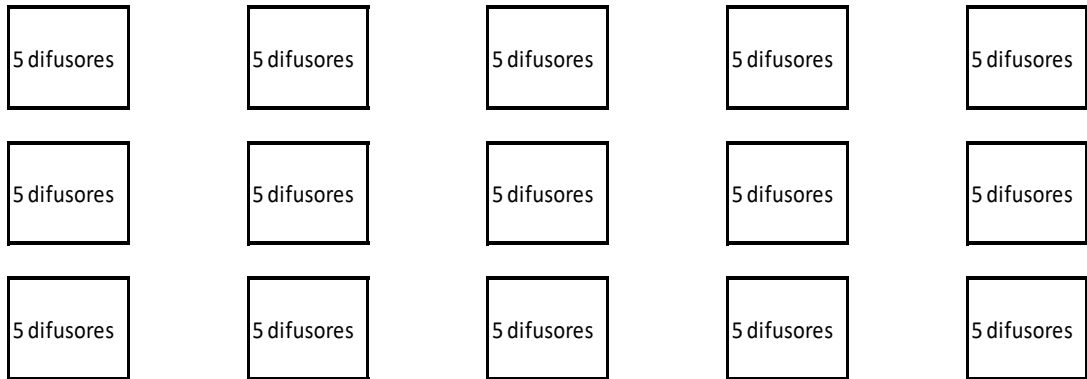
Gasto por evento =

Difusores por parcela = 10

Caudal / difusor = 40 Lt / h

5 difusores  $\times$  40 Lt = 200lt / hora / Parcela 0.2 m<sup>2</sup>

Gasto por evento en todo el experimento = 2400 L / 2.4 M<sup>3</sup>



tiempo de riego =  $VT / Ge$

Tiempo  $6000 \text{ L} / 2400 = 2.5 \text{ horas}$

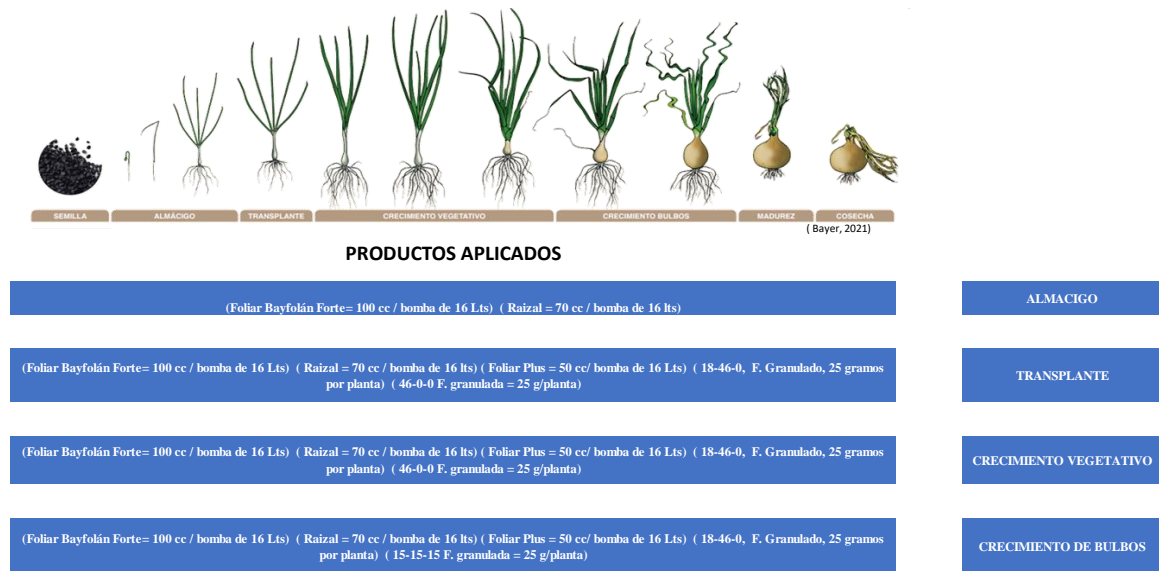
Lunes 1 hora con 15 minutos y el Viernes = 1 hora con 15 minutos

lunes 1.25 hrs

martes 1,25 hrs

### 6.5.9 Fertilización

Las aplicaciones se realizaron con intervalos de 20 días después del trasplante, se aplicaron fertilizantes entre los cuales mencionamos; Bayfolan Forte la dosis que se aplicaba de este producto era 4 copas (100cc) por bomba de 16 litros, el otro producto el cual fue Foliar Plus era una dosis de 2 copas (50cc) por bomba de 16 litros la aplicación de este producto era en un periodo de cada 10 días aplicación foliar completa, Raizal 400 se utilizó en el inicio del desarrollo del cultivo en el primer mes de estar establecido el periodo de aplicación se realizó cada 10 días.



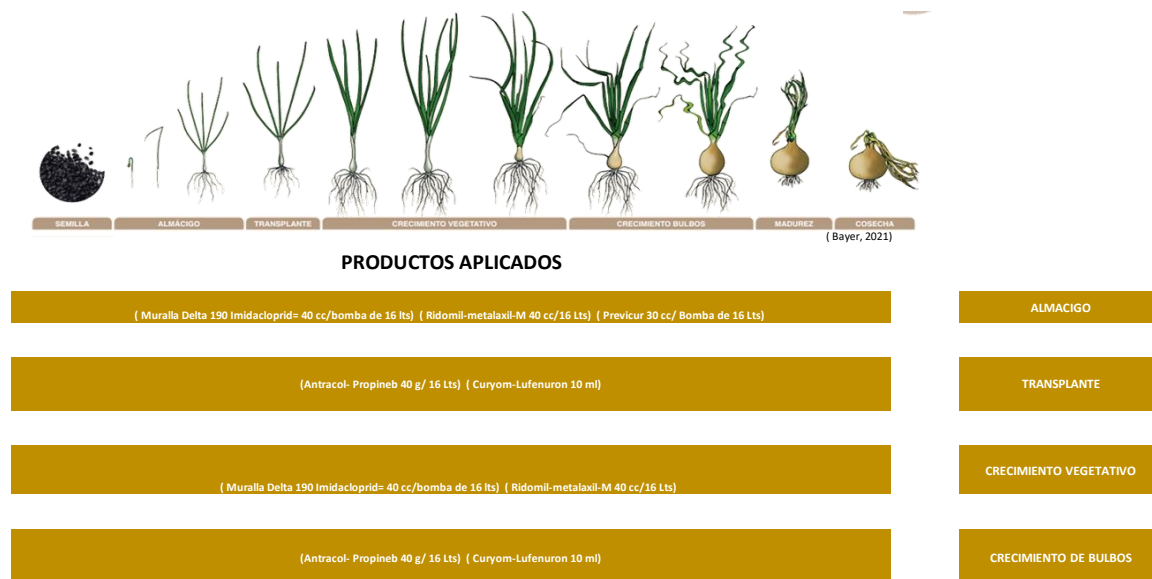
*Ilustración 20 Plan de fertilización de cebolla*

(Sandoval, 2020)

El plan de fertilización involucro las siguientes formulas 18-46-0 esta fórmula se utilizó en los primeros estadios de la planta ( desde el momento de trasplante) con el objetivo de fortalecer la actividad metabólica de la planta y el buen desarrollo radicular, las dosificaciones fueron de 25 gramos por planta con una frecuencia de aplicación de 15 días, la fórmula 46-0-0 se utilizó a los 60 dds con una dosis de aplicación de 25 gramos por planta ( 2 aplicaciones durante todo el ciclo), la fórmula 15-15-15 con una aplicación de 25 gramos por planta con una frecuencia de aplicación de 25 días (60 dds).

### 6.5.10 MIPE

Para el manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de cebolla se utilizaron los productos; RIDOMIL GOLD, Azoxystrobin estos son fungicidas estos dos productos se aplicaron en un intervalo de aplicaciones fue de 10 días, se realizaron dos aplicaciones en el ciclo del cultivo, el insecticida que utilizamos es CURYOM la dosis aplicada fue 10 ml por bomba de 16 litros esto lo utilizamos para combatir las plagas.



*Ilustración 21 Manejo Integrado de Plagas y enfermedades*

(Sandoval, 2020)

### 6.5.11 Cosecha

La cosecha de cebolla se realizó en fresco a los 91 días del trasplante, 01 de septiembre del 2020, cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, los bulbos en el campo fueron cosechados de forma completa y clasificados por tratamiento para determinar su influencia en la producción.

### 6.5.12 Rendimiento

Se midió en kilogramos, los datos fueron analizados previos a la extracción de los bulbos, haciendo uso de una pesa digital.

#### 6.5.13 Calidad de bulbo

Se determinó el diámetro de bulbos producidos en centímetros como indicador de calidad, haciendo uso de un calibrador vernier (mencionar las tres categorías y sus características).

#### 6.5.14 Rentabilidad

Para determinar la rentabilidad en cada tratamiento la presente investigación se validó de tres indicadores financieros VAN, TIR, B/C, donde el VAN es el valor actual neto permite visualizar la rentabilidad aplicando una tasa de retención y conocer el flujo anual, en cuanto a la tasa interna de retorno evidencia el tiempo de recuperación de la inversión y generación de utilidad, el indicador beneficio costo permite saber el interés generado por cada unidad monetaria de inversión.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación determinaron que el cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) Variedad Santa María se adaptó a las condiciones climáticas y edáficas del municipio de la Democracia, con fecha de siembra de abril a septiembre, época seca del año, como alternativa de producción en zonas con clima cálido como las que presenta el parcelamiento El Pilar, Escuintla, teniendo una temperatura máxima promedio de 33° Centígrados siendo estas características totalmente distintas a los municipios donde actualmente se siembra. Así mismo demuestra que debido a la falta de información de variedades de cebollas que se adaptan a esas condiciones, es un recurso prometedor, que puede contribuir a la economía agrícola de la localidad.

Se determinó el rendimiento por cada tratamiento donde T1 dio como resultado 10 Lb en la parcela de 25 m<sup>2</sup> el peso de bulbo presentó una media de 3 gramos, T2 presentó un peso de 43 lb en los 25m<sup>2</sup> con una media de peso de 40 gramos por bulbo, T3 presentó un rendimiento de 54 lb en 25 m<sup>2</sup> con un peso promedio de bulbo de 75 gramos considerando como factor influyente el distanciamiento entre posturas, también se presentaron los datos a una escala de manzana donde el Tratamiento 1 generó un rendimiento de 2,800 Lb/ Mz con una densidad de población de 350,000 plantas por manzana, Tratamiento 2 con un rendimiento de 12,040 Lb/ Mz con una densidad de población de 155,000 plantas, T3 presentó un rendimiento de 15,120 Lb/ Mz con una población de 87,500 plantas.

Se pudo describir las características organolépticas de la producción en cada tratamiento donde T1 presentó un 40% de tallos endurecidos, 25% de daños mecánicos, 10% de cebollas inmaduras, 50% de bulbos deformados, 0% de daños insectiles, un tamaño de 3cm de diámetro ecuatorial del bulbo, un 20% de catáfilas secas y presentó un 80% de firmeza, T2 presentó 20% de tallos endurecidos, 30% de daños mecánicos, 10% de cebollas inmaduras, 40% de deformación, 0% de daños insectiles, un tamaño de bulbo 5 cm de diámetro ecuatorial, 10% de catáfilas secas y se obtuvo un 90 % de firmeza, T3 mostró un 5% de tallos endurecidos, un 40% de daños mecánicos, 0% cebollas inmaduras, 10% de la producción con deformación, 0% de daños insectiles, un tamaño de bulbo de 6 cm, 10% de catáfilas secas y un 90% de firmeza.

Se analizó la viabilidad económica a través de los indicadores VAN.TIR.C/B, donde T1 presento el valor actual neto (VAN) negativo por tal razón no se procedió al cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) ya que según la relación beneficio costo dio como resultado que por cada quetzal invertido se estaría perdiendo Q 0.60, T2 presento un Van positivo y una TIR de 25% donde por cada quetzal invertido se estará generando Q 0.21 de utilidad, T3 presentó VAN positivo, TIR del 184% y por cada quetzal invertido se genera Q 0.94.

$$\text{Fórmula: } n = \frac{Z^2 pq N}{Ne^2 + Z^2 pq} = X$$

$$N = 1,250$$

$$Z = 1.96$$

$$e = 3\%$$

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5) (1,250)}{(1,250) (0.03)^2 + (1.96)^2 (0.5) (0.5)} =$$

$$n = \frac{(3.84) (0.5) (0.5) (1,250)}{(1,250) (0.0009) + (3.84) (0.5) (0.5)} =$$

$$n = \frac{(1,200)}{(1.12) + (3.84) (0.5) (0.5)} =$$

$$n = \frac{1,200}{2.08} = 575$$

p= Probabilidad a favor.

q= Probabilidad en contra.

n= Tamaño de la muestra.

Z= Nivel de confianza.

*Tabla 9 Cálculo de la muestra*

<b>Tratamientos</b>	<b>Población / Parcela</b>	<b>Tamaño de la muestra</b>
T1	1250	575
T2	555	365
T3	312	240

En la Tabla 9 con el cálculo de la muestra obtuvimos que tenemos la población de 1,250 en el Tratamiento 1 en el cual despejando la fórmula de la determinación de la muestra determinamos que el tamaño de la muestra en dicho tratamiento es de 575 esto quiere decir que tenemos que muestrear este número de plantas una por una, este resultado obtenido tiene un intervalo de confiabilidad del 95% y un error de estimación de 3% y una probabilidad a favor del 0.5 y una probabilidad en contra de 0.5, el proceso de estimación de la muestra a extraer se repite por para cada tratamiento.

## 7.1 Determinación del rendimiento

*Tabla 10 Muestreo del rendimiento Tratamiento 1*

Registro Tratamiento 1							
No.	Tratamiento	Descripción	gramos / Bulbo	plantas/ 25m2	Rendimiento/ Parcela 25 m2	Población por Mz	Rendimiento por manzana ( lbs)
1	T1	10 cm x 20 cm	3.00	1250	3750.0	350,000	2313
2	T1	10 cm x 20 cm	3.13	1250	3912.5	350,000	2413
3	T1	10 cm x 20 cm	3.00	1250	3750.0	350,000	2313
4	T1	10 cm x 20 cm	3.15	1250	3937.5	350,000	2428
5	T1	10 cm x 20 cm	3.00	1250	3750.0	350,000	2313
6	T1	10 cm x 20 cm	3.15	1250	3937.5	350,000	2428
7	T1	10 cm x 20 cm	3.28	1250	4100.0	350,000	2529
8	T1	10 cm x 20 cm	4.00	1250	5000.0	350,000	3084
9	T1	10 cm x 20 cm	3.25	1250	4062.5	350,000	2506
10	T1	10 cm x 20 cm	3.16	1250	3950.0	350,000	2436
11	T1	10 cm x 20 cm	3.10	1250	3875.0	350,000	2390
12	T1	10 cm x 20 cm	2.90	1250	3625.0	350,000	2236
13	T1	10 cm x 20 cm	3.50	1250	4375.0	350,000	2698
14	T1	10 cm x 20 cm	3.40	1250	4250.0	350,000	2621
15	T1	10 cm x 20 cm	3.00	1250	3750.0	350,000	2313
16	T1	10 cm x 20 cm	3.11	1250	3887.5	350,000	2398
17	T1	10 cm x 20 cm	3.12	1250	3900.0	350,000	2405
18	T1	10 cm x 20 cm	3.22	1250	4025.0	350,000	2482
19	T1	10 cm x 20 cm	3.16	1250	3950.0	350,000	2436
20	T1	10 cm x 20 cm	3.00	1250	3750.0	350,000	2313
21	T1	10 cm x 20 cm	4.00	1250	5000.0	350,000	3084
22	T1	10 cm x 20 cm	3.26	1250	4075.0	350,000	2513
23	T1	10 cm x 20 cm	3.90	1250	4875.0	350,000	3007
24	T1	10 cm x 20 cm	3.40	1250	4250.0	350,000	2621
25	T1	10 cm x 20 cm	3.60	1250	4500.0	350,000	2775
26	T1	10 cm x 20 cm	3.20	1250	4000.0	350,000	2467
27	T1	10 cm x 20 cm	3.25	1250	4062.5	350,000	2506
28	T1	10 cm x 20 cm	3.20	1250	4000.0	350,000	2467
29	T1	10 cm x 20 cm	4.00	1250	5000.0	350,000	3084
30	T1	10 cm x 20 cm	3.25	1250	4062.5	350,000	2506
31	T1	10 cm x 20 cm	3.25	1250	4062.5	350,000	2506
32	T1	10 cm x 20 cm	3.23	1250	4037.5	350,000	2490
33	T1	10 cm x 20 cm	3.12	1250	3900.0	350,000	2405
34	T1	10 cm x 20 cm	3.10	1250	3875.0	350,000	2390
35	T1	10 cm x 20 cm	3.17	1250	3962.5	350,000	2444
36	T1	10 cm x 20 cm	3.55	1250	4437.5	350,000	2737
37	T1	10 cm x 20 cm	4.10	1250	5125.0	350,000	3161
38	T1	10 cm x 20 cm	3.98	1250	4975.0	350,000	3068
39	T1	10 cm x 20 cm	3.80	1250	4750.0	350,000	2930
40	T1	10 cm x 20 cm	3.00	1250	3750.0	350,000	2313
41	T1	10 cm x 20 cm	3.67	1250	4587.5	350,000	2829
42	T1	10 cm x 20 cm	3.50	1250	4375.0	350,000	2698
43	T1	10 cm x 20 cm	3.45	1250	4312.5	350,000	2660
44	T1	10 cm x 20 cm	4.00	1250	5000.0	350,000	3084
45	T1	10 cm x 20 cm	3.12	1250	3900.0	350,000	2405
46	T1	10 cm x 20 cm	3.15	1250	3937.5	350,000	2428
47	T1	10 cm x 20 cm	3.26	1250	4075.0	350,000	2513
48	T1	10 cm x 20 cm	3.13	1250	3912.5	350,000	2413

49	T1	10 cm x 20 cm	3.15	1250	3937.5	350,000	2428
50	T1	10 cm x 20 cm	3.16	1250	3950.0	350,000	2436
51	T1	10 cm x 20 cm	3.15	1250	3937.5	350,000	2428
52	T1	10 cm x 20 cm	3.16	1250	3950.0	350,000	2436
53	T1	10 cm x 20 cm	3.18	1250	3975.0	350,000	2452
54	T1	10 cm x 20 cm	3.88	1250	4850.0	350,000	2991
55	T1	10 cm x 20 cm	4.00	1250	5000.0	350,000	3084
56	T1	10 cm x 20 cm	4.10	1250	5125.0	350,000	3161
57	T1	10 cm x 20 cm	3.00	1250	3750.0	350,000	2313
58	T1	10 cm x 20 cm	3.15	1250	3937.5	350,000	2428
59	T1	10 cm x 20 cm	1.50	1250	1875.0	350,000	1156
60	T1	10 cm x 20 cm	3.37	1250	4208.8	350,000	2596
61	T1	10 cm x 20 cm	3.37	1250	4210.9	350,000	2597
62	T1	10 cm x 20 cm	3.37	1250	4213.0	350,000	2598
63	T1	10 cm x 20 cm	3.37	1250	4215.0	350,000	2600
64	T1	10 cm x 20 cm	3.37	1250	4217.1	350,000	2601
65	T1	10 cm x 20 cm	3.38	1250	4219.2	350,000	2602
66	T1	10 cm x 20 cm	3.38	1250	4221.3	350,000	2603
67	T1	10 cm x 20 cm	3.38	1250	4223.4	350,000	2605
68	T1	10 cm x 20 cm	3.38	1250	4225.5	350,000	2606
69	T1	10 cm x 20 cm	3.38	1250	4227.6	350,000	2607
70	T1	10 cm x 20 cm	3.38	1250	4229.6	350,000	2609
71	T1	10 cm x 20 cm	3.39	1250	4231.7	350,000	2610
72	T1	10 cm x 20 cm	3.39	1250	4233.8	350,000	2611
73	T1	10 cm x 20 cm	3.39	1250	4235.9	350,000	2612
74	T1	10 cm x 20 cm	3.39	1250	4238.0	350,000	2614
75	T1	10 cm x 20 cm	3.39	1250	4240.1	350,000	2615
76	T1	10 cm x 20 cm	3.39	1250	4242.2	350,000	2616
77	T1	10 cm x 20 cm	3.40	1250	4244.3	350,000	2618
78	T1	10 cm x 20 cm	3.40	1250	4246.3	350,000	2619
79	T1	10 cm x 20 cm	3.40	1250	4248.4	350,000	2620
80	T1	10 cm x 20 cm	3.40	1250	4250.5	350,000	2621
81	T1	10 cm x 20 cm	3.40	1250	4252.6	350,000	2623
82	T1	10 cm x 20 cm	3.40	1250	4254.7	350,000	2624
83	T1	10 cm x 20 cm	3.41	1250	4256.8	350,000	2625
84	T1	10 cm x 20 cm	3.41	1250	4258.9	350,000	2627
85	T1	10 cm x 20 cm	3.41	1250	4260.9	350,000	2628
86	T1	10 cm x 20 cm	3.41	1250	4263.0	350,000	2629
87	T1	10 cm x 20 cm	3.41	1250	4265.1	350,000	2630
88	T1	10 cm x 20 cm	3.41	1250	4267.2	350,000	2632
89	T1	10 cm x 20 cm	3.42	1250	4269.3	350,000	2633
90	T1	10 cm x 20 cm	3.42	1250	4271.4	350,000	2634
91	T1	10 cm x 20 cm	3.42	1250	4273.5	350,000	2636
92	T1	10 cm x 20 cm	3.42	1250	4275.5	350,000	2637
93	T1	10 cm x 20 cm	3.42	1250	4277.6	350,000	2638
94	T1	10 cm x 20 cm	3.42	1250	4279.7	350,000	2639
95	T1	10 cm x 20 cm	3.43	1250	4281.8	350,000	2641
96	T1	10 cm x 20 cm	3.43	1250	4283.9	350,000	2642
97	T1	10 cm x 20 cm	3.43	1250	4286.0	350,000	2643
98	T1	10 cm x 20 cm	3.43	1250	4288.1	350,000	2645
99	T1	10 cm x 20 cm	3.43	1250	4290.2	350,000	2646
100	T1	10 cm x 20 cm	3.43	1250	4292.2	350,000	2647



575 **Tamaño de la muestra.**

4565.6  
10 Lb en 25m2

2,800 lb/mz

El Tratamiento 1 demostró un peso en gramos en promedio 3.25 gramos en un área de 25 m<sup>2</sup> se obtuvo un peso de 10 Lb, convirtiendo estos datos a una escala de manzana los resultados se traducen a un rendimiento de 2,800 Libras / Manzana.

El cálculo se realizó con el apoyo del programa Excel, con fines de explicación tomaremos la fila no. 1 de dicha tabla donde posteriormente a describir el tratamiento se presenta el peso de la cebolla en gramos y este dato se multiplica por la población del tratamiento

Para traducir esta información a una escala superior (manzana), se multiplica el peso la población de plantas de una manzana por el peso obtenido en la parcela experimental, posteriormente se procede a dividir el dato obtenido entre el área ocupada por la parcela experimental de esta forma se obtiene el rendimiento (peso) por manzana con la densidad de siembra del Tratamiento 1.

Tabla 11 Muestreo Tratamiento 2

Registro Tratamiento 2							
No.	Tratamiento	Descripción	gramos / Bulbo	plantas/ 25m2	Rendimiento/ Parcela 25 m2	Población por Mz	Rendimiento por manzana ( lbs)
1	T2	15 cm x 30 cm	40.00	555	22200.0	155,555	13705
2	T2	15 cm x 30 cm	37.00	555	20535.0	155,555	12677
3	T2	15 cm x 30 cm	45.00	555	24975.0	155,555	15418
4	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
5	T2	15 cm x 30 cm	39.00	555	21645.0	155,555	13363
6	T2	15 cm x 30 cm	56.00	555	31080.0	155,555	19187
7	T2	15 cm x 30 cm	45.00	555	24975.0	155,555	15418
8	T2	15 cm x 30 cm	40.00	555	22200.0	155,555	13705
9	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
10	T2	15 cm x 30 cm	45.00	555	24975.0	155,555	15418
11	T2	15 cm x 30 cm	36.00	555	19980.0	155,555	12335
12	T2	15 cm x 30 cm	43.00	555	23865.0	155,555	14733
13	T2	15 cm x 30 cm	44.00	555	24420.0	155,555	15076
14	T2	15 cm x 30 cm	35.00	555	19425.0	155,555	11992
15	T2	15 cm x 30 cm	45.00	555	24975.0	155,555	15418
16	T2	15 cm x 30 cm	46.00	555	25530.0	155,555	15761
17	T2	15 cm x 30 cm	41.00	555	22755.0	155,555	14048
18	T2	15 cm x 30 cm	41.00	555	22755.0	155,555	14048
19	T2	15 cm x 30 cm	55.00	555	30525.0	155,555	18845
20	T2	15 cm x 30 cm	44.00	555	24420.0	155,555	15076
21	T2	15 cm x 30 cm	43.00	555	23865.0	155,555	14733
22	T2	15 cm x 30 cm	33.00	555	18315.0	155,555	11307
23	T2	15 cm x 30 cm	38.00	555	21090.0	155,555	13020
24	T2	15 cm x 30 cm	39.00	555	21645.0	155,555	13363
25	T2	15 cm x 30 cm	49.00	555	27195.0	155,555	16789
26	T2	15 cm x 30 cm	43.00	555	23865.0	155,555	14733
27	T2	15 cm x 30 cm	44.00	555	24420.0	155,555	15076
28	T2	15 cm x 30 cm	45.00	555	24975.0	155,555	15418
29	T2	15 cm x 30 cm	46.00	555	25530.0	155,555	15761
30	T2	15 cm x 30 cm	38.00	555	21090.0	155,555	13020
31	T2	15 cm x 30 cm	39.00	555	21645.0	155,555	13363
32	T2	15 cm x 30 cm	36.00	555	19980.0	155,555	12335
33	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
34	T2	15 cm x 30 cm	41.00	555	22755.0	155,555	14048
35	T2	15 cm x 30 cm	41.00	555	22755.0	155,555	14048
36	T2	15 cm x 30 cm	55.00	555	30525.0	155,555	18845
37	T2	15 cm x 30 cm	44.00	555	24420.0	155,555	15076
38	T2	15 cm x 30 cm	43.00	555	23865.0	155,555	14733
39	T2	15 cm x 30 cm	33.00	555	18315.0	155,555	11307
40	T2	15 cm x 30 cm	38.00	555	21090.0	155,555	13020
41	T2	15 cm x 30 cm	39.00	555	21645.0	155,555	13363
42	T2	15 cm x 30 cm	49.00	555	27195.0	155,555	16789
43	T2	15 cm x 30 cm	43.00	555	23865.0	155,555	14733
44	T2	15 cm x 30 cm	44.00	555	24420.0	155,555	15076
45	T2	15 cm x 30 cm	45.00	555	24975.0	155,555	15418
46	T2	15 cm x 30 cm	46.00	555	25530.0	155,555	15761
47	T2	15 cm x 30 cm	38.00	555	21090.0	155,555	13020
48	T2	15 cm x 30 cm	39.00	555	21645.0	155,555	13363
49	T2	15 cm x 30 cm	36.00	555	19980.0	155,555	12335
50	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649

51	T2	15 cm x 30 cm	32.00	555	17760.0	155,555	10964
52	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
53	T2	15 cm x 30 cm	35.00	555	19425.0	155,555	11992
54	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
55	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
56	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
57	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
58	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
59	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
60	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
61	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
62	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
63	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
64	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
65	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
66	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
67	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
68	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
69	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
70	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
71	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
72	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
73	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
74	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
75	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
76	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
77	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
78	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
79	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
80	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
81	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
82	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
83	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
84	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
85	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
86	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
87	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
88	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
89	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
90	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
91	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
92	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
93	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
94	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
95	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
96	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
97	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
98	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
99	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649
100	T2	15 cm x 30 cm	34.00	555	18870.0	155,555	11649



**365 Tamaño de la muestra.**

19715.4  
43 lb / 25 m2

**12,040 lb/mz**

En comparativa el Tratamiento 1 y 2 existe una diferencia en el peso del bulbo siendo superior el Tratamiento 2, importante mencionar la influencia de la densidad de siembra, considerando como factor principal influyente la alelopatía sobre la fisiología de la cebolla. el peso promedio por bulbo obtenido en el T2 fue de 36 gramos, los datos se detallan en la tabla 9, se analiza en la Tabla 11 se puede observar el muestreo del rendimiento del Tratamiento 2, se observa el tamaño de la muestra la cual es 365 según la fórmula de la determinación de la muestra, se puede evidenciar unos distanciamientos de 15 centímetros entre planta y 30 centímetros entre surco simple de variedad Santa María, se analizaron las muestras una por una en la cual al tabular y analizar los datos se observa que el bulbo nos presenta un peso de 3.5 gramos aproximadamente se obtuvo haciendo uso de una pesa digital, el rendimiento en la parcela de 25 m<sup>2</sup> que dio como resultado es de 19,715.4 gramos la cual al dividirlo por 454 gramos que es lo que tiene una libra el rendimiento fue de 43 libras en los 25 m<sup>2</sup>, para continuar lo que se realizó después fue extrapolación donde logramos obtener que una manzanas da un rendimiento de 12,040 libras según la matriz de registro.

Tabla 12 Muestreo Tratamiento 3

Registro Tratamiento 3							
No.	Tratamiento	Descripción	gramos / Bulbo	plantas/ 25m2	Rendimiento/ Parcela 25 m2	Población por Mz	Rendimiento por manzana ( lbs)
1	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
2	T3	20 cm x 40 cm	74.00	312	23088.0	87,500	14262
3	T3	20 cm x 40 cm	90.00	312	28080.0	87,500	17346
4	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
5	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
6	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
7	T3	20 cm x 40 cm	65.00	312	20280.0	87,500	12528
8	T3	20 cm x 40 cm	79.00	312	24648.0	87,500	15226
9	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
10	T3	20 cm x 40 cm	73.00	312	22776.0	87,500	14069
11	T3	20 cm x 40 cm	70.00	312	21840.0	87,500	13491
12	T3	20 cm x 40 cm	81.00	312	25272.0	87,500	15611
13	T3	20 cm x 40 cm	75.00	312	23400.0	87,500	14455
14	T3	20 cm x 40 cm	75.00	312	23400.0	87,500	14455
15	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
16	T3	20 cm x 40 cm	70.00	312	21840.0	87,500	13491
17	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
18	T3	20 cm x 40 cm	74.00	312	23088.0	87,500	14262
19	T3	20 cm x 40 cm	90.00	312	28080.0	87,500	17346
20	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
21	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
22	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
23	T3	20 cm x 40 cm	65.00	312	20280.0	87,500	12528
24	T3	20 cm x 40 cm	79.00	312	24648.0	87,500	15226
25	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
26	T3	20 cm x 40 cm	73.00	312	22776.0	87,500	14069
27	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
28	T3	20 cm x 40 cm	81.00	312	25272.0	87,500	15611
29	T3	20 cm x 40 cm	75.00	312	23400.0	87,500	14455
30	T3	20 cm x 40 cm	75.00	312	23400.0	87,500	14455
31	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
32	T3	20 cm x 40 cm	70.00	312	21840.0	87,500	13491
33	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
34	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
35	T3	20 cm x 40 cm	65.00	312	20280.0	87,500	12528
36	T3	20 cm x 40 cm	79.00	312	24648.0	87,500	15226
37	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
38	T3	20 cm x 40 cm	73.00	312	22776.0	87,500	14069
39	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
40	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
41	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
42	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
43	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
44	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
45	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
46	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
47	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
48	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
49	T3	20 cm x 40 cm	66.00	312	20592.0	87,500	12720
50	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033

51	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
52	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
53	T3	20 cm x 40 cm	89.00	312	27768.0	87,500	17153
54	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
55	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
56	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
57	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
58	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
59	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
60	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
61	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
62	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
63	T3	20 cm x 40 cm	66.00	312	20592.0	87,500	12720
64	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
65	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
66	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
67	T3	20 cm x 40 cm	89.00	312	27768.0	87,500	17153
68	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
69	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
70	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
71	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
72	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
73	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
74	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
75	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
76	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
77	T3	20 cm x 40 cm	66.00	312	20592.0	87,500	12720
78	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
79	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
80	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
81	T3	20 cm x 40 cm	89.00	312	27768.0	87,500	17153
82	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
83	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
84	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
85	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
86	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
87	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
88	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
89	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
90	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
91	T3	20 cm x 40 cm	66.00	312	20592.0	87,500	12720
92	T3	20 cm x 40 cm	78.00	312	24336.0	87,500	15033
93	T3	20 cm x 40 cm	77.00	312	24024.0	87,500	14840
94	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960
95	T3	20 cm x 40 cm	89.00	312	27768.0	87,500	17153
96	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
97	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
98	T3	20 cm x 40 cm	76.00	312	23712.0	87,500	14648
99	T3	20 cm x 40 cm	87.00	312	27144.0	87,500	16768
100	T3	20 cm x 40 cm	88.00	312	27456.0	87,500	16960

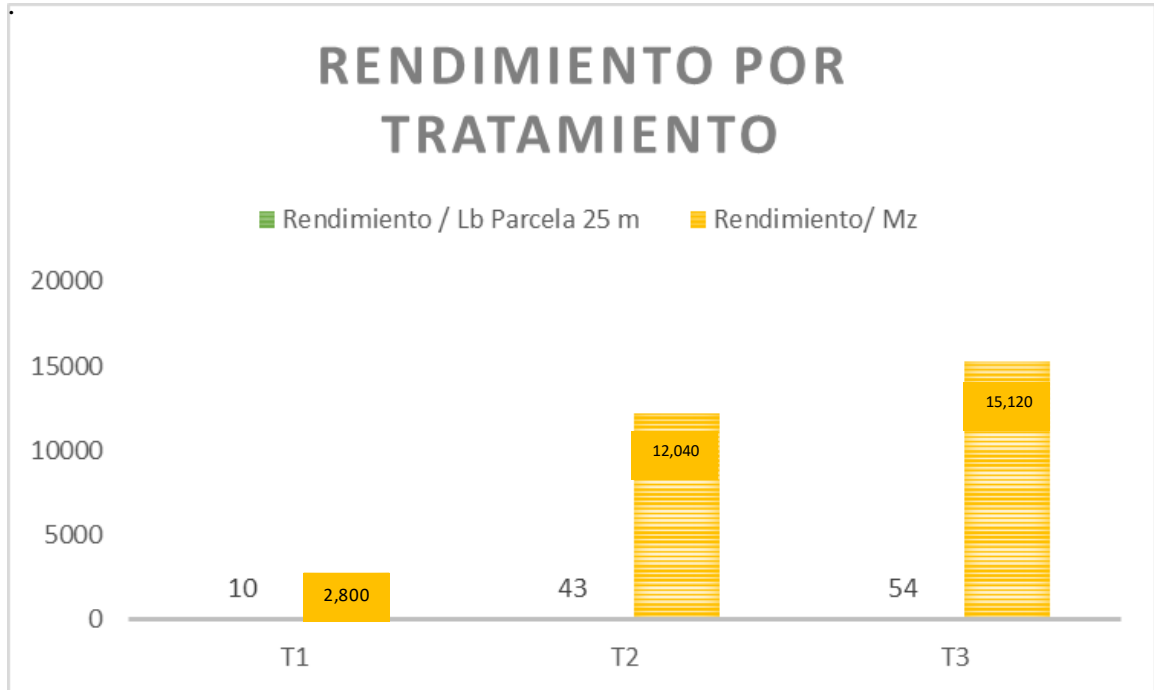


**240 Tamaño de la muestra.**

24732.5  
54 lb / 25 m2

**15,120 lb/mz**

El T3 presentó resultados superiores en comparación con los tratamientos anteriores, con densidad de 20 cm entre planta y 40 cm entre hilera de plantación, presentó un peso de bulbo promedio de 74 gramos por bulbo, también un factor sobresaliente es la uniformidad de peso, dicho factor considerado muy importante para el tema de comercialización, dando al productor oportunidad de acceso a mejores precios, En la Tabla 12 se puede observar el muestreo del rendimiento del Tratamiento 3, ponemos el tamaño de la muestra la cual es 240 según la fórmula de la determinación de la muestra, se puede evidenciar los distanciamientos de 20 centímetros entre planta y 40 centímetros entre surco simple de variedad Santa María, se analizaron las muestras una por una en la cual al tabular y analizar los datos se observa que el bulbo presenta un peso de 75 gramos aproximadamente se obtuvo haciendo uso de una pesa digital, el rendimiento en la parcela de 25 m<sup>2</sup> dio como resultado este tratamiento es de 24,732.5 gramos la cual al dividirlo por 454 gramos que es lo que tiene una libra el rendimiento fue de 54 libras en los 25 m<sup>2</sup>, para continuar lo que se realizó después fue extrapolación donde se logró obtener que una manzana da un rendimiento de 15,120 libras según la matriz de registro.



*Gráfica 2 Comparativo del rendimiento por tratamiento*

El comparativo mostrado en la gráfica 2 evidencia una diferencia de 3080 libras superadas por el tratamiento sobre Tratamiento 2 y 12,320 libras por encima del Tratamiento 1. Cabe resaltar que T3 fue establecido con menos población.

Tabla 13 Análisis de varianza

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Tratamiento	30	1.00	1.00		1.6E -6

Cuadro de Analisis de la Varianza ( SC tipo III)

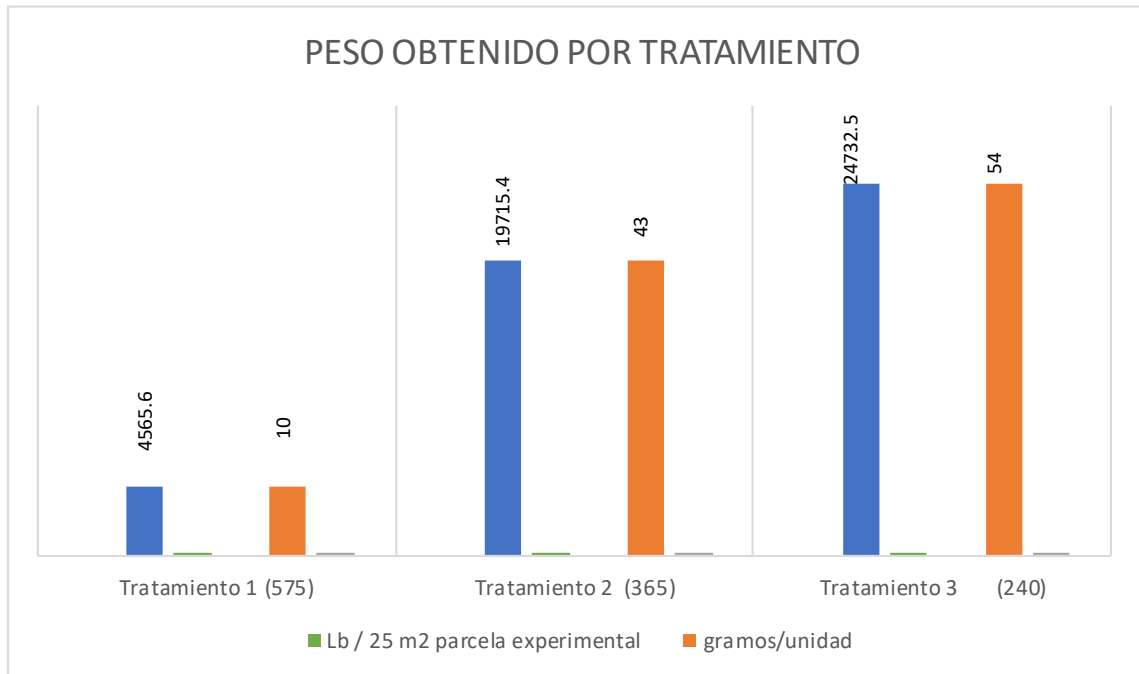
F.V.	SC	gl	CM	f	P-valor
Modelo.	20.00	20	1.00	925050685696855.00	<0.0001
Peso	20.00	20	1.00	sd	sd
Error	0.00	9	0.00		
Total	20.00	29			

Con los valores medios de cada variable por cada tratamiento se evaluó una planilla cada tratamiento se confecciono una plantilla Excel la cual fue ingresada a infostat como nueva tabla donde se tomó como fuente de variación de los tratamientos, posteriormente se obtienen el análisis de varianza donde se determinó la confiabilidad del análisis mediante un valor R2 mayor 0.70 y un error CM lo menor posible con 1.00 para este caso en cuanto al valor P se clasifica como diferente significativo cuando el valor es menor o igual a 0.05 y para la evaluación realizada se obtuvo un valor P de menor a 0.0001 lo que indica claramente que existe diferencia significativa.

*Tabla 14 Resultado de peso por tratamiento*

<b>Resultado Peso por tratamiento</b>			
Unidad de medida	Tratamiento 1 (575)	Tratamiento 2 (365)	Tratamiento 3 (240)
gramos/unidad	4565.6	19715.4	24732.5
Lb / 25 m2 parcela experimental	10	43	54

En la Tabla 14 se detalla el peso que se obtuvieron en cada tratamiento, se detalla le media en gramos por unidad y el rendimiento en peso obtenido por cada parcela experimental, donde en el Tratamiento 1 se obtuvo 4565.6 gramos por cebolla y en la parcela con 25 metros cuadrados 10 lb con una población de 575 plantas, en el Tratamiento 2 se obtuvo un peso de 19715.4 gramos y un rendimiento de 43 libras por parcela de 25 metros cuadrados con una población de 365 plantas y finalmente el Tratamiento 3 obtuvo se evidencio un peso por cebolla de 24732.5 gramos en la parcela experimental con una población de 240 plantas se obtuvo un peso de 54 libras.



*Gráfica 3 Peso obtenido por tratamiento*

En el Gráfico 3 se describe los resultados obtenidos en el parámetro peso en cada tratamiento, es evidente el contraste entre el Tratamiento 1 con un resultado de 4565.6 gramos por cebolla y paralelo se muestra el resultado por parcela de 10 libras, y el Tratamiento 3 con un resultado de 24732.5 gramo por cebolla y 54 libras por tratamiento, generando mejores resultados el Tratamiento 3.

7.2 Clasificación según características organolépticas y sensoriales de cada tratamiento

*Tabla 15 Características organolépticas y sensoriales por tratamiento.*

Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
<b>Pudrición</b>	0%	<b>Pudrición</b>	0%	<b>Pudrición</b>	0%
<b>Brote</b>	0%	<b>Brote</b>	0%	<b>Brote</b>	0%
<b>Tallos endurecidos</b>	40%	<b>Tallos endurecidos</b>	20%	<b>Tallos endurecidos</b>	5%
<b>Daños mecánicos</b>	25%	<b>Daños mecánicos</b>	30%	<b>Daños mecánicos</b>	40%
<b>Inmaduras</b>	10%	<b>Inmaduras</b>	10%	<b>Inmaduras</b>	0%
<b>Deformación</b>	50%	<b>Deformación</b>	40%	<b>Deformación</b>	10%
<b>Daños insectiles</b>	0%	<b>Daños insectiles</b>	0%	<b>Daños insectiles</b>	0%
<b>Tamaño de bulbo</b>	3 cm diámetro	<b>Tamaño de bulbo</b>	4-5 cm diámetro	<b>Tamaño de bulbo</b>	5-6 cm diámetro
<b>Peso</b>	3.50 gramos	<b>Peso</b>	3.50 gramos	<b>Peso</b>	75 gramos
<b>Catáfilas secas</b>	20%	<b>Catáfilas secas</b>	10%	<b>Catáfilas secas</b>	10%
<b>Firmeza</b>	80%	<b>Firmeza</b>	90%	<b>Firmeza</b>	90%

En cuanto a la comparativa en los tres tratamientos de los parámetros organolépticos sensoriales se manifestaron diferencias contrastantes las cuales se detallan a continuación, el parámetro tallos endurecidos se presentó en mayor porcentaje en el Tratamiento 1 con un 40% , el tallo endurecido es la falta de formación de bulbo y el sobre crecimiento del pseudotallo dando una apariencia recta y no redonda como debe ser, el influyente en desarrollo de mal formación se acuña a la competencia por recursos por la alta densidad.



*Ilustración 22 Categorías de cebolla.*

En comparativa de los tres tratamientos se detallan todos los parámetros se presentaron valores atípicos que detallamos a continuación, el parámetro tallos endurecidos presenta un 40% en el Tratamiento 1 y en el Tratamiento 2: 20% y Tratamiento 3: 5%, la reducción de los tallos endurecidos son producto de la sobrepoblación que impide el desarrollo adecuado de las catáfilas formadoras de bulbo, otro parámetro atípico es daño mecánico donde el mayor porcentaje de daño se presenta en el Tratamiento 3 con un valor de 40% de la producción, Tratamiento 2 con un valor de 30%, Tratamiento 1 con un valor de : 25%, el factor influyente se considera la exposición por el tamaño y turgencia del bulbo dando vulnerabilidad a la plantación por daño mecánico. Mal formaciones parámetro que se presentó en mayor proporción en el Tratamiento 1 con un dato del 50% y el Tratamiento 2 con un valor del 40% y Tratamiento 3: 10%, considerando como factor influyente la alelopatía fisiológica.

Los daños mecánicos son causados por mal uso de herramienta al momento de realizar labores como por ejemplo la eliminación de malezas o plantas no deseadas, al igual la deformación en la cebolla se debe a que el bulbo no se desarrolla de manera correcta esto debido a factores como podemos mencionar la densidad de siembra.



*Ilustración 23 Daños mecánicos.*

### 7.3 Viabilidad económica de cada tratamiento

*Tabla 16 Análisis financiero Tratamiento 1*

Análisis financiero tratamiento 1							
Año	Ingresos	Costo	Flujo de efectivo	% de crecimiento anual	Tasa	Ingresos actualizados	Egresos actualizados
0	Q. -	Q. 30,000.00	Q. -30,000.00	10%	15%	Q. -	Q. 30,000.00
1	Q. 56,300.00	Q. 93,000.00	Q. -36,700.00	10%	15%	Q. 47,855.00	Q. 101,445.00
2	61,950.00	Q. 93,000.00	Q. -31,050.00	10%	15%	Q. 55,755.00	Q. 99,195.00
3	68,140.00	124,584.00	Q. -56,444.00	10%	15%	Q. 61,326.00	Q. 131,398.00

30,000	
Valor Actual Neto	
15%	
-122,569	<b>Rechazado por tener valor negativo</b>

$$-30,000 + \frac{-36,700}{(1+0.15)^1} + \frac{-31,050}{(1+0.15)^2} + \frac{-56,444}{(1+0.15)^3} = -122,569$$

En el Tratamiento 1 los resultados obtenidos posteriormente al análisis demostraron un valor actual neto de -122,569 se utilizó una inversión de 30,000 una tasa de crecimiento del 10% y una tasa de retención del 15% evidentemente se rechaza por la falta de viabilidad financiera.

Tabla 17 Análisis financiero del Tratamiento 2

Análisis financiero tratamiento 2					
Año	Ingresos	Costo	Flujo de efectivo	% de crecimiento	Tasa
0	Q. -	Q. 30,000.00	Q. -30,000.00	10%	15%
1	Q. 85,197.00	Q. 77,000.00	Q. 8,197.00	10%	15%
2	Q. 93,716.00	Q. 76,710.00	Q. 17,006.00	10%	15%
3	Q. 103,082.00	Q. 78,838.00	Q. 24,244.00	10%	15%

Inversión inicial	30,000
VAN	Valor Actual Neto
Tasa de retorno	15%
VAN	5,960

$$-30,000 + \frac{8,197}{(1+0.12)^1} + \frac{17,006}{(1+0.12)^2} + \frac{24,244}{(1+0.15)^3} = 5,690$$

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión inicial	Q. 30,000.00			
Flujo de caja	Q. -30,000.00	Q. 8,197.00	Q. 17,006.00	Q. 24,244.00

TIR	25%
-----	-----

El Tratamiento 2 demostró un valor actual neto positivo de 5,960, la inversión inicial fue de 30,000 quetzales la tasa de crecimiento del 10%, la tasa de retención del 15%, el periodo de 3 años demostrando viabilidad económica, en cuanto al indicador TIR se obtuvo como resultado 25% siendo mayor a la tasa de retención ratificando la viabilidad económica demostrada por el VAN finalmente el indicado B/C evidenció que por cada unidad monetaria invertida en el proyecto se obtendría 0.21 quetzales.

Tabla 18 Análisis financiero Tratamiento 3

Análisis financiero tratamiento 3					
Año	Ingresos	Costo	Flujo de efectivo	% de crecimiento anual	Tasa
0	Q. -	Q. 30,000.00	Q. -30,000.00	10%	15%
1	Q. 122,224.00	Q. 69,700.00	Q. 52,524.00	10%	15%
2	Q. 134,440.00	Q. 68,680.00	Q. 66,760.00	10%	15%
3	Q. 148,576.00	Q. 70,474.00	Q. 78,102.00	10%	15%

Inversión inicial	30,000	$-30,000 + \frac{52,524}{(1+0.12)^1} + \frac{65,760}{(1+0.12)^2} + \frac{78,102}{(1+0.12)^3} = 116,873$
VAN	Valor Actual Neto	
Tasa de retorno	15%	
VAN	116,873	

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión inicial	Q. 30,000.00			
Flujo de caja	Q. -30,000.00	Q. 52,524.00	Q. 65,760.00	Q. 78,102.00

TIR	184%
-----	------

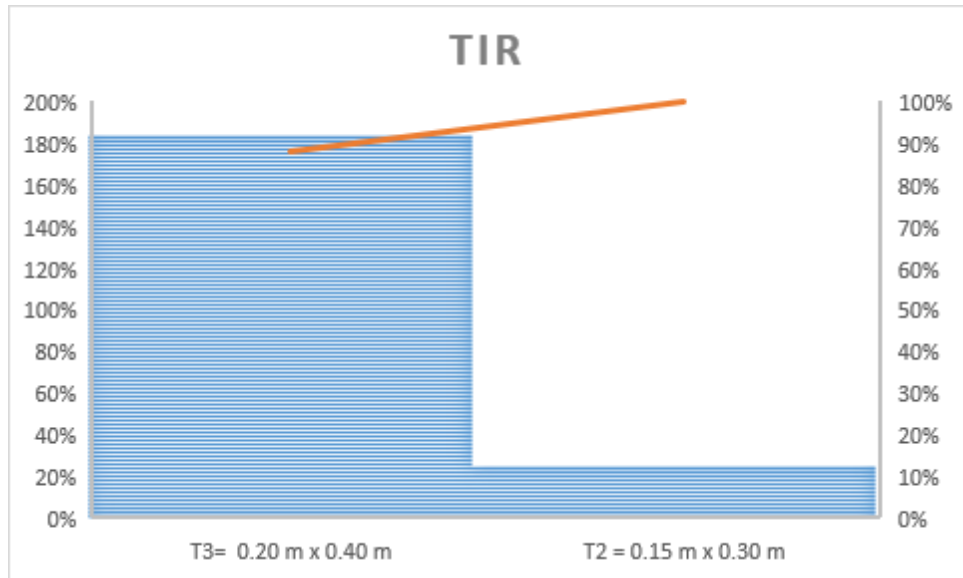
El Tratamiento 3 demostró un valor actual neto positivo de 116,873, la inversión inicial fue de 30,000 quetzales la tasa de crecimiento del 10%, la tasa de retención del 15%, el periodo de 3 años demostrando viabilidad económica, en cuanto al indicador TIR se obtuvo como resultado 184% siendo mayor a la tasa de retención ratificando la viabilidad económica demostrada por el VAN finalmente el indicado B/C evidencio que por cada unidad monetaria invertida en el proyecto se obtendría 0.94 quetzales.

#### 7.4 Comparación VAN- TIR-B/C

*Tabla 19 Comparación VAN- TIR-B/C*

<b>Tratamiento</b>	<b>Calidad</b>	<b>Precio de venta/libra</b>	<b>VAN</b>	<b>TIR</b>	<b>B/C</b>
T1= 0.10m x 0.20m	C	Q 5.00	Negativo	—	— Q 0.60
T2= 0.15m x 0.30m	B	Q 7.00	Positivo	25%	Q 0.21
T3= 0.20m x 0.40m	A	Q 8.00	Positivo	184%	Q 0.94

En la Tabla 19 demuestra la comparativa de los valores precio de venta por libra en función a la calidad afectando directamente a los indicadores, VAN, TIR y B/C, donde Tratamiento 3 presenta superior beneficio en función al costo y las razones es la decencia en sus costos por la baja densidad poblacional y precios elevados de venta por la superioridad en la calidad ya que el Tratamiento 3 presentó características organolépticas atractivas para el mercado.



*Gráfica 4 Comparativo de la Tasa Interna de Retorno de Tratamiento 2 y Tratamiento 3*

En la Figura 4 se demuestra gráficamente con el apoyo de un histograma la tasa interna de retorno en el Tratamiento 2 y Tratamiento 3 en el eje X y en el eje Y el valor de TIR en cada tratamiento.

## VIII. CONCLUSIONES

Se determinó el rendimiento por cada tratamiento, el Tratamiento 3 en contraste con el Tratamiento 1 su rendimiento fue superior con 12,320 lb/ mazana, y 3080 lb/ Mz con Tratamiento 2, importante mencionar que la relación población/ peso es indirectamente proporcional, contrario a la creencia local de los agricultores, la población por tratamiento se detalla en la (tabla8). Se concluye como factor influyente en los resultados obtenidos el factor competencia por los recursos y la alelopatía fisiológica.

En comparativa de los tres tratamientos detallada en la (Tabla 14.), de todos los parámetros se presentaron valores atípicos que detallamos a continuación, el parámetro tallos endurecidos presenta un 40% en el Tratamiento 1 y en el Tratamiento 2: 20% y Tratamiento 3: 5%, la reducción de los tallos endurecidos son producto de la sobre población que impide el desarrollo adecuado de las catáfilas formadoras de bulbo, otro parámetro atípico es daño mecánico donde el mayor porcentaje de daño se presenta en el Tratamiento 3 con un valor de 40% de la producción, Tratamiento 2 con un valor de 30%, Tratamiento 1 con un valor de : 25%, el factor influyente se considera la exposición por el tamaño y turgencia del bulbo dando vulnerabilidad a la plantación por daño mecánico. Mal formaciones parámetro que se presentó en mayor proporción en el Tratamiento 1 con un dato del 50% y el Tratamiento 2 con un valor del 40% y Tratamiento 3: 10%, considerando como factor influyente la alelopatía fisiológica.

Se analizó la viabilidad económica a través de los indicadores VAN.TIR.B/C, donde T1 presento VAN negativo por tal razón no se procedió al cálculo de TIR ya que según la relación beneficio costo dio como resultado que por cada quetzal invertido se estaría perdiendo Q 0.60, T2 presento un Van positivo y una TIR de 25% donde por cada quetzal invertido se estará generando Q 0.21 de utilidad, T3 presentó VAN positivo, TIR del 184% y por cada quetzal invertido se genera Q 0.94

## IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda, al momento de establecer el cultivo de cebolla, un marco de siembra de 20 cm entre planta X 40 cm entre surco para este trabajo de investigación corresponde al Tratamiento 3 a recomendación en aplicar este distanciamiento es por la mayor generación de rendimiento en peso por área y las características organolépticas que presentan las cebollas, mejorando el precio impactando directamente en la rentabilidad por tener oportunidad de mejores precios incrementando la calidad del producto.

En cuanto a las características de mejor calidad son obtenidas a un distanciamiento de 20 x 40 cm entre posturas ya que la planta tiene una mejor expresión y la alelopatía se reduce entre posturas.

El Tratamiento 3 con un marco de siembra de 20 x 40 cm se recomienda por sus múltiples beneficio para el agricultor, se reducen costos en la compra de menor cantidad de semillas, mejor características organolépticas, oportunidad de mayor precio de venta por la mejor calidad obtenida, mejor rendimiento por área.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- BEJO. (2020). *Enfermedades y plagas importantes en cebolla*. Bejo Zaden B.V. Recuperado de:  
<http://static.plenummedia.com/40767/files/20130126104951-bejo-enfermedades-y-plagas-cebollas.pdf>
- CATIE. (2010). *Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas*. Edición (1) Costa Rica . 400pag. Recuperado de:  
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9249e/A9249e.pdf>
- CENTA. (2010). *Guía técnica para el cultivo de cebolla*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Edición (1) Recuperado de:  
[https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_02.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_02.pdf)
- Cifuentes. (2006). *Evaluación Agro económica de cinco variedades de cebolla (Allium Cepa) en Invernadero y a campo Abierto en San Carlos Sija Quetzaltenango. Trabajo de Grado para Ingeniero Agronomo. Universidad Rafael Landivar*.
- Dreamstime. (2020). *Cebolla Ejemplos Y Vectores*. Recuperado de:  
<https://es.dreamstime.com/illustration/cebolla.html>
- FAO. (2014). *Perspectivas Agrícolas 2014-2023*. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Edición (1) Guatemala 341pag. Recuperado de  
<http://www.fao.org/3/a-i3818s.pdf>
- Guevara. (2001). *Efecto de cuatro niveles y tres fuentes de nitrogrno sobre el rendimiento de cebolla. Trabajo de Grado para Ingeniero Agronomo. Univesidad de San Carlos de Guatemala*.
- ICA. (2016). *Producción de cebolla (Allium cepa) Amarilla Dulce en Villa curí*. Instituto Colombiano Agropecuario. Edición (1) 55 pag. Recuperado de:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3852/vasquez-santillan-janet-yuliza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- JICA. (2019). *Guía Técnica Cultivo de Cebolla*. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Edición (1) Japon. 72pág. Recuperado de:  
[https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_02.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_02.pdf)
- MAGA. (2016). *Perfil Comercial de la cebolla Guatemala*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Edición (1) Guatemala 1pág. Recupado de:  
<https://precios.maga.gob.gt/archivos/agro-encifras/individuales/Cebolla%20Agro%20en%20Cifras%202016.pdf>
- MAGA. (2012). *Requerimientos Nutricionales de la cebolla*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Edición (1) Guatemala 5pág. Recupado de:  
[https://www.mag.gov.cr/rev\\_agr/v11n02\\_239.pdf](https://www.mag.gov.cr/rev_agr/v11n02_239.pdf)
- RAESA. (2019). *División riego por aspersion*. Recuperado de:  
<https://www.riegosagricolasporaspersion.com/>
- SAGARPA. (2015). *Agricultura y desarrollo Rural. Secretaria de agricultura y desarrollo rural México*. Edición (1) Mexico. 45 pág. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura>
- Sérida. (2020). *Rotación de cultivo*. Recurado de: <http://www.serida.org/pdfs/2020.pdf>
- UNER. (2010). *Material de apoyo didáctico*. Universidad Nacional de entre Rios Facultad de ciencias agropecuarias. Edición (3) Argentina. 20pág. Recuperado de:  
[https://www.google.com/search?q=UNER+2010+Propiedades+de+la+cebolla&rlz=1C1CHBD\\_esGT895GT895&oq=UNER+2010++Propiedades++de+la+cebolla&aqs=chrome..69i57j33i160.14928j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-82](https://www.google.com/search?q=UNER+2010+Propiedades+de+la+cebolla&rlz=1C1CHBD_esGT895GT895&oq=UNER+2010++Propiedades++de+la+cebolla&aqs=chrome..69i57j33i160.14928j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-82)
- UPR. (2012). *Conjunto Tecnológico para la producción de cebolla*. Universidad de Puerto Rico. Edición (1) 45pág. Recuperado de: <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/2.-CEBOLLA-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-G.-Fornaris-v2012.pdf>

# XI. ANEXOS

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo  
 Ofidobegas San Sebastián, Bodega 23  
 Zona 4 de Mixco, Guatemala.  
 PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917  
 info@solucionesanaliticas.com  
 www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6  
 Carretera al Pacífico, Km. 91  
 Santa Lucía Cotz, Escuintla.  
 PBX: 7882-2428  
 sedest@solucionesanaliticas.com

## INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente : MARCO ANTONIO GODINEZ (14321)  
 Persona Responsable : RONY ARMANDO  
 Finca : ()  
 Localización : ,  
 Referencia Cliente : MUESTRA DE PARCELAMIENTO EL PILAR LDTE I  
 Cultivo : CEBOLLA -Allium cepa ( 43)

Número de orden : 118783  
 Código de muestra : 20.10.23.04.11  
 Fecha de ingreso : 23/10/2020  
 Fecha del informe : 05/11/2020  
 Asesor : RECEPCION AGRICOLA

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	7.49	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.03 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	0.55 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	7.6 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	7.46 %	4% _ 6%
Saturación Ca	69.40 %	60% _ 80%
Saturación Mg	23.13 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo P	22.8	XXXXXXX			30 - 75	90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Potasio K	222.0	XXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	100 K <sub>2</sub> O
Calcio Ca	1059.0	XXXXXXXXXX			1000 -2000	
Magnesio Mg	211.8	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre S	< 5.0	X			10 - 100	60 S
Cobre Cu	5.2	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro Fe	196.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso Mn	17.7	XXXXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc Zn	2.1	XXXXXXXXXXXX			2 - 25	4 Zn
Aluminio Al	< 8.0	X			< 20% Sat Al	

\*\* No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. \* Kg/Ha x 1.54 = lbs/acre

Ilustración 24 Análisis suelo

**Cultivo de Cebolla**

Extracción de Datos: CONADI (Ministerio de desarrollo social Chile)  
 datos referencia para cada tipo de suelo y altura msnm.

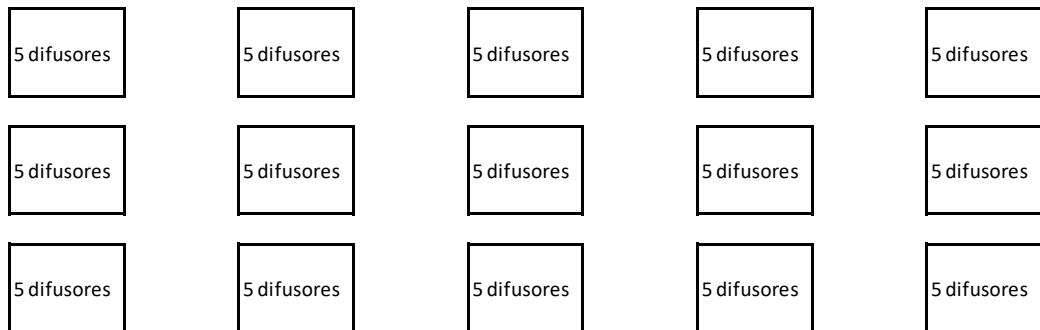
	Área 25 m2	
	Datos	
	Kc Max Cebolla	1
	Etc	3 mm
CC	Capacidad de CAMPO	25%
PMP	Punto de marchitez permanente	15%
Ha	Humedad aprovechable	21%
Da	1.4 gr/ml	
Pr	25 cm- 250 mm	
	Cultivo cebolla	
	Suelo Franco-Arenoso	
	Riego: Micro Aspersión	
	Caudal de Aspersor: 40 Lt/ Hora	
	Uubral de Riego = 45%	
Kc	Coefficiente Hidrico	
Eto	Evapotranspiración referencia diaria minima	
Etc	Evapotranspiración del cultivo	
Lr	Lámina de riego	
Da	Densidad Aparente	
Pr	Profundidad Radicular	
	(0.25-0.15) x 1.4 x 250= 35 mm	

Calculo de lamina Neta:

LN= AU X Umbral  
 LN= 35 x 0.45= 15 mm  
 Fr: LN / Etc= 15mm/3= 5 dias  
 LB: ETC X Fr/ Eficiencia  
 LB: 3 X 5 / 0.75= 20/ m3

VT= Lb x área  
 VT=20mm x 25m 500 m3  
 VT=20mm x 25m 500 m3/ 1000L  
 VT=0.5 X 12 PARCELAS 6m3/ todo el experimento  
 Gasto por evento=  
 Difusores por parcela= 10  
 Caudal / difusor = 40 Lt/ h  
 5 difusores x 40 Lt = 200lt / hora / Parcela 0.2 m2  
 Gasto por evento en todo el experimento= 2400 L / 2.4 M3

5 difusores x 40 Lt = 200lt / hora / Parcela 0.2 m2  
 Gasto por evento en todo el experimento= 2400 L / 2.4 M3



tiempo de riego= VT / Ge  
 Tiempo 6000 L / 2400 = 2.5 horas  
 Lunes 1 hora con 15 minutos y el Viernes = 1 hora con 15 minutos  
 lunes 1.25 hrs  
 martes 1,25 hrs

*Ilustración 25 Cálculo de Riego*



*Ilustración 26 Preparación de riego microaspersión.*



*Ilustración 27 Preparación del terreno, en el parcelamiento El Pilar.*



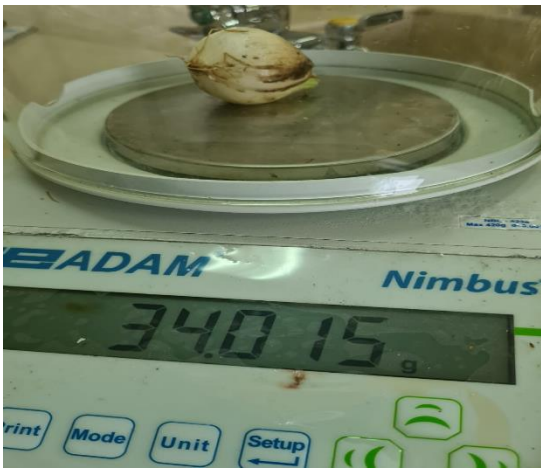
*Ilustración 28 Preparación de almacigo.*



*Ilustración 29 Trasplante de pilones a campo.*



*Ilustración 30 Cosecha del cultivo de cebolla.*



*Ilustración 31 Toma de datos para los análisis estadísticos peso y diámetro de bulbo por tratamientos.*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tratamiento	30	1.00	1.00	1.6E-06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	20.00	20	1.00	925050685696855.00	<0.0001
Peso	20.00	20	1.00		sd   sd
Error	0.00	9	0.00		
Total	20.00	29			

*Ilustración 32 Análisis de varianza*

Determinación de Fertilización

Déficit para Aplica

ppm

MO	P205	K20	CA	Mg	S	Fe	Co	Zn
3.55%	7.2	0	0	0	5	0	0	0

Dosis Recomendada

kg/ha

MO	P205	K20	CA	Mg	S	Fe	Co	Zn
10,000	90	160	.....	.....	60	.....	.....	4

Dosis Recomendada

kg/432 m2

MO	P205	K20	CA	Mg	S	Fe	Co	Zn
432	3.88	7	.....	.....	2.59	.....	.....	0.17
2lb/ m2								

Fórmulas Minerales

N	P205	K20	Mgo	S	B	Fe	Co	Zn
39%	0.00%	3.30%	2.70%	3.30%	.....	.....	.....	.....
0%	0%	60%	0%	0%	.....	.....	.....	.....
11.400%	8.000%	6.000%	0.036%	0.230%	0.036%	0.050%	0.040%	0.080%

Nitro Xtend  
Muriato de Potasio ( MOP)  
Bayfolan Forte

Ilustración 33 Determinación de fertilización

## Demanda Nutricional de la Cebolla

<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>K20</b>	<b>S</b>
150	300	100	25

*Ilustración 34 Demanda nutricional de la cebolla*

*(MAGA, 2012)*

## XII. GLOSARIO

- Brote

Se le llama brote a los nuevos crecimientos de las plantas, que pueden incluir tallos, yemas y hojas.

- Bulbo

Los bulbos, al igual que los rizomas, cormos y tubérculos, son órganos subterráneos de almacenamiento de nutrientes.

- Catáfilas

Se denomina Catáfilas a cada una de las hojas modificadas y reducidas que generalmente protegen a las yemas de la planta que se hallan en reposo, particularmente en órganos subterráneos de reserva como bulbos.

- Características organolépticas

Las características organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura etc.

- Deformaciones

Son raquílicas, pálidas y presentan zonas hinchadas a lo largo de sus cotiledones. Las hojas pueden ser cortas y anchas y desarrollar manchas entre amarillas y cafés, comportamiento desuniforme.

- Daños mecánicos

Los daños mecánicos son una de las principales causas de pérdidas en el proceso post-cosecha de una producción de hortalizas. Una imprudencia, muchas veces son ocasionados por el uso de equipo inadecuado.

- Postura

En la agricultura, es la acción de plantar árboles tiernos o plantas, muchas veces se aplica a la planta o árbol tierno que se trasplanta.

- Pudrición

Esta puede ser una de las más graves en las cebollas. Los primeros síntomas incluyen un tono amarillento, marchitez y la caída de las hojas más viejas, cuando el hongo invade la raíz.

- Almacigo

Lugar donde se siembran y crían los vegetales que luego han de trasplantarse.

- Fitosanitario

Pertenece o relativo a la prevención y curación de las enfermedades de las plantas.

- Follaje

Conjunto de hojas de los árboles y de otras plantas.

- Fungicida

Dicho de un agente, que destruye los hongos.

- Herbicida

Es un producto químico que destruye plantas herbáceas o impide su desarrollo.

- Insecticida

Sirve para matar insectos, aplica a los productos destinados a este fin.

- Trasplantar

Trasladar plantas del sitio en que están arraigadas y plantarlas en otro.

- Arar

Remover la tierra haciendo en ella surcos con el arado.

- Cosecha

Conjunto de frutos, generalmente de un cultivo, que se recogen de la tierra al llegar a la sazón; como la cebolla, frijol.