

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Época crítica de competencia de malezas en el cultivo de ajo**  
*(Allium sativum L.). Canaán, 2750 msnm - Ayacucho*

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**PRESENTADO POR:**  
**Bach. Rus Mery Meza Aguilar**

**ASESOR:**  
**Dr. Rolando Bautista Gómez**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

*A mis amados padres, Lucio Meza Alfaro y Marina Obdulia Aguilar Núñez, quienes fueron mis primeros maestros y son los pilares en la construcción de mi vida personal y profesional, por su trabajo, esfuerzo y apoyo incondicional, por estar a mi lado y sentar las bases de responsabilidad, resiliencia y progreso.*

*A mis queridos hermanos, Almett, Anibal, Nelida, Elsabett y Josefina por su apoyo y guía en este camino arduo y agreste en busca del conocimiento.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, mi alma mater de conocimiento, por poner en disposición sus aulas, laboratorios, centros experimentales y docentes, que todos en conjunto formaron parte de mi formación profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes con su vasta experiencia, discernimiento, capacidad e instrucción me impartieron sus conocimientos teóricos - científicos y prácticos contribuyendo en mi formación académica.

Al Dr. Rolando Bautista Gómez, asesor del presente trabajo, por su disposición, dirección y apoyo incondicional en el desarrollo y conclusión de la tesis.

Al Centro Experimental Canaán por conceder un área de sus terrenos, a su personal por su asistencia, cooperación y por resguardar la seguridad para la ejecución del trabajo de investigación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	x
RESUMEN .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I .....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
1.1. Origen y distribución del ajo .....	14
1.2. Clasificación taxonómica .....	15
1.3. Importancia del cultivo de ajo .....	15
1.3.1. <i>Valor nutricional</i> .....	15
1.3.2. <i>Importancia nutraceutica</i> .....	16
1.4. Morfología del ajo .....	17
1.4.1. <i>Sistema radicular</i> .....	18
1.4.2. <i>Tallo verdadero</i> .....	18
1.4.3. <i>Bulbo</i> .....	18
1.4.4. <i>Hoja</i> .....	19
1.4.5. <i>Escapo floral</i> .....	19
1.4.6. <i>Inflorescencia</i> .....	20
1.4.7. <i>Semilla</i> .....	20
1.5. Tipo de polinización.....	20
1.6. Genética y desarrollo de cultivares .....	21
1.7. Etapa fisiológica del ajo .....	23
1.7.1. <i>Dormancia de bulbo</i> .....	23
1.7.2. <i>Rotura de dormancia</i> .....	24
1.7.3. <i>Crecimiento vegetativo</i> .....	24
1.7.4. <i>Bulbificación</i> .....	24
1.8. Requerimientos edafo - climáticos.....	25
1.8.1. <i>Factores edáficos</i> .....	25
1.8.2. <i>Factores climáticos</i> .....	26
1.9. Manejo agronómico.....	28
1.9.1. <i>Selección de semilla</i> .....	28
1.9.2. <i>Siembra y densidad</i> .....	28
1.9.3. <i>Riego</i> .....	29
1.9.4. <i>Fertilización y abonamiento</i> .....	29
1.9.5. <i>Descanutado</i> .....	32
1.9.6. <i>Recolección</i> .....	33
1.9.7. <i>Curado</i> .....	33
1.9.8. <i>Conservación</i> .....	34
1.10. Control de plagas .....	34
1.10.1. <i>Predadores</i> .....	34
1.10.2. <i>Enfermedades</i> .....	36
1.10.3. <i>Malezas</i> .....	38
CAPÍTULO II.....	45
METODOLOGÍA.....	45
2.1. Ubicación del experimento.....	45
2.1.1. <i>Ubicación política</i> .....	45

2.1.2. <i>Ubicación geográfica</i> .....	45
2.2. Antecedentes del terreno .....	46
2.3. Análisis físico químico del suelo .....	46
2.4. Condiciones meteorológicas .....	47
2.5. Materiales requeridos .....	51
2.6. Diseño experimental.....	51
2.7. Tratamientos.....	52
2.8. Descripción del campo experimental .....	52
2.8.1. <i>Croquis del campo experimental</i> .....	53
2.8.2. <i>Croquis de la unidad experimental</i> .....	54
2.9. Variables de Evaluación.....	54
2.9.1. <i>Variables de Precocidad</i> .....	54
2.9.2. <i>Variables de productividad</i> .....	55
2.10. Instalación y conducción del experimento .....	57
2.10.1. <i>Preparación del terreno</i> .....	57
2.10.2. <i>Desinfección de las semillas</i> .....	57
2.10.3. <i>Demarcación y estacado del campo experimental</i> .....	57
2.10.4. <i>Trazado de Surcos</i> .....	57
2.10.5. <i>Siembra</i> .....	58
2.10.6. <i>Abonamiento</i> .....	58
2.10.7. <i>Instalación de suministros de riego presurizado</i> .....	58
2.10.8. <i>Resiembra</i> .....	59
2.10.9. <i>Control de malezas</i> .....	59
2.10.10. <i>Control de plagas y enfermedades</i> .....	59
2.10.11. <i>Cosecha</i> .....	60
CAPITULO III.....	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	61
3.1. Evaluación de malezas .....	61
3.1.1. <i>Población de malezas</i> .....	61
3.1.2. <i>Tendencia de la población de malezas</i> .....	66
3.1.3. <i>Familia de malezas</i> .....	68
3.1.4. <i>Tendencia de biomasa fresca de malezas</i> .....	72
3.1.5. <i>Época crítica de la competencia de las malezas con el cultivo de ajo</i> .....	73
3.2. Variables de precocidad .....	75
3.2.1. <i>Días a inicio de bulbificación</i> .....	75
3.2.2. <i>Días a madurez fisiológica</i> .....	77
3.3. Variables de productividad.....	79
3.3.1. <i>Diámetro ecuatorial de bulbo</i> .....	79
3.3.2. <i>Diámetro polar de bulbo</i> .....	82
3.3.3. <i>Peso promedio de bulbo</i> .....	86
3.3.4. <i>Número de dientes por bulbo</i> .....	89
3.3.5. <i>Rendimiento de bulbo</i> .....	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
Conclusiones .....	97
Recomendaciones .....	98
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	99
ANEXOS .....	103

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.1</b>	
<i>Composición nutricional del ajo por cada 100g de producto comestible.</i>	16
<b>Tabla 1.2</b>	
<i>Cultivar con seudo escapo floral (cuello duro).</i>	21
<b>Tabla 1.3</b>	
<i>Cultivares sin seudo escarpo floral (cuello blanco), con bulbillo en el seudo tallo (limbo foliar flexible).</i>	22
<b>Tabla 1.4</b>	
<i>Cultivares sin seudo escarpo floral (cuello blando), Sin bulbillo en el seudo tallo (limbo foliar erecto).</i>	23
<b>Tabla 1.5</b>	
<i>Pérdida en el rendimiento del cultivo por el efecto de las malezas en los cultivos a nivel mundial.</i>	41
<b>Tabla 1.6</b>	
<i>Periodo crítico de la influencia de las malezas en cultivos agrícolas.</i>	42
<b>Tabla 2.1</b>	
<i>Análisis físico – químico de suelo del centro experimental Canaán, Ayacucho 2741 msnm.</i>	46
<b>Tabla 2.2</b>	
<i>Registro de datos meteorológicos “Temperatura máxima, mínima, media, precipitación, evapotranspiración y humedad relativa”, campaña agrícola 2021-2022 – Ayacucho.</i>	49
<b>Tabla 2.3</b>	
<i>Número de tratamientos evaluados en el trabajo de investigación.</i>	52
<b>Tabla 3.1</b>	
<i>Población de malezas por especie presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm. (T<sub>1</sub> – T<sub>4</sub>).</i>	63
<b>Tabla 3.2</b>	
<i>Población de malezas por especie presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm. (T<sub>5</sub> – T<sub>8</sub>).</i>	64
<b>Tabla 3.3</b>	
<i>Población de malezas por especie presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm. (T<sub>9</sub> – T<sub>11</sub>).</i>	65
<b>Tabla 3.4</b>	
<i>Población de malezas por familia presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm. (T<sub>1</sub> – T<sub>6</sub>).</i>	69
<b>Tabla 3.5</b>	
<i>Población de malezas por familia presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm. (T<sub>7</sub> – T<sub>11</sub>).</i>	70
<b>Tabla 3.6</b>	
<i>Días a inicio de bulbificación del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i>	76
<b>Tabla 3.7</b>	
<i>Días a madurez fisiológica del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i>	77
<b>Tabla 3.8</b>	
<i>Análisis de variancia del diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i>	79

<b>Tabla 3.9</b>	
<i>Prueba de tukey (<math>p=0.05</math>) del diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....</i>	80
<b>Tabla 3.10</b>	
<i>Análisis de variancia del diámetro polar del bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....</i>	83
<b>Tabla 3.11</b>	
<i>Prueba de tukey (<math>p=0.05</math>) del diámetro polar del bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....</i>	84
<b>Tabla 3.12</b>	
<i>Análisis de variancia del peso promedio de bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....</i>	86
<b>Tabla 3.13</b>	
<i>Prueba de tukey (<math>p=0.05</math>) del peso promedio de bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....</i>	87
<b>Tabla 3.14</b>	
<i>Análisis de variancia del número de dientes por bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750msnm. ....</i>	89
<b>Tabla 3.15</b>	
<i>Prueba de tukey (<math>p=0.05</math>) del número de dientes por bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....</i>	90
<b>Tabla 3.16</b>	
<i>Análisis de variancia del rendimiento de bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....</i>	93
<b>Tabla 3.17</b>	
<i>Prueba de tukey (<math>p=0.05</math>) del rendimiento de bulbo de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....</i>	94

## Índice de figuras

<b>Figura 1.1</b>	
<i>Definiciones de maleza.</i> .....	39
<b>Figura 2.1</b>	
<i>Oscilaciones de datos meteorológicos “Temperatura máxima, mínima, media, precipitación, evapotranspiración y humedad relativa”, campaña agrícola 2021-2022 – Ayacucho.</i> .....	50
<b>Figura 2.2</b>	
<i>Croquis del campo experimental del trabajo de investigación.</i> .....	53
<b>Figura 2.3</b>	
<i>Croquis de la unidad experimental del trabajo de investigación.</i> .....	54
<b>Figura 3.1</b>	
<i>Tendencias de la población de malezas por especie presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm.</i> ...	67
<b>Figura 3.2</b>	
<i>Tendencia de la población de malezas por familia presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm.</i> .....	71
<b>Figura 3.3</b>	
<i>Tendencia de la biomasa fresca de malezas presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm.</i> .....	73
<b>Figura 3.4</b>	
<i>Tendencia del rendimiento de bulbo versus el rendimiento del porcentaje de biomasa seca durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm.</i> ...	74
<b>Figura 3.5</b>	
<i>Tendencia del rendimiento de bulbo versus el rendimiento de biomasa fresca de maleza durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.), Canaán 2750 msnm.</i> ...	74
<b>Figura 3.6</b>	
<i>Figura comparativa del rango de inicio de bulbificación del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i> .....	77
<b>Figura 3.7</b>	
<i>Figura comparativa del rango del inicio de madurez fisiológica del cultivo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i> .....	78
<b>Figura 3.8</b>	
<i>Regresión del diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i> .....	81
<b>Figura 3.9</b>	
<i>Comparativo de las diferentes semanas de control de malezas versus los testigos sobre el diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i> .....	82
<b>Figura 3.10</b>	
<i>Regresión del diámetro polar del bulbo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i> .....	85
<b>Figura 3.11</b>	
<i>Comparativo de las diferentes semanas control de malezas versus los testigos sobre el diámetro polar del bulbo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza Canaán 2750 msnm.</i> .....	85
<b>Figura 3.12</b>	
<i>Regresión del peso promedio de bulbo de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.</i> .....	88



**Figura 3.13**

*Comparativo de las diferentes semanas de control de malezas versus los testigos sobre el peso promedio de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....89*

**Figura 3.14**

*Regresión del número de dientes de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....91*

**Figura 3.15**

*Comparativo de las diferentes semanas de control de malezas versus los testigos sobre el número de dientes por bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....92*

**Figura 3.16**

*Regresión del rendimiento de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....95*

**Figura 3.17**

*Comparativo de las diferentes semanas de control de malezas versus los testigos sobre el rendimiento de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm. ....96*

## Índice de anexos

ANEXO 01. Datos obtenidos de las evaluaciones del cultivo de ajo.....	104
ANEXO 02. Variables de fenología .....	105
ANEXO 03. Panel fotográfico.....	106

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán – UNSCH, cuyos objetivos fueron: Identificar la población de malezas en el campo experimental, evaluar la influencia de las malezas en el rendimiento del cultivo de ajo y determinar la época crítica de competencia de malezas y establecer el momento óptimo de control. Se utilizó como material vegetal el ajo variedad Napurí. Para la distribución de las unidades experimentales en el campo se utilizó el Diseño Estadístico de Bloque completo al azar con 11 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos establecidos fueron: control permanente de malezas, control a la 2<sup>da</sup>, 4<sup>ta</sup>, 6<sup>ta</sup>, 8<sup>va</sup>, 10<sup>ma</sup>, 12<sup>ava</sup>, 14<sup>ava</sup>, 16<sup>ava</sup>, 18<sup>ava</sup> semana después de la siembra y sin control de malezas durante todo el periodo vegetativo del cultivo. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento T<sub>1</sub> (control permanente), T<sub>3</sub> (control a la 4<sup>ta</sup> SDS) y T<sub>4</sub> (control a la 6<sup>ta</sup> SDS) no muestran diferencia significativa entre ellos, pero si diferencia numérica. Donde el T<sub>3</sub> obtuvieron un mejor promedio de diámetro ecuatorial de bulbo de ajo 4.82 cm, diámetro polar del bulbo de 4.15 cm, peso de bulbo de 58.8 gr., número de dientes de ajo por bulbo de 13 y un rendimiento de 12.77 t. ha<sup>-1</sup>. De estos resultados obtenidos se concluye que la época crítica de competencia de malezas en el cultivo de ajo se encuentra entre la 4<sup>ta</sup> y 6<sup>ta</sup> semana después de la siembra, por lo tanto, el cultivo de ajo puede tolerar un periodo aproximado de 28 a 42 días en competencia con las malezas sin que las diferentes variables de evaluación del cultivo de ajo causen reducción del rendimiento, lo que permite determinar la época más oportuna para controlar las malezas y consecuentemente realizar un uso eficiente del tiempo y de los recursos económicos, generando una mayor utilidad para el agricultor.

**Palabras claves:** Evaluación, época crítica, malezas, rendimiento y *Allium sativum* L.

## INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) pertenece a la familia Alliaceae, cuyo origen se identifica en la región montañosa de Asia central desde 8000 a.C. desde donde fue introducido en América por los españoles (López y López, 2008). El ajo es reconocido mundialmente por sus propiedades medicinales y uso culinario. Destaca por su alto contenido de materia seca (30-50%), alto contenido de compuestos azufrados (sulfóxido de alicisteína). Desde la antigüedad se reconoce sus efectos farmacológicos como bactericida, acción anticoagulante, anti colesterol; su empleo en tratamientos de asma, cáncer, diabetes y otros (Kehr, 2002).

El cultivo de ajo se adapta en diferentes tipos de suelo, como suelos sueltos y pesados, siempre y cuando en éstas últimas tengan un buen drenaje, ya que no tolera la excesiva humedad. En general puede decirse que se comporta bien en los suelos secos frescos. Los terrenos húmedos son malos para el cultivo, porque genera pudrición en el bulbo (Japon, 1984). El cultivo de ajo tiene una gran capacidad de adaptabilidad que se encuentra distribuido desde los 10 metros hasta los 3700 msnm (Nicho y Córdor, 2012).

MIDAGRI (2020) menciona que a nivel mundial el principal productor de ajo es china que representa el 78% del total de producción en el mundo, seguido de la india con 6%. El Perú representa el 0.4% de la producción mundial. MIDAGRI (2019) señala que el cultivo del ajo ocupa el puesto 32 en el valor bruto de producción (VBP) de la actividad agrícola,

representando para el año 2018 el 0,5% del VBP agrícola. La producción de ajo se concentra en Arequipa y Lima, con una participación de 75,1% y 10%, respectivamente. Otras regiones con menor participación en el aporte del total del VBP agrícola nacional son: Cajamarca (4,9%), Junín (4,3%), Ayacucho (1,9%) y La Libertad (1,7%). La siembra del cultivo de ajo en la campaña 2018 - 2019 fue de 9 704 hectáreas a nivel de todo el Perú, las regiones con mayor participación son: Arequipa con 4 600 ha, Lima con 1 700 ha, Cajamarca con 1 000 ha y Junín con 400 ha; la producción obtenida en el año 2018 fue de 105 000 toneladas; La producción de ajo en la región de Ayacucho en el 2018 fue de 2017 toneladas. Para el año 2022 se reportó 2445 toneladas de producción (DRA, 2023).

El principal problema en el cultivo de ajo es la presencia de malezas en el campo de cultivo ya que genera competencias por la disponibilidad de luz, espacio, agua y nutrientes al mismo tiempo que sirven de hospederas de plagas y enfermedades provocando pérdidas en el rendimiento del cultivo, generando una pérdida de 50 a 94% de bulbos comerciales, el control de malezas oportuna está determinado por el periodo crítico de competencias de malezas (Aguilera et al 2002).

### **Objetivo general**

Identificar la población de malezas, y evaluar su influencia en el rendimiento del cultivo de ajo, determinando la época crítica de competencia de malezas y estableciendo el momento óptimo de control.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar la población de malezas en el campo experimental.
2. Evaluar la influencia de malezas en el rendimiento del cultivo de ajo.
3. Determinar la época crítica de competencia de malezas y establecer el momento óptimo de control.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Origen y distribución del ajo**

Vavilov (1992) señala que el centro de diversidad genética del ajo se ubica en Asia Central que comprende el noreste de la India, Punjan, Cachemira, Afganistán, etc. y el Mediterráneo. El ajo (*Allium sativum* L.) es parte de la familia alliaceae, cuyo origen se identifica en la región montañosa de Asia central, desde donde fue llevada a Egipto, y posteriormente introducido a América por los españoles; es una especie muy antigua en china se remonta aproximadamente 4 000 años a.C., lo que demuestra su antigüedad y relevancia histórica en diversas culturas (Kehr, 2002).

López y López (2008) sostienen que la distribución del cultivo de ajo desde su centro de origen fue el punto de partida para que se origine nuevos cultivares actuales, la especie *A. longicuspis* fue cultivada y recolectada por las poblaciones seminómadas de Asia central desde el 8000 a.C. y se dispersó por el continente Euroasiática. Su distribución hacia el sureste debió producirse antes de las migraciones de los Arios 2000 – 1500 a.C. el ajo fue introducido a América por exploradores colonos.

## 1.2. Clasificación taxonómica

Vavilov (1992) manifiesta que el ajo se le ubica en la siguiente forma taxonómica:

División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Sub- clase	: Liliidae
Orden	: Liliales
Familia	: Alliaceae
Género	: <i>Allium</i>
Especie	: <i>Allium sativum</i> L.

## 1.3. Importancia del cultivo de ajo

### 1.3.1. Valor nutricional

Es un alimento fuente de minerales como el yodo, fosforo, potasio y vitaminas; las propiedades del ajo están basadas en los componentes sulfatados que contienen alicina, alil, dialil y dialil sulfidos. En 100 gramos de producto comestible contiene: 41 Kcal de energía, 2g de proteínas, 0.4g de lípidos totales, 0.03g de ácidos grasos saturados, 0.04g de ácidos grasos monoinsaturados, 0.07g de ácidos grasos poliinsaturados, 4.5g de hidratos de carbono, 5.6g de fibra, 87.5g de agua, 113g de calcio, 3mg de hierro, 35µg de yodo, 71mg de magnesio, 0.02mg de zinc, 147mg de sodio, 550mg de potasio, 40mg de fósforo, 0.9µg de selenio, 0.07mg de tiamina, 0.06mg de riboflavina, 2.1mg de equivalentes niacina, 140µg de folatos, 20mg de vitamina C, 183µg de vitamina A y 0.03mg de vitamina E, los cuales son importantes en la nutrición (Moreiras et al., 2013).

“El ajo, debido a sus propiedades alimenticias y digestivas, tiene numerosas aplicaciones culinarias, tanto en crudo y como frito. También son múltiples sus aplicaciones en medicina” (Japon, 1984).

**Tabla 1.1***Composición nutricional del ajo por cada 100g de producto comestible.*

<b>Parámetros</b>		<b>En 100 g de ajo</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Caracterizaciones fisicoquímicas</b>	Acidez titulable	0.3	%	
	pH	5.6		
	Sólidos solubles	31.4	°Brix	
<b>Caracterización bromatológica</b>	Cenizas	1.5	%	
	Grasas	0.7	%	
	Proteínas	5.4	%	
	Carbohidratos	23.4	%	
	Humedad	66.2	%	
	Energía total	124.4	Kcal	
<b>Caracterización funcional</b>	Aminoácidos	Ácido glutámico	543.3	mg
		Ácido aspártico	316.7	mg
		Leucina	241	mg
		Valina	178.3	mg
		Lisina	162.7	mg
	Capacidad antioxidante	Fracción hidrofílica	3455	μmol Trolox
		Fracción lipofílica	55.97	μmol Trolox

Fuente: Baldera et al. (2023).

### 1.3.2. *Importancia nutraceutica*

El ajo es una de las especies hortícolas más valoradas debido a sus múltiples beneficios para la salud humana. Mas allá de sus usos convencionales como fuente de principios antibióticos y antidiabéticos, se han demostrado científicamente que contiene compuestos con propiedades anticarcinogénicas, capaces de ayudar a prevenir el desarrollo de células cancerosas. Además, tiene sustancias hipocolesterolémicas, dispuestas a reducir los niveles de colesterol en la sangre. Asimismo, el ajo actúa como antioxidante natural y sus propiedades fibrinolíticas contribuye a disolver coágulos sanguíneos, previniendo enfermedades cardiovasculares (Sepúlveda et al, 2010).

Kehr (2002) indica que el ajo es conocido a nivel mundial por sus atribuciones medicinales y su amplio uso culinario. Se caracteriza por tener una alta concentración de



materia seca (30-50%) y una gran cantidad de compuestos azufrados, como el sulfóxido de alicisteína, que le otorga olor y sabor distintivo al ajo. Desde la antigüedad se reconoce sus efectos farmacológicos, que incluyen propiedades bactericidas, acción anticoagulante y reducción del colesterol. Además, ha sido utilizado en tratamientos de asma, cáncer, diabetes y otras enfermedades.

Según Nicho y Córdor (2012) la composición bioquímica de ajo se caracteriza por la presencia de glúcidos condensados como los fructosanos y los glutamil dipéptido con radicales de azufre; el cual está formado por el ácido glutámico y el sulfoxido de alicisteina, se conoce como aliina y es responsable del sabor del ajo crudo. El aroma característico de la planta del ajo se debe a un aceite esencial que en su composición incluye el disulfuro de alilo, el trisulfuro de alilo y el disulfuro de propilo.

La lisina es un componente fundamental del ajo, exhibe propiedades antiplaquetaria y antitumoral, su contenido de selenio le confiere poder antioxidante, y se ha demostrado que el ajo actúa como agente hipotensor, hipolipemiente y antiagregante plaquetario. Importante destacar que el consumo de ajo no posee contra indicaciones, y se encuentra registrado en el Consejo Europeo como alimento de categoría uno, sin restricciones de uso; la posología diaria debería ser de 2 a 5 gramos de ajo fresco o 0.4 a 1.2 gramos de ajo en polvo (Burba y Cavagnaro, 2010).

#### **1.4. Morfología del ajo**

“El ajo es una especie bianual mediante la propagación por semilla, esta característica implica que el periodo vegetativo del cultivo se completa en dos años” (Nicho y Córdor, 2012), Kehr (2002) señala que el ajo ( $2n=16$  cromosomas) es una especie perenne cultivada como anual a través de la propagación asexual, ya que los clones cultivados no producen semilla verdadera.

#### **1.4.1. Sistema radicular**

“Las raíces del ajo son abundantes, fasciculadas, superficiales con escasas ramificaciones secundarias y sin pelos radicales, estas raíces se originan del tallo del bulbo y se localizan a una profundidad del suelo que varía de 4.5 a 5 cm” (Aguilera et al., 2002).

#### **1.4.2. Tallo verdadero**

“El tallo verdadero llamado también disco, se encuentra en la base del bulbo y sobre él se forman las yemas y hojas; este disco posee pequeñas estructuras conocidas como primordios radiculares que darán origen a la raíz” (Pinzón, 2007). “Es subterráneo, corto. Comprimido y cubierto por la base de las hojas” (Kehr, 2002). Las dimensiones del tallo, mide aproximadamente 30 milímetros de diámetro y 5 milímetros de altura, esta pequeña estructura compacta es la base de donde emergen las hojas y raíces (Reveles, 2009).

#### **1.4.3. Bulbo**

El bulbo presenta un tallo comprimido, sobre el cual se encuentran las hojas estériles que envuelven el bulbo y las hojas fértiles que poseen dientes en sus axilas. El bulbo está compuesto por varios dientes, cuya cantidad, tamaño, forma y color depende de la variedad y del manejo al que es sometido. Además, el bulbo está formado por hojas protectoras, que son envolvente y lignificada, así como hoja de reserva, que son tejidos compactos que representan aproximadamente el 85% del peso total del bulbo. También contiene hojas de brotación, cuya responsabilidad es proteger al nuevo brote durante la emergencia (Burba, 2003).

Carrera et al. (2005) menciona que la formación de los dientes es el resultado de la coalescencia de dos hojas, una protectora que se finaliza externamente en una vaina hueca y otra que es una vaina engrosada en la que se acumulan las reservas de la planta en cuyo interior existe una hoja muy pequeña en cuya axila existe un meristemo de crecimiento.

Burba y Cavagnaro (2010) menciona que los dientes de ajo están protegidos por tejidos organizados y con funciones específicas las cuales son: la hoja de protección es la cubierta responsable de evitar lesiones en la pulpa, es rica en lignina y pectina. La hoja de reserva o pulpa presenta el 90 % del peso del diente y es la responsable del sabor, por el contenido de principios aromáticos azufrados, el componente más importante desde el punto de vista químico es la alicina, y representa el 70 % de todos los tiosulfatos formados cuando se corta el diente de ajo. Las hojas de brotación o brote, es imperceptible cuando está recién cosechado y crece durante el periodo de conservación formando un tubo que contiene y protege a las hojas verdaderas de la futura planta.

#### **1.4.4. Hoja**

Las hojas son ensiformes, radicales, largas, alternas, comprimidas, sin nervios aparentes, carnosas y superpuestas. Constan de vaina y de lámina, son las responsables de formar las capas protectoras alrededor de los bulbos. (Nicho y Córdor, 2012). En la base de las vainas de las hojas no se acumulan sustancias nutritivas y al morir se convierten en túnicas protectoras llamadas catáfilas (Reveles, 2009).

#### **1.4.5. Escapo floral**

Denominado erróneamente tallo, esta estructura se origina desde el disco y porta las flores en su ápice. Se genera por diferenciación de la yema terminal del tallo, por lo general es carnoso y ensanchado en la mitad inferior, emerge por el centro de las hojas, es hueco, rollizo y su longitud puede variar desde 40 hasta más de 55 cm (Nicho y Córdor, 2012). “En cuya parte superior aparece la inflorescencia en forma de umbela esferoidal cubierta por una bráctea membranosa y caduca” (Reveles 2009).

#### **1.4.6. Inflorescencia**

Los pedicelos de inserción al escapo o tallo floral son largos y delgados, la estructura floral es regular y se presenta formando una inflorescencia en forma de umbela con flores fértiles y estériles, rodeada por dos o tres brácteas. El número de unidades en cada umbela varía considerablemente llegando a un máximo de 2 000, y estas pueden ser tanto flores o bulbillos florales, o una combinación de ambos. En cuanto al órgano reproductivo, el gineceo, consta de un ovario súpero con tres lóbulos imperfectos donde se alojan dos óvulos, conectados mediante un estilo simple o trifido (Nicho y Córdor, 2012). “Las flores que forman la umbela son de reducido tamaño, presentando 6 sépalos y pétalos de color blanco o rosado, acompañados por 6 estambres y un pistilo” (FDA, 1995).

#### **1.4.7. Semilla**

Las semillas se desarrollan al interior de una cápsula globosa con tres cavidades lobulares, cuya dehiscencia se realiza a través de nervios medios con lo que la estructura queda destruida por completo. Por lo general, cada compartimiento alberga dos semillas que pueden ser de forma angulosa o redondeada, de color oscuro, con una superficie plana y otra convexa (Nicho y Córdor, 2012).

### **1.5. Tipo de polinización**

Es entomófila o denominada también polinización cruzada, los estambres de la flor alcanzan la madurez cuando el polen está completamente desarrollado, y es apto para la fertilización, antes que el pistilo este receptivo, el gineceo todavía está inmaduro. Las flores en la parte exterior de la umbela son las primeras en abrirse, seguidas por las flores que están en el interior, por lo que la polinización puede o no producirse (Nicho y Córdor, 2012).

## 1.6. Genética y desarrollo de cultivares

Toyao et al. (1993) citado por Aguilera et al. (2002) menciona que el ajo tiene gran variabilidad fenotípica debido factores medio ambientales y gran variabilidad genética originada por la acumulación de anomalías cromosomales a través del tiempo, así como también en hibridaciones somáticas a nivel de cromosomas, por lo que se generó una serie de cariotipos.

Nicho y Córdor (2012) indica que en el Perú existen aproximadamente seis cultivares, los cuales son morado arequipeño, napurí, massone, chaperreño, chino y pata de perro; los más importantes son los tres primeros. La clasificación se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 1.2**

*Cultivar con pseudo escapo floral (cuello duro).*

<b>Característica</b>	<b>Morado Arequipeño</b>	<b>Barranquino</b>	<b>Pata de perro</b>
Periodo vegetativo (mes)	6	6	6
Color	Morado	Violeta	Blanco - Morado
Conservación	Buena	Buena	Buena
Número de dientes	20	7-12	7-10
Diámetro de bulbo (mm)	50	50-60	60 a más
Rendimiento (t/ha)	6.5 – 9	6	14-20
Flor	No	Si	Si
Lugar	Arequipa	Lima	Costa – sierra

Fuente: Nicho y Córdor (2012)

**Tabla 1.3**

*Cultivares sin seudo escarpo floral (cuello blanco), con bulbillo en el seudo tallo (limbo foliar flexible).*

<b>Característica</b>	<b>Massone</b>	<b>Napurí (cincomesino)</b>	<b>Napurí (seismesino)</b>	<b>Napurí (sietemesino)</b>	<b>Blanco Huaralino</b>	<b>FAO IV</b>	<b>Chaulan</b>	<b>Blanco INIA</b>	<b>Margosino</b>
Periodo vegetativo (mes)	5	5	6	7	6	4.5	6	6	5.5
Color	Blanco	Blanco – Morado	Blanco – Morado	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Conservación	Mala	Regular	Regular	Regular	Regular	Mala	Mala	Buena - Regular	Mala
Número de dientes	20	20	20	15-20	15-20	20-25	20-25	15-20	25 a más
Diámetro de bulbo (mm)	40	50	50	60	50-60	40	40-50	60 a más	60 a más
Rendimiento (t/ha)	5-6	6-7	7-8	9-10	8-9	5-6	5-6	14	9-10
Flor	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lugar	Lima	Costa	Costa - Sierra	Lima - Callao	Huaral	----	----	----	----

Fuente: Nicho y Cóndor (2012)

**Tabla 1.4**

*Cultivares sin seudo escarpo floral (cuello blando), Sin bulbillo en el seudo tallo (limbo foliar erecto).*

<b>Característica</b>	<b>Alpha Suquíá</b>	<b>Criollo 20</b>	<b>Criollo Tarmeño</b>
Periodo vegetativo (mes)	5.5	5.5	4.5
Color	Blanco	Blanco	Blanco
Conservación	Mala	Mala	Mala
Número de dientes	25 a más	25 a más	30 a más
Diámetro de bulbo (mm)	50-60	50-60	60 a más
Rendimiento (t/ha)	7-9	9-10	7-8
Flor	No	No	No

Fuente: Nicho y Córdor (2012)

## **1.7. Etapa fisiológica del ajo**

### **1.7.1. Dormancia de bulbo**

Los bulbos recién cosechados se encuentran en estado de latencia, es decir, son incapaces de germinar para formar una nueva planta. El periodo de dormancia varia significativamente según la variedad del ajo y las condiciones de temperatura en las que se almacenan. Estudios han demostrado que el ajo sometido a temperaturas cercanas a 0°C o por encima de 18 °C, amplía de forma natural la latencia de sus bulbos (Nicho y Córdor, 2012).

Existe variedades con dormancia corta (alrededor de 90 días) y otras con dormancia larga (más de 180 días). El índice visual de dormancia se utiliza para determinar cuándo es el momento adecuado para plantar, calculando en la relación porcentual entre el crecimiento de la hoja de brotación y hoja de reserva, siendo optimo cuando estas alcanzan aproximadamente el 40% y el 70%, respectivamente, según la variedad. Estos valores también indican la vida útil del ajo destinado al consumo (Burba, 2003).

### **1.7.2. Rotura de dormancia**

Burba (2003) señala que exponer los bulbos a temperaturas inferiores a 10°C, durante tiempos relativamente prolongados de 30 a 40 días, induce la ruptura de su estado de dormancia, es una práctica denominada vernalización. Los dientes de ajo provenientes de un bulbo vernalizado acumulan frío a cuenta del invierno, por ende, la futura planta es menos exigente al fotoperiodo largo, por ello bulbifican prematuramente y se logran cosechas precoces.

### **1.7.3. Crecimiento vegetativo**

López (2014) indica que la fase del crecimiento vegetativo se divide en dos procesos: la brotación y el desarrollo foliar.

**Brotación:** esta fase inicia con la rotura de la dormancia, brotación del diente y emisión de las primeras hojas por el consumo del diente de reserva y finalmente se completa con la desaparición del diente de reserva.

**Desarrollo foliar:** se da la emisión continua de las hojas y el engrosamiento del cuello.

### **1.7.4. Bulbificación**

El inicio de la bulbificación está directamente relacionado con el frío que los bulbos semilla hayan acumulado durante el almacenamiento, mientras más frío en ese periodo, más temprano será el inicio de la bulbificación, acortándose el periodo vegetativo (kehr, 2002).

Es el proceso de activación de la planta de ajo para que se inicie la génesis del bulbo, se inicia la diferenciación de las yemas axilares en dientes formando el bulbo para lo cual requiere acumular una cantidad de horas frío, por lo general se considera un intervalo de 5°C y 10°C por uno o dos meses que se considera un rango óptimo para generar plantas que tengan la capacidad de desarrollar bulbos. (Messiaen, 1975).



Los factores principales que intervienen al momento de la bulbificación está determinada por la genética del cultivar, peso, estado nutricional, estado sanitario del diente semilla, época de plantación, densidad de plantas y la disponibilidad del recurso hídrico (Burba, 2003). Jones y Mann (1963), indican que la formación de bulbo está influenciada por la temperatura, cuando los dientes de ajo se exponen a temperaturas entre 0°C y 10°C durante uno o dos meses, el proceso de formación del bulbo se acelera. Si no se expone a estas temperaturas, puede o no ocurrir la formación del bulbo.

Según López (2014) la etapa de formación del bulbo incluye el proceso de bulbificación, seguido de la emergencia del escarpo floral y, finalmente, la senescencia de la planta. Los detalles en el siguiente ítem.

***Bulbificación:*** se inicia con el proceso de ortogénesis del bulbo, que implica la diferenciación del tallo, la formación y engrosamiento de los dientes en las axilas de las dos últimas hojas.

***Emergencia del escarpo floral:*** se completa el desarrollo del escarpo floral y el bulbo alcanza su tamaño máximo.

***Senescencia:*** se completa la maduración del bulbo, colapso del cuello y finalmente con el secado de las últimas hojas.

## **1.8. Requerimientos edafo - climáticos**

Las condiciones agroclimáticas de la zona determinan la variedad de ajo a cultivar, ya que estos factores intervienen en el crecimiento y desarrollo del cultivo, el cual es reflejado en el rendimiento.

### **1.8.1. Factores edáficos**

#### ***Suelo***

Se recomienda suelos de textura franco a franco – arenoso, con un pH inferior a 7.5,

nivel de salinidad inferior a 5.0 micromhos, profundidad de 0.30m, niveles de materia orgánica superiores al 1.5% y que tengan buen drenaje (Nicho y Córdor, 2012).

Terán (1997) manifiesta que el pH en condiciones de acidez baja o alcalinidad ocasionan un desbalance en la disponibilidad de nutrientes como el calcio, magnesio, nitrógeno y potasio que son elementos importantes en la nutrición de este cultivo. Los suelos más apropiados son los francos arcillosos y que tengan alto contenido de materia orgánica y buen drenaje que permitan el buen desarrollo de los bulbos.

### **1.8.2. Factores climáticos**

#### ***Agua***

“el cultivo de ajo requiere entre 500 y 600 mm de agua en totales durante todo el ciclo vegetativo y su distribución debe ser de manera uniforme. El exceso de riego es perjudicial ya que puede provocar problemas de hongos en las raíces y hojas” (Pinzón, 2007).

Es fundamental evitar el estrés hídrico antes que la planta muestre signos de madurez. No obstante, una vez que los bulbos alcancen la madurez, se debe suspender el riego para facilitar una buena formación y un secado adecuado del bulbo. La planta de ajo se desarrolla mejor en suelos que mantienen un nivel de humedad cercano a su capacidad de campo. Un exceso de humedad durante la maduración de la planta aumenta el riesgo de enfermedades fúngicas, lo que afecta negativamente el valor comercial del bulbo. (Nicho y Córdor, 2012). “Las mayores exigencias hídricas las tiene durante la formación del bulbo” (Carrera et al, 2005). Es esencial suspender el riego de 20 a 25 días antes de la cosecha, con lo cual se obtiene una mejor presentación para la comercialización (Japon, 1984).

#### ***Temperatura***

El ajo es una hortaliza resistente a las bajas temperaturas con un rango de 10 a 30°C, considerando temperaturas óptimas de 15 a 25°C en la etapa de formación de bulbo hasta la

cosecha (Nicho y Córdor, 2012). En la primera etapa de desarrollo requiere clima fresco a frío (8-16°C), tolera temperaturas bajo 0°C y 4°C a inicio de brotación. Para la inducción a formar dientes es deseable que existan temperaturas menores a 10°C (Kehr, 2002). “La parte aérea foliar del ajo se desarrolla durante días de pocas horas luz o días cortos y templados. En cambio, los bulbos desarrollan mejor durante días largos con temperaturas altas” (Terán, 1997).

### ***Humedad relativa***

“El cultivo de ajo no es muy exigente desde el punto de vista hídrico, pero si es muy sensible a la asfixia radicular. Debido a su susceptibilidad a enfermedades, necesita niveles bajos de humedad relativa, en torno al 60-70%” (Nicho y Córdor, 2012). Pinzón (2007) señala que una humedad relativa mayor a 70% predispone al cultivo de ajo a sufrir enfermedades fúngicas, por lo contrario, si se sitúa por debajo del 60% y hay ausencia de precipitaciones serán susceptibles a ataques de insectos.

### ***Fotoperiodo***

El ajo requiere de un fotoperiodo menores a 10 horas luz para su desarrollo vegetativo y más de 12 horas luz para la formación de bulbo. En condiciones de día corto (menores de 11 horas luz) y temperaturas bajas (10 a 15°C) las plantas de ajo permanecen verdes y no forman bulbos. Para un desarrollo adecuado, la temperatura debe estar entre 13 y 24°C. Además, En condiciones de escasa intensidad lumínica, el ajo tiende a desarrollar un follaje excesivo y tiene dificultades para formar bulbos (Nicho y Córdor, 2012).

### ***Altitud***

El ajo es una planta cultivada que se encuentra distribuido desde altitudes muy bajas como 10 m.s.n.m. hasta altitudes elevadas de 3700 m.s.n.m., mostrando gran capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales, esta característica contribuye significativamente a su importancia como cultivo agrícola (Nicho y Córdor, 2012).

## **1.9. Manejo agronómico**

### **1.9.1. Selección de semilla**

Las semillas se deben de seleccionar considerando varios factores, como los aspectos genéticos, físicos y fisiológicos (bulbos bien formados, sanos, no deben presentar lesiones por golpes o daños mecánicos) y aspectos sanitarios (libre de plagas y enfermedades). Antes de la siembra, los bulbos se deben desgranarse entre tres a diez días antes de la siembra, realizar la desinfección, se debe realizar entre 12 a 24 horas antes de la siembra (Burba, 2003). Existe una relación de semilla y producción, una semilla pequeña producirá una proporción mayor de bulbos pequeños, por lo cual se aconseja un peso aproximado de 1 gramo por diente para incrementar el peso y diámetro del bulbo y por lo cual se incrementa la producción (Terán, 1997).

### **1.9.2. Siembra y densidad**

Consiste en preparar camellones y distribuir los bulbillos o dientes sobre la línea de siembra, con una separación de 8 - 10 cm entre golpe y a una profundidad de 3 cm. También se pueden sembrar dos líneas sobre el mismo lomo, separadas 10-15 cm entre sí, implementando el sistema de siembra denominado tresbolillo (Ramos, 2017). Es importante sembrar los dientes en posición vertical, con el brote hacia arriba, para asegurar una germinación adecuada, a una profundidad de 2 a 8 cm según tamaño y época (Gaitán y Carrizo, 2020).

La densidad de siembra varía por la variedad y tamaño de la semilla, en promedio se utiliza 12 dientes por metro lineal. Existen dos sistemas de plantación: líneas simples, que implican el rallado del terreno, la disposición de los dientes y tapado; y líneas múltiples, que comienza con la formación de camas o platabandas con rallado simultáneo, siembra de los dientes y posterior tapado. La posición de los dientes, tiene influencias cualitativas y

cuantitativos por lo que se recomienda la disposición con el extremo agudo hacia arriba (Burba, 2003).

### **1.9.3. Riego**

Burba (2003) aconseja realizar al menos treinta riegos durante el periodo vegetativo del cultivo, en un intervalo aproximado de siete días asegurando una adecuada dotación de agua. El cultivo de ajo posee un sistema radicular fasciculada que se encuentra ubicado a escasa profundidad en el suelo, por lo que el suelo se debe mantener en capacidad de campo, en la temporada de invierno se puede reducir tener una frecuencia de riego de una vez cada diez días, ya que las condiciones climáticas y la demanda de agua por el cultivo son menores. En cambio, durante los meses de verano en suelos francos se recomienda un intervalo de seis o cinco días, debido a las mayores tasas de evaporación y mayor requerimiento de agua por la planta.

### **1.9.4. Fertilización y abonamiento**

Consiste en la incorporación de elementos nutritivos al suelo, utilizando fuentes orgánicas e inorgánicas, con la finalidad de mejorar los niveles de fertilidad, así mismo brindando la disponibilidad de nutrientes que requieren el cultivo de ajo para su crecimiento, diferenciación de dientes, llenado y maduración de bulbos (Nicho y Córdor, 2012).

El objetivo de la fertilización es proporcionar al cultivo los nutrientes que el suelo no puede suministrar en cantidades suficientes, con la finalidad de lograr rentabilidad a costos bajos. Esto implica un cálculo preciso de la dosis de fertilizantes y enmiendas que se aplican. Los factores a tomar en cuenta para una adecuada fertilización son: Requerimiento o dosis de fertilización o enmienda, fuente de nutriente o tipo de fertilización, época de aplicación, método o sistema de aplicación (Peña, 2013)

El cultivo de ajo es una planta bastante exigente en abonamiento, prefiriendo suelos que sean ricos en materia orgánica y cal. Por lo general requieren aportaciones de fósforo,

potasio y azufre que favorecen la conservación y dureza del ajo (Japon, 1984). La fertilización se cubre el déficit entre entradas y salidas de nutrientes, con el objetivo de preservar y mejorar la fertilidad del suelo. En caso del ajo, la primera fertilización implica aplica, 1/3 del nitrógeno y todo el fósforo y el potasio, lo cual se realiza 15 días después de la siembra; la segunda ampliación de nitrógeno se realiza a los 30 días y la tercera se lleva a cabo a los 60 días. (Maya, 2015).

### ***Nitrógeno***

El nitrógeno es un elemento esencial en la síntesis de aminoácidos en los cultivos. Estas absorben el nitrógeno del suelo en forma de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$  a través de sus raíces. Este nitrógeno puede provenir de diversas fuentes, incluyendo fertilizantes nitrogenados inorgánicos, nitrógeno orgánico procedente de estiércol y otros residuos o a través de la fijación simbiótica de  $\text{N}_2$  (Oblaré, 2018). Es responsable del crecimiento y facilita la absorción de otros elementos, la deficiencia de este nutriente provoca un crecimiento lento, las hojas se tornan a color verde amarillentas o cloróticas, la punta y márgenes de las hojas maduras se tornan de color café (Cornejo e Izquierdo, 2011).

### ***Potasio***

El potasio se absorbe como ion, una vez absorbido es transportado a los tejidos jóvenes de crecimiento. Su función principal es controlar el cierre y apertura de las estomas. El potasio se encuentra en el suelo de forma libre ( $\text{K}^+$ ) (Oblaré, 2018). Forma parte de la síntesis de proteínas y carbohidratos las cuales intervienen en el tamaño y calidad de frutos, también se encarga de regular el régimen hídrico de las plantas. Los síntomas de la deficiencia del potasio son: necrosis o muerte de tejido, tallos débiles, frutos pequeños y crecimiento lento (Cornejo e Izquierdo, 2011).

### ***Fósforo***

Importante para la fotosíntesis, crecimiento y desarrollo de los tejidos de la planta, es considerado como un elemento de escasa movilidad en el suelo, por lo cual debe ser aplicado de forma localizada antes de la siembra. Los síntomas de la deficiencia son: crecimiento lento, plantas pequeñas, coloración purpura o rojiza de las hojas, madurez retardada, poco desarrollo de frutos (Cornejo e Izquierdo, 2011). El fósforo es un elemento esencial en los cultivos que forma parte de moléculas tan importantes como el ATP y los ácidos nucleicos. Las plantas absorben fósforo en forma de fosfatos ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{FPO}_4^{2-}$ ) (Oblaré, 2018).

### ***Abono orgánico***

Los abonos orgánicos, debido a su composición, contribuyen a la formación de humus y enriquecen al suelo con este componente. Además, modifican algunas de las propiedades y características del suelo como el pH, capacidad de intercambio iónico. También aumenta la disponibilidad de nutriente como fósforo, calcio, magnesio y potasio, y promueve el incremento de la población microbiana (Martines et al, 1999). La principal ventaja abonos orgánicos radica en su capacidad para mejorar el contenido en materia orgánica del suelo, lo que a su vez beneficia su estructura. La liberación de estos elementos no es inmediata, debido al proceso de mineralización de la materia orgánica. Esta dinámica de la liberación de nutrientes tiene como ventaja que los elementos móviles como el nitrógeno son retenidos por el suelo, con lo que se reducen las pérdidas por lavado. (Villalobos et al, 2002).

### ***Abonos orgánicos sobre las características físicas del suelo***

Mejoran su estructura, porosidad, aireación, retención de agua, infiltración, conductibilidad hidráulica y estabilidad de agregados. Al aumentar la porosidad y aireación disminuye la densidad aparente del suelo que es un parámetro indicador de la compactación. La estructura de suelo es un indicador de la variación de otros parámetros como la infiltración,

escurrimiento superficial, erosión, crecimiento de raíz, porosidad y aireación, consumo de energía de la labranza, germinación de la semilla, disponibilidad de nutrientes. Por lo que el efecto de los abonos orgánicos es múltiple en las características del suelo (Martines et al, 1999).

#### ***Abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo***

La incorporación de abonos orgánicos incrementa principalmente el contenido de materia orgánica, el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio catiónico, pH y la concentración de sales. Todas estas características son un indicador de un cambio en la disponibilidad de nutrientes con excepción de la concentración de sales que puede llegar a ser perjudicial en el desarrollo de las plantas, si el abono orgánico muestra una conductibilidad eléctrica elevada (Martines et al, 1999).

#### ***Abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo***

Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de la planta, los abonos orgánicos contienen grandes cantidades de compuestos orgánicos de fácil descomposición, cuya adición incrementa la actividad biológica, y esto repercute en la mejora de la estructura del suelo. Con respecto a la disponibilidad de nutrientes, la actividad biológica del suelo juega un papel importante en la oxigenación y reducción de los elementos esenciales, convirtiéndolos de forma no aprovechable a formas aprovechables por la planta. Como también tienen acción supresora de los patógenos del suelo (Martines et al, 1999).

#### **1.9.5. Descanutado**

“En variedades de ajo de tipo colorado criollo, morado, castaño se efectúa el descanutado que es la eliminación de la vara floral por tracción. Entre los 20 y 30 días antes de la cosecha” (Burba, 2003).



### **1.9.6. *Recolección***

Japon (1984) menciona que se debe suspender los riegos de 15 a 20 días antes la cosecha, con la finalidad para que en el momento de la recolección la tierra esté seca. De esta forma el ajo sale completamente blanco, sin barro pegado, y por tanto con mejor presentación para la venta. La recolección se inicia cuando la planta se seca a los 180 días después de la siembra aproximadamente. La recolección puede efectuarse arrancando los ajos a mano o mediante un arado adaptado, se puede recolectar de manera directa o tapando las cabezas de unas plantas con las hojas de otras y dejando secar así el producto durante un día.

El ciclo del cultivo de ajo es de aproximadamente 210 días desde la siembra a cosecha, según la variedad sembrada. En primavera, en estado vegetativo, se debe realizar el corte del tallo floral (descanutado o destolado) para favorecer el desarrollo de la “cabeza”. La cosecha se realiza cuando la mayoría de las plantas amarillean y se doblan hacia el suelo (Ramos, 2017).

### **1.9.7. *Curado***

La etapa de curado es el posterior a la cosecha que implica exponer los bulbos a temperaturas elevadas y baja humedad relativa para provocar la deshidratación de las hojas envolventes. Cuando estas hojas han reducido su capacidad de retener agua, disminuye la transpiración del bulbo, por tanto, éste se mantiene turgente. La etapa de cura al sol, cuyas condiciones ideales de temperatura es de 25 °C y 30 °C y humedad relativa del 60 - 70 %, durante 4 a 7 días. Después de esta fase, las plantas deben pasar a una cura a la sombra en galpón o en tinglados, con el propósito de completar la cicatrización de los ápices de los dientes y disminuir el exceso de humedad para garantizar un almacenamiento prolongado. Esta etapa puede durar entre 10 a 20 días. El resultado de un buen curado se verifica cuando las plantas no posean olores extraños causados por hongos o bacterias (Nicho y Córdor, 2012).

Burba (2003) indica que el punto de curado que determina el rendimiento fresco en

rama se logra a los 4 o 5 días (pérdida de peso en un 25%), mientras que el rendimiento seco de rama se logra entre 20 a 30 días (pérdida de peso en 40%). Los bulbos no pueden ser descolados (punto de corte) hasta el perfecto secado de las hojas.

### **1.9.8. Conservación**

Burba y Cavagnaro (2010) manifiesta que las mejores condiciones de almacenamiento de los bulbos de ajo son a 0 °C y 70 % de humedad relativa, el brote puede ser parcial o totalmente inhibido a través de tratamientos físicos (frigorificación, atmósfera modificada o atmósfera controlada), químico (hidrazida meleica) o rayos gama, antes que se cumpla los 60 días desde la cosecha o teniendo en cuenta que el brote solo ocupe el 10% del largo del diente. Si la temperatura es más alta, la brotación se producirá antes, si la humedad relativa es más baja, los bulbos se deshidratarán y si es más alta, contribuirá a brotarse más rápido y contaminarse con algunos hongos.

### **1.10. Control de plagas**

El término plaga es utilizada subjetivamente para todo tipo de organismo que habita en un agroecosistema, pervive como aquellos que causa pérdidas económicas en la agricultura; porque compiten, se alimentan y parasitan a los cultivos y no permiten un óptimo crecimiento y desarrollo de la planta (Fernández y Leiva, 2003).

#### **1.10.1. Predadores**

Se denomina a los herbívoros macroscópicos como insectos, aves y mamíferos; tienen la capacidad de consumir una parte de la planta del cultivo, de esta manera disminuye la producción aprovechable por el hombre, causando pérdidas notables en la producción agrícola (Fernández y Leiva, 2003).

### **Gusanos de tierra** (*Agrotis spp, Peridroma saucia*)

Cortan plantas jóvenes a nivel del cuello y raspan las hojas. En tubérculos o raíces en formación, las larvas realizan galerías. Los daños más importantes se dan en la germinación y tuberización. El control preventivo se inicia con una buena preparación del terreno, aradura profunda, eliminación de malezas, riegos pesados, cosecha oportuna, trampas de luz con agua y detergente para captura de adultos y liberación de controladores (Narrea, 2012).

### **Thrips** (*Thrips tabaci*)

Narrea (2012) indica que los trips, constituyen la principal plaga que ataca al cultivo del ajo. Son insectos pequeños, alargado, cuyas ninfas y adultos se colocan en la base de las hojas jóvenes formando colonias donde cohabitan ninfas y adultos que raspan la epidermis produciendo lesiones de coloración blanquecina plateado, al comienzo los daños en las plantas son de color amarillento, para posteriormente mostrar un color pajizo. En daños severos se observa distorsión de las hojas que se retuercen y rizan con retraso de crecimiento de las plantas (Nicho y Córdor, 2012). “El control se realiza con azufre en sus diferentes presentaciones, piretroides, dimetoato o metamidofos” (Burba, 2003)

### **Nematodos** (*Ditylenchus dipsaci*)

Afecta a los bulbillos del ajo, reduce el rendimiento y calidad, ocasionando pérdidas de 20 a 80% de producción en campo. La infección puede ocurrir en cualquier estado de desarrollo de la planta, los síntomas se muestran con plantas sin vigor y amarillentas, la base que se ve necrosada, cuyas plantas infectadas se desprenden con facilidad del suelo, exponiendo a los bulbillos sin presencia de las catáfilas (Nicho y Córdor, 2012). Es la plaga más peligrosa del cultivo de ajo, por lo que se debe de realizar un análisis de su presencia tanto en el suelo y semilla, el control en la semilla se realiza con fenamifós a razón de 150ml/100L de agua en inmersión, mientras que en el suelo se utiliza carbofuran o aldicard (Burba, 2003).

### **1.10.2. Enfermedades**

Herbívoros microscópicos como bacterias, hongos, virus, protozoos y nematodos; utilizan a las plantas como fuente de alimentación alterando su fisiología. El efecto negativo para la producción no se deriva de la cantidad de cultivo que consumen, sino de la alteración que producen en la fisiología de la planta, que da lugar a una reducción de la producción (Fernández y Leiva, 2003).

#### **Podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*)**

Es la enfermedad más importante, que ocasiona pérdidas a un 100% del cultivo a nivel mundial. En condiciones de humedad alta y temperaturas bajas; las plantas afectadas se amarillan y mueren, al arrancar los bulbos se nota la presencia de una fina capa blanca del hongo con sus órganos de resistencias (puntos negros), los cuales pueden permanecer en el suelo por más de 15 años. El control químico se realiza en la semilla con tratamientos a base de iprodione 50% a razón de 200 g/hl de agua (Burba, 2003).

#### **Mancha púrpura (*Alternaria porri*.)**

La enfermedad produce lesiones de color blanco al inicio de la infección en las hojas, luego se convierten en manchas de color marrón oscuro de forma elíptica y finalmente adquieren una coloración púrpura con centro marrón claro que contienen a las esporas del patógeno. Para el control se realiza mediante la rotación de cultivos, eliminación de desechos de la cosecha contaminada, manejo de densidad para mantener aireado el campo de cultivo, manejo adecuado del riego, nutrición balanceada, evitar presencia de malezas en el campo de producción y siembra de cultivares tolerantes con semilla garantizada (Nicho y Córdor, 2012). “El control químico se realiza en semilla con tratamiento en base a iprodione 50% a razón de 200 g/hl de agua” (Burba, 2003).

### **Punta seca (*Stemphyllium spp.*)**

Al inicio de la infección muestran un amarillamiento del ápice de las hojas que luego se necrosan de color pajizo, en la que se produce masas pulverulentas de conidios del patógeno que son diseminados por el viento para la infección de nuevas hojas en formación y/o desarrollo. Su control se realiza mediante la rotación de cultivos, uso de semilla de calidad, nutrición balanceada, manejo de un riego adecuado, nutrición balanceada y aplicaciones de fungicidas a base de Mancozeb, Iprodioni, Cimoxanil, Propineb, Benalaxil, Tolyfluanid y Oxícloruro de Cobre (Nicho y Córdor, 2012).

### **Roya (*Puccinia alli*)**

Los primeros signos se muestran en las hojas como puntos pequeños blancos, que se tornan luego a manchas de color amarillo a anaranjadas, son las pústulas que producen a las uredosporas, que producen esporas que reinfectan al ajo. El control se realiza mediante la rotación de cultivos, uso de semilla de calidad, siembra de variedades tolerantes, evitar suelos salinos y compactados, aplicar fertilización balanceada. La aplicación de fungicidas debe ser en forma preventiva en base a Oxícloruro de cobre, Mancozeb, Clorotalonil, Ciproconazol, Tebuconazole, Propiconazol (Nicho y Córdor, 2012).

### **Pudrición basal (*Fusarium oxysporum*)**

Los síntomas de la enfermedad son el amarillamiento del follaje, iniciando en las hojas basales de la planta, las hojas infectadas se tornan de color marrón. La pudrición de la raíz ocasiona que se desprenda con facilidad al extraer la planta del suelo. El control se realiza promoviendo un drenaje adecuado del campo de cultivo e incorporar materia orgánica para el incremento de los hongos antagonistas (Nicho y Córdor, 2012). “El control químico se realiza en semilla antes de la siembra con productos a base de benomil, carboxin + tiram o procloraz” (Burba, 2003).

### **Mildiu** (*Peronospora destructor*)

Produce manchas en las hojas de color pardo oscuro (necróticas) de forma irregular. Se controla mediante la eliminación de rastrojos infestados que son fuente de inóculo de la enfermedad, manejo adecuado del riego. En zonas endémicas es conveniente el empleo de fungicidas de Oxiclóruo de Cobre, Clorotalonil, Mancozeb y Cymoxanil (Nicho y Córdor, 2012).

### **Moho gris** (*Botrytis cinerea*)

Afecta a hojas después de la infección de punta seca y produce pudrición de bulbillos en almacén. El control se realiza evitando daño en follaje y herida de bulbillos durante la cosecha. Aplicaciones de productos a base de Tebuconazole reduce daños por la enfermedad (Nicho y Córdor, 2012).

### **Raíz rozada** (*Pyrenochaeta terrestris*)

Es causado por un hongo que ataca el sistema radicular, las cuales se muestran plasmolizadas con coloración rosado intenso. Las raíces enfermas se marchitan y mueren, aunque las plantas intenten compensar la pérdida produciendo otras, estas nuevas también se infectan y mueren. Este patógeno no afecta directamente al bulbo, pero si indirectamente, retardando su desarrollo y produciendo bulbos pequeños (MAPAMA, 2017). El follaje se muestra débil y achaparradas, con hojas cloróticas y amarillentas. El control preventivo se realiza mediante la rotación con cultivos no hospederos como los cultivos de granos, los cuales ayudan a reducir la incidencia (Pariona et al. 2001), además, también se pueden incorporar microorganismos biológicos como es *Trichoderma* s. (Coca, 2016).

### **1.10.3. Malezas**

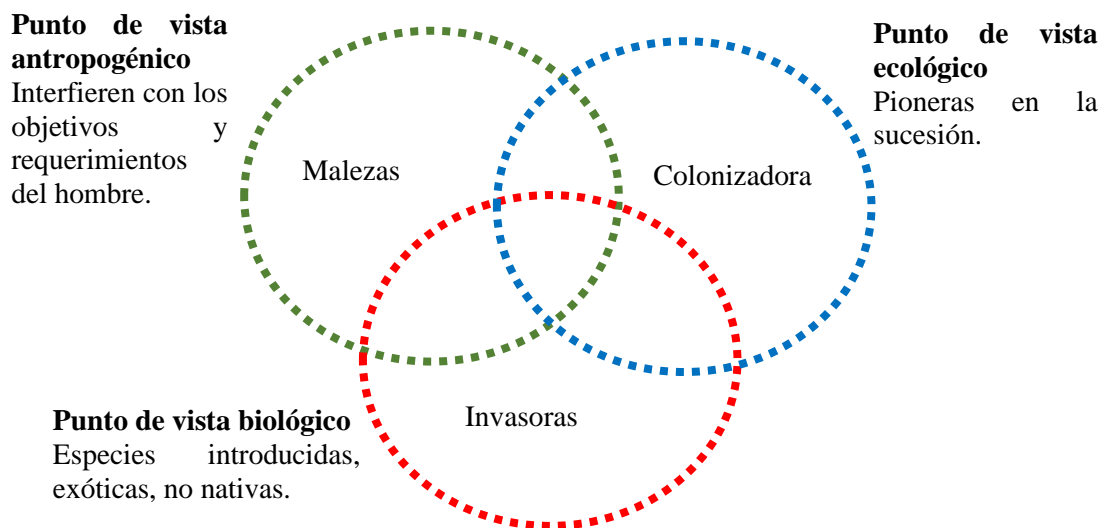
Se denomina malezas a plantas silvestres o ajenas al cultivo deseado, capaces de acaparar la luz, agua, nutrientes, evitando el desarrollo de las plantas cultivadas. Se considera

también malas hierbas a las plantas parasitarias; estas no compiten con el cultivo, sino que les roban recursos (actúan como predatoras) (Fernández y Leiva, 2003).

A una especie vegetal se le concede la categoría de maleza cuando interfiere con la utilización de los recursos del suelo o aéreo, donde compiten por recursos limitados, reducen y perjudican la calidad de la cosecha. A escala mundial se estima que las malezas ocasionan pérdida directa aproximadamente de 10 % de la producción agrícola global (Fernández et al. 2015).

### Figura 1.1

*Definiciones de maleza.*



Fuente: Fernández et al. (2015).

### ***Competencia de las malezas con el cultivo de ajo***

Las malezas afectan de manera directa o indirectamente a la producción del cultivo. El daño directo corresponde a la disminución de rendimiento debido a la competencia que se genera entre las plantas destinadas a la producción y las malezas por los recursos (agua, luz, nutrientes) que se encuentran disponible para un adecuado desarrollo del cultivo, otro es la liberación de compuestos dañinos para el cultivo (alelopatía). El daño indirecto corresponde a

que las malezas actúan como hospederos de plagas y enfermedades, que pueden ser transmitidas a los cultivos, causando daños sanitarios, disminuyendo el rendimiento (Cornejo e Izquierdo, 2011). La interferencia efectuada por las malezas es considerada uno de los procesos más críticos en el ciclo de producción (Fernández et al. 2015).

Las malezas muestran una gran adaptabilidad en su crecimiento y desarrollo; ajustan la estructura para responder al estrés de la competencia, modificando las tasas de formación o muerte de sus partes (hojas, tallo, ramas, raíces, etc.). La densidad de una población de plantas puede afectar el tamaño, forma o el número de plantas. Durante su fase inicial de crecimiento a partir de semilla, la biomasa de un cultivo depende del número de plantas presentes. Con el tiempo, la disponibilidad de recursos del entorno comienza a controlar la tasa de crecimiento de los individuos, hasta que finalmente se convierte en el factor limitante de la producción. En situaciones de alta densidad, el riesgo de mortalidad de las plantas se incrementa (Villalobos et al, 2002).

El ajo es susceptible a la competencia de malezas, dificultando la cosecha, reduce la calidad y son hospederas de plagas y enfermedades. Las malezas que predominan en costa son *Nicandra physaloides* (capulí cimarron), *Pitraea cuneato* (papilla), *Chenopodium murale* (hierba de gallinazo), *Cyperus sp* (coquito), *Sorghun halapense* (grama china), etc. El campo durante el desarrollo del cultivo inicial debe estar libre de malezas. Se puede realizar el control químico de pre-emergencia o presiembra y post-emergencia. El control manual suele coincidir con las fracciones nitrogenadas recomendándose la realización de este método porque airea (orea) la zona de raíces (Nicho y Córdor, 2012).

Las malezas son consideradas plantas competitivas, persistentes, perniciosas que causan daños a la producción de los cultivos en cualquiera de sus etapas. El ajo es considerado un cultivo susceptible a la competencia de malezas debido a su porte, forma y tamaño de hojas y su lento crecimiento, por lo que las malezas provocan perdidas en el rendimiento del ajo y



un incremento de los costos operativos del cultivo, disminuyendo la rentabilidad (Reveles, 2009).

**Tabla 1.5**

*Pérdida en el rendimiento del cultivo por el efecto de las malezas en los cultivos a nivel mundial.*

Cultivo	cultivo libre de malezas	cultivo enmalezado	Fuente
	Kg. ha <sup>-1</sup>	Kg. ha <sup>-1</sup>	
<b>Maní</b>	2506	817	Zambrano et al., 2018
<b>Zanahoria</b>	38,77	2,63	Vera y Enciso, 2017
<b>Pimiento</b>	12,4	0,5	Blanco et al., 2018
<b>Maíz</b>	12	7	Leyva et al., 2014
<b>Soya</b>	2.02	0.35	Carrasco, 2013
<b>Arveja</b>	12,45	9,98	Vila, 2011

La tabla 1.5 muestra la diferencia de los rendimientos en los diferentes cultivos agrícolas, cuando el campo está libre de malezas y cuando se encuentra enmalezado; del cual podemos inferir que la pérdida del rendimiento varía según la especie en competencia.

Las malezas son plantas capaces de invadir nuevos hábitats, de persistir en ellos a pesar de las numerosas y variadas alteraciones del medio. Las características principales de las malezas en los campos cultivados son: fácil deserción por su forma, tamaños y estructura de sus semillas que les permitan dispersarse por el viento; capacidad de persistencia por su elevada producción de semillas bajo distintas condiciones, largo periodo de viabilidad donde numerosas especies poseen semillas que se mantienen en latencia y esto hace que posea una alta longevidad, poseen una germinación escalonada que constituye una forma de dispersión en el tiempo, poseer gran rusticidad y tolerancia a todo tipo de condiciones adversas.

### *Periodo crítico de competencia de maleza*

Ghosheh et al. (1996) citado por González et al. (2020) manifiesta que el periodo crítico de competencia de maleza se representa en dos componentes que son: el periodo máximo de presencia de malezas antes de que inicie a afectar significativamente el rendimiento del cultivo y el periodo mínimo de ausencia de malezas que es el tiempo donde el cultivo permanece sin la presencia de malezas para prevenir pérdidas significativas en su rendimiento.

Según Larriqueta y Wittenstein (1997) citado por Reveles (2009), menciona que cuando la población de malezas dentro del cultivo de ajo es de 50 a más por metro cuadrado, se reduce el rendimiento del cultivo entre un 60 a 70% debido a la competencia. El periodo crítico del cultivo de ajo es a los 35 días después de la siembra, ya que coincide con el momento en que se consumen las reservas del diente de ajo usado como semilla.

**Tabla 1.6**

*Periodo crítico de la influencia de las malezas en cultivos agrícolas.*

<b>Cultivo</b>	<b>Periodo Crítico (días)</b>	<b>Fuente</b>
<b>Caña de azúcar</b>	primeros 90 días	Cerna, 2008
<b>Maíz</b>	34-50	Blanco et al., 2014
<b>Pimiento</b>	30-50	Castro et al., 2018
<b>Tomate</b>	15-35	Vento et al., 2012
<b>Zanahoria</b>	19-70	Vera y Enciso, 2017
<b>Yuca</b>	60-90	Rubiano y Cordero, 2017
<b>Maní</b>	20-60	Zambrano et al. 2018
<b>Soya</b>	30 - 45	Carrasco, 2013

El efecto de las competencias de malezas en el cultivo de ajo se manifiesta en la reducción del tamaño de los bulbos con una pérdida de 50 a 94% de bulbos comerciales. El control de malezas oportunas está determinado por el periodo crítico de competencias de malezas que se da al primer tercio o mitad del ciclo de vida del cultivo, este periodo

corresponde a la fase de crecimiento y desarrollo del cultivo; la determinación de PCM permite saber la época más conveniente para controlar malezas y permite al agricultor hacer un uso más eficiente de los recursos económicos, implicado un ahorro de tiempo y otros gastos en el manejo de las malezas (Aguilera et al., 2005).

### ***Control de las malezas***

Burba (2003) afirma que, para garantizar un adecuado crecimiento del cultivo, es esencial evitar la competencia de las malezas que se desarrollan en el área cultivada. Para lograr esto, el control de malezas puede llevarse a cabo mediante métodos mecánicos o químico. Los herbicidas han sido el principal instrumento de control de las malezas en la agricultura moderna – inesiva, especialmente en el cultivo de ajo. Sin embargo, surge un problema importante que es la aparición de numerosas malezas tolerantes y resistentes a herbicidas, en este contexto el manejo de malezas precisa un enfoque holístico y sistémico.

Antes de los herbicidas el laboreo era el único método efectivo para el control de las malezas. Es imprescindible labrar la tierra inmediatamente antes de la siembra para minimizar la competencia de las malezas con el cultivo. En aquellos cultivos para los que no existe herbicidas selectivos o cuando estos son poco efectivos frente a la comunidad de las malezas, es conveniente realizar labores de escarda en post - emergencia del cultivo (Villalobos, et al, 2002).

### **1.11. Rendimiento**

Los rendimientos en el cultivo de ajo están vinculada al periodo de crecimiento y a la cantidad de área foliar desarrollada, desde la etapa de brotación hasta la formación del bulbo. Mientras más sustancias de reserva se hayan acumulado en las hojas hasta el inicio de bulbificación, mayor serán los nutrientes transferidos al bulbo durante su crecimiento y desarrollo, lo que resulta en un bulbo más grande y de mayor peso (Burba, 2003). Los

rendimientos pueden estar comprendidos entre 10 a 12 t. ha<sup>-1</sup> de bulbos (MIDAGRI, 2020).

Los rendimientos varían según las distintas zonas de producción y la variedad. Los rendimientos del ajo morado se pueden estimar en 6 000 kilos por hectárea, y 9 500 kilos por hectárea para el ajo blanco, en fresco en ambos casos. Las producciones en secano y bajo riego para el ajo morado pueden estimarse en 6 000 kilos por hectárea en secano y 9 000 kilos por hectárea bajo riego (Japon, 1984).

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Ubicación del experimento**

La ejecución del trabajo de investigación se realizó en los terrenos del Centro Experimental Canaán, propiedad de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

##### **2.1.1. *Ubicación política***

Región	: Ayacucho
Provincia	: Huamanga
Distrito	: Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

##### **2.1.2. *Ubicación geográfica***

Latitud	: 13°10'6.57"S
Longitud	: 74°12'11.42"O
Altitud	: 2741 m.s.n.m.

## 2.2. Antecedentes del terreno

El terreno donde se realizó la siembra del cultivo de ajo, en la campaña anterior estuvo ocupado por el cultivo de culantro y las enmiendas utilizadas fue fertilización inorgánica (N-P-K). El suelo presenta una profundidad aproximada de 30 cm.

## 2.3. Análisis físico químico del suelo

El análisis sobre las características físicas y químicas del suelo de Canaán se realizó en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

**Tabla 2.1**

*Análisis físico – químico de suelo del centro experimental Canaán, Ayacucho 2741 msnm.*

	COMPONENTES	CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
QUÍMICO	Nitrógeno Total (%)	0.09	Pobre
	Materia Orgánica (%)	1.89	Bajo
	CaCO <sub>3</sub> (%)	0.5	
	C.E. (Ds/m.)	0.523	Suelo normal
	pH (H <sub>2</sub> O)	7.57	Ligeramente Alcalino
	P disponible (ppm)	28.8	Alto
	K disponible (ppm)	198.6	Medio
	Ca <sup>++</sup>	10	Alto
	Mg <sup>++</sup>	3.69	Alto
	K <sup>+</sup>	0.89	Alto
	Na <sup>+</sup>	0.95	Alto
	Al <sup>+3</sup>	0	
	H <sup>+</sup>	0	
C.I.C. (Cmol (+) /kg)	28.2	Alto	
FÍSICO	Arena	46.6	
	Limo	23.1	
	Arcilla	32.1	Franco Arcilla Arenoso
	Clase Textural	Fr-Ar-Ao	

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Facultad (2021).

En la tabla 2.1 se observa los resultados del análisis de suelo lo cual muestra que el suelo es ligeramente alcalino con un pH 7.57, la cantidad de materia orgánica que posee este suelo es bajo con 1.89%, el nitrógeno total que posee es pobre con un 0.09%, el nivel de fósforo disponible es alto con 28.8 ppm, el potasio disponible en el suelo es medio con 198.6 ppm, estos suelos poseen alto contenido en calcio, magnesio y sodio, la capacidad de intercambio catiónico es alto, posee una clase textural de franco arcilla arenoso.

Según el análisis de suelo realizado, la parcela es conveniente para el desarrollo y crecimiento del cultivo de ajo, teniendo deficiencia solo en la cantidad de nitrógeno disponible, por lo que se incorporó al suelo abono orgánico y fertilizante inorgánico. Carrera, et (2005), menciona que la extracción media de una hectárea de ajos autóctonos se estima en 150 kg de N, 35-60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 150-200 kg de K<sub>2</sub>O, en algunas variedades de ajo con mayores rendimientos, las cantidades extraídas pueden superar en un 25 – 50 % lo señalado.

#### **2.4. Condiciones meteorológicas**

Para conocer las características meteorológicas de la zona, se realizó el balance hídrico y el análisis de los datos registrados de la Estación Meteorológica de Canaán – INIA – Ayacucho, ubicado a una altitud de 2735 msnm. Latitud de 13°10'00.06''S, longitud de 74°12'22.92'' W. ubicado en la región quechua con un clima templado seco, posee dos épocas bien marcadas: época húmeda (enero, febrero, marzo y abril) y época seca (de mayo a diciembre).

El presente trabajo de investigación se realizó de enero a junio del 2021. Durante la fase inicial del cultivo se presentaron precipitaciones pluviales, pero en los días de escases hídrica, se les proporciono la dotación de agua a través del riego por goteo.

La tabla 2. 2 y la figura 1.1 muestran los datos meteorológicos del año 2021. Donde se registró una temperatura máxima promedio de 23.7°C, temperatura mínima promedio de 10°C,

temperatura media promedio de 16.8°C y una precipitación promedio de 70.3 mm. Para la determinación de evapotranspiración de referencia se determinó mediante el método del tanque evaporímetro de clase A (FAO, 2006), obteniendo un promedio de 91.7 mm, el exceso de humedad del suelo se presentó durante los meses de febrero, marzo y abril; mientras que el déficit de humedad en el suelo se presentó en el mes de enero, mayo y junio.

La información climática reportados, son ideales para el desarrollo del cultivo de ajo, las temperaturas máximas y mínimas mensuales a lo largo del ciclo vegetativo fueron adecuadas para el crecimiento y desarrollo. Durante los primeros meses las precipitaciones favorecieron el desarrollo vegetativo. En los meses con escasez de lluvia, se implementó un sistema riego por goteo para garantizar y cumplir con los requerimientos del cultivo.



**Tabla 2.2**

Registro de datos meteorológicos “Temperatura máxima, mínima, media, precipitación, evapotranspiración y humedad relativa”, campaña agrícola 2021-2022 – Ayacucho.

Estación : INIA CANAAN  
 Latitud : 13°10'00.06''  
 Longitud : 74°12'22.92'' W

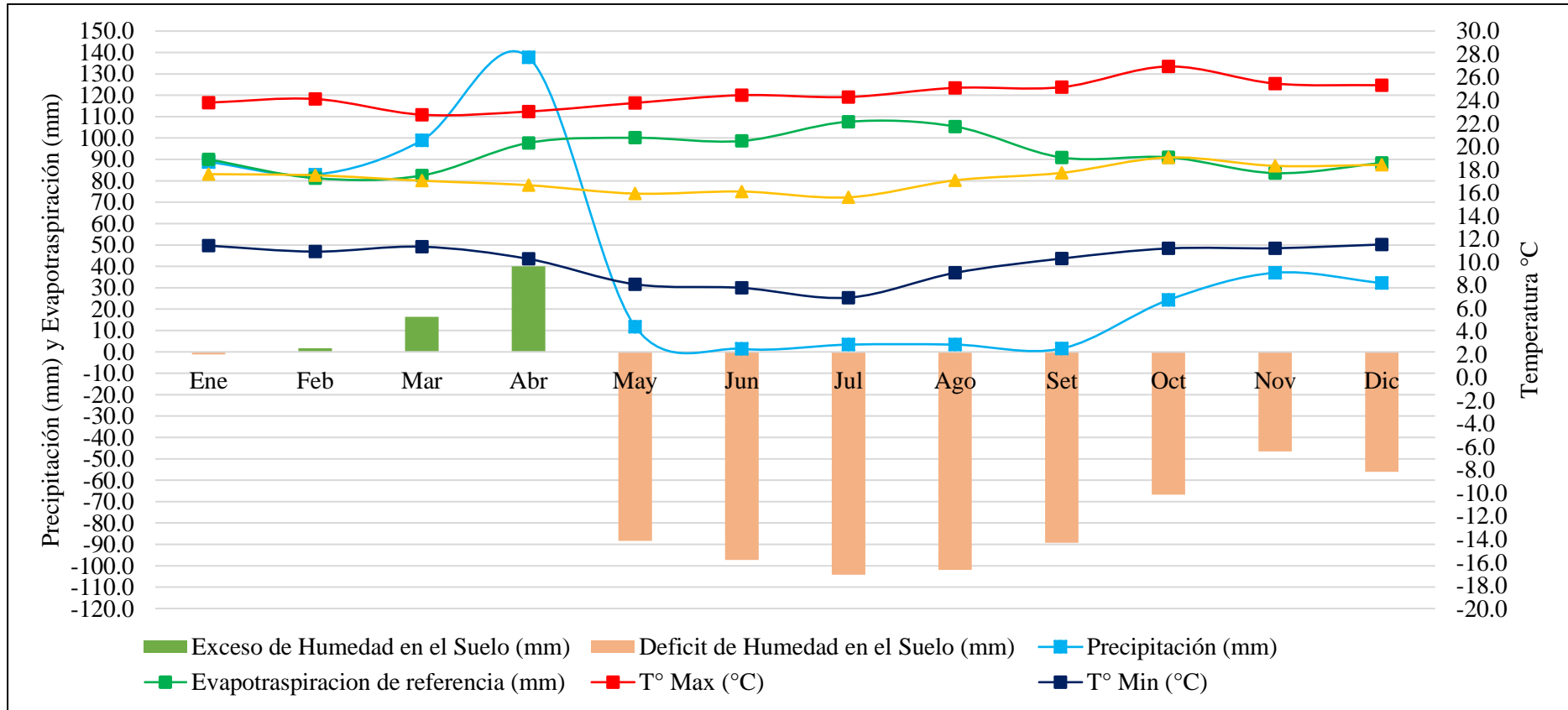
Altitud : 2735 msnm  
 Código de datos: 009-22/008-22

Departamento : AYACUCHO  
 Provincia : HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO

Año	2021												Promedio
	Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	
<b>T° Max (°C)</b>	23.8	24.1	22.8	23.0	23.8	24.5	24.3	25.1	25.1	26.9	25.5	25.3	<b>23.7</b>
<b>T° Min (°C)</b>	11.4	10.9	11.3	10.3	8.1	7.8	6.9	9.1	10.3	11.2	11.2	11.5	<b>10.0</b>
<b>T° Media (°C)</b>	17.6	17.5	17.0	16.7	15.9	16.1	15.6	17.1	17.7	19.1	18.3	18.4	<b>16.8</b>
<b>Precipitación (mm)</b>	88.8	82.9	98.9	137.7	11.8	1.4	3.4	3.4	1.6	24.3	37	32.2	<b>70.3</b>
<b>Evaporación del tanque evaporímetro (<math>E_{pam}</math>)(mm)</b>	138.5	125.0	126.9	130.3	133.5	131.5	143.5	140.5	121.2	140.0	128.6	135.9	<b>131.0</b>
<b>Coefficiente del tanque evaporímetro (<math>K_p</math>)</b>	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	<b>0.70</b>
<b>Evapotranspiración de referencia (<math>ET_o</math>) (mm)</b>	90.0	81.3	82.5	97.7	100.1	98.6	107.6	105.4	90.9	91.0	83.6	88.3	<b>91.7</b>
<b>Exceso de Humedad en el Suelo (mm)</b>		1.6	16.4	40.0									<b>19.3</b>
<b>Deficit de Humedad en el Suelo (mm)</b>	-1.2				-88.3	-97.2	-104.2	-102.0	-89.3	-66.7	-46.6	-56.1	<b>-62.3</b>
<b>Humedad relativa (%)</b>	89	89	90	90	88	87	85	84	78	76	79	80	<b>88.7</b>

**Figura 2.1**

*Oscilaciones de datos meteorológicos “Temperatura máxima, mínima, media, precipitación, evapotranspiración y humedad relativa”, campaña agrícola 2021-2022 – Ayacucho.*



## 2.5. Materiales requeridos

Para la instalación, conducción y evaluación del trabajo de investigación se hizo uso de distintos equipos, materiales, herramientas de labranza e insumos según lo requerido en cada etapa: wincha, cordel, estacas, yeso, azadones, zapapicos, pesticidas, mochila de fumigar, libreta de campo, cámara fotográfica, balanza electrónica, parquímetro, gallinaza y fertilizantes inorgánicos. El material genético utilizado como semilla fue la variedad Napurí, que es la variedad mejor adaptada a la zona.

## 2.6. Diseño experimental

En el experimento se estudió el control de malezas, en diferentes periodos en la variedad de ajo Napurí. La investigación fue de tipo experimental, nivel aplicativo y método inductivo. Para la distribución de las unidades experimentales en el campo se utilizó el diseño estadístico de bloque completo al azar con 11 tratamientos y 3 repeticiones. Con los resultados obtenidos se desarrolló el análisis de variancia (ANVA) y la prueba de contraste de tukey (0.05). El modelo estadístico para este diseño es el siguiente (Romaina, 2012), (García y Lara, 1998).

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + u_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$  : Es la variable aleatoria que representa la observación aplicado el tratamiento (i) -ésimo al bloque miento (j) -ésimo

$\mu$  : Medida de la población

$\tau_i$  : Efecto del i -ésimo tratamiento (i=1...t)

$\beta_j$  : Efecto del j -ésimo bloque (j= 1...b)

$u_{ij}$  : Variación al azar de la i -ésimo, j -ésimo unidad experimental

## 2.7. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron formados por unidades experimentales, la cual estuvo constituida por 8.64 m<sup>2</sup>, para lo cual se instalaron camas de 0.80 m, donde se distribuyeron tres hileras con distanciamiento de 0.20 m y 0.12 m de distancia entre golpe.

**Tabla 2.3**

*Número de tratamientos evaluados en el trabajo de investigación.*

Tratamiento	Descripción
T <sub>1</sub>	Control permanente de malezas
T <sub>2</sub>	Control de malezas a la 2 <sup>da</sup> SDS
T <sub>3</sub>	Control de malezas a la 4 <sup>ta</sup> SDS
T <sub>4</sub>	Control de malezas a la 6 <sup>ta</sup> SDS
T <sub>5</sub>	Control de malezas a la 8 <sup>va</sup> SDS
T <sub>6</sub>	Control de malezas a la 10 <sup>ma</sup> SDS
T <sub>7</sub>	Control de malezas a la 12 <sup>ava</sup> SDS
T <sub>8</sub>	Control de malezas a la 14 <sup>ava</sup> SDS
T <sub>9</sub>	Control de malezas a la 16 <sup>ava</sup> SDS
T <sub>10</sub>	Control de malezas a la 18 <sup>ava</sup> SDS
T <sub>11</sub>	Sin control de malezas

## 2.8. Descripción del campo experimental

Las dimensiones del campo experimental se detallan de la siguiente manera:

### Unidad Experimental

- Ancho de unidad experimental : 1.6 m
- Largo de unidad experimental : 5.4 m
- Área de unidad experimental : 8.64 m<sup>2</sup>
- Número de camas por unidad experimental : 2

- Ancho de cama : 0.80 m
- Numero de hileras por unidad experimental : 6
- Distanciamiento entre hileras : 0.20 m
- Distanciamiento entre golpes : 0.12 m
- Número de dientes por golpe : 1 diente
- Número de unidad experimental : 33

### Bloques

- Ancho del bloque : 1.6 m
- Largo del bloque : 59.4 m
- Área de cada bloque : 95 m<sup>2</sup>
- Número de bloques : 3
- Número de parcela por bloque : 11

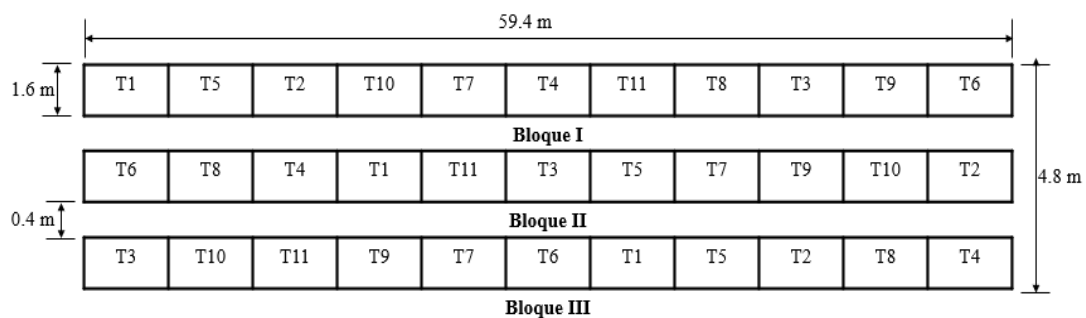
### Campo Experimental

- Ancho : 4.8 m
- Largo : 59.4 m
- Área total del experimento : 285 m<sup>2</sup>

#### 2.8.1. Croquis del campo experimental

**Figura 2.2**

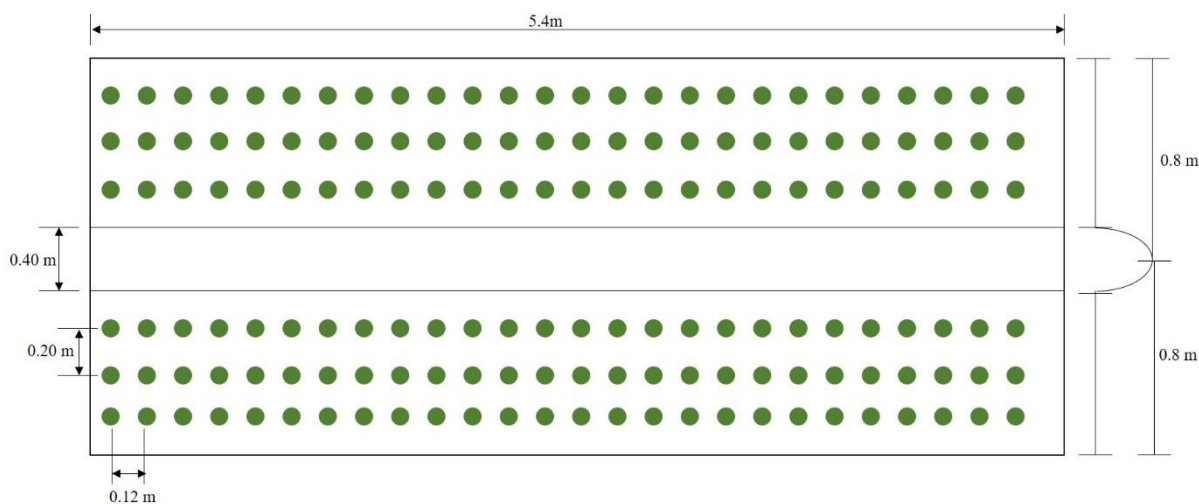
*Croquis del campo experimental del trabajo de investigación.*



## 2.8.2. Croquis de la unidad experimental

**Figura 2.3**

*Croquis de la unidad experimental del trabajo de investigación.*



## 2.9. Variables de Evaluación

### 2.9.1. Variables de Precocidad

Se inició la evaluación de la variable de precocidad cuando el cultivo de ajo mostró más del 50% de homogeneidad en la fase fenológica que se analizó, se contabilizó el número de días transcurridos después de la siembra hasta el momento de la evaluación.

#### *Días a inicio de bulbificación*

Se inició la evaluación cuando más del 50% de las plantas comenzó con la formación de los bulbos, se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la formación del bulbo en cada uno de los tratamientos, teniendo en cuenta las características morfológicas del bulbo.

### ***Días a madurez fisiológica***

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 40 % a 60% del tallo y hojas se tornaron amarillentas y estén aptas para la recolección.

### **2.9.2. *Variables de productividad***

Las siguientes evaluaciones se realizaron en 10 bulbos de ajo, tomadas al azar de cada tratamiento; para obtener todos los datos requeridos para el trabajo de investigación.

#### ***Diámetro ecuatorial de bulbo***

El diámetro es una característica importante y un indicador de calidad del ajo, para lo cual se evaluó la medida del diámetro de bulbo (cm) de la parte ecuatorial con la ayuda de un parquímetro (calibrador).

#### ***Diámetro polar de bulbo***

Es una característica importante que nos ayuda a determinar la calidad del bulbo, por ende, se evaluó el diámetro polar de bulbo (cm), con la ayuda de un parquímetro desde la base hacia el ápice del bulbo.

#### ***Número de dientes por bulbo***

Esta variable expresa la capacidad de la planta para producir dientes y a su vez está determinada por la carga genética, efectos del medio ambiente y manejo agronómico. Se desgranaron 10 bulbos de cada tratamiento y se contaron los dientes.

#### ***Peso promedio de bulbos***

Esta característica es la unidad más importante del rendimiento, contribuye a la clasificación comercial para siembra o consumo. Se obtuvo el peso (gr.) de cada bulbo con la balanza analítica para mayor precisión.

### ***Rendimiento de bulbo***

Es la característica más importante para el productor, desde un punto de vista agronómico y económico, es el indicador que permite seleccionar la variedad con el más alto potencial genético productivo y garantizar la producción. Se obtuvo el peso de bulbos de un metro lineal de cada tratamiento y por relación se infirió para una hectárea en t. ha<sup>-1</sup>.

### **2.9.3. *Evaluación de las Malezas***

#### ***La población de malezas***

La población de malezas se evaluó mediante la cuantificación de las dos muestras tomadas de cada tratamiento, para el cual se efectuó un cuadrante de 0.80 m x 0.4 m en cada camellón, donde se realizó el conteo y clasificación botánica por especie y familia de las malezas por cada tratamiento y por relación se infirió la población por hectárea.

#### ***Peso de biomasa fresca y biomasa seca de malezas***

La evaluación de la biomasa fresca de las malezas se realizó inmediatamente después del muestreo, selección y clasificación y conteo de las diferentes especies presentes en el cuadrante de 0.80 m x 0.4 m, donde se obtuvo el peso de la biomasa fresca con la ayuda de una balanza analítica y por inferencia se obtuvo el peso por hectárea. El peso de la biomasa fresca se reduce en un promedio de 32.45% al perder toda la humedad de su interior, con el cual por relación se determinó el porcentaje de biomasa seca.

#### ***Época crítica de competencia de las malezas con el cultivo de ajo***

Para determinar la época crítica de competencia de malezas con el cultivo se realizó la interpolación de los rendimientos del cultivo de ajo versus el rendimiento de la biomasa fresca y biomasa seca de las malezas.



## **2.10. Instalación y conducción del experimento**

### **2.10.1. Preparación del terreno**

Se ejecutó el 20 de diciembre de 2020, con una pasada de arado de disco y el desterronamiento se realizó con una pasada de discos de rastra, con la finalidad de acelerar la descomposición de los residuos de cosecha.

### **2.10.2. Desinfección de las semillas**

La desinfección de las semillas se realizó el 15 de enero del 2021, para lo cual se utilizó 0.8 kg.200L<sup>-1</sup> de DEFENSE 80WP (fungicida agrícola), 235 gr.200L<sup>-1</sup> de MICROFOL COMBI (contra los trastornos fisiológicos) y 55 gr.200L<sup>-1</sup> de CIGARAL 70WP (insecticida agrícola), en esta solución se sumergió las semillas durante 30 minutos para eliminar microorganismos como nematodos, bacterias y hongos, para evitar pérdidas.

### **2.10.3. Demarcación y estacado del campo experimental**

La demarcación y el estacado del campo experimental se realizaron el 15 de enero del 2021, se utilizó estacas y yeso, los trazos se efectuaron con la ayuda de una wincha y cordel según el croquis experimental.

### **2.10.4. Trazado de Surcos**

Se efectuó el 15 de enero del 2021, primero se formó las camas de 80 cm de distancia y se aperturó 3 hileras a un distanciamiento de 20 cm, a una profundidad aproximada de 10 cm de acuerdo a las características del campo experimental.

### **2.10.5. Siembra**

La siembra se ejecutó el 15 de enero del 2021, en un sistema directo utilizando un diente de ajo de la variedad Napurí por golpe, en tres hileras de 20 cm, la profundidad de siembra fue de 3 cm y el distanciamiento entre golpe fue de 12 cm.

### **2.10.6. Abonamiento**

El primer abonamiento se realizó el 15 de enero del 2021 al momento de la siembra, utilizando como abono de fondo 0.88 t. ha<sup>-1</sup> de gallinaza procesada (Mallki), el segundo abonamiento se efectuó a 45 días después de la siembra con fertilización química de N-P-K al fondo del surco. Para lo cual se tuvo en cuenta el análisis del suelo, la cantidad de abono orgánico aplicado y la extracción de nutriente del suelo por el cultivo, por lo que se determinó que el suelo de Canaán tiene deficiencia en nitrógeno y fósforo disponible en mayor porcentaje, por lo cual se incorporó en 50% de urea (463 kg. ha<sup>-1</sup>), el 100% de fosfato di amónico (513 kg. ha<sup>-1</sup>) y el 100% de sulfato de potasio (108 kg. ha<sup>-1</sup>) este último se aplicó por el requerimiento de azufre que tiene el cultivo de ajo. El 50% faltante de la urea se aplicó a los 80 días después de la siembra.

### **2.10.7. Instalación de suministros de riego presurizado**

Para garantizar la dotación hídrica a los cultivos, el 30 de enero del 2021 se instaló laterales y cintas para el riego localizado, con la finalidad de garantizar la dotación de agua durante el periodo vegetativo del cultivo. Como se muestra en la tabla 8 de los registros meteorológicos, los riegos se realizaron en función a sus necesidades hídricas.

### **2.10.8. Resiembra**

Se realizó el 25 de enero del 2021, en aquellos lugares donde no brotaron los dientes de ajo.

### **2.10.9. Control de malezas**

El control de malezas se realizó de forma manual para evitar daños al bulbo, por los espacios reducidos entre los distanciamientos de hileras, por lo cual fue imposible el uso de herramientas manuales (azadones, picos, etc.) dentro de las camas. Se hizo uso de las herramientas para el desmalezamiento de las zonas más amplias como los surcos entre camas y el perímetro. Este procedimiento se realizó de acuerdo al diseño experimental y a los tratamientos establecidos en el trabajo de investigación.

### **2.10.10. Control de plagas y enfermedades**

La presencia de plagas y enfermedades se determinó por el constante monitoreo del cultivo para evitar la proliferación de las mismas. Las enfermedades que se manifestaron durante el desarrollo del cultivo causando daños a nivel foliar y del bulbo (órgano comercial). El primer control se realizó el 31 de marzo del 2021 por la presencia de pústulas de roya (*Puccinia alli*) aplicando de manera curativa el fungicida TENAZ 250 EW en una dosis de 22.5 ml.20L<sup>-1</sup> más el adherente Wettex a una dosis de 4 ml.20L<sup>-1</sup> con la ayuda de una mochila pulverizadora. La segunda intervención fue el 24 de abril del 2021 de forma preventiva y curativa contra pudrición basal (*Fusarium oxysporum*), mildiu (*Peronospora destructor*), moho gris (*Botrytis Cinerea*) para el cual se aplicó el fungicida sistémico DEFENSE 80WP en una dosis de 80gr.20L<sup>-1</sup> más el adherente Wettex a una dosis de 4 ml.20L<sup>-1</sup> con la ayuda de una mochila pulverizadora.

### **2.10.11. Cosecha**

La cosecha del cultivo de ajo se realizó a partir del 15 de junio del 2021 de forma gradual, teniendo en cuenta las características del cultivo como son: hojas amarillentas y bulbos formados, esta labor se efectuó manualmente. Después se realizó el proceso de curado durante 5 días. Y se inició con la evaluación de los bulbos.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Evaluación de malezas

##### 3.1.1. Población de malezas

Las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 muestran la población por especie de malezas presentes en cada uno de los tratamientos, se han identificado 21 especies durante todo el periodo vegetativo del cultivo, las especies más persistentes fueron *Galinsoga parviflora* (galinsoga), *Portulaca oleracea* L. (verdolaga) y *Acalypha arvensis* (gusanillo) con 647 494, 467 822 y 404 313 número de plantas por hectárea respectivamente y con 15%, 12% y 9.9% de persistencia.

La mayor población de malezas promedio presentes en el terreno de cultivo fue en el tratamiento de C10<sup>ma</sup>SDS los cuales ascienden a 5 660 031 plantas por hectárea, el cual está constituido por 18 especies de malezas, de las cuales los más representativos son: de la familia *Asteraceae* la especie predominante fue *Galinsoga parviflora* (galinsoga), familia *Oxalidaceae* la especie presente fue *Axilis coniculata* (vinagrillo) y de la familia *Euphorbiaceae* estuvo representada por la especie *Acalypha arvensis* (gusanillo) que contaron con un promedio de 812 500, 739 593.8, 562 500 número de plantas por hectárea y el 14.36 %, 13.07 %, 9.94 % de predominio respectivamente. El segundo tratamiento con mayor población de malezas es

C6<sup>ta</sup>SDS donde los resultados muestran un promedio de 4 911 302 plantas de malezas por hectárea, el cual está constituido por 17 especies de malezas, representadas por *Acalypha arvensis* y *Galinsoga parviflora* que representan conjunto el 26.72% del total.

Aguilera et al. (2002) menciona que la escasa habilidad del cultivo de ajo para afrontar y contrarrestar la competencia de malezas se debe a la morfología y fisiología del cultivo, ya que el tallo y las hojas son muy delgadas y su crecimiento es muy lento a comparación de la mayoría de las malezas que son de hoja ancha (latifoliadas) y de una emergencia y desarrollo más rápido, desarrollando raíces profundas y abundante área foliar, mientras que el cultivo de ajo posee tallos y hojas muy delgadas que no cubren completamente el suelo favoreciendo a las malezas. Ormeño (2010) señala que bulbos son órganos de reserva y una vez que el crecimiento inicie a depender de la fotosíntesis foliar, esto hace más lento el desarrollo del cultivo de ajo y es cuando las malezas que poseen una marcada habilidad competitiva dificultan el crecimiento aéreo y subterráneo del ajo por lo que el enmalezamiento inicial debe ser controlada, el espacio maleza – cultivo durante las primeras ocho semanas del ciclo es tiempo suficiente para registrar disminuciones en el rendimiento final. Cuadros (2012) reporto para el cultivo de yacón, un total de 1 542 215 malezas por hectárea, las especies más frecuentes fueron *galinsoga parviflora*, *malvastrum* sp. y *portulaca oleracea* con 40.6%, 12.1% y 11.2% respectivamente, para las condiciones del centro experimental Canaán.

**Tabla 3.1**

*Población de malezas por especie presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (Allium sativum L.), Canaán*

*2750 msnm. (T<sub>1</sub> – T<sub>4</sub>).*

Malezas				T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		T <sub>4</sub>	
				CP		2 <sup>da</sup> SDS		4 <sup>ta</sup> SDS		6 <sup>ta</sup> SDS	
N°	Nombre común	Nombre Científico	Familia	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%
1	Atajo	<i>Amaranthus spinosus L.</i>	<i>Amaranthaceae</i>	117361	6	312500	15	250000	7	218750	4
2	Sillkau	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Asteraceae</i>	41493	2	0	0	125000	4	203125	4
3	Galinsoga	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Asteraceae</i>	284549	14	0	0	343750	10	718750	15
4	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Asteraceae</i>	46205	2	156250	7	156250	5	0	0
5	Yuyo	<i>Brassica campestris</i>	<i>Brassicaceae</i>	141667	7	281250	13	250000	7	343750	7
6	Oreganillo	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	55839	3	0	0	125000	4	201250	4
7	Quinoa silvestre	<i>Chenopodium album L</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	168830	9	250000	12	468750	14	423594	9
8	Campanilla	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	<i>Convolvulaceae</i>	52148	3	0	0	0	0	281250	6
9	Coquito	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Cyperaceae</i>	37847	2	125000	6	187500	6	0	0
10	Gusanillo	<i>Acalypha arvensis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	211111	11	187500	9	375000	11	593750	12
11	Melilotus	<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Fabaceae</i>	21750	1	0	0	62500	2	93750	2
12	Stachys	<i>Stachys arvensis</i>	<i>Lamiaceae</i>	5556	0	0	0	0	0	0	0
13	Rupu rupu	<i>Malva nicaeensis All.</i>	<i>Malvaceae</i>	12109	1	0	0	0	0	93750	2
14	Vinagrillo	<i>Oxalis corniculata</i>	<i>Oxalidaceae</i>	110287	6	0	0	0	0	250000	5
15	Veronica	<i>Veronica persica</i>	<i>Plantaginaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Cebadilla	<i>Avena fatua L.</i>	<i>Poaceae</i>	32422	2	0	0	93750	3	156250	3
17	Digitaria	<i>Digitaria sanguinalis L.</i>	<i>Poaceae</i>	139396	7	125000	6	93750	3	343750	7
18	Paspalum	<i>Paspalum sp.</i>	<i>Poaceae</i>	55729	3	62500	3	31250	1	156250	3
19	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea L.</i>	<i>Portulacaceae</i>	213750	11	312500	15	500000	15	343750	7
20	Pimpinela escarlata	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	85938	4	0	0	31250	1	187500	4
21	Capulí silvestre	<i>Nicandra physalodes</i>	<i>Solanaceae</i>	135301	7	281250	13	312500	9	302083	6
<b>Total</b>				<b>1969288</b>	<b>100</b>	<b>2093750</b>	<b>100</b>	<b>3406250</b>	<b>100</b>	<b>4911302</b>	<b>100</b>

**Tabla 3.2**

*Población de malezas por especie presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (Allium sativum L.), Canaán 2750 msnm. (T<sub>5</sub> – T<sub>8</sub>).*

Malezas				T <sub>5</sub>		T <sub>6</sub>		T <sub>7</sub>		T <sub>8</sub>	
				8 <sup>va</sup> SDS		10 <sup>ma</sup> SDS		12 <sup>ava</sup> SDS		14 <sup>ava</sup> SDS	
N°	Nombre común	Nombre Científico	Familia	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%
1	Atajo	<i>Amaranthus spinosus L.</i>	<i>Amaranthaceae</i>	156250	3	218750	4	187500	4	156250	3
2	Sillkau	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Asteraceae</i>	250000	6	0	0	0	0	0	0
3	Galinsoga	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Asteraceae</i>	968750	21	812500	14	562500	12	1265625	27
4	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Asteraceae</i>	0	0	0	0	31250	1	109375	2
5	Yuyo	<i>Brassica campestris</i>	<i>Brassicaceae</i>	312500	7	250000	4	296875	6	156250	3
6	Oreganillo	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	0	0	166656	3	187500	4	140625	3
7	Quinua silvestre	<i>Chenopodium album L.</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	301875	7	305531	5	343750	7	203125	4
8	Campanilla	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	<i>Convolvulaceae</i>	250000	6	187500	3	125000	3	46875	1
9	Coquito	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Cyperaceae</i>	0	0	156250	3	0	0	0	0
10	Gusanillo	<i>Acalypha arvensis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	406250	9	562500	10	484375	10	656250	14
11	Melilotus	<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Fabaceae</i>	0	0	73250	1	46875	1	93750	2
12	Stachys	<i>Stachys arvensis</i>	<i>Lamiaceae</i>	0	0	0	0	125000	3	0	0
13	Rupu rupu	<i>Malva nicaeensis All.</i>	<i>Malvaceae</i>	0	0	62500	1	31250	1	0	0
14	Vinagrillo	<i>Oxalis corniculata</i>	<i>Oxalidaceae</i>	562500	12	739594	13	531250	11	0	0
15	Veronica	<i>Veronica persica</i>	<i>Plantaginaceae</i>	0	0	93750	2	0	0	31250	1
16	Cebadilla	<i>Avena fatua L.</i>	<i>Poaceae</i>	0	0	125000	2	31250	1	31250	1
17	Digitaria	<i>Digitaria sanguinalis L.</i>	<i>Poaceae</i>	388750	9	437500	8	390625	8	421875	9
18	Paspalum	<i>Paspalum sp.</i>	<i>Poaceae</i>	218750	5	187500	3	0	0	281250	6
19	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea L.</i>	<i>Portulacaceae</i>	468750	10	406250	7	500000	10	453125	10
20	Pimpinela escarlata	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	0	0	562500	10	671875	14	546875	12
21	Capulí silvestre	<i>Nicandra physalodes</i>	<i>Solanaceae</i>	239583	5	312500	6	296875	6	156250	3
<b>Total</b>				<b>4523958</b>	<b>100</b>	<b>5660031</b>	<b>100</b>	<b>4843750</b>	<b>100</b>	<b>4750000</b>	<b>100</b>



**Tabla 3.3**

*Población de malezas por especie presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (Allium sativum L.), Canaán*

*2750 msnm. (T<sub>9</sub> – T<sub>11</sub>).*

N°	Malezas			T <sub>9</sub>		T <sub>10</sub>		T <sub>11</sub>		Promedio Total	%
	Nombre común	Nombre Científico	Familia	16 <sup>ava</sup> SDS	Promedio	18 <sup>ava</sup> SDS	Promedio	SC	Promedio		
1	Atajo	<i>Amaranthus spinosus L.</i>	<i>Amaranthaceae</i>	218750	6	531250	13	250000	5	237942	6.5
2	Sillkau	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Asteraceae</i>	0	0	62500	2	152344	3	75860	1.8
3	Galinsoga	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Asteraceae</i>	500000	13	906250	23	759766	16	647494	15
4	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Asteraceae</i>	125000	3	0	0	115625	2	67269	2.1
5	Yuyo	<i>Brassica campaestris</i>	<i>Brassicaceae</i>	187500	5	656250	17	303819	6	289078	7.6
6	Oreganillo	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	218750	6	312500	8	193183	4	145573	3.5
7	Quinua silvestre	<i>Chenopodium album L</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	375000	10	156250	4	314208	7	300992	7.9
8	Campanilla	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	<i>Convolvulaceae</i>	0	0	62500	2	158854	3	105830	2.3
9	Coquito	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Cyperaceae</i>	0	0	0	0	0	0	46054	1.5
10	Gusanillo	<i>Acalypha arvensis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	500000	13	0	0	470703	10	404313	9.9
11	Melilotus	<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Fabaceae</i>	0	0	0	0	74025	2	42355	1
12	Stachys	<i>Stachys arvensis</i>	<i>Lamiaceae</i>	0	0	0	0	125000	3	23232	0.5
13	Rupu rupu	<i>Malva nicaeensis All.</i>	<i>Malvaceae</i>	0	0	0	0	62500	1	23828	0.5
14	Vinagrillo	<i>Oxalis corniculata</i>	<i>Oxalidaceae</i>	0	0	0	0	0	0	199421	4.3
15	Veronica	<i>Veronica persica</i>	<i>Plantaginaceae</i>	31250	1	0	0	52083	1	18939	0.4
16	Cebadilla	<i>Avena fatua L.</i>	<i>Poaceae</i>	0	0	0	0	87500	2	50675	1.2
17	Digitaria	<i>Digitaria sanguinalis L.</i>	<i>Poaceae</i>	458125	12	0	0	332422	7	284654	6.8
18	Paspalum	<i>Paspalum sp.</i>	<i>Poaceae</i>	0	0	156250	4	156250	3	118703	2.8
19	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea L.</i>	<i>Portulacaceae</i>	360938	10	1093750	28	493229	10	467822	12
20	Pimpinela escarlata	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	604063	16	0	0	434010	9	284001	6.3
21	Capulí silvestre	<i>Nicandra physalodes</i>	<i>Solanaceae</i>	187500	5	0	0	261068	5	225901	6
<b>Total</b>				<b>3766875</b>	<b>100</b>	<b>3937500</b>	<b>100</b>	<b>4796590</b>	<b>100</b>	<b>4059936</b>	<b>100</b>

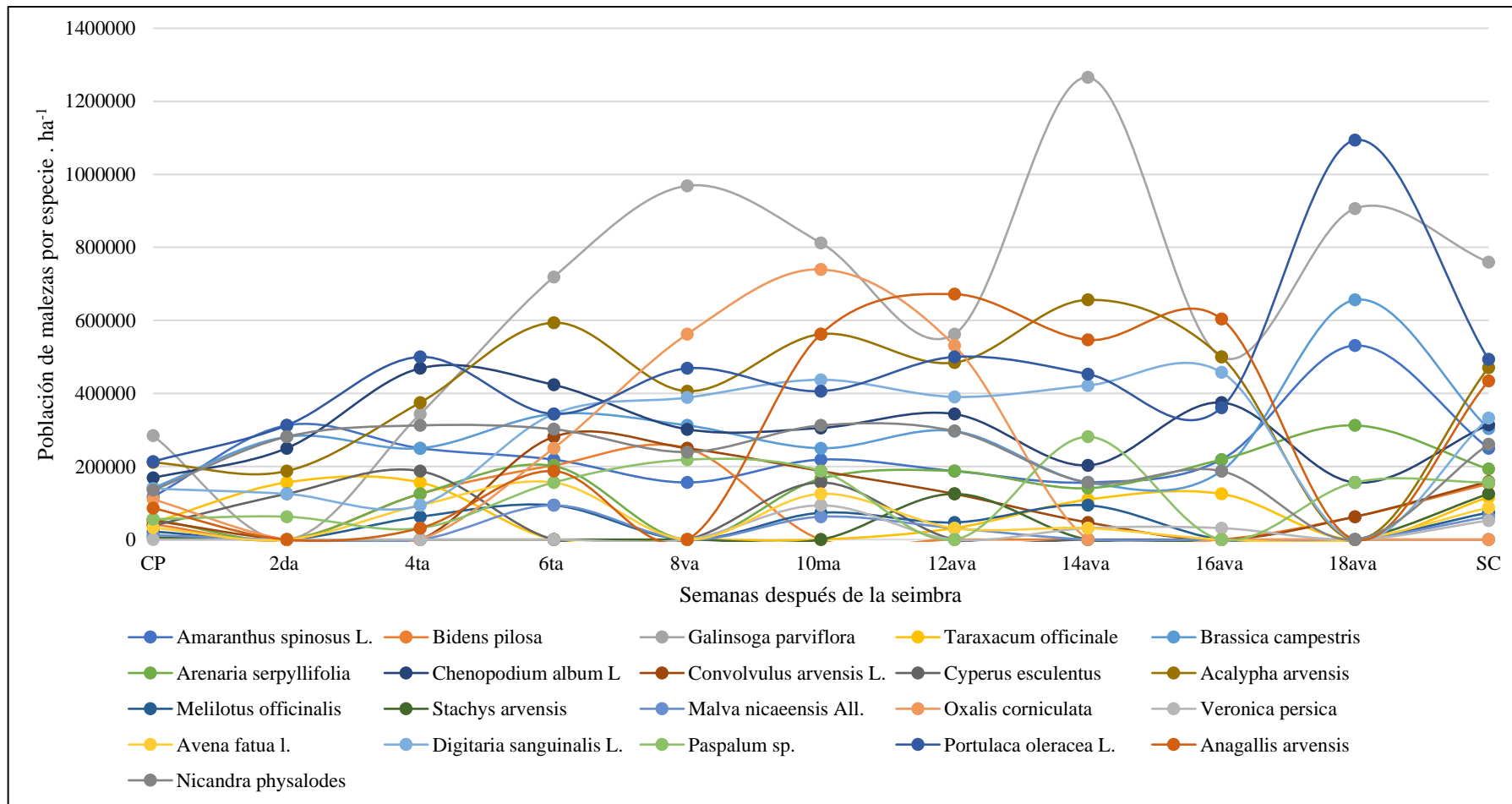
### 3.1.2. *Tendencia de la población de malezas*

En la figura 3.1 muestra la población de las malezas en los diferentes tratamientos, se observa que la población de las malezas se incrementa paulatinamente hasta la décima semana e inicia a descender hasta la dieciochoava semana, esto se debe a que las malezas han cumplido su periodo vegetativo y la mayoría llegó a su madurez fisiológica, en efecto sus semillas fueron liberadas al terreno, teniendo en cuenta que la mayoría de las especies de las malezas son muy precoces. Se observa también que a partir de la dieciochoava semana vuelve a incrementar el número de plantas, estas nuevas plantas de malezas se originaron de las semillas producidas durante su primer periodo vegetativo.

La población de malezas durante el desarrollo del cultivo de ajo, muestra una tendencia irregular, debido a la competencia intraespecífica e interespecífica que se da entre ellas por el desarrollo foliar y radicular; competencia por nutrientes, espacio, luz y agua. De igual manera por la liberación de sustancias alelopáticas a través de sus hojas y raíces que resultan tóxicas. Se observa también que la especie predominante fue *Galinsoga parviflora* y *Portulaca oleracea* L. tuvieron una tendencia creciente y persistencia en el campo entre la cuarta semana después de la siembra y las dieciocho semanas después de la siembra, las especies *Acalypha arvensis*, *Chenopodium album* L., *Brassica campestris*, *Digitaria sanguinalis* L., *Amaranthus spinosus* L. tuvieron una tendencia creciente y persistente entre la segunda semana después de la siembra y las dieciséis semanas después de la siembra donde su población es casi constante.

**Figura 3.1**

*Tendencias de la población de malezas por especie presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (Allium sativum L.), Canaán 2750 msnm.*



### 3.1.3. Familia de malezas

La tabla 3.4, 3.5 y la figura 3.2 muestran la población de malezas por familia, establecidas en el campo durante el manejo del cultivo de ajo, bajo las condiciones del centro experimental Canaán, se registró un total de 17 familias de las cuales se puede inferir que las familias de malezas más representativas e invasoras son: *Asteraceae* con tres especies (*Galinsoga parviflora*, *Bidens pilosa*, *Taraxacum officinale*), *Portulacaceae* con una especie (*Portulaca oleracea* L.), *Poaceae* con tres especies (*Avena fatua.*, *Digitaria sanguinalis* L., *Paspalum* sp.), *Euphorbiaceae* con una especie (*Acalypha arvensis*), *Chenopodiaceae* con una especie (*Chenopodium album* L.), *Brassicaceae* con una especie (*Brassica Campestris*), con una población promedio de 790 623, 467 822, 454 031, 404 313, 300 992, 289 078 por hectárea respectivamente, con un porcentaje de repercusión de 19%, 12%, 11%, 10%, 8%, 8% del total. La *Asteraceae* es una familia cosmopolita, se distribuye en casi todas las latitudes y altitudes, tiene una alta diversidad y esto se debe a su excelente mecanismo de dispersión y su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ecológicas, por lo que representan una seria amenaza como maleza (Tapia, 2012). La familia *portulacaceae*, son plantas anuales, es cosmopolita y se adapta a todo tipo de suelos, sus semillas conservan su poder germinativo durante muchos años. La *chenopodiaceae* es una familia formada por plantas anuales, con raíz principal pivotante muy invasiva, área foliar amplia y de gran altura, su propagación se da por semillas. *Brassicaceae* es una familia representada por plantas anuales, de gran área foliar, raíz pivotante y profundas (Marzocca et al., 1984).

Cuadros (2012) reportó en su trabajo de investigación un total de 10 familias de malezas, que consigna las *Asteraceae*, *Poaceae*, *Leguminoceaeas*, *Malvaceaeas*, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceaeas*, *Cyperaceaeas*, *Caryofilaceaeas*, *Cruciferaes* y *Portulaceae* para las condiciones edáficas y climáticas del Cetro Experimental Canaán.

**Tabla 3.4**

*Población de malezas por familia presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (Allium sativum L.), Canaán*

*2750 msnm. (T<sub>1</sub> – T<sub>6</sub>).*

Malezas		T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		T <sub>4</sub>		T <sub>5</sub>		T <sub>6</sub>	
		CP		2 <sup>da</sup> SDS		4 <sup>ta</sup> SDS		6 <sup>ta</sup> SDS		8 <sup>va</sup> SDS		10 <sup>ma</sup> SDS	
N°	Familia	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%
1	<i>Amaranthaceae</i>	117361	6	312500	15	250000	7	218750	4	156250	3	218750	4
2	<i>Asteraceae</i>	372247	19	156250	7	625000	18	921875	19	1218750	27	812500	14
3	<i>Brassicaceae</i>	141667	7	281250	13	250000	7	343750	7	312500	7	250000	4
4	<i>Caryophyllaceae</i>	55839	3	0	0	125000	4	201250	4	0	0	166656	3
5	<i>Chenopodiaceae</i>	168830	9	250000	12	468750	14	423594	9	301875	7	305531	5
6	<i>Convolvulaceae</i>	52148	3	0	0	0	0	281250	6	250000	6	187500	3
7	<i>Cyperaceae</i>	37847	2	125000	6	187500	6	0	0	0	0	156250	3
8	<i>Euphorbiaceae</i>	211111	11	187500	9	375000	11	593750	12	406250	9	562500	10
9	<i>Fabaceae</i>	21750	1	0	0	62500	2	93750	2	0	0	73250	1
10	<i>Lamiaceae</i>	5556	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	<i>Malvaceae</i>	12109	1	0	0	0	0	93750	2	0	0	62500	1
12	<i>Oxalidaceae</i>	110287	6	0	0	0	0	250000	5	562500	12	739594	13
13	<i>Plantaginaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93750	2
14	<i>Poaceae</i>	227547	12	187500	9	218750	6	656250	13	607500	13	750000	13
15	<i>Portulacaceae</i>	213750	11	312500	15	500000	15	343750	7	468750	10	406250	7
16	<i>Primulaceae</i>	85938	4	0	0	31250	1	187500	4	0	0	562500	10
17	<i>Solanaceae</i>	135301	7	281250	13	312500	9	302083	6	239583	5	312500	6
<b>Total</b>		<b>1969288</b>	<b>100</b>	<b>2093750</b>	<b>100</b>	<b>3406250</b>	<b>100</b>	<b>4911302</b>	<b>100</b>	<b>4523958</b>	<b>100</b>	<b>5660031</b>	<b>100</b>

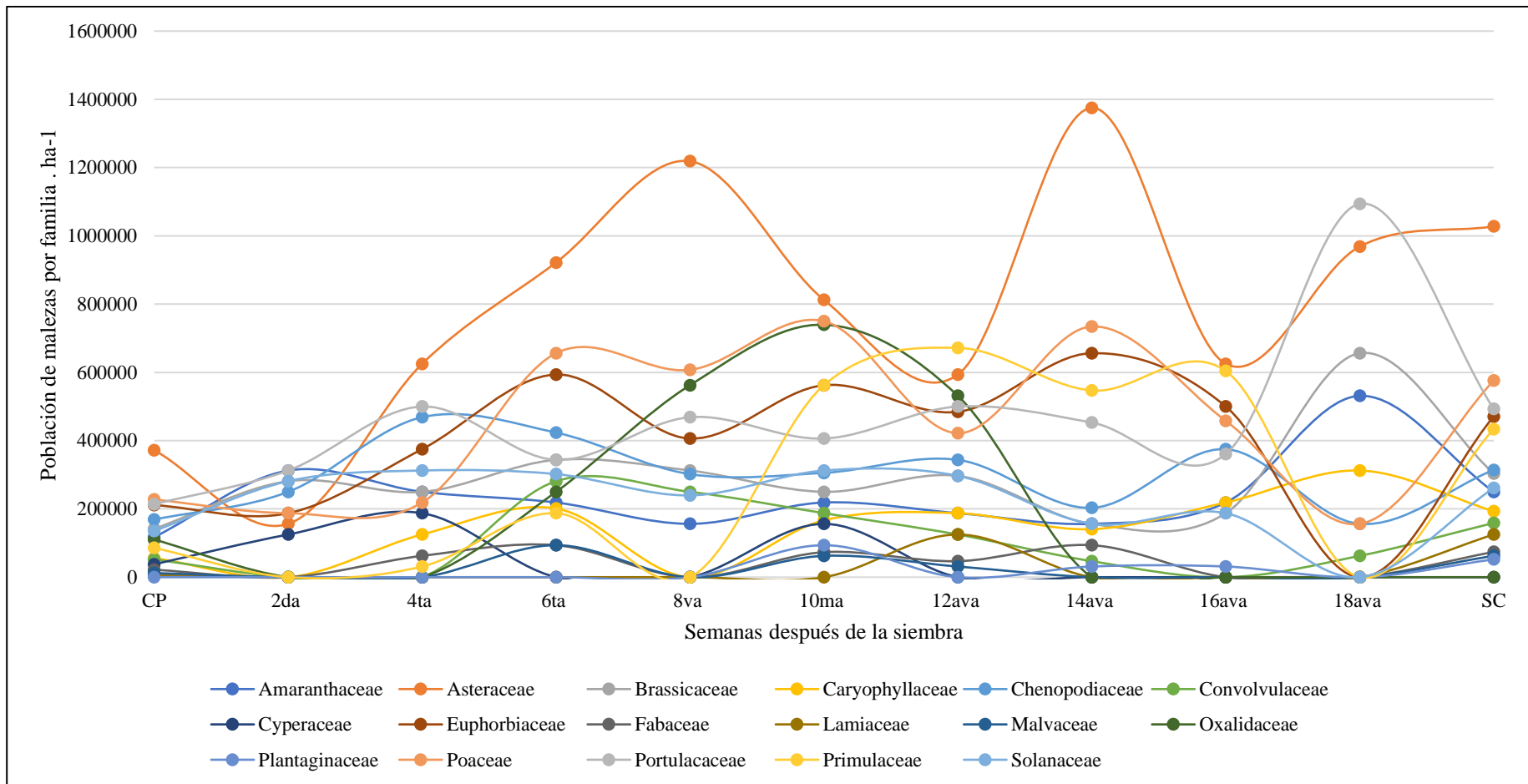
**Tabla 3.5**

*Población de malezas por familia presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (Allium sativum L.), Canaán 2750 msnm. (T<sub>7</sub> – T<sub>11</sub>).*

Malezas		T <sub>7</sub>		T <sub>8</sub>		T <sub>9</sub>		T <sub>10</sub>		T <sub>11</sub>		Promedio Total	%
		12 <sup>ava</sup> SDS		14 <sup>ava</sup> SDS		16 <sup>ava</sup> SDS		18 <sup>ava</sup> SDS		SC			
Nº	Familia	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio	%		
1	<i>Amaranthaceae</i>	187500	4	156250	3	218750	6	531250	13	250000	5	237942	6.5
2	<i>Asteraceae</i>	593750	12	1375000	29	625000	17	968750	25	1027734	21	790623	19
3	<i>Brassicaceae</i>	296875	6	156250	3	187500	5	656250	17	303819	6	289078	7.6
4	<i>Caryophyllaceae</i>	187500	4	140625	3	218750	6	312500	8	193183	4	145573	3.5
5	<i>Chenopodiaceae</i>	343750	7	203125	4	375000	10	156250	4	314208	7	300992	7.9
6	<i>Convolvulaceae</i>	125000	3	46875	1	0	0	62500	2	158854	3	105830	2.3
7	<i>Cyperaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46054	1.5
8	<i>Euphorbiaceae</i>	484375	10	656250	14	500000	13	0	0	470703	10	404313	9.9
9	<i>Fabaceae</i>	46875	1	93750	2	0	0	0	0	74025	2	42355	1
10	<i>Lamiaceae</i>	125000	3	0	0	0	0	0	0	125000	3	23232	0.5
11	<i>Malvaceae</i>	31250	1	0	0	0	0	0	0	62500	1	23828	0.5
12	<i>Oxalidaceae</i>	531250	11	0	0	0	0	0	0	0	0	199421	4.3
13	<i>Plantaginaceae</i>	0	0	31250	1	31250	1	0	0	52083	1	18939	0.4
14	<i>Poaceae</i>	421875	9	734375	15	458125	12	156250	4	576172	12	454031	10.8
15	<i>Portulacaceae</i>	500000	10	453125	10	360938	10	1093750	28	493229	10	467822	12
16	<i>Primulaceae</i>	671875	14	546875	12	604063	16	0	0	434010	9	284001	6.3
17	<i>Solanaceae</i>	296875	6	156250	3	187500	5	0	0	261068	5	225901	6
<b>Total</b>		<b>4843750</b>	<b>100</b>	<b>4750000</b>	<b>100</b>	<b>3766875</b>	<b>100</b>	<b>3937500</b>	<b>100</b>	<b>4796590</b>	<b>100</b>	<b>4059936</b>	<b>100</b>

**Figura 3.2**

*Tendencia de la población de malezas por familia presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (*Allium sativum L.*), Canaán 2750 msnm.*



### 3.1.4. *Tendencia de biomasa fresca de malezas*

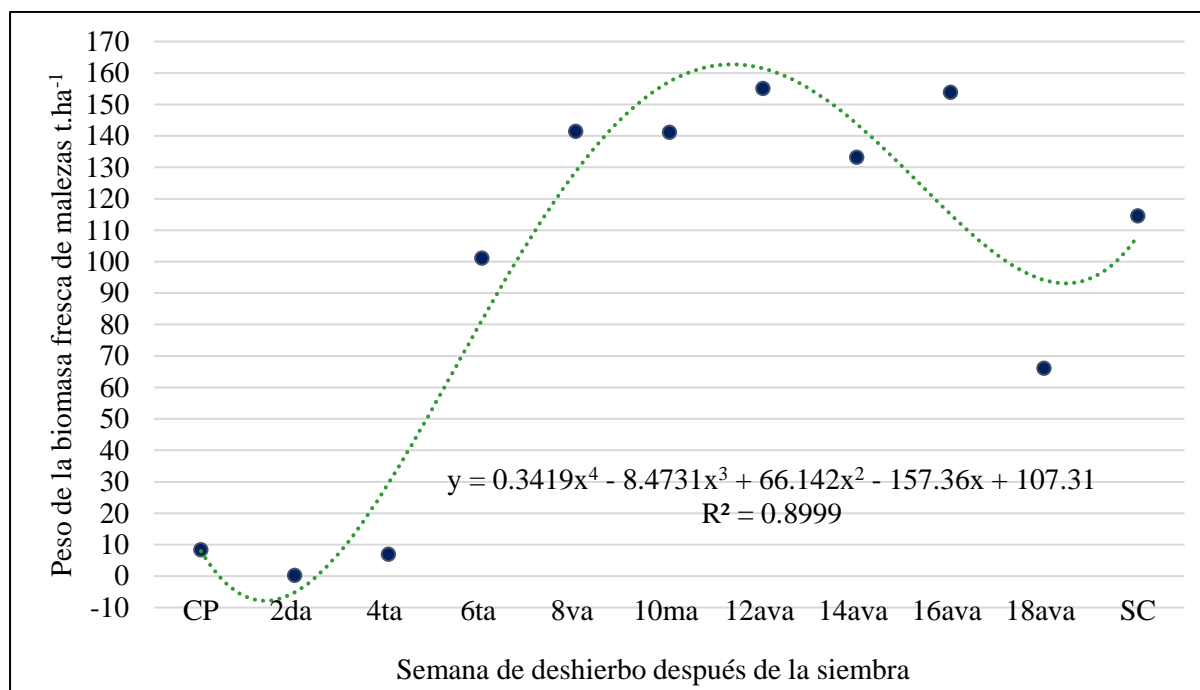
La figura 3.3 se observa que la tendencia de biomasa fresca de malezas durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo es polinómica, representado por la ecuación matemática  $y = 0.34196x^4 - 8.4731x^3 + 66.142x^2 - 157.36x + 107.31$  y el valor  $R^2 = 0.899$  del cual podemos afirmar que el ajuste del modelo es adecuado para describir la relación que existe entre las variables, los reportes para los diferentes tratamientos fueron: control permanente, 2<sup>da</sup>, 4<sup>ta</sup>, 6<sup>ta</sup>, 8<sup>va</sup>, 10<sup>ma</sup>, 12<sup>ava</sup>, 14<sup>ava</sup>, 16<sup>ava</sup>, 18<sup>ava</sup> SDS y el tratamiento sin control de malezas reportaron 8.4 t. ha<sup>-1</sup>, 0.23 t. ha<sup>-1</sup>, 6.9 t. ha<sup>-1</sup>, 101.1 t. ha<sup>-1</sup>, 141.4 t. ha<sup>-1</sup>, 141,1 t. ha<sup>-1</sup>, 155.1 t. ha<sup>-1</sup>, 133.2 t. ha<sup>-1</sup>, 153.8 t. ha<sup>-1</sup>, 66.1 t. ha<sup>-1</sup> y 114.6 t. ha<sup>-1</sup> de biomasa fresca de maleza respectivamente. Del cual podemos observar que a la 12<sup>va</sup> SDS reportó un máximo de 155.1 t. ha<sup>-1</sup> a comparación de los otros tratamientos, la tendencia muestra el incremento gradual hasta la 12<sup>va</sup> SDS y después se observa una tendencia irregular, esto se debe a las características propias de desarrollo vegetativo de las diferentes familias y especies de malezas como respuesta a la interacción de los factores edáficos y climáticos.

El peso de las malezas independientemente de la especie, está asociada al potencial germinativo, orden de emergencia, producción de semillas, densidad; por otra parte, los individuos que se desarrollan en condiciones adversas o emergen debajo de la cobertura del cultivo, al final de su ciclo originan progenies sustancialmente menores, pero con grandes implicancias, porque realizan aportes significativos de semilla al suelo y pueden generar elevadas abundancias en periodos subsiguientes, todo ello está directamente relacionado con el tamaño y peso de la maleza (Fernández, et al., 2015).



**Figura 3.3**

*Tendencia de la biomasa fresca de malezas presentes en el campo experimental durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), Canaán 2750 msnm.*



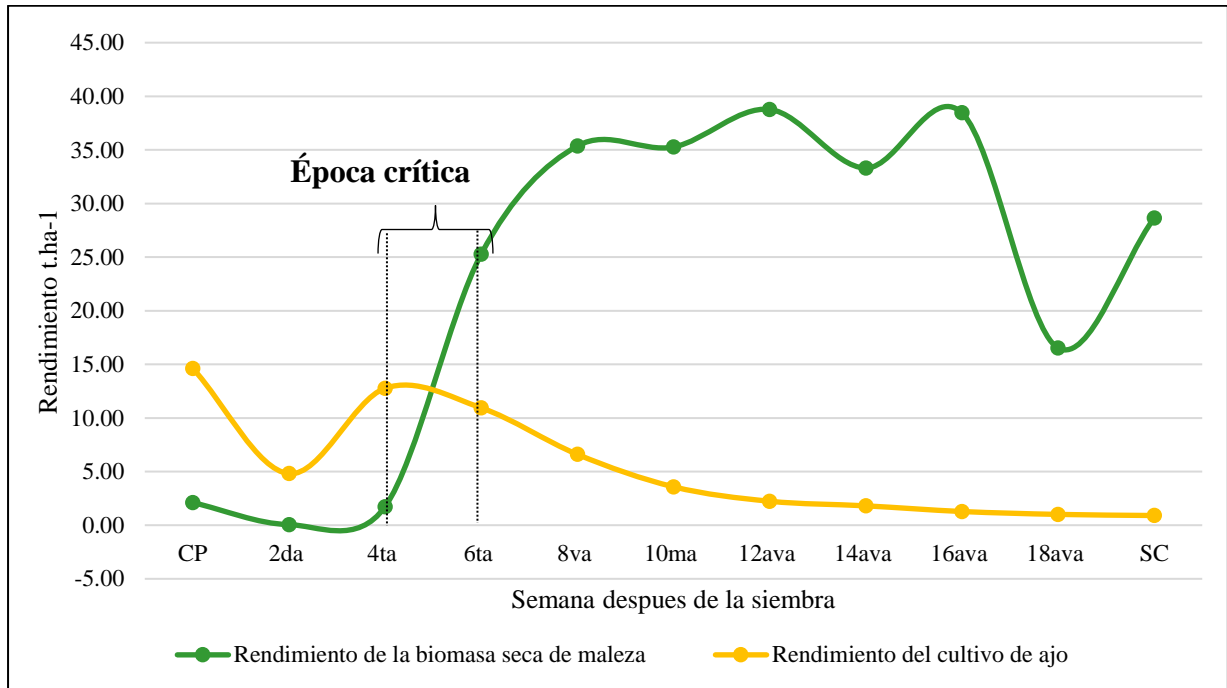
### **3.1.5. Época crítica de la competencia de las malezas con el cultivo de ajo**

En la figura 3.4 y 3.5 se aprecia la tendencia del comportamiento de rendimiento del bulbo de ajo, en referencia al rendimiento de la maleza en materia seca y en verde, a medida que se incrementa el rendimiento de la maleza, el rendimiento del cultivo de ajo disminuye. Se observa que la tolerancia inicial se da a la 4<sup>ta</sup> SDS (28 días) y el límite máximo a la 6<sup>ta</sup> SDS (42 días); Del cual se establece la época crítica de competencia de las malezas es desde la 4<sup>ta</sup> a 6<sup>ta</sup> semana después de la siembra; por consiguiente, realizar el control de malezas antes de la 4<sup>ta</sup> SDS y después de la 6<sup>ta</sup> SDS reducirá el rendimiento del cultivo.

El control oportuno de malezas evitará la competencia de luz, agua y nutrientes con el cultivo, el cual beneficiará al adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo de ajo. Realizar el control antes de la cuarta semana y después de la sexta semana reducirá el rendimiento del cultivo.

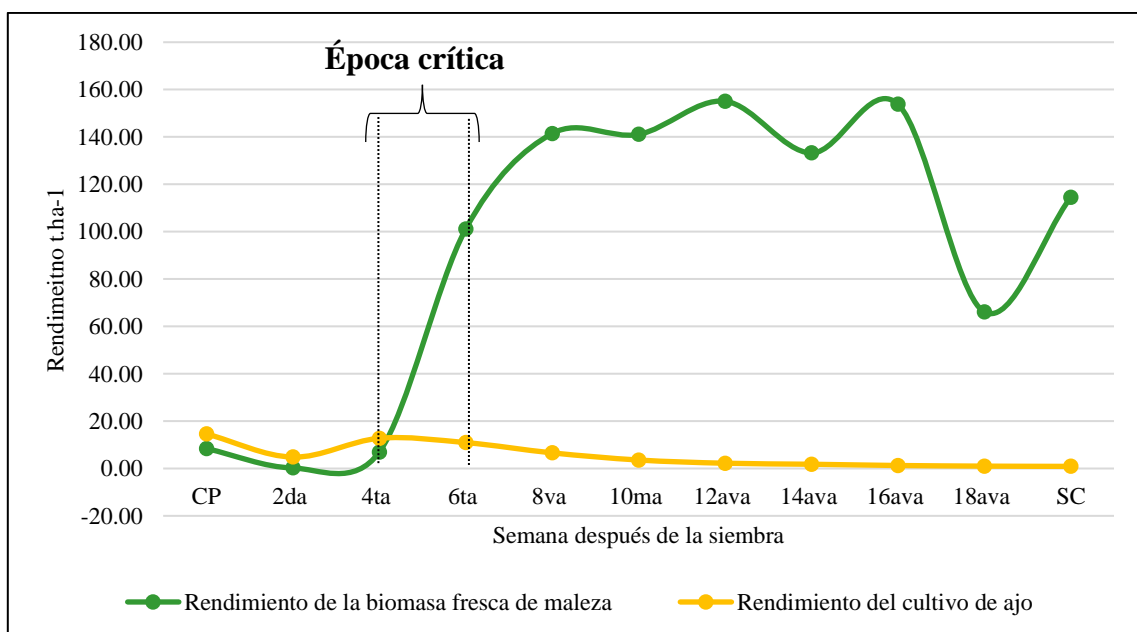
**Figura 3.4**

*Tendencia del rendimiento de bulbo versus el rendimiento del porcentaje de biomasa seca durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (Allium sativum L.), Canaán 2750 msnm.*



**Figura 3.5**

*Tendencia del rendimiento de bulbo versus el rendimiento de biomasa fresca de maleza durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo (Allium sativum L.), Canaán 2750 msnm.*



El grado de competencia que puede existir entre la maleza y el cultivo difiere para cada variedad y está gobernado por las condiciones del medio ambiente en que estos se desarrollan, la rapidez de germinación y establecimiento, la superficie fotosintética y el sistema radicular de cada planta cultivada (Cerna, et al., 2008). No siempre es necesario iniciar el control de malezas desde su emergencia, sino dependiendo a la tolerancia inicial del cultivo, es posible esperar cierto tiempo; a medida que el cultivo crece y su sistema radicular y foliar exploran mayor área, se alcanza un punto en que el suministro de agua, luz y nutrientes se vuelve limitado y la competencia inicia, este límite máximo de periodo de tolerancia representa la época en que la interferencia comienza a dañar irreversiblemente el rendimiento del cultivo y marca en forma teórica el momento ideal para el inicio del control de maleza (Aviles, 1996). Según Larriqueta y Wittenstein (1997) citado por Reveles, (2009), menciona que el periodo crítico del cultivo de ajo es a los 35 días después de la siembra, ya que coincide con el momento en que se consumen las reservas del bulbillo usado como semilla.

### **3.2. Variables de precocidad**

#### **3.2.1. *Días a inicio de bulbificación***

En la tabla 3.6 se puede observar el rango de inicio de la etapa fisiológica correspondiente a la bulbificación del ajo, el inicio de bulbificación se establece en un rango de 40 a 43 días después de la siembra en el tratamiento de control permanente de malezas, a diferencia del tratamiento sin control que inició la bulbificación a 147 a 150 días después de la siembra, mientras que los tratamientos con control a la 2da, 4ta, 8va, 10ma, 12ava, 14ava, 16ava y 18ava SDS inicio en un rango de 41 - 45, 45 - 49, 58 - 69, 76 - 84, 87 - 94, 100 - 107, 116 - 122, 130 - 136 y 138 - 145 respectivamente, del cual se puede observar que el rango de los tratamientos comparados con los tratamientos de control tienen una diferencia altamente significativa.

**Tabla 3.6**

*Días a inicio de bulbificación del cultivo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

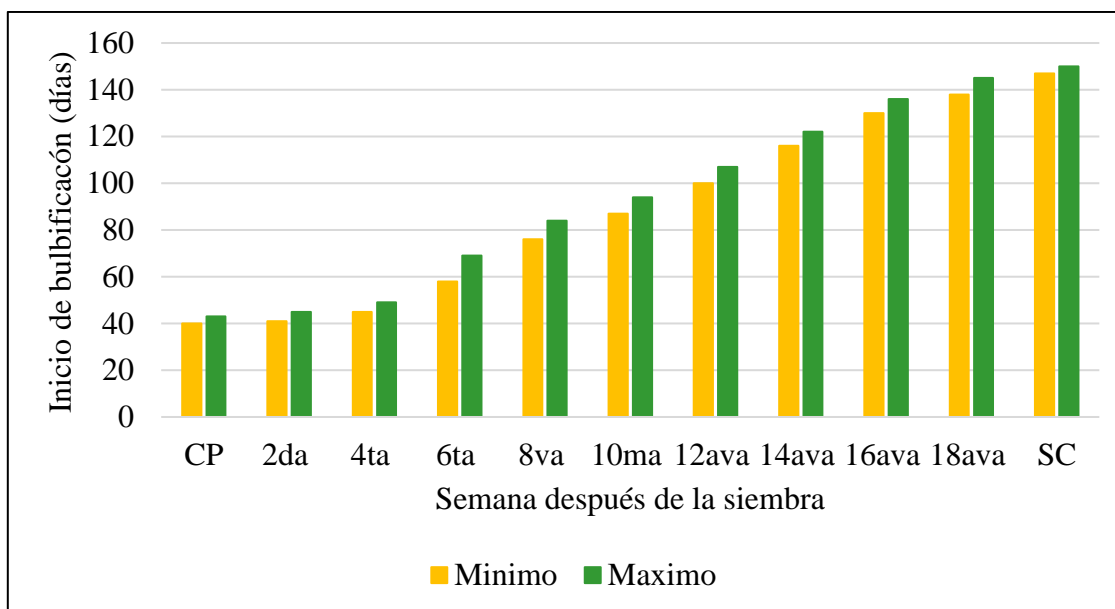
Tratamientos		Días a inicio de bulbificación
		Rango (días)
<b>T<sub>1</sub></b>	Control permanente	40 - 43
<b>T<sub>2</sub></b>	Control de malezas a la 2 <sup>da</sup> SDS	41 - 45
<b>T<sub>3</sub></b>	Control de malezas a la 4 <sup>ta</sup> SDS	45 - 49
<b>T<sub>4</sub></b>	Control de malezas a la 6 <sup>ta</sup> SDS	58 - 69
<b>T<sub>5</sub></b>	Control de malezas a la 8 <sup>va</sup> SDS	76 - 84
<b>T<sub>6</sub></b>	Control de malezas a la 10 <sup>ma</sup> SDS	87 - 94
<b>T<sub>7</sub></b>	Control de malezas a la 12 <sup>ava</sup> SDS	100 - 107
<b>T<sub>8</sub></b>	Control de malezas a la 14 <sup>ava</sup> SDS	116 - 122
<b>T<sub>9</sub></b>	Control de malezas a la 16 <sup>ava</sup> SDS	130 - 136
<b>T<sub>10</sub></b>	Control de malezas a la 18 <sup>ava</sup> SDS	138 - 145
<b>T<sub>11</sub></b>	Sin control de malezas	147 - 150

A medida que el cultivo permanezca enmalezado, el inicio de bulbificación se retrasará significativamente; también podemos afirmar que días después de haber realizado el control de malezas se da inicio a la bulbificación del ajo, por lo que se puede inferir que para el inicio de bulbificación el cultivo debe estar libre de malezas. Reyes (2015) reportó en su trabajo de investigación, que el primer inicio de formación de bulbo se produjo a los 40 días después de la siembra a un distanciamiento de 25\*25cm entre plantas.

El enmalezamiento del campo de cultivo tiene un efecto negativo, como se puede observar en la figura 3.6 a medida las malezas permanecen con el cultivo de ajo, estas limitan el inicio del periodo de bulbificación. El inicio de bulbificación está determinado por el desarrollo del área foliar lo cual depende de la fertilización, riego, manejo de plagas, enfermedades y control de malezas; en estas condiciones si hay un buen desarrollo foliar llega el estímulo del fotoperiodo (11 a 12 horas luz) que da inicio a la bulbificación (Pinzón, 2007).

**Figura 3.6**

*Figura comparativa del rango de inicio de bulbificación del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



### 3.2.2. Días a madurez fisiológica

**Tabla 3.7**

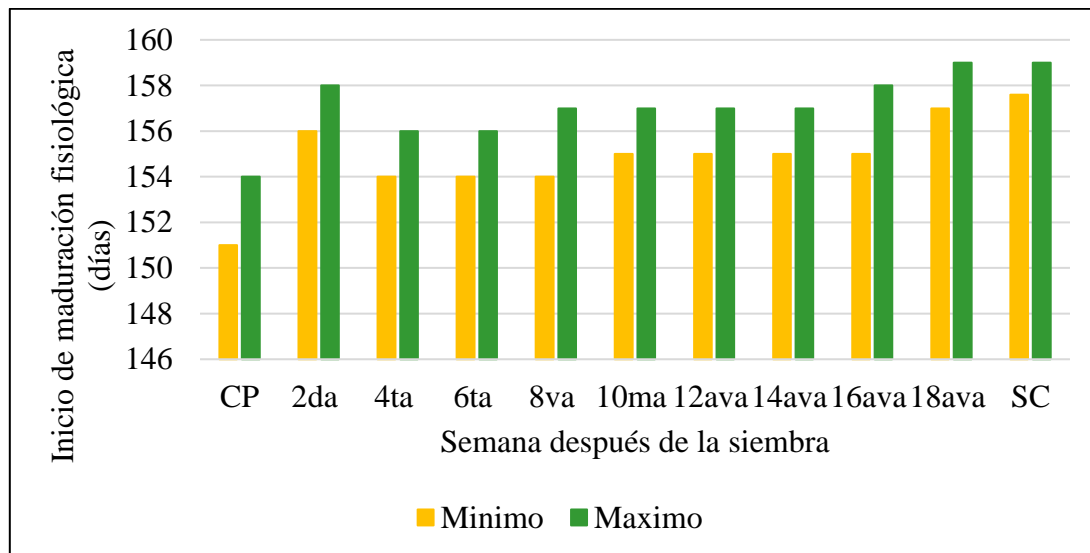
*Días a madurez fisiológica del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

Tratamientos		Días a madurez fisiológica
		Rango (días)
<b>T<sub>1</sub></b>	Control permanente	151 - 154
<b>T<sub>2</sub></b>	Control de malezas a la 2 <sup>da</sup> SDS	156 - 158
<b>T<sub>3</sub></b>	Control de malezas a la 4 <sup>ta</sup> SDS	154 - 156
<b>T<sub>4</sub></b>	Control de malezas a la 6 <sup>ta</sup> SDS	154 - 156
<b>T<sub>5</sub></b>	Control de malezas a la 8 <sup>va</sup> SDS	154 - 157
<b>T<sub>6</sub></b>	Control de malezas a la 10 <sup>ma</sup> SDS	155 - 157
<b>T<sub>7</sub></b>	Control de malezas a la 12 <sup>ava</sup> SDS	155 - 157
<b>T<sub>8</sub></b>	Control de malezas a la 14 <sup>ava</sup> SDS	155 - 157
<b>T<sub>9</sub></b>	Control de malezas a la 16 <sup>ava</sup> SDS	155 - 158
<b>T<sub>10</sub></b>	Control de malezas a la 18 <sup>ava</sup> SDS	157 - 159
<b>T<sub>11</sub></b>	Sin control de malezas	158 - 159

El rango de la madures fisiológica del cultivo de ajo en los tratamientos evaluados se detalla en la tabla 3.7, del cual podemos deducir que para el tratamiento con control permanente de maleza el inicio de madurez fisiológica que se da a los 151-154 días después de la siembra, a comparación del tratamiento son control de maleza que inicia a 158-159 días después de la siembra que son los tratamientos de control, en el resto de los tratamiento como: 2<sup>da</sup>, 4<sup>ta</sup>, 8<sup>va</sup>, 10<sup>ma</sup>, 12<sup>ava</sup>, 14<sup>ava</sup>, 16<sup>ava</sup> y 18<sup>ava</sup> SDS el inicio de madures se da a los 156 -158, 154 -156, 154 -156, 154 -157, 155 -157, 155 -157, 155 -157, 155 -158, 157 -159 y 158 -159 respectivamente, en tanto podemos inferir que el rango de maduración fisiológica de los tratamientos comparados con los tratamientos de control no tienen una diferencia significativa entre ellos, ya que el cultivo fisiológicamente está establecido para que cumpla su periodo vegetativo en un cierto tiempo sin importar la calidad del producto.

**Figura 3.7**

*Figura comparativa del rango del inicio de madurez fisiológica del cultivo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



En la figura 3.7 se observa que el establecimiento de las malezas en el campo de cultivo en los diferentes tratamientos no tiene una diferencia significativa en la madurez fisiológica;

pero si en la cantidad de sustancias de reserva (peso y tamaño del bulbo), ya que esta depende del crecimiento vegetativo (altura y número de hojas).

### 3.3. Variables de productividad

#### 3.3.1. Diámetro ecuatorial de bulbo

**Tabla 3.8**

*Análisis de variancia del diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

<b>F. V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.</b>	<b>p-valor</b>
<b>Bloque</b>	2	0.410	0.205	3.668	0.044*
<b>Tratamiento</b>	10	40.296	4.030	72.152	<0.0001**
<b>Error</b>	20	1.117	0.056		
<b>Total</b>	32	41.822			
	CV= 6.98		Promedio= 3.38		

El análisis de variancia para el diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (tabla 3.8), muestra que existe diferencia significativa en la fuente de variación de los bloques (p-valor = 0.044), con lo cual podemos indicar que el terreno experimental no fue uniforme, probablemente por una diferencia en el gradiente de fertilidad; pero de otro modo también significa que ha tenido éxito al formar los bloques. Para la fuente de variación de los tratamientos (p-valor = <0.0001) se muestra que se encontró diferencia altamente significativa, y se puede afirmar que al menos un tratamiento fue estadísticamente diferente al resto, por ende, se puede decir que los diferentes periodos de control de malezas tienen comportamiento diferente en el diámetro ecuatorial del bulbo de ajo. El coeficiente de variabilidad es de 6.98% que indica que el experimento se encuentra dentro del margen de error permisible para experimentos en campo, y el promedio general es de 3.38 cm de diámetro ecuatorial de bulbo. Se efectuó una prueba de promedios que nos ayudará a identificar y determinar cuál es el mejor tratamiento (prueba de tukey).

**Tabla 3.9**

*Prueba de tukey (p=0.05) del diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Diámetro ecuatorial (cm)</b>	<b>Tukey (0.05)</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	Control permanente de malezas	5.25	a
<b>T<sub>3</sub></b>	Control de malezas a la 4 <sup>ta</sup> SDS	4.82	a
<b>T<sub>4</sub></b>	Control de malezas a la 6 <sup>ta</sup> SDS	4.69	a
<b>T<sub>5</sub></b>	Control de malezas a la 8 <sup>va</sup> SDS	3.98	b
<b>T<sub>2</sub></b>	Control de malezas a la 2 <sup>da</sup> SDS	3.51	b c
<b>T<sub>6</sub></b>	Control de malezas a la 10 <sup>ma</sup> SDS	3.09	c d
<b>T<sub>7</sub></b>	Control de malezas a la 12 <sup>ava</sup> SDS	2.79	d e
<b>T<sub>8</sub></b>	Control de malezas a la 14 <sup>ava</sup> SDS	2.78	d e
<b>T<sub>9</sub></b>	Control de malezas a la 16 <sup>ava</sup> SDS	2.26	e f
<b>T<sub>10</sub></b>	Control de malezas a la 18 <sup>ava</sup> SDS	2.16	e f
<b>T<sub>11</sub></b>	Sin control de maleza	1.86	f

DMS=0.69

La tabla 3.9 nos muestra los resultados de la prueba de tukey (p=0.05), del cual podemos determinar el mejor tratamiento para el promedio de diámetro ecuatorial de bulbo de ajo donde el T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> con promedio de diámetro de bulbo de 5.25 cm, 4.81 cm, 4.69 cm respectivamente, no muestran diferencia significativa entre ellos, Revalidando el resultado del análisis de variancia (Tabla 3.8), donde los tratamientos T<sub>11</sub>, T<sub>10</sub> y T<sub>9</sub> reportaron un promedio de 1.86 cm, 2.16 cm y 2.26 cm que son promedios inferiores a comparación del T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>.

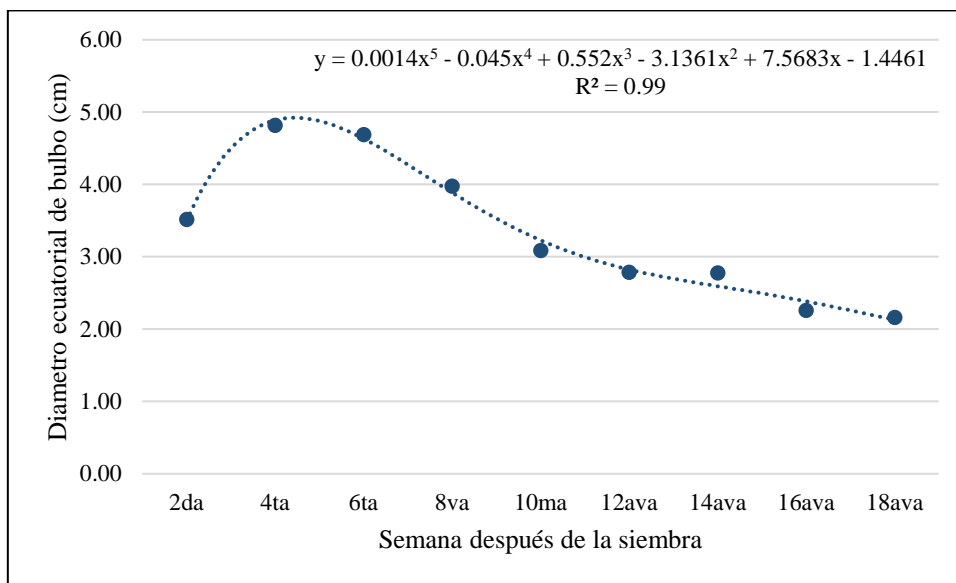
En los resultados del trabajo se puede apreciar que el factor de diámetro ecuatorial del bulbo tuvo mejor promedio al realizarse un control de maleza en el periodo comprendido entre los 28 a 42 días posteriores a la siembra, debido a esto podemos mencionar que la permanencia de la malezas influye en el desarrollo y actividad radicular del cultivo, el cual está relacionado con la formación de carbohidratos que brinda mayor calidad y rendimiento, en el presente trabajo, el mejor promedio de diámetro ecuatorial obtenido durante la influencia de las malezas fue de 4.82 cm que coincide con Álvarez (2018) que reportó un promedio de diámetro ecuatorial de bulbo de 5.02 cm con su mejor tratamiento nutricional y un control permanente



de malezas, de igual manera coincide con Romero (2018), quien indica que con su mejor tratamiento obtuvo 4.77 cm de diámetro ecuatorial y Vergara (2021) obtuvo un diámetro ecuatorial de 4.41 cm. Reyes (2015) en su trabajo de investigación y para las condiciones del centro experimental Canaán reporto un diámetro ecuatorial de 5cm.

**Figura 3.8**

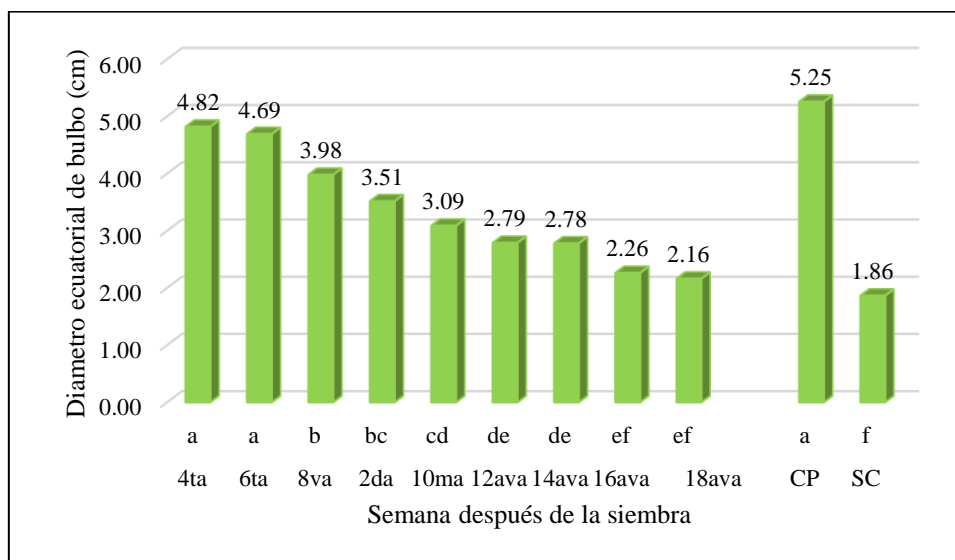
*Regresión del diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



La figura 3.8 se observa que la tendencia del diámetro ecuatorial de bulbo es polinómica, representado por la ecuación matemática  $y = 0.0014x^5 - 0.045x^4 + 0.552x^3 - 3.1361x^2 + 7.5683x - 1.4461$  el valor  $R^2 = 0.99$  del cual se puede inferir que el ajuste del modelo es adecuado. El pico más alto se da a la 4<sup>ta</sup> SDS y la 6<sup>ta</sup> SDS, antes y después de estas dos semanas las tendencias inician a bajar; por lo que el cultivo de ajo debe permanecer libre de malezas al menos en el periodo comprendido entre los 28 a 42 días posteriores a la siembra.

**Figura 3.9**

*Comparativo de las diferentes semanas de control de malezas versus los testigos sobre el diámetro ecuatorial de bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



La figura 3.9 muestra la importancia del tiempo de control de malezas en el cultivo de ajo y su repercusión en el diámetro ecuatorial de bulbo. Se observa que los mejores tratamientos de control de malezas son: el control permanente, 4<sup>ta</sup> y 6<sup>ta</sup> SDS, que son los que muestran mayores promedios. Se destaca también que el control de maleza a la 2<sup>da</sup> SDS es muy prematuro y los controles de maleza de 8<sup>va</sup>, 10<sup>ma</sup>, 12<sup>ava</sup>, 14<sup>ava</sup>, 16<sup>ava</sup> y 18<sup>ava</sup> SDS son muy tardíos, que no se diferencian numéricamente del tratamiento sin control de malezas. Por lo que se puede afirmar que el diámetro ecuatorial de bulbo se reduce a medida que transcurre el tiempo de competencia con las malezas.

### **3.3.2. Diámetro polar de bulbo**

La tabla 3.10 muestra que no existe diferencia significativa en la fuente de variación de los bloques (p-valor = 0.2907), lo que indica que el terreno experimental fue uniforme o que la gradiente de fertilidad no influyó. Para la fuente de variación de los tratamientos (p-valor =

<0.0001) se muestra que se encontró diferencia altamente significativa, lo que indica que al menos un tratamiento fue estadísticamente diferente al resto, de lo cual se puede deducir que los diferentes periodos de control de malezas tienen diferentes comportamientos en el diámetro polar del bulbo de ajo. Por lo tanto, se efectuó una prueba de promedios que nos indica esta diferencia para determinar cuál es el mejor tratamiento (prueba de tukey); el coeficiente de variabilidad es de 6.36% que indica que el experimento se encuentra dentro del margen de error permisible para experimentos en campo, y el promedio general es de 2.89 cm de diámetro polar del bulbo.

**Tabla 3.10**

*Análisis de variancia del diámetro polar del bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.</b>	<b>p-valor</b>
<b>Bloque</b>	2	0.089	0.045	1.315	0.2907 ns
<b>Tratamiento</b>	10	18.421	1.842	54.372	<0.0001 **
<b>Error</b>	20	0.678	0.034		
<b>Total</b>	32	19.187			
CV=6.33		Promedio= 2.89			

La tabla 3.11 detalla la prueba de tukey ( $p=0.05$ ), para el promedio del diámetro polar del bulbo de ajo, donde se puede observar que el control de malezas a la 4ta, 6ta SDS y el control permanente de maleza muestran con un promedio de diámetro polar de bulbo de 4.15 cm, 4.02 cm, 3.69 cm respectivamente, estos tres tratamientos no muestran diferencia significativa entre ellos, confirmando el resultado del análisis de variancia (Tabla 3.10), donde los tratamientos T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub> y T<sub>11</sub> son los que reportaron menores promedios de diámetro polar con 2.44cm, 2.17cm, 2.09cm y 1.94cm, sin diferencia significativa entre ellos.

**Tabla 3.11**

*Prueba de tukey (p=0.05) del diámetro polar del bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Diámetro polar (cm)</b>	<b>Tukey (0.05)</b>
<b>T<sub>3</sub></b>	Control de malezas a la 4 <sup>ta</sup> SDS	4.15	a
<b>T<sub>4</sub></b>	Control de malezas a la 6 <sup>ta</sup> SDS	4.02	a
<b>T<sub>1</sub></b>	Control permanente de maleza	3.69	a b
<b>T<sub>5</sub></b>	Control de malezas a la 8 <sup>va</sup> SDS	3.17	b c
<b>T<sub>2</sub></b>	Control de malezas a la 2 <sup>da</sup> SDS	2.95	c d
<b>T<sub>6</sub></b>	Control de malezas a la 10 <sup>ma</sup> SDS	2.68	c d e
<b>T<sub>7</sub></b>	Control de malezas a la 12 <sup>ava</sup> SDS	2.57	d e f
<b>T<sub>8</sub></b>	Control de malezas a la 14 <sup>ava</sup> SDS	2.44	d e f g
<b>T<sub>9</sub></b>	Control de malezas a la 16 <sup>ava</sup> SDS	2.17	e f g
<b>T<sub>10</sub></b>	Control de malezas a la 18 <sup>ava</sup> SDS	2.09	f g
<b>T<sub>11</sub></b>	Sin control de maleza	1.94	g

DMS=0.54

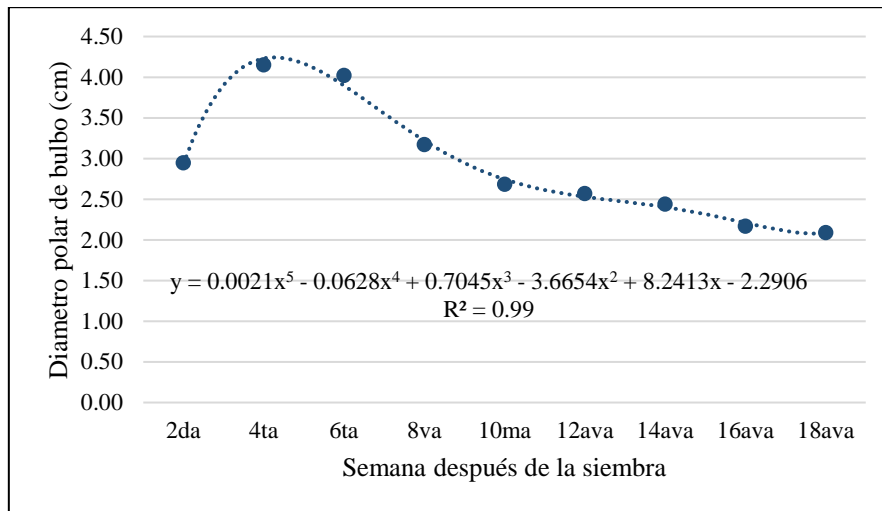
Se puede concluir que el mejor promedio de diámetro polar se logró con el tratamiento de control de maleza a la cuarta semana después de la siembra (28 días) obteniendo un promedio de 4.15 cm, el cual es superior al resultado obtenido por Vergara (2021) que con su mejor tratamiento logró un diámetro polar de 3.16 cm. El efecto negativo de la competencia de las malezas restringe y reducen el volumen del bulbo del cultivo de ajo (Ormeño, 2010), con una pérdida de 50 a 94% de bulbos comerciales. (Díaz, 2002), Reyes (2015) reporta en su trabajo de investigación un diámetro polar de 4.70cm para las condiciones del Centro Experimental Canaán.

La tendencia del diámetro polar expuesta en la figura 3.10 es polinómica, el cual está representado por la ecuación matemática  $y = 0.0021x^5 - 0.0628x^4 + 0.7045x^3 - 3.6654x^2 + 8.2413x - 2.2906$ , donde los mejores promedios de diámetro se observan en la 4<sup>ta</sup> y 6<sup>ta</sup> SDS y el 99% de la variabilidad del diámetro polar está determinada por las diferentes semanas de control de malezas. Se puede afirmar que el cultivo de ajo puede tolerar un periodo de

aproximadamente 28 a 42 días en competencia con las malezas sin que el diámetro polar del bulbo de ajo cause reducción del rendimiento.

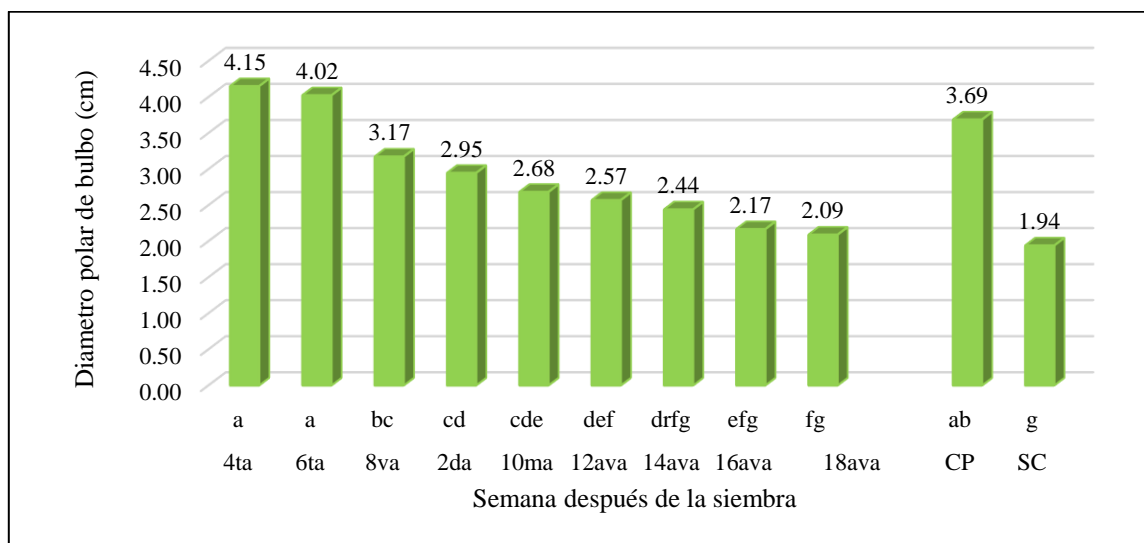
**Figura 3.10**

*Regresión del diámetro polar del bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



**Figura 3.11**

*Comparativo de las diferentes semanas control de malezas versus los testigos sobre el diámetro polar del bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza Canaán 2750 msnm.*



En figura 3.11 se observa que los mejores tratamientos de control de malezas son: el control de maleza a la 4<sup>ta</sup> y 6<sup>ta</sup> SDS son los que obtuvieron mayores promedios y similar del control permanente de malezas. Se enfatiza también que el control de maleza a la 2<sup>da</sup> SDS es muy precoz y los controles de maleza de 8<sup>va</sup>, 10<sup>ma</sup>, 12<sup>ava</sup>, 14<sup>ava</sup>, 16<sup>ava</sup>, 18<sup>ava</sup> SDS son muy tardíos, y repercuten en la reducción del diámetro polar del bulbo al igual que el tratamiento sin control.

### 3.3.3. *Peso promedio de bulbo*

**Tabla 3.12**

*Análisis de variancia del peso promedio de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.</b>	<b>p-valor</b>
<b>Bloque</b>	2	70.248	35.124	3.351	0.0556 ns
<b>Tratamiento</b>	10	11997.382	1199.738	114.461	<0.0001 **
<b>Error</b>	20	209.632	10.482		
<b>Total</b>	32	12277.262			

CV= 11.34                      Promedio= 28.55

El análisis de variancia para el peso de bulbo del ajo (tabla 3.12), muestra que no existe diferencia significativa en la fuente de variación de los bloques (p-valor = 0.0556), lo que indica que el terreno experimental fue uniforme o que la gradiente de fertilidad no influyó. Para la fuente de variación de los tratamientos (p-valor = <0.0001) se muestra que se encontró diferencia altamente significativa, lo que indica que al menos un tratamiento fue estadísticamente diferente al resto, de lo cual se puede deducir que los diferentes periodos de control de malezas tienen diferentes comportamientos sobre el peso de bulbo del ajo. Por lo tanto, se efectuó una prueba de promedios que nos indica esta diferencia para determinar cuál es el mejor tratamiento (prueba de tukey); el coeficiente de variabilidad es de 11.34% que indica que el experimento se encuentra dentro del margen de error permisible para experimentos en campo, y el promedio general es de 28.55 gr. para el peso de bulbo.

**Tabla 3.13**

*Prueba de tukey (p=0.05) del peso promedio de bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>Tukey (0.05)</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	Control permanente de maleza	60.85	a
<b>T<sub>3</sub></b>	Control de malezas a la 4 <sup>ta</sup> SDS	58.80	a
<b>T<sub>4</sub></b>	Control de malezas a la 6 <sup>ta</sup> SDS	52.67	a
<b>T<sub>5</sub></b>	Control de malezas a la 8 <sup>va</sup> SDS	32.76	b
<b>T<sub>2</sub></b>	Control de malezas a la 2 <sup>da</sup> SDS	27.46	b c
<b>T<sub>6</sub></b>	Control de malezas a la 10 <sup>ma</sup> SDS	19.97	c d
<b>T<sub>8</sub></b>	Control de malezas a la 14 <sup>ava</sup> SDS	16.06	d e
<b>T<sub>7</sub></b>	Control de malezas a la 12 <sup>ava</sup> SDS	15.77	d e
<b>T<sub>9</sub></b>	Control de malezas a la 16 <sup>ava</sup> SDS	11.37	d e
<b>T<sub>10</sub></b>	Control de malezas a la 18 <sup>ava</sup> SDS	10.40	e
<b>T<sub>11</sub></b>	Sin control de maleza	7.97	e

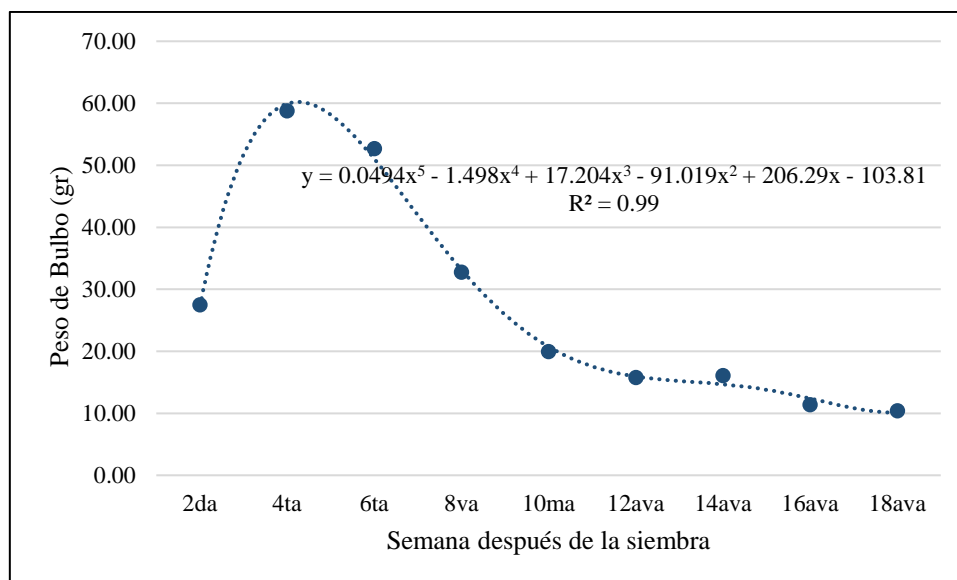
DMS= 9.54842

La prueba de tukey (p=0.05) para el promedio de peso de bulbo del ajo en la tabla 3.13, muestra el control permanente de maleza; con el control de malezas en la 4ta y 6ta SDS obtuvieron un promedio de peso bulbo de 60.85 gr., 58.8 gr. y 52.67gr. estos tres tratamientos no muestran diferencia significativa entre ellos, demostrando el resultado del análisis de variancia (Tabla 3.12), donde los tratamientos T<sub>8</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub> son los que reportaron menores promedios en el peso de bulbo del ajo sin diferencia significativa entre ellos.

Ponemos concluir que los promedios obtenidos en el presente trabajo de investigación son superiores a los resultados obtenidos por Romero (2018) que logro en su trabajo de investigación un peso promedio de bulbo de 43.32 gr. y Vergara (2021), menciona que el mejor promedio de peso de bulbo que registró fue de 34.28 gr. En el presente trabajo se logró con el tratamiento T<sub>3</sub> (control de maleza de maleza a la cuarta semana) un promedio de 58.8 gr. del cual podemos inferir que este periodo es la etapa crítica de la influencia de las malezas para el peso de bulbo. Reyes (2015) reporta para su mejor tratamiento un peso equivalente a 63.3gr por bulbo.

**Figura 3.12**

*Regresión del peso promedio de bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



La figura 3.12 muestra la tendencia polinómica del peso de bulbo definida por la ecuación  $y = 0.0494x^5 - 1.498x^4 + 17.204x^3 - 91.019x^2 + 206.29x - 103.81$ ; del cual se observa las pérdidas y ganancias del peso de bulbo, el mejor promedio se registró a la 4<sup>ta</sup> SDS. El coeficiente de determinación muestra que el 99% de la variabilidad del peso de bulbo está determinada por las diferentes semanas de control de malezas que presenta el cultivo de ajo, donde el cultivo puede tolerar un periodo de aproximadamente 28 días en competencia con las malezas sin que el peso de bulbo cause reducción del rendimiento.

La figura 3.13 muestra la importancia del tiempo de control de malezas en el cultivo de ajo. Se observa que los mejores tratamientos de control de malezas son: el control permanente, control de maleza a la 4<sup>ta</sup> y 6<sup>ta</sup> SDS son los que muestran mayores promedios de peso de bulbo. Se destaca también que el control de maleza a la 2<sup>da</sup> SDS es muy prematuro y los controles de 8<sup>va</sup>, 10<sup>ma</sup>, 12<sup>ava</sup>, 14<sup>ava</sup>, 16<sup>ava</sup> y 18<sup>ava</sup> SDS son muy tardíos, donde el promedio de peso de bulbo se reduce significativamente, similar al tratamiento sin control. Del cual podemos inferir que





El análisis de variancia para el número de dientes de ajo por bulbo (Tabla 3.14), muestra que no existe diferencia significativa en la fuente de variación de los bloques ( $p$ -valor = 0.0556), lo que indica que el terreno experimental fue uniforme o que la gradiente de fertilidad no influyó. Para la fuente de variación de los tratamientos ( $p$ -valor =  $<0.0001$ ) se muestra que se encontró diferencia altamente significativa, lo que indica que al menos un tratamiento fue estadísticamente diferente al resto, de lo cual se puede deducir que los diferentes periodos de control de malezas tienen diferentes comportamientos sobre el número de dientes de ajo por bulbo; por lo tanto, se efectuó una prueba de promedios que nos indica esta diferencia para determinar cuál es el mejor tratamiento (prueba de Tukey); el coeficiente de variabilidad es de 17.67% que indica que el experimento se encuentra dentro del margen de error permisible para experimentos en campo, y el promedio general es de 8.19 número de dientes por bulbo.

**Tabla 3.15**

*Prueba de Tukey ( $p=0.05$ ) del número de dientes por bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

Tratamiento	Descripción	Número de dientes	Tukey (0.05)
T <sub>3</sub>	Control de malezas a la 4 <sup>ta</sup> SDS	13	a
T <sub>4</sub>	Control de malezas a la 6 <sup>ta</sup> SDS	12	a
T <sub>5</sub>	Control de malezas a la 8 <sup>va</sup> SDS	12	a b
T <sub>2</sub>	Control de malezas a la 2 <sup>da</sup> SDS	11	a b
T <sub>1</sub>	Control permanente de maleza	11	a b
T <sub>6</sub>	Control de malezas a la 10 <sup>ma</sup> SDS	8	b c
T <sub>8</sub>	Control de malezas a la 14 <sup>ava</sup> SDS	6	c d
T <sub>9</sub>	Control de malezas a la 16 <sup>ava</sup> SDS	5	c d
T <sub>7</sub>	Control de malezas a la 12 <sup>ava</sup> SDS	5	c d
T <sub>10</sub>	Control de malezas a la 18 <sup>ava</sup> SDS	4	c d
T <sub>11</sub>	Sin control de maleza	3	d

DMS= 4.27

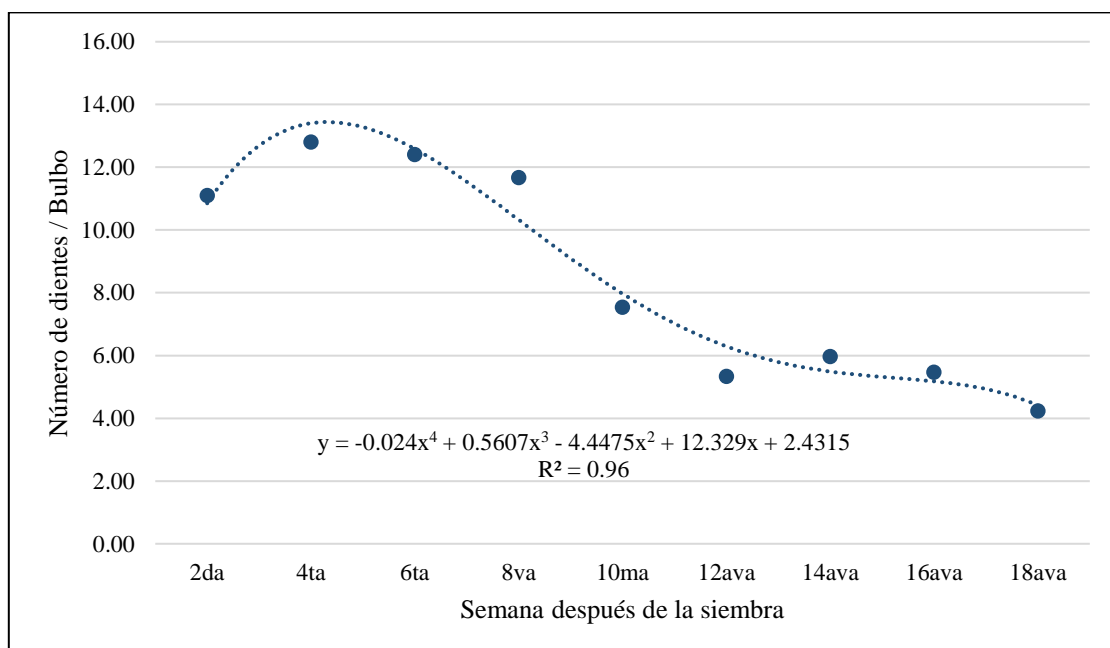
La tabla 3.15 muestra los mejores tratamientos con la prueba de Tukey ( $p=0.05$ ), para el promedio de número de dientes de ajo por bulbo, donde los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> con un promedio de número de dientes de ajo por bulbo de 13, 12, 12, 11 y 11 respectivamente, no

muestran diferencia significativa entre ellos, por lo que podemos confirmar los resultados obtenidos en el análisis de variancia (Tabla 3.14), donde los tratamientos T<sub>8</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub> son los que reportaron menores promedios el peso del bulbo de ajo sin diferencia significativa entre ellos a comparación del T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> que reportaron mayores promedios.

Romero (2018), menciona en su investigación un promedio máximo de 12 dientes por bulbo de ajo. Al igual que Vergara (2021), reporta un promedio máximo de 12.87 números de dientes por bulbo. En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 13 en el tratamiento T<sub>3</sub> lo cual es similar a los resultados en los diferentes trabajos, como también es superior al tratamiento T<sub>1</sub> que logró un promedio de 11. Por tanto, podemos mencionar que el efecto de las malezas influye en la cantidad de número de dientes, lo cual es favorable, ya que a mayor tiempo con las malezas incrementa los números de dientes, pero al mismo tiempo influye negativamente en la cantidad, tamaño y peso de los dientes por bulbo.

**Figura 3.14**

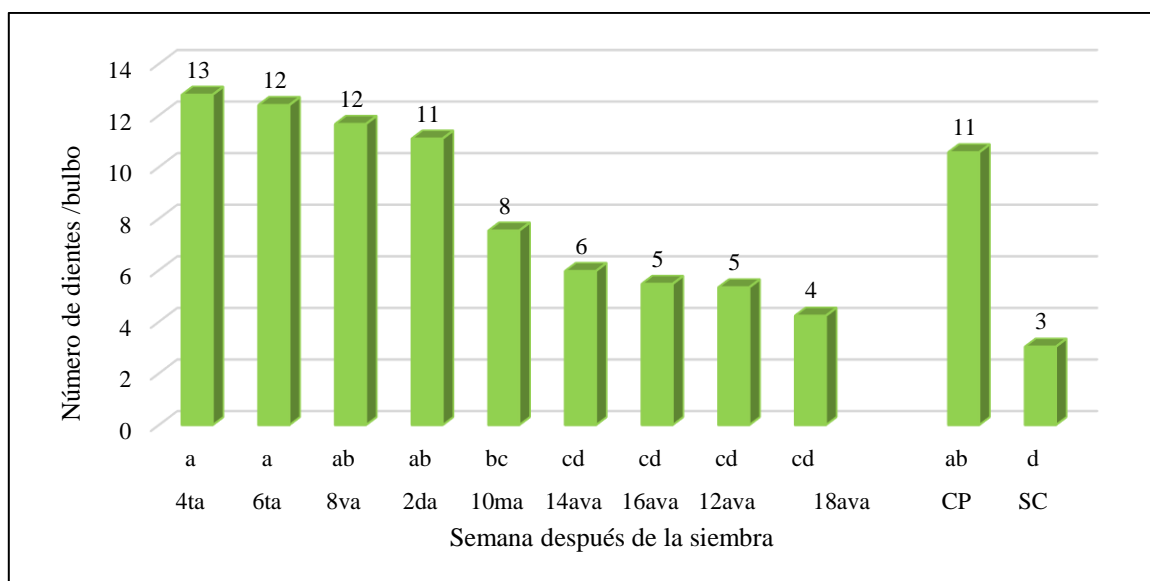
*Regresión del número de dientes de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



La figura 3.14 muestra la tendencia polinómica del número de dientes por bulbo definida por la ecuación  $y = -0.024x^4 + 0.5607x^3 - 4.4475x^2 + 12.329x + 2.4315$ ; el mejor promedio de número de dientes se reportó la 4<sup>ta</sup> y 6<sup>ta</sup> SDS. El coeficiente de determinación muestra que el 96% de la variabilidad del número de dientes está determinada por el control de malezas en las diferentes semanas durante el periodo vegetativo del cultivo, se concluye que el cultivo de ajo puede tolerar un periodo de aproximadamente 28 a 42 días en competencia con las malezas sin que el número de dientes por bulbo de ajo cause reducción del rendimiento.

### Figura 3.15

*Comparativo de las diferentes semanas de control de malezas versus los testigos sobre el número de dientes por bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



En la figura 3.15 se observa que los tratamientos del control de maleza a la 2<sup>da</sup>, 4<sup>ta</sup>, 6<sup>ta</sup> y 8<sup>va</sup> SDS son los que obtuvieron mayores promedios de número de dientes por bulbo, siendo similar al de control permanente de malezas. Se enfatiza también que el control de malezas a la 10<sup>ma</sup>, 12<sup>ava</sup>, 14<sup>ava</sup>, 16<sup>ava</sup> y 18<sup>ava</sup> SDS son muy tardíos, que no se diferencian numéricamente del tratamiento sin control de malezas. Se infiere que el número de dientes por bulbo se redujo drásticamente a partir de la décima semana de competencia de malezas.



variancia (Tabla 3.16), donde los tratamientos T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub> y T<sub>11</sub> obtuvieron un menor promedio en el rendimiento de bulbo del ajo a comparación del T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub>.

**Tabla 3.17**

*Prueba de tukey (p=0.05) del rendimiento de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

Tratamiento	Descripción	Rendimiento (t. Ha <sup>-1</sup> )	Tukey (0.05)
T <sub>1</sub>	Control permanente de maleza	14.62	a
T <sub>3</sub>	Control de malezas a la 4 <sup>ta</sup> SDS	12.77	a b
T <sub>4</sub>	Control de malezas a la 6 <sup>ta</sup> SDS	10.94	b
T <sub>5</sub>	Control de malezas a la 8 <sup>va</sup> SDS	6.61	c
T <sub>2</sub>	Control de malezas a la 2 <sup>da</sup> SDS	4.81	c d
T <sub>6</sub>	Control de malezas a la 10 <sup>ma</sup> SDS	3.58	d e
T <sub>7</sub>	Control de malezas a la 12 <sup>ava</sup> SDS	2.23	d e
T <sub>8</sub>	Control de malezas a la 14 <sup>ava</sup> SDS	1.81	e
T <sub>9</sub>	Control de malezas a la 16 <sup>ava</sup> SDS	1.28	e
T <sub>10</sub>	Control de malezas a la 18 <sup>ava</sup> SDS	1.01	e
T <sub>11</sub>	Sin control de maleza	0.90	e

DMS= 2.581

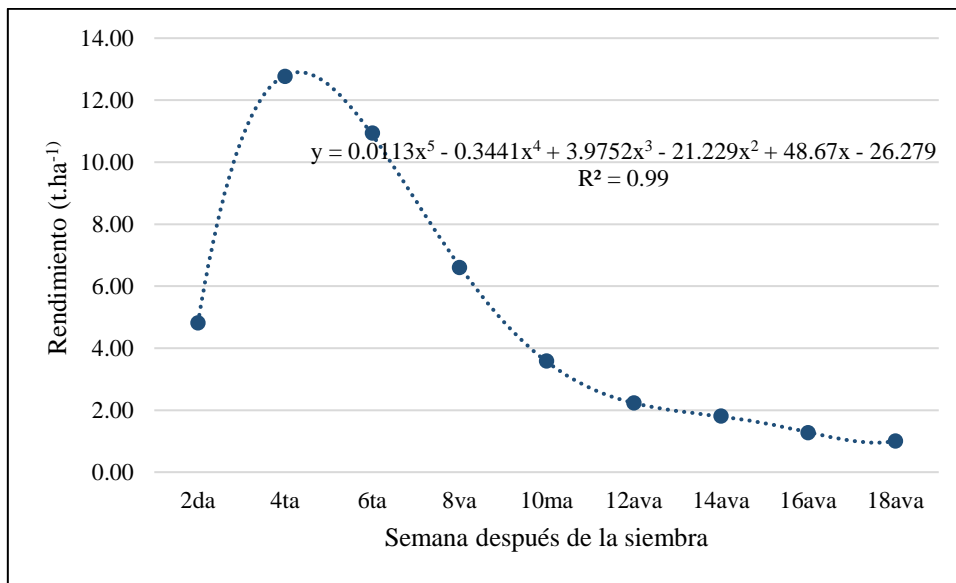
Fernández et al. (2015), Menciona que la coexistencia de malezas con el cultivo, se traduce en una competencia por recursos que inevitablemente incrementa la mortalidad, reducción en el índice de cosecha del cultivo y por lo tanto repercute en el rendimiento del mismo. Romero (2018), en su trabajo realizado reporta, un rendimiento de 11.58 t. ha<sup>-1</sup>, de igual manera Vergara (2021), menciona que en su trabajo se logró un rendimiento promedio de 11.20 t. ha<sup>-1</sup>, los cuales son similares al rendimiento obtenido en este trabajo que fue 12.77 t. ha<sup>-1</sup> el cual indica el periodo crítico del cultivo de ajo.

La figura 3.16 muestra la tendencia polinómica del rendimiento del cultivo de ajo, definida por la ecuación  $y = 0.0113x^5 - 0.3441x^4 + 3.9752x^3 - 21.229x^2 + 48.67x - 26.279$ ; del cual se infiere que mejor promedio de rendimiento se reportó en la 4<sup>ta</sup> SDS. El coeficiente de determinación muestra que el 99% de la variabilidad del rendimiento está determinada por el control de malezas en las diferentes semanas durante el periodo vegetativo del cultivo. Se

concluye que el cultivo de ajo puede tolerar un periodo de aproximadamente 28 días en competencia con las malezas sin que cause reducción significativa del rendimiento, después de este periodo el rendimiento se reduce a medida que transcurre los días.

**Figura 3.16**

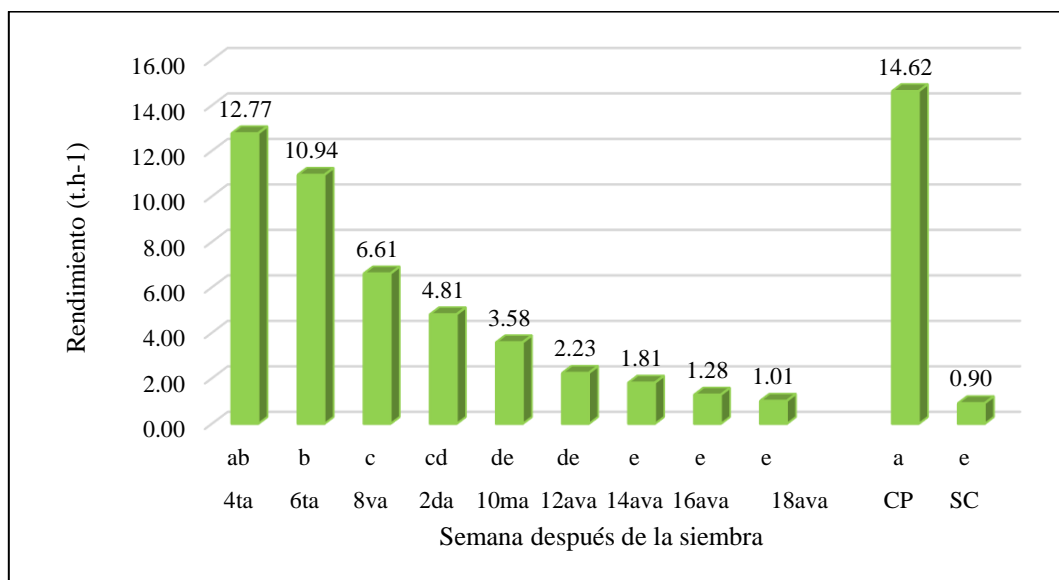
*Regresión del rendimiento de bulbo de ajo (Allium sativum L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



La figura 3.17 muestra la importancia del tiempo de control de malezas en el cultivo de ajo y su repercusión en el rendimiento. Se observa el mejor tratamiento de control de malezas es a la 4ta SDS, obtuvo un mejor promedio de rendimiento, similar al de control permanente. Se destaca también que el deshierbo a la 2da SDS es muy prematuro y los deshierbos de 6ta, 8va, 10ma, 12ava, 14ava, 16ava y 18ava SDS son muy tardíos, ya que los resultados obtenidos en estos tratamientos no se diferencian del tratamiento sin control de malezas. De la cual se puede concluir que la época crítica para el cultivo de ajo es a la cuarta semana (28 días) después de la siembra.

**Figura 3.17**

*Comparativo de las diferentes semanas de control de malezas versus los testigos sobre el rendimiento de bulbo de ajo (*Allium sativum* L.) en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*



La figura 3.17 muestra la importancia del tiempo de control de malezas en el cultivo de ajo y su repercusión en el rendimiento. Se observa el mejor tratamiento de control de malezas es a la 4ta SDS, obtuvo un mejor promedio de rendimiento, similar al de control permanente. Se destaca también que el deshierbo a la 2da SDS es muy prematuro y los deshierbos de 6ta, 8va, 10ma, 12ava, 14ava, 16ava y 18ava SDS son muy tardíos, ya que los resultados obtenidos en estos tratamientos no se diferencian del tratamiento sin control de malezas. De la cual se puede concluir que la época crítica para el cultivo de ajo es a la cuarta semana (28 días) después de la siembra.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Se han identificado 21 especies durante el periodo vegetativo del cultivo de ajo, las especies reportadas en mayor población fueron *Galinsoga parviflora*, *Acalypha arvensis*, *Portulaca oleracea* L., *Brassica campestris*, *Chenopodium álbum* L. y *Anagallis arvensis*., quienes constituyen 17 familias de las cuales con mayor predominio fueron las *Asteraceae*, *Euphorbiaceae*, *Poaceae*, *Portulacaceae* y *Brassicaceae*. El tratamiento de control de malezas a la 10<sup>ma</sup> SDS fue el que reportó mayor población con 18 especies y 16 familias y una población de 5 660 031 plantas de maleza por hectárea.
2. La presencia de malezas en el campo de cultivos influye sobre el rendimiento del cultivo de ajo como se puede observar en los resultados obtenidos: el tratamiento de control permanente de malezas obtuvo un rendimiento de 14.62 t. ha<sup>-1</sup> el cual es superior a los tratamientos de control de malezas a la, 4<sup>ta</sup>, 6<sup>ta</sup>, 8<sup>va</sup>, 2<sup>da</sup>, 10<sup>ma</sup>, 12<sup>ava</sup>, 14<sup>ava</sup>, 16<sup>ava</sup>, 18<sup>ava</sup> semana después de la siembra y el tratamiento sin control de malezas reportan un rendimiento de 12.77, 10.94, 6.61, 4.81, 3.58, 2.23, 1.81, 1.28, 1.01 y 0.90 t. ha<sup>-1</sup> respectivamente, los cuales difieren significativamente entre ellos.
3. Se determinó que la época crítica de la influencia de malezas en el cultivo de ajo se da desde la 4<sup>ta</sup> a la 6<sup>ta</sup> semana después de la siembra, por lo que el control de malezas en el cultivo se debe realizar en un rango de 28 a 42 días como máximo después de la siembra, sin que ello repercuta negativamente en el rendimiento del cultivo.

## **Recomendaciones**

De las conclusiones obtenidas en el trabajo de investigación, se realiza las siguientes recomendaciones.

1. Realizar el control de maleza en el periodo comprendido de 28 a 42 días después de la siembra para obtener los mayores rendimientos de ajo Napurí.
2. Identificar las malezas del campo de cultivo para realizar su control oportuno y maximizar la productividad del cultivo.
3. Repetir el experimento en otras zonas geográficas y en otras estaciones del año, teniendo en cuenta el momento óptimo de siembra, con el propósito de evaluar el comportamiento del cultivo de ajo y de las malezas para incrementar el rendimiento y calidad del cultivo de ajo.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguilera, A., Campillo, R., Celis, A., Diaz, J., Ferrada, S., Galdames, R., Kehr, E., Peralta, J. y Seguel, I. (2002). Cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) para la zona sur de Chile. Boletín INIA – Instituto De Investigación Agropecuaria, 84(154).
- Álvarez, F. (2018). Evaluación de la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en dos variedades del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), en el cantón Mira, provincia del Carchi [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio de universidad técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4361/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000075.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aviles, B. (1996). Periodo crítico de competencia entre maleza y henequén. Revista ISSN:0568-2517.
- Baldera, v. y Puyén, y. (2023). Caracterización fisicoquímica, bromatológica y funcional del ajo fresco (*Allium sativum*) en las variedades barranquino, chino y napuri. Repositorio de la Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/10760/Baldera%20Valdera%20Karen%20%26%20Puyen%20Yucra%20Yessica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Burba, L. (2003). Producción de ajo. Instituto nacional de tecnología agropecuaria - INTA (Eds).
- Burba, L. y Cavagnaro, F. (2010). Guía elemental para el buen uso y aprovechamiento del ajo. Instituto nacional de tecnología agropecuaria - INTA (Eds).
- Carrera, M., Galán, S., González, T., Hidalgo, F., Moroto, B., Mateo, B., Navarro, F., Puerta, C., Rojo, H. y Zaragoza, A. (2005). Prontuario de agricultura – Cultivos agrícolas. Mundi – Prensa.
- Cerna, B., Rodríguez, A., Robles, C. y León B. (2008). Periodo crítico de competencia de las malezas con el cultivo de caupí, *vigna unguiculata* L. bajo condiciones de siembra en húmedo. Revista journal. <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/662>
- Coca, M. M. (2016). Manual práctico en manejo de principales enfermedades de cultivos hortícolas en Bolivia (2da ed). Cochabamba – Bolivia. <https://cebem.org/wp->

- content/uploads/2017/02/Manual-practico-en-manejo-de-cultivos-hortícolasRED.pdf
- Cornejo, A. e Izquierdo, J. (2011). Manual técnico: Producción artesanal de semillas de hortalizas para la huerta familiar. FAO - MasGrafik (Eds).
- Cuadros, R. (2012). Época crítica de competencia de malezas y rendimiento del cultivo de yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl.) H. Robinson en Canaán a 2750 msnm Ayacucho.
- DRAA (2023). Dirección Regional Agraria – Dirección de estudios económicos e información agraria - Ayacucho.
- FDA (1995), Cultivo de ajo. (2da ed.). Boletín técnico número 5 – República dominicana.
- Fernández, A. y Leiva, M. (2003). Control de plagas. Ecología para la agricultura. Mundi – Prensa.
- Fernández, A., Leguizamón, S. y Acciaresi, A. (2015). Malezas e invasoras de la argentina – definición, biología y manejo. Universidad Nacional del Sur (Ed).
- FAO (2006). Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Revista ISSN 0254-5293. <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Gaitán, J. y Carrizo, J. (2020). Recomendaciones generales para cultivar hortalizas, temporada otoño/invierno. [https://inta.gov.ar/sites/default/files/hoja\\_informativa\\_ndeg\\_9\\_ajo.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/hoja_informativa_ndeg_9_ajo.pdf)
- Japon, J. (1984). El cultivo del ajo. Extensión agraria corazón de maría – Madrid (Eds).
- Jones, H. y Mann, L. (1963). Onions and their allies, batany, cultivation and utilization. (Ed). Intersciences. New york.
- López, B. (2014). El cultivo del ajo. [https://agroseguro.es/fileadmin/proprietario/i\\_D\\_i/Cursos/4-\\_Tasacion\\_Ajo/3archivos\\_incluidos\\_posteriormente\\_al\\_curso/Morfologia\\_y\\_fenologia\\_del\\_ajo-Parte\\_Primer.pdf](https://agroseguro.es/fileadmin/proprietario/i_D_i/Cursos/4-_Tasacion_Ajo/3archivos_incluidos_posteriormente_al_curso/Morfologia_y_fenologia_del_ajo-Parte_Primer.pdf)
- López, B. y López, B. (2008). Clasificación de los distintos cultivares de ajo a nivel mundial. [https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Vrural%2FVrural\\_2008\\_275\\_22\\_27.pdf](https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2008_275_22_27.pdf)
- MAPAMA (2017). Guía de gestión integrada de plagas – liliáceas. Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente – Madrid (Eds) [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiagip-liliaceasprotegida\\_tcm30-434394.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiagip-liliaceasprotegida_tcm30-434394.pdf)

- Martines, C., Romero, L., Corlay, C., Trinidad, S. y Ramírez, R. (1999). Lombricultura y abonos orgánicos. Universidad autónoma Chapingo – colegio de postgraduados (Ed), El papel de los abonos orgánicos en la productividad de los suelos.
- Maya, A. (2015). Operaciones culturales, riego y fertilización (1ra ed). Innovación Cualificación S. L. – Andalucía - España (Ed).
- Messiaen, M. (1975). Las hortalizas. Bluque distribuidora, S.A. (Eds) Colección Agricultura Tropical.
- MIDAGRI (2019). Plan nacional de cultivos – Campaña agrícola 2019-2020. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan\\_Nacional\\_de\\_Cultivos\\_2019\\_2020b.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan_Nacional_de_Cultivos_2019_2020b.pdf)
- MIDAGRI (2020). El ajo en el contexto mundial y nacional - el covid-19 una oportunidad para las exportaciones de ajo en el Perú. Nota técnica N° 02 – 2020. [https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/El\\_Ajo\\_MercadoMundial.pdf](https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/El_Ajo_MercadoMundial.pdf)
- Moreiras, O., Carbajal A. y Cuadrado C. (2013). Tablas de composición de alimentos. Guía de prácticas 16 a ed. Madrid: ediciones pirámide.
- Narrea, C. (2012). Manejo integrado de plagas en el cultivo de ajos. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/002-b-ajo.pdf>
- Nicho, P. y Córdor, J. (2012). Tecnología de producción de ajo (1a ed.). Programa nacional de medios y comunicaciones técnica – INIA(Eds).
- Oblaré, T. (2018). Recolección de cultivos herbáceos (3ra. ed). Innovación Cualificación S. L. – Andalucía - España (Eds).
- Pariona J. D., Higaonna O. C. y Matos N. B. (2001). Enfermedades en hortalizas. INIA. [https://pgc-snia.inia.gob.pe:8443/jspui/bitstream/inia/863/1/Pariona-Enfermedades\\_Hortalizas.pdf](https://pgc-snia.inia.gob.pe:8443/jspui/bitstream/inia/863/1/Pariona-Enfermedades_Hortalizas.pdf)
- Peña, V. (2013). Manual técnico para la interpretación de análisis de suelo y fertilización de cultivos. Xpress estudios gráfico y digital S. A. - Bogotá (Ed).
- Pinzón, R. (2007). Manejo empresarial del campo. El cultivo de ajo. *Produmedios*. ISBN:978-958-97391-6-7
- Ramos, L. (2017). El ajo en la huerta familiar. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_hoja\\_inform\\_el\\_ajo\\_en\\_la\\_huerta\\_familiar-ramos\\_1-2017.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_hoja_inform_el_ajo_en_la_huerta_familiar-ramos_1-2017.pdf)

- Reveles, H., Velásquez, V. y Bravo L. (2009). Tecnología para cultivar ajo en zacatecas. <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/Tecnologia%20para%20cultivar%20ajo%20en%20Zac.pdf>
- Reyes Y. (2015). Densidad de plantas en el rendimiento de ajo (*Allium sativum* L.) variedad Morado Arequipeño, Canaán 2750 m.s.n.m, Ayacucho
- Romero, G. (2018). Evaluación de diferentes dosis de silicio, para el rendimiento en ajo (*Allium sativum* L.) en la provincia de Barranca, Región Lima año 2015. [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2262/T033\\_4760978\\_1\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2262/T033_4760978_1_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sepúlveda, R., Larraín, S., Ormeño, N., Bruna V. y Guiñez, S. (2010). Manejo fitosanitario del cultivo de ajos. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR37204.pdf>.
- Tapia, m. (2010). La familia *asteraceae*. Centro de Investigación Científica de Yucatán. [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2010/2010-12-16-Tapia-Asteraceae.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2010/2010-12-16-Tapia-Asteraceae.pdf)
- Terán, Q. (1997). El cultivo del ajo. Centro de información para el desarrollo – CID, La Paz – Bolivia (Eds).
- Vavilov, N. (1992). Origin and geography of cultivated plants. V.F. Dorofeyev (Eds), Cambridge University Press.
- Vergara, S. (2021). Efecto de diferentes dosis de wuxal fósforo para obtener el buen rendimiento en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), en el distrito de barranca, provincia de barranca, lima, 2017. [tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4479/T033\\_4692612\\_4\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4479/T033_4692612_4_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Villalobos, F. J., Mateos, L., Orgaz, F. y Fereres E. (2002). Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción. Capítulo 14: Densidad y competencia de los cultivos 157-170p. y Capítulo 23: Fertilizantes. *Mundi – Prensa*.

# ANEXOS

## ANEXO 01. Datos obtenidos de las evaluaciones del cultivo de ajo.

**Tabla a1**

*Datos obtenidos de las evaluaciones del cultivo de ajo (Allium sativum L.), en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

Bloque	Control de malezas	Peso de bulbo	Diámetro ecuatorial de bulbo	Diámetro polar de bulbo	N° dientes/bulbo	Rendimiento
		gr.	cm	cm		T. ha <sup>-1</sup>
1	CP	61.500	5.340	3.785	11	15.30
1	2da	29.300	3.750	3.210	11	3.79
1	4ta	55.700	4.670	4.190	13	11.37
1	6ta	44.400	4.280	3.650	12	8.51
1	8va	32.900	3.930	3.150	14	6.14
1	10ma	16.500	2.900	2.530	6	2.46
1	12ava	14.300	2.500	2.490	4	1.60
1	14ava	12.800	2.410	2.270	4	1.11
1	16ava	9.800	2.090	1.970	5	0.75
1	18ava	9.100	2.030	1.990	4	1.16
1	SC	5.700	1.570	1.800	1	0.71
2	CP	62.700	5.375	3.685	11	14.56
2	2da	23.700	3.340	2.810	12	4.42
2	4ta	59.400	4.920	4.060	14	13.30
2	6ta	58.700	4.910	4.250	14	12.71
2	8va	32.100	4.040	3.310	11	6.87
2	10ma	20.200	3.000	2.720	7	4.02
2	12ava	17.400	2.910	2.460	6	2.38
2	14ava	23.100	3.330	2.790	6	3.27
2	16ava	11.100	2.170	2.140	5	1.28
2	18ava	12.400	2.320	2.190	5	0.83
2	SC	8.900	1.850	2.000	3	1.07
3	CP	58.340	5.047	3.593	11	14.00
3	2da	29.400	3.450	2.820	10	6.22
3	4ta	61.300	4.860	4.200	12	13.64
3	6ta	54.900	4.880	4.170	11	11.61
3	8va	33.300	3.960	3.060	11	6.81
3	10ma	23.200	3.360	2.800	10	4.26
3	12ava	15.600	2.950	2.760	6	2.72
3	14ava	12.300	2.590	2.260	8	1.03
3	16ava	13.200	2.520	2.390	7	1.81
3	18ava	9.700	2.130	2.090	4	1.03
3	SC	9.300	2.170	2.020	5	0.93



## ANEXO 02. Variables de fenología

**Tabla a2**

*Días a Inicio de Bulbificación (días) del cultivo de ajo (Allium sativum L.), en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

Bloque	Inicio de bulbificación (días)										
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>
<b>I</b>	40	45	46	68	80	88	106	118	131	145	150
<b>I</b>	40	43	47	64	78	94	102	120	134	138	149
<b>I</b>	40	44	47	66	79	91	104	119	133	142	150
<b>II</b>	42	42	45	58	84	87	100	116	136	142	150
<b>II</b>	41	41	49	67	76	93	104	122	130	145	147
<b>II</b>	42	42	47	63	80	90	102	119	133	144	149
<b>III</b>	41	42	47	59	82	91	107	119	135	143	150
<b>III</b>	43	42	48	69	79	93	102	122	134	144	150
<b>III</b>	42	42	48	64	81	92	105	121	135	144	150
<b>Promedio</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>47</b>	<b>64</b>	<b>80</b>	<b>91</b>	<b>103</b>	<b>119</b>	<b>133</b>	<b>143</b>	<b>149</b>

**Tabla a3**

*Días a Inicio de madurez fisiológica (días) del cultivo de ajo (Allium sativum L.), en los diferentes tratamientos de control de maleza. Canaán 2750 msnm.*

Bloque	inicio de madurez fisiológica										
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>
<b>I</b>	154	156	154	156	155	156	156	156	158	159	158
<b>I</b>	151	157	156	155	157	157	155	156	156	157	159
<b>I</b>	153	157	155	156	156	157	156	156	157	158	159
<b>II</b>	152	157	155	154	154	157	157	157	155	158	158
<b>II</b>	153	158	155	156	155	156	156	156	156	158	158
<b>II</b>	152	158	155	155	155	157	157	157	156	158	158
<b>III</b>	153	156	154	155	156	155	156	155	156	158	158
<b>III</b>	154	156	156	154	155	156	156	156	157	157	158
<b>III</b>	154	156	155	155	156	156	156	156	157	158	158
<b>Promedio</b>	<b>153</b>	<b>157</b>	<b>155</b>	<b>155</b>	<b>155</b>	<b>156</b>	<b>156</b>	<b>156</b>	<b>156</b>	<b>158</b>	<b>158</b>

**ANEXO 03. Panel fotográfico**



**Foto 01:** Emergencia de la plúmula.



**Foto 02:** Selección de la semilla.



**Foto 03:** Desinfección de semillas.



**Foto 04:** Siembra del cultivo de ajo.



**Foto 05:** Deshierbo de la segunda semana.



**Foto 06:** Deshierbo de la cuarta semana.





**Foto 07:** Deshierbó de la sexta semana.



**Foto 08:** Deshierbó de la décima semana.



**Foto 09:** Deshierbó de la 18 ava semana.



**Foto 10:** Pudrición del bulbo a causa de *Ditylenchus dipsaci* y *Sclerotium cepivorum*.



**Foto 11:** Infestación de la roya (*Puccinia allii*).



**Foto 12:** Malezas hospedero de mildiu (*Peronospora destructor*).





**Foto 13:** Control fito-sanitario del cultivo de ajo.



**Foto 15:** Fertilización del cultivo de ajo.



**Foto 16:** Desarrollo y competencia de las malezas con el cultivo de ajo.



**Foto 17:** Desarrollo radicular de la maleza.



**Foto 18:** Evaluación de la altura de la maleza.



**Foto 19:** Evaluación del peso de la maleza.



**Foto 20:** Cosecha del cultivo de ajo



**Foto 21:** Muestra para la evaluación de los tratamientos



**Foto 22:** Evaluación del diámetro ecuatorial del bulbo.



**Foto 23:** Evaluación del diámetro polar del bulbo.



**Foto 24:** Evaluación del peso de bulbo.



**Foto 25:** Evaluación del número de dientes por bulbo.





**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**Bach. RUS MERY MEZA AGUILAR**

**R.D. N° 373-2023-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los veinte días del mes de setiembre del año dos mil veintitrés, siendo las quince horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Dr. Felipe Escobar Ramírez, los miembros del jurado conformado por el Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Dr. Rolando Bautista Gómez como asesor, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo y el Ing. Edgar Tenorio Mancilla, actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Época crítica de competencia de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). Canaán, 2750 msnm-Ayacucho** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por la Bachiller **RUS MERY MEZA AGUILAR**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	16	15	16	16
Dr. Rolando Bautista Gómez	16	16	16	16
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	16	16	16	16
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	16	15	17	16
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

  
.....  
**Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa**  
Presidente

  
.....  
**Dr. Rolando Bautista Gómez**  
Asesor

  
.....  
**M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**  
Jurado

  
.....  
**Ing. Edgar Tenorio Mancilla**  
Jurado

  
.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
Secretario Docente



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRARIAS

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hace constar que el trabajo titulado;

### **Época crítica de competencia de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). Canaán, 2750 msnm-Ayacucho.**

Autor : Rus Mery Meza Aguilar

Asesor : Rolando Bautista Gómez

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **venticuatro por ciento (24 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2194634577

Ayacucho, 13 de octubre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias  
  
M. Sc. Walter A. Mateu Mateo  
Pde. Comisión Turnitin - FCA

# Época crítica de competencia de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). Canaán, 2750 msnm-Ayacacucho

*por* Rus Mery Meza Aguilar

---

**Fecha de entrega:** 13-oct-2023 09:29a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2194634577

**Nombre del archivo:** Tesis\_-\_epoca\_critica\_del\_ajo\_-\_Rus\_Mery\_M.\_1.pdf (2.91M)

**Total de palabras:** 27261

**Total de caracteres:** 141262



# Época crítica de competencia de malezas en el cultivo de ajo (Allium sativum L.). Canaán, 2750 msnm-Ayacucho

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
3	<a href="https://repositorio.inia.gob.pe">repositorio.inia.gob.pe</a> Fuente de Internet	4%
4	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://doczz.es">doczz.es</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://unihummilenio1.blogspot.com">unihummilenio1.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://biblioteca.usac.edu.gt">biblioteca.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://inta.gob.ar">inta.gob.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://www.actauniversitaria.ugto.mx">www.actauniversitaria.ugto.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://reader.digitalbooks.pro">reader.digitalbooks.pro</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://biblio3.url.edu.gt">biblio3.url.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://somecima.com">somecima.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1 %
20	<a href="http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080">pgc-snia.inia.gob.pe:8080</a>	

Fuente de Internet

<1 %

21

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

22

[journal.upao.edu.pe](http://journal.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

23

[www.redalyc.org](http://www.redalyc.org)

Fuente de Internet

<1 %

24

[faz.ujed.mx](http://faz.ujed.mx)

Fuente de Internet

<1 %

25

[hrac-argentina.org](http://hrac-argentina.org)

Fuente de Internet

<1 %

26

[repositorio.umsa.bo](http://repositorio.umsa.bo)

Fuente de Internet

<1 %

27

[repositorio.una.edu.ni](http://repositorio.una.edu.ni)

Fuente de Internet

<1 %

28

[repositorio.udea.edu.pe](http://repositorio.udea.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

29

[biblioteca.inia.cl](http://biblioteca.inia.cl)

Fuente de Internet

<1 %

30

[qdoc.tips](http://qdoc.tips)

Fuente de Internet

<1 %

31

[repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo