

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“HERBICIDAS PRE-EMERGENTES PARA EL CONTROL DE  
MALEZAS EN EL CULTIVO DE AJO (*Allium sativum* L.) CV.  
‘NAPURÍ’ BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA”**

Presentado por:

**GIANCARLO CABRERA QQUELLHUA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Lima – Perú

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“HERBICIDAS PRE-EMERGENTES PARA EL CONTROL DE  
MALEZAS EN EL CULTIVO DE AJO (*Allium sativum* L.) cv.  
‘NAPURÍ’ BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA”**

**Presentado por:**

**GIANCARLO CABRERA QQUELLHUA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:**

---

**Dr. Salomón Helfgott Lerner**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Mg. Sc. Jorge Tobaru Hamada**  
**PATROCINADOR**

---

**Ing. M.S. Andrés Casas Díaz**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Ulises Osorio Ángeles**  
**MIEMBRO**

**Lima - Perú**  
**2016**

# DEDICATORIA

A mis padres y hermanos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres quienes con su esfuerzo y constancia me han permitido la obtención de una profesión y me han dado todo lo necesario para emprender un futuro.

Al Ing. Mg. Sc. Jorge Tobaru por su patrocinio y colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

A mis amigos de la promoción 2006 II.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>Índice general</b>	i
<b>Índice de cuadros</b>	iv
<b>Índice de figuras</b>	v
<b>Índice de anexos</b>	vi
<b>RESUMEN</b>	1
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	5
1. Datos generales sobre el cultivo	5
1.1. Origen	5
1.2. Aspectos botánicos	5
1.3. Características morfológicas	5
1.3.1. Raíz	5
1.3.2. Tallo	6
1.3.3. Hoja	6
1.3.4. Bulbo	6
1.4. Requerimientos ambientales y fertilización	6
2. Malezas	7
2.1. Concepto de maleza	7
2.2. Características bióticas	8
2.2.1. Fácil dispersión	10
2.2.2. Capacidad de persistencia	10
2.2.3. Capacidad de competencia	10
2.3. Daños	11
2.4. Competencia	12

2.4.1. Competencia por agua	13
2.4.2. Competencia por luz	14
2.4.3. Competencia por nutrientes	15
2.4.4. Competencia por espacio	15
2.4.5. Competencia por CO <sub>2</sub>	16
2.5. Período crítico de competencia	16
2.6. Control	18
2.6.1. Características y objetivos	18
2.6.2. Métodos de control	19
2.6.3. Control de malezas en ajo	24
2.6.4. Control químico de malezas en ajo	25
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>28</b>
1. Área experimental	28
1.1. Ubicación	28
1.2. Datos meteorológicos	28
1.3. Características del suelo	29
2. Materiales	30
2.1. Ajo cv. ‘Napurí’	30
2.2. Herbicidas	31
3. Métodos y procedimiento	32
3.1. Diseño estadístico	32
3.2. Análisis estadístico	33
3.3. Características del área experimental	33
3.4. Procedimiento experimental	33
3.4.1. Conducción del cultivo	33
a. Preparación de semilla	33
b. Preparación del terreno	34
c. Siembra	34
d. Fertilización	34
e. Control de plagas y enfermedades	34
f. Cosecha	34
3.4.2. Control de malezas	34

3.4.3. Evaluaciones	35
a. Porcentaje de cobertura	35
b. Grado de cobertura	35
c. Frecuencia	35
d. Actividad herbicida	36
e. Análisis económico	37
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
1. Malezas	38
1.1. Cobertura total de malezas	38
1.2. Cobertura de malezas de hoja ancha y hoja angosta	45
1.3. Grado de cobertura	54
1.4. Frecuencia	57
1.5. Actividad herbicida	60
2. Análisis económico	61
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>64</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>65</b>
<b>VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>66</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>71</b>

# ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Datos meteorológicos mensuales (julio – diciembre, 2013)

Cuadro 2: Análisis de suelo del campo experimental

Cuadro 3: Listado y codificación de los tratamientos

Cuadro 4: Cuadro del Análisis de Variancia (ANVA)

Cuadro 5: Escala de Hult-Sernander

Cuadro 6: Escala de Braun-Blanquet

Cuadro 7: Escala de Raunkiaer

Cuadro 8: Escala de actividad herbicida

Cuadro 9: Relación de las principales malezas presentes durante el ensayo

Cuadro 10: Porcentaje de cobertura total de malezas

Cuadro 11: Análisis de Variancia (ANVA) de los porcentajes de cobertura total de malezas

Cuadro 12: Porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha y hoja angosta

Cuadro 13: Grado de cobertura total de malezas

Cuadro 14: Frecuencia de malezas

Cuadro 15: Análisis de Variancia (ANVA) de la frecuencia de malezas

Cuadro 16: Actividad herbicida

Cuadro 17: Relación costo/eficiencia para los tratamientos herbicidas



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las coberturas totales durante la duración del experimento.

Figura 2: Cobertura de malezas a los 25 DDS

Figura 3: Cobertura de malezas a los 30 DDS

Figura 4: Cobertura de malezas a los 45 DDS

Figura 5: Cobertura de malezas a los 60 DDS

Figura 6: Cobertura de malezas a los 80 DDS

Figura 7: Cobertura de malezas a los 100 DDS

Figura 8: Cobertura de malezas a los 120 DDS

Figura 9: Cobertura de malezas a los 150 DDS

Figura 10: Cobertura promedio de malezas

# **ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1: Características físicas y químicas del cv. 'Napurí'

ANEXO 2: Propiedades y características de los herbicidas utilizados en el experimento

ANEXO 3: Precios referenciales de los herbicidas utilizados en el experimento

ANEXO 4: Fotos del ensayo

## RESUMEN

La finalidad del presente trabajo fue determinar el tratamiento herbicida con mayor tiempo de control de malezas en el cultivo de ajo. El experimento se llevó a cabo entre los meses de julio y diciembre del 2013, en el campo “El Chiquero” del Campo Agrícola Experimental (CAE) – ex Fundo de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: pendimethalin 3.5 l/ha producto comercial (PC), oxyfluorfen 3.0 l/ha PC, pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC, linuron 0.5 l/ha PC y testigo sin control. Se determinó que el tratamiento pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC fue el que controló malezas de hoja ancha y algunas de hoja angosta por un mayor tiempo y presentó un mayor poder residual en el suelo. El tratamiento oxyfluorfen 3.0 l/ha PC obtuvo un comportamiento muy similar. El costo/eficiencia de la mochila de aplicación para cada tratamiento mostró una menor relación con el tratamiento linuron 0.5 l/ha PC.

**Palabras clave:** ajo, herbicida, linuron, oxyfluorfen, pendimethalin, maleza

## ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the herbicide treatment longer weed control in growing garlic. The experiment was carried out between July and December 2013, in the field “El Chiquero” of Campo Agrícola Experimental (CAE) – former Fundo of the Universidad Nacional Agraria La Molina. A Complete Randomized Block Design with five treatments and four replications was used. The treatments were: pendimethalin 3.5 l/ha of Commercial Product (CP), oxyfluorfen 3.0 l/ha CP, pendimethalin 3.0 l/ha CP plus oxyfluorfen 2.5 l/ha CP, linuron 0.5 l/ha CPC and a no control). It was determined that treatment pendimethalin 3.0 l/ha CP plus oxyfluorfen 2.5 l/ha CP was the one who controlled broadleaf weeds and some narrow leaf for longer and had a higher residual power on the ground. The treatment oxyfluorfen 3.0 l/ha CP got a very similar behavior. The cost/efficiency of the application pack for each treatment showed less relationship to treatment linuron 0.5 l/ha CP.

**Key words:** garlic, herbicide, linuron, oxyfluorfen, pendimethalin, weed

# I. INTRODUCCIÓN

El ajo es una hortaliza muy difundida en el Perú, es considerada una planta de excelentes cualidades no sólo desde el punto de vista alimenticio, sino también por poseer propiedades estimulantes, expectorantes y antisépticas. Su principal uso es en fresco, pero también es usado en la agricultura en forma de extracto para el control de plagas como, ácaros, babosas, bacterias, hongos, insectos y nematodos (Escriba, 2014). Actualmente, la producción mundial de ajo se concentra en países de zonas templadas. En el Perú se le cultiva en todas las regiones y especialmente en Arequipa, Lima y Cajamarca aunque también es encontrado en zonas frías como la sierra central. Los campos de cultivo se instalan desde el nivel del mar hasta los 3000 m.s.n.m. o más.

De acuerdo con el MINAG (2011), el volumen de ajo producido a nivel nacional ha tenido un comportamiento cíclico durante el período 2000-2010, con una leve tendencia creciente. Su pico se dio en el 2007 cuando se produjo 80,896 t de ajo a nivel nacional, mientras que el punto más bajo se dio el 2004 con una producción de 49,184 t. Representa el 0.7 % del valor bruto de producción agropecuario, al igual que otros cultivos como el algodón, cacao, choclo, mandarina y naranja. Con alrededor de 7.6 mil ha a nivel nacional, que producen unas 82.2 mil t anuales y un rendimiento nacional de 10.7 t/ha. La producción es destinada mayormente para consumo local pero también se exporta a países tales como EE.UU, Argentina, Países Bajos. Además, una parte de la producción es utilizada como semilla local.

El cultivo de ajo tiene diversos problemas sanitarios, uno de los principales es la presencia de malezas. Para Quispe (1994), entre 15 y 20% del costo total de producción se destina para el control de malezas a través de deshierbos manuales. La presencia de malezas en un cultivo de alta densidad como el ajo, demanda un control costoso en tiempo y dinero ya que mayoritariamente es realizado manualmente y muy poco a través del control químico. Esto es así porque la oferta de herbicidas registrados es escasa o poco difundida.

Durante los últimos años se vienen empleando en ajo herbicidas que normalmente se utilizan en cebolla (*Allium cepa* L.), consiguiéndose así una disminución en los costos

de producción. Sin embargo la literatura sigue siendo escasa, por lo cual, se necesitan realizar más estudios al respecto.

Ante la situación anteriormente descrita, la presente investigación tuvo como finalidad los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

- Determinar el herbicida con mayor tiempo de control de malezas en el cultivo de ajo bajo condiciones de La Molina.

**Objetivos específicos:**

- Determinar los herbicidas que cubran oportunamente el periodo crítico de competencia del cultivo de ajo.
- Analizar el costo/eficiencia de la mochila de aplicación contando días de control en el periodo de evaluación en el cultivo de ajo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. Datos generales sobre el cultivo

#### 1.1. Origen

Brewster (2001) menciona a la región de Asia Central como posible lugar de origen del ajo y las cebollas y que la especie silvestre más próxima es *Allium longiscuspis*, que todavía crece en la zona.

#### 1.2. Aspectos botánicos

Según APG III (2009), la situación que le corresponde al ajo en el reino vegetal, es la siguiente:

Reino: Plantae

Clado: Angiospermas

Clado: Monocots (Monocotiledones)

Orden: Asparagales

Familia: Amaryllidaceae

Sub familia: Allioideae

Género: *Allium*

Especie: *Allium sativum* L.

#### 1.3. Características morfológicas

##### 1.3.1. Raíz

Las raíces son fasciculadas, muy numerosas, blancas y con escasas ramificaciones. El enraizamiento es superficial, con un 100% por encima de los 40 cm y un 80% por encima de los 30 cm del terreno del cultivo (García, 1998).

### **1.3.2. Tallo**

El tallo o disco está representado por una masa cónica que en la madurez forma un callo muy duro. Las yemas vegetativas axilares de las hojas se hipertrofian durante la fase de bulberización formando los dientes de ajo. La yema terminal del disco, dependiendo de las variedades puede generar el escapo o tallo floral carnoso, en cuyo ápice se localiza la inflorescencia en forma de umbela (García, 1998).

### **1.3.3. Hoja**

Las hojas son planas y algo acanaladas. La anchura oscila sobre los 3 cm, terminan en punta y se distribuyen de forma alterna. La base de la inserción de las hojas se modifica para formar las tunicas, con coloración diversa, de protección de los dientes y bulbos; que son dos hojas con vainas abortadas, siendo la más externa rígida y seca (García, 1998).

### **1.3.4. Bulbo**

El conjunto del disco, dientes (en cantidad muy variable) y tunicas se denomina bulbo. Este elemento es el comercialmente aprovechable con la denominación vulgar de cabeza. Durante la bulberización se forma los dientes de ajo por acumulación de sustancias nutritivas, que se encuentran rodeadas por vainas foliares (García, 1998).

## **1.4. Requerimientos ambientales y fertilización**

Alsina (1980) determinó que la temperatura óptima después de la siembra es de 20 a 22°C, durante los tres primeros meses de crecimiento. Además, necesita alta humedad relativa durante los dos primeros meses de desarrollo del cultivo, el cual tendrá que ir disminuyendo hacia el inicio de la cosecha.

Para García (1998) la brotación óptima se realiza entre los 20 °C y 22 °C, y se interrumpe con temperaturas inferiores a 5 °C y superiores a 30 °C; el desarrollo vegetativo tiene una temperatura óptima de 20 °C y para que no se detenga, la temperatura nocturna no debe descender de los 16 °C; además su crecimiento se detiene por debajo de los 5 °C y por encima de los 35 °C.



Delgado de la Flor *et al* (2000) mencionaron que el ajo necesita un clima templado y una temperatura óptima entre 8 – 12 °C en las primeras etapas de desarrollo y entre 18 – 22 °C durante el desarrollo del bulbo. Además mencionaron que una baja humedad relativa favorece la maduración de los bulbos.

Holle y Del Valle (1976) citados por Fuertes (1994) mencionaron que el ajo prefiere suelos sueltos y de buen drenaje y con buena disponibilidad de nutrientes, lo mismo que un pH óptimo de 6 a 7.

García (1998) mencionó que el ajo se adapta a multitud de tipos de suelos, siempre y cuando estén bien drenados. Por lo que los suelos excesivamente arcillosos pueden tener ciertas limitaciones en el sentido de su facilidad para el encharcamiento. Los terrenos ligeros, bien drenados, ricos en materia orgánica, con un pH entre 6 y 7 son las características óptimas para su cultivo.

Biazi y Vizotto (1983) citados por Díaz (2005) manifestaron que es importante que el cultivo del ajo disponga de condiciones propicias de fertilidad del suelo ya que es una hortaliza exigente en pH, macro y micronutrientes. Suelos con pH debajo de 5.5 no permiten un buen desarrollo del cultivo del ajo. Los elementos fitotóxicos como aluminio y manganeso dañan y atroflan las raíces y ocasionan la muerte de las plantas.

Ford (2006) citado por Huez *et al* (2009) manifestó que debido a su “elasticidad biológica”, en el transcurso de su desarrollo la planta de ajo se adapta a diferentes regiones y factores como el clima, altitudes, suelos y pH.

## **2. Malezas**

### **2.1. Concepto de maleza**

El CIAT (1980) define maleza como cualquier planta que crece fuera de lugar. Desde el punto de vista agronómico, una planta es maleza cuando dificulta el crecimiento de las plantas deseables que se cultivaron en un momento dado.

Para Helfgott (1985) la maleza tiene muchas definiciones: planta que crece sin haberla sembrado, se propaga naturalmente y causa daño; planta que crece donde no es deseada; planta que produce más daños que beneficios; planta que llega a ser perjudicial o indeseable en determinado lugar y cierto tiempo.

Pujada y Hernández (1988) citados por García y Fernández-Quintanilla (1991), definen maleza como planta que crece siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resulta no deseable por él en un lugar y momento determinado.

Soriano (1986) citado por Quispe (1994), define malezas como plantas que crecen en hábitats disturbados por la actividad humana y que reflejan con gran precisión la historia de los disturbios experimentados en cada sitio.

La NAS (1988) citado por Quispe (1994), considera que las plantas son nocivas (malezas) cuando obstaculizan la utilización de la tierra y los recursos hidráulicos o interfieren con el bienestar humano. Menciona también que en determinados casos las especies vegetales pueden devenir en nocivas o pueden resultar beneficiosas cuando disminuyen la erosión del suelo en terrenos abandonados, añaden materia orgánica al suelo, proporcionan alimento y refugio a la fauna silvestre, etc.

Cerna (1994) define maleza como cualquier planta fuera de lugar, de modo que las plantas que se cultivan también al estar en un lugar que no se les desea, son malezas. Agronómicamente, se considera una planta como maleza cuando es inoportuna o limita el crecimiento de las plantas deseables. También hay especies que cuando están presentes en los cultivos causan problemas, pero que en casos especiales pueden ser útiles.

## **2.2. Características bióticas**

Helfgott (1985) mencionó que las malezas poseen una serie de características que contribuyen a su establecimiento en nuevas regiones aún bajo condiciones adversas. Estas características son:

- a. Abundante producción de semillas, las cuales germinan desuniformemente, dificultando su control y permitiendo la sucesión de más de una generación de malezas dentro de un ciclo de cultivo.
- b. Viabilidad, referida a la capacidad de una semilla para producir una plántula. Las semillas de un gran número de malezas mantienen su viabilidad por muchos años aun cuando se encuentren enterradas en el suelo.
- c. Dormancia, llamada también reposo o latencia, es la ausencia de germinación aun en condiciones favorables lo que le permite sobrevivir por mucho tiempo postergando su germinación. La dormancia depende de factores tales como: humedad, temperatura, oxígeno, luz, presencia de envolturas resistentes en las semillas y embriones inmaduros.
- d. Reproducción asexual, las malezas no solamente se reproducen sexualmente, sino muchas de ellas se propagan por medio de estructuras vegetativas tales como los estolones, rizomas, bulbos, tubérculos u otras que permanezcan protegidas dentro del suelo.
- e. Medios de diseminación efectivos, tales como: viento, agua, animales incluyendo al hombre y maquinarias.
- f. Crecimiento rápido.
- g. Rusticidad, los requerimientos de clima, suelo y agua de muchas malezas les permiten prosperar e invadir varios tipos de suelo en lugares donde ningún cultivo podría crecer y desarrollar normalmente.
- h. Habilidad para extraer más agua y sales minerales del suelo que los cultivos.

### **2.2.1. Fácil dispersión**

Las semillas de muchas malas hierbas a veces tienen formas y tamaños similares a las de las semillas de los cultivos con los que conviven. En otros casos, las semillas poseen estructuras que les permiten dispersarse con el viento, o trasladarse en los pelos de los animales, o flotar o ser arrastradas en el agua y así dispersarse con las aguas de lluvia o riego (García y Fernández-Quintanilla, 1991).

### **2.2.2. Capacidad de persistencia**

Para García y Fernández-Quintanilla (1991) la clave fundamental del éxito de las malas hierbas y el origen de las grandes dificultades que entraña su control es la capacidad de estas plantas de persistir en una cierta área, a pesar de todas las adversidades a que sean sometidas. Esta capacidad les viene dada por los siguientes atributos: elevada producción de semillas, largo período de viabilidad, germinación escalonada, plasticidad fisiológica y plasticidad genética.

### **2.2.3. Capacidad de competencia**

García y Fernández-Quintanilla (1991) mencionaron que dado que las malas hierbas tienen que competir con los cultivos por los recursos existentes en el medio (agua, luz, nutrientes), es lógico que estas especies hayan desarrollado a lo largo de su evolución una serie de estrategias que les permiten sobrevivir, o incluso, dominar en estas situaciones:

- a. Elevada densidad. Debido a la elevada prolificidad de las malas hierbas, el número de plantas establecidas en un cultivo suele ser muy elevado. Esta superioridad numérica le proporciona una ventaja competitiva respecto del cultivo.
- b. Nascencia sincronizada con el cultivo. Las malas hierbas tienen una nascencia escalonada durante un largo período de tiempo. Gracias a

esta propiedad, la nascencia de algunas de estas plantas coincide exactamente con las del cultivo, o incluso, se le adelanta en unos días.

- c. Vigor. Generalmente, las malas hierbas tienen un gran vigor y un rápido desarrollo temprano.
- d. Morfología y fisiología. Muchas especies de malas hierbas tienen mecanismos morfológicos o fisiológicos que dan una mayor competitividad.
- e. Capacidad de rebrote. Muchas especies poseen yemas capaces de emitir tallos y raíces, por lo que al tratar de controlarlas con las labores lo único que se consigue es trocear sus órganos subterráneos y cambiarlos de lugar, los cuales emiten luego nuevas raíces y tallos.

### **2.3. Daños**

Helfgott (1985) señaló que las malezas compiten con los cultivos en forma directa por agua, luz, nutrientes, CO<sub>2</sub> y espacio, disminuyendo los rendimientos. Indirectamente, albergan tanto insectos perjudiciales que posteriormente pueden constituirse en plagas para los cultivos, como también nematodos o patógenos que pueden ser causantes de enfermedades; la calidad de los productos disminuye; la eficiencia del uso de la tierra es reducida ya que se limita el tipo de cultivo; afecta a la sociedad humana y de los animales al causar alergias, envenenamientos y daños físicos; causan depreciación de los suelos invadidos y aumentan los costos de producción. Así mismo, mencionó, que las pérdidas ocasionadas por las malezas son cuantiosas y generalmente superiores a las causadas por insectos, enfermedades, deficiencias nutricionales o sequías, pero no son tan obvias e inminentes como en los casos señalados.

Según García y Fernández-Quintanilla (1991) los perjuicios causados por las malezas son: reducción en los rendimientos, interferencia con la recolección, reducción en el valor de los productos e incremento de los costos de producción.

Cramer (1967) y Mársico (1980), citados por Fuertes (1994), estimaron que las pérdidas a nivel mundial por plagas, enfermedades y malezas alcanzan el 30% de la producción potencial, discriminado de la siguiente forma: plagas 13.8%, enfermedades 11.6% y malezas 9.5%.

Janick (1974) citado por Alvarez (1997), señaló que debido al efecto de la competencia las pérdidas ocasionadas por las malezas se traducen en una disminución del valor cualitativo y económico de las cosechas, considerándolas además responsables indirectamente de las pérdidas ocasionadas por otras plagas vegetales.

#### **2.4. Competencia**

Helfgott (1970) mencionó que la competencia entre plantas se origina porque el medio ambiente produce cantidades limitadas de los factores esenciales para el crecimiento normal de una población determinada de plantas. Es así que las malezas al tener características agresivas y ser mejor adaptadas al medio ambiente, compiten más favorablemente por los mencionados factores.

Koch y García (1985) citados por Quispe (1994), mencionaron los siguientes factores que determinan la “habilidad competitiva” de una planta con respecto a otras:

- Tamaño de la semilla, y más tarde de la planta a lo largo de su desarrollo.
- Tipo de crecimiento: rastrero o erecto.
- Forma de la planta: disposición, forma y tamaño de las hojas y ejes vegetativos.
- Velocidad de germinación y de crecimiento.
- Tamaño, tipo y velocidad de crecimiento de las raíces.
- Número y tipo de estomas.
- Presencia de fenómenos alelopáticos (exudaciones de diferentes órganos de la planta: hojas y raíces principalmente).
- Capacidad de propagación y dispersión de la planta, velocidad de germinación, número de semillas viables bajo condiciones ambientales diferentes, viabilidad de la semilla, dormancia, etc.

- Habilidad fotosintética de la planta.
- Diversas propiedades bioquímicas y fisiológicas de la planta que determinan en alguna medida el grado de habilidad de cada planta en procurarse lo indispensable de los factores de crecimiento.

Para Florez y Malpartida (1990) citados por Quispe (1994), dos plantas, no importa que tan cerca están una de la otra, no compiten mientras que el contenido de agua, nutrientes, luz y calor, excedan las necesidades de ambas. La competencia empieza cuando la provisión inmediata de un solo factor necesario se encuentra por debajo de la demanda de las plantas en conjunto.

Para Cerna (1994) los elementos por los cuales las malezas compiten con los cultivos se refieren a agua, nutrientes, luz y espacio. También el bióxido de carbono, entra en la competencia. Las acciones de interferencia se refieren a la alelopatía, es decir, efectos de las malezas a través de la liberación de compuestos químicos. En interferencia también se considera los efectos de sofocamiento y obstáculo físico que ocasionan volcamiento o limitaciones a la fotosíntesis.

#### **2.4.1. Competencia por agua**

Para Helfgott (1985) la competencia por agua se debe a que las malezas aumentan las pérdidas de transpiración agotando la disponibilidad de este recurso para los cultivos y por lo tanto limitando su crecimiento y desarrollo.

Pavlychenko (1940) citado por García y Fernández-Quintanilla (1991), menciona que la competencia por agua se inicia tan pronto como el sistema radicular de una planta invade la zona de alimentación de su vecina. Esto ocurre habitualmente mucho antes de que las partes aéreas se hayan desarrollado lo suficiente para empezar a competir por la luz. Por tanto, en climas secos, las raíces son las que realmente deciden el éxito o el fracaso en la competencia entre especies que, por lo demás, están igualmente adaptadas a esa región. A partir de estas etapas iniciales, las partes aéreas se desarrollarán en proporción a la extensión de sus sistemas radiculares.

Para Ramírez (1991) la competencia por agua es muy importante y ocasiona severas pérdidas. Durante el ciclo de cualquier cultivo, este necesita una cantidad determinada de agua para producir el rendimiento máximo. Si la competencia de malezas limita la cantidad de agua disponible, el rendimiento del cultivo se verá reducido en grado variable según la intensidad y tipo de infestación que se presente.

Según García y Fernández-Quintanilla (1991) la capacidad de las malas hierbas para competir por el agua del suelo depende de la estructura de sus sistemas radiculares, de su rapidez de desarrollo y de su eficiencia en el uso del agua.

Cerna (1994) menciona que la intensidad de competencia por agua varía con la naturaleza de cada cultivo. Tanto en cultivos como en malezas, hay plantas eficientes, las cuales requieren menos agua (cerca de la mitad) de la cantidad requerida por las plantas no eficientes debido a que hacen mejor uso de agua. Los efectos de competencia por agua se pueden contrarrestar mediante los riegos, de modo que malezas y cultivo encuentran suficiente cantidad de agua.

Este factor es frecuentemente limitante bajo nuestras condiciones de costa central, por lo que eliminando las malezas oportunamente se tendría un mejor aprovechamiento de este factor por el cultivo y como consecuencia un mayor rendimiento (Quispe, 1994).

#### **2.4.2. Competencia por luz**

Helfgott (1985) mencionó que la competencia por luz ocurre en cultivos de siembra directa y trasplante que al inicio crecen lentamente y luego son cubiertas por las malezas restringiendo el paso de la luz provocando una reducción de su actividad fotosintética.

Para Ramírez (1991) las malezas obstaculizan el paso de la luz que las plantas de ajo necesitan para la actividad fotosintética. El crecimiento



temprano del ajo provee muy poca sombra para competir ventajosamente con las malezas.

Según García y Fernández-Quintanilla (1991) la competencia por luz en los primeros estados de desarrollo del cultivo es prácticamente nula, tan pronto como las plantas empiezan a sombrearse entre sí la competencia empieza a ejercer su acción. Por otra parte, algunas especies no sólo no son capaces de competir por la luz sino que además se ven muy perjudicadas por la sombra.

### **2.4.3. Competencia por nutrientes**

Para García y Fernández-Quintanilla (1991) la disponibilidad de nutrientes en el suelo es generalmente muy limitada y tiene que ser compartida por el cultivo y las malas hierbas. Por tanto, todos aquellos nutrientes que son tomados por las malas hierbas dejan de ser utilizables por el cultivo que, lógicamente, acusará dicha deficiencia. La capacidad de las malas hierbas para capturar los nutrientes del suelo depende en gran medida de la estructura de su sistema radicular y de su rapidez de desarrollo.

Ramírez (1991) menciona que la competencia por nutrientes se debe a que las malezas son plantas vigorosas que requieren grandes cantidades de nutrientes. Además según estudios realizados, ellas son capaces de extraer cantidades mayores que las demandadas por el cultivo mismo.

Carrillo (1988) citado por Fuertes (1994), mencionó que en el cultivo de cebolla, cuyas necesidades son similares al ajo, la máxima acumulación de materia seca, N, P, K y Mg, ocurrió durante las seis primeras semanas del cultivo lo que coincidió con la etapa de activo desarrollo foliar.

### **2.4.4. Competencia por espacio**

El termino espacio implica el espacio subterráneo y el aéreo. Muchas malezas germinan y crecen más rápido que el cultivo tal y como sucede en la caña de azúcar, en que la ramificación, profundización y extensión lateral de

las raíces, así como el brotamiento caulinar disminuyen significativamente ante infestaciones de malezas anuales en la zona húmeda de los surcos; posteriormente, con los siguientes riegos, las infestaciones llegan hasta los camellones, lo cual significa que el espacio crítico abarca toda el área cultivada de la caña de azúcar (Cerna, 1994).

#### **2.4.5. Competencia por CO<sub>2</sub>**

La producción vegetativa y reproductiva de las plantas en función de la asimilación del carbono en el proceso fotosintético y por lo tanto la capacidad de retirar CO<sub>2</sub> del aire es un factor de competencia entre plantas. Las malezas que tienen alta capacidad fotosintética constituyen las especies eficientes (Cerna, 1994).

#### **2.5. Período crítico de competencia**

Las malezas producen los mayores daños en los primeros estadios del cultivo, lo que se conoce como período crítico de competencia. El CIAT (1979) destaca su importancia en los programas de control de malezas, señalando que las condiciones ambientales, el tipo de cultivo, su agresividad y densidad de siembra y el vigor de las malezas determinan la época crítica que en los cultivos es aproximadamente durante el primer tercio de su ciclo vegetativo. Como regla general se puede decir que la competencia de malezas deja de ser importante una vez que el cultivo haya sombreado en forma completa al suelo.

Helfgott (1985) menciona que debe tomarse en cuenta que para cada cultivo existe un período crítico en el cual las malezas producen su efecto competitivo más perjudicial, el cual se traduce en una reducción significativa de los rendimientos. Aunque dicho período puede variar según las condiciones ambientales, la disponibilidad de factores de crecimiento, el cultivo y las malezas, se ha determinado que este período crítico coincide con la etapa inicial de establecimiento de un cultivo. Es por ello que se debe enfatizar en la necesidad de un control oportuno manteniendo el cultivo libre de malezas durante las primeras semanas del crecimiento.

Para Ramírez (1991) se denomina “período crítico” o “época crítica”, a aquella etapa del cultivo en la cual la competencia de las malezas causa la mayor reducción de los rendimientos. Esta etapa crítica generalmente coincide con el período en el que la planta requiere la mayor cantidad de nutrientes, agua y luz para su desarrollo vegetativo y reproductivo.

García y Fernández-Quintanilla (1991) mencionaron que la época de emergencia de las malas hierbas en relación a la del cultivo es un factor que influye decisivamente en la intensidad de la competencia. Es extremadamente importante conseguir que el cultivo se establezca antes que las malas hierbas empiecen a emerger; es importante también mantener al cultivo libre de malezas durante sus etapas iniciales (de 2 a 4 semanas, habitualmente). Después de este período, las malas hierbas que emergen no suelen causar mayores perjuicios al cultivo.

Nieto (1968) citado por Quispe (1994), manifestó que el problema principal no es la presencia de malezas en sí, sino el periodo del ciclo vegetativo durante el cual están presentes. Concluyó que hay periodos en los cuales las malezas deben ser controladas y otros durante los cuales se puede permitir su crecimiento ya que no causan daños económicos.

Salas y Holle (1972) citados por Quispe (1994), en un trabajo realizado en Arequipa indicaron que el período crítico de competencia en ajo era hasta los 105 días después de la siembra (DDS). Las malezas que germinaron posteriormente dejaron de causar daño al cultivo.

Koch y García (1985) citados por Quispe (1994), al definir período crítico de competencia indicaron que es el tiempo durante el cual el cultivo se muestra más susceptible a los efectos negativos de un enmalezamiento severo. Según éstos autores el período crítico se presenta aproximadamente cuando los cultivos se encuentran entre un tercio a dos tercios de su ciclo vegetativo.

Según Cano (1988) citado por Quispe (1994), en un estudio realizado en Guatemala, el período crítico en el cultivo de ajo estaba entre los 31 y 66 días y el punto crítico era a los 40 días.

Quispe (1994) concluyó que el período crítico de competencia de las malezas con el cultivo de ajo estuvo comprendido entre los 28 y 58 días después de la siembra, cuando las plantas de ajo tenían entre 3.5 y 7 hojas.

## **2.6. Control**

### **2.6.1. Características y objetivos**

Para llevar a cabo un eficiente control de malezas, Helfgott (1985) sugirió los siguientes aspectos a considerar:

- a. Conocer las poblaciones de malezas presentes en una zona.
- b. Identificar las malas hierbas dominantes.
- c. Conocer las malezas agresivas al cultivo.
- d. Determinar la época crítica de competencia entre el cultivo y las malezas.
- e. Establecer los métodos de control.

Altieri *et al* (1997) mencionaron que el control de malezas consiste en cambiar el equilibrio cultivo-maleza de modo que los rendimientos de los cultivos no se reduzcan económicamente. Esto se puede lograr usando herbicidas, mediante prácticas culturales selectivas o manipulando las siembras para favorecer el crecimiento del cultivo. Además de minimizar la interferencia competitiva de las malezas, los cambios en la composición de especies de las comunidades de malezas pueden ser útiles para asegurar la presencia de plantas que provean recursos importantes o insectos benéficos. La manipulación de especies de malezas se puede lograr por diversas medidas, incluyendo: el uso de herbicidas que suprimen ciertas malezas pero fomentan otras y variando la composición de especies alterando los métodos de labranza del suelo.

### 2.6.2. Métodos de control

García y Fernández-Quintanilla (1991) hablaron de cuatro tipos de sistemas de control:

- a. **Prevención.** Se aplican en aquellos casos en los que interesa mantener una cierta explotación o un área geográfica más extensa (región o país) libre de ciertas especies de malas hierbas que son especialmente problemáticas.
- b. **Contención.** En los programas de contención se acepta como inevitable la existencia de infestaciones de malas hierbas, intentando únicamente minimizar el impacto económico que producen dichas infestaciones. Para ello, será necesario decidir anualmente si el nivel de infestación presente es superior o no a un cierto “umbral económico de daños”. En caso positivo, la realización de tratamientos herbicidas estaría justificada económicamente, siendo, por tanto, recomendable realizar dicha aplicación.
- c. **Reducción.** Con este tipo de sistemas no sólo se trata de evitar las pérdidas económicas producidas en el cultivo en un año determinado sino que, además, se pretende reducir las poblaciones de las malas hierbas hasta que éstas alcancen unos niveles considerados como aceptables. Para ello, se deberán utilizar una serie de medidas de control (rotación, labores, tratamientos herbicidas) que promuevan una reducción en la reserva de semillas de malas hierbas presentes en el suelo.
- d. **Erradicación.** Consiste en la eliminación total de una cierta especie de mala hierba del área en la que está establecida. Los programas de erradicación de una mala hierba únicamente son aconsejables cuando se trate de especies particularmente agresivas o nocivas que empiecen a invadir un área limitada. Una vez que la zona infestada es

más extensa o que el problema está firmemente establecido es extremadamente difícil, sino imposible, eliminar dicha especie.

Según la FAO (1996), existen varios métodos para el control de las malezas o para reducir su infestación a un determinado nivel:

- a. Métodos preventivos, que incluyen los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.
- b. Métodos físicos: arranque manual, escarda con azada, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo.
- c. Métodos culturales: rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua.
- d. Control químico a través del uso de herbicidas.
- e. Control biológico a través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de malezas.
- f. Otros métodos no convencionales, por ejemplo, la solarización del suelo.

Ninguno de estos métodos debe ser perdido de vista en un sistema agrícola de producción, ya que los mismos pueden resultar efectivos técnica y económicamente a los pequeños agricultores. Incluso el arranque manual, considerado correctamente como labor tediosa y penosa, es una práctica vital complementaria, aun cuando los herbicidas sean utilizados, ya que previene el aumento de poblaciones resistentes o tolerantes de las malezas. Esta práctica es también la más pertinente en áreas, donde el nivel de infestación de malezas es bajo y se necesita la prevención del aumento del banco de semillas de malezas en el suelo.

Asimismo la FAO (1996) mencionó que ningún método basta por si sólo para controlar las malezas y que el uso repetido de un solo método permite la acumulación de especies no controladas, por lo que es recomendable aplicar sistemas integrados de lucha que incluyan la combinación de métodos

físicos, químicos, culturales y biológicos, todos de acuerdo a una planificación previa.

El CIAT (1979) comparó la eficiencia del control químico en contraposición al control mecánico y encontró que en todos los cultivos hubo un incremento en los rendimientos de un 20% al controlar químicamente las malezas. El hecho de que se hayan obtenido mayores rendimientos con el uso de herbicidas se debe posiblemente a que aun cuando el primer deshierbo se haga a tiempo, las malezas ya han competido con el cultivo y los daños físicos que puedan ocasionarle al cultivo al controlar mecánicamente las malezas, pueden evitarse mediante el uso de herbicidas.

Con respecto al control químico Mársico (1980) mencionó las siguientes ventajas:

- Reducen los costos de producción de los cultivos.
- Contribuyen a disminuir los requerimientos de mano de obra.
- En algunos cultivos facilitan la completa mecanización incluyendo la facilidad para la cosecha mecánica.
- Al disminuir la necesidad de deshierbo
- Y otras labores del suelo hay un menor efecto perjudicial sobre la estructura del suelo, evitándose también las lesiones mecánicas sobre el cultivo.
- Facilitan el control de malezas en cultivos con alta densidad y donde no es posible realizar labores mecánicas.

En cuanto a las desventajas, Mársico (1980) menciona las siguientes:

- El uso continuado del mismo herbicida en un mismo lugar, elimina las malezas susceptibles y aumenta progresivamente las malezas que resisten el producto.
- Algunos productos y/o formulaciones mal aplicadas pueden provocar daños al cultivo tratado.
- Los herbicidas pueden provocar efectos tóxicos en las personas y animales por ingestión, contacto, inhalación o por residuos en los alimentos tratados y además pueden contaminar el ambiente.

Villarias (1981) indica que la clave del éxito de un tratamiento herbicida está en adecuar las materias activas idóneas para combatir la flora invasora, dosificando perfectamente el producto de acuerdo con el terreno o desarrollo del cultivo y malas hierbas, sin perder de vista la rotación de aquellos.

Con respecto a la manera de evitar la aparición de malezas resistentes a los herbicidas, Helfgott (1985) señaló los siguientes criterios básicos:

- Emplear el control integrado de malezas.
- Evitar el uso repetido de herbicidas del mismo grupo químico y
- Utilizar mezclas de herbicidas de diferentes grupos químicos.

Helfgott (1985) mencionó las siguientes desventajas para el control manual de malezas:

- Es difícil precisar el momento oportuno para su ejecución.
- Debe ser cuidadoso para evitar dañar a las plantas
- El periodo de protección al cultivo es muy corto y
- Requiere de mucha mano de obra incrementando los costos de producción.

Para García y Fernández-Quintanilla (1991) la respuesta de las malezas a una determinada dosis de herbicidas depende de muchos factores. El primero y fundamental es el estado de desarrollo de las malezas en el momento de aplicación, en general a menor desarrollo puede considerarse mayor susceptibilidad de las mismas.

Fuertes (1994) menciona que en las diferentes regiones hortícolas del Perú el control de malezas se efectúa empleando el control manual, para lo cual se hace uso de hoces, lampas, deshierbadores de mano y otros tipos de herramientas.

Para Helfgott (1982) citado por Fuertes (1994), el control manual presenta una serie de desventajas:



- a. La alta densidad de muchos cultivos olerícolas ocasiona problemas en la mecanización de las labores, así como una mayor demanda de mano de obra y personal especializado.
- b. El control por lo general se realiza entre los 20 y 30 días de establecido el cultivo, cuando las malezas ya están compitiendo con este.
- c. El deshierbo realizado en las primeras etapas de crecimiento del cultivo debe ser moderado a fin de evitar daños en las raíces.
- d. Los métodos mecánicos favorecen la introducción y propagación de enfermedades, pues sirven como medio de transporte del inóculo.
- e. Algunas especies son difíciles de controlar, pues su propagación puede ser tanto asexual como sexual, por lo que las malezas sólo son trasplantadas y especialmente cuando hay riego vuelven a competir en poco tiempo.
- f. Por la existencia de problemas climáticos así como de disponibilidad de mano de obra, las labores de deshierbo puede no efectuarse en el momento oportuno, es decir durante el período crítico de competencia.
- g. La cantidad de energía empleada para cada deshierbo por unidad de tiempo, es muy alta.
- h. Los surcos superficiales son fácilmente destruidos por la operación de deshierbo y ello obliga a trabajos posteriores adicionales, para reconstruir el sistema de riego.

Cerna (1994) menciona que el empleo de herbicidas resulta beneficioso para el control de malezas en las primeras etapas del cultivo, es decir en el período en que se producen las mayores reducciones del rendimiento de los cultivos. En estas etapas resultan difíciles y a veces extemporáneas las otras formas de control. Los herbicidas no sólo son beneficiosos cuando la mano de obra es escasa o cara, sino cuando las poblaciones de malezas son elevadas.

Altieri *et al* (1997) señalaron que el objetivo central del manejo de malezas es manipular la relación cultivo/maleza de manera que el crecimiento del

cultivo sea el más favorecido. Los esfuerzos están dirigidos a prevenir la reproducción de malezas, interrumpir el reciclaje de propágulos de éstas, prevenir la introducción de nuevas malezas, reducir al mínimo las condiciones que proporcionan nichos para la invasión de malezas y superar las adaptaciones que permitan a las malezas persistir en los hábitats alterados.

### **2.6.3. Control de malezas en ajo**

Kogan y Helfgott (1990) manifestaron que se debe tener cuidado al efectuar los deshierbos manuales para evitar daños o descalce a las plantitas. El primer deshierbo se debe realizar antes de los 21 DDS, cuando las malezas tengan entre 2 y 3 hojas verdaderas o alrededor de 5 a 7 cm. Un segundo deshierbo suele ser necesario luego de 30 – 45 días y si fuera necesario se puede repetir entre los 100 y 120 días.

Ramírez (1991) menciona que en lo posible, el control de malezas en ajo debe ser integrado para bajar los niveles de poblaciones de malezas, especialmente de aquellas más dañinas o de difícil control, a través de una serie de acciones que deben empezar antes de la siembra del cultivo de ajo. Entre estos factores que se deben tener en cuenta están la rotación y preparación del suelo.

En cuanto al control manual, Ramírez (1991) menciona que la primera limpia deberá darse con un 100% de las plantas del cultivo emergidas y con un desarrollo de 8 – 10 cm. Sin embargo, la fecha de limpia estará dada principalmente por la cantidad y el desarrollo de las malezas y el estado del cultivo. La labor de la limpia se facilitará con el uso de rasquetas y ajeras.

En el cultivo de ajo, los métodos que se emplean para disminuir las poblaciones de malezas durante el ciclo de producción se basan principalmente en el control manual (uso de escardas, hoces, lampas) y algunas veces en el control químico, recientemente más utilizado por los

agricultores. Pocos agricultores combinan ambos métodos de control (Quispe, 1994).

Detroux (1965) citado por Alvarez (1997), manifestó que la planta de ajo, a pesar de su semejanza botánica con la cebolla y su forma de plantación por medio de los dientes, lo cual debería de aumentar su resistencia a los herbicidas residuales, parece poseer mas bien una mayor sensibilidad a los herbicidas que la cebolla.

Aljaro *et al* (2009) mencionaron que el aspecto competitivo de las plantas extrañas al cultivo de ajo tiene un papel importante en los almácigos, es por ello que las malezas deben controlarse cuando alcanzan sus primeros estados de desarrollo.

#### **2.6.4. Control químico de malezas en ajo**

Salas (1974) en experimentos realizados en Arequipa concluyó que la aplicación de herbicidas es ventajosa para la reducción de mano de obra especializada empleada en deshierbos, disminuyendo el costo de producción sin afectar los rendimientos. Reportó que linuron 1 y 2 kg/ha de producto comercial (PC) como post-emergente y monuron 2 kg/ha PC como pre-emergente fueron los controladores de malezas más efectivos hasta los 105 DDS. En cambio, prometrina 1.5 – 3 kg/ha PC, chloroxuron 2 y 4 kg/ha PC y monuron 1 kg/ha PC aplicados en pre-emergencia, realizaron un deficiente control de malezas.

Helfgott (1985) recomendó los siguientes herbicidas para el control de malezas anuales en ajo: oxyfluorfen 0.2 a 0.3 kg i.a./ha cuando el cultivo tiene por lo menos dos hojas: pendimethalin 1.0 a 1.3 kg i.a./ha 10 – 20 DDS, linuron y prometrina 0.4 a 0.89 kg i.a./ha 25 – 30 DDS y metabenzthiazuron 1.4 a 2.1 kg i.a./ha también 25 – 30 DDS.

Kogan y Helfgott (1990), recomendaron para el control de malezas de hoja ancha el empleo de linuron en pre-emergencia (0.6 – 0.75 kg i.a./ha) y post-

emergencia (0.4 – 0.6 kg i.a./ha); metabenzthiazuron 1.4 – 2.1 kg i.a./ha en pre-emergencia o bien cuando el cultivo esté arraigado y con las malezas emergiendo; oxadiazon 0.67 – 0.75 kg i.a./ha en pre y post-emergencia. Para el control de gramíneas recomendaron trifluralina 0.6 – 1.2 kg i.a./ha en pre-plantación del ajo y como graminicidas selectivos para post-emergencia mencionaron a diclofop-metílico 0.6 – 0.8 kg i.a./ha, fluazipop-metílico 0.5 kg i.a./ha, haloxifop-metílico 0.12 kg i.a./ha, quizalofop-metílico 0.12 kg i.a./ha y setoxydim 0.1 – 0.2 kg i.a./ha.

Fuertes (1994) concluye que los herbicidas pre-emergentes oxyfluorfen 1.5 l/ha PC y pendimethalin 4.0 l/ha PC controlaron un gran número de malezas anuales durante más de 80 días después de su aplicación (DDA). Así mismo, los herbicidas post-emergentes oxadiazon 1.0 y 2.0 l/ha PC y metabenzthiazuron 2.5 kg/ha PC controlaron la mayoría de malezas de hoja ancha por más de 80 DDA, pero no controlaron las de hoja angosta, tales como *Cynodon dactylon* y *Cyperus esculentus*. Estas se controlaron con dos deshierbos manuales, con que se mantuvo un buen control hasta la cosecha.

Fuertes (1994) además menciona que el mayor rendimiento de bulbos (5.05 t/ha), se obtuvo con la aplicación de pendimethalin 3.0 l/ha PC (pre-emergente) más oxadiazon 1.0 l/ha PC (post-emergente) y más un deshierbo manual.

Jousseaume (1981) citado por Alvarez (1997), señaló que oxyfluorfen 2 l/ha de producto comercial en pre-emergencia dio un buen control de malezas de hoja ancha y angosta. Las aplicaciones de 0.5 – 1.0 l/ha fueron más efectivas contra las malezas de hoja angosta. Además, señaló que este herbicida posee buena selectividad en ajo y cebolla con tratamientos pre-emergentes tempranos pero que no deben hacerse en los 2 a 3 días siguientes a una lluvia moderada o riego por aspersión.

Oliver y Wilson (1981) citados por Alvarez (1997), obtuvieron los mejores resultados con metabenzthiazuron 2.1 kg/ha PC y linuron 1 kg/ha PC

aplicados 7 DDS. Además, observaron que el diuron 1 kg/ha PC y alachlor 2 kg/ha PC redujeron los rendimientos.

Nortje y Henrico (1985) citados por Alvarez (1997), concluyeron que oxyfluorfen 0.7 kg/ha PC aplicados entre los 2 a 29 DDS dio un buen control de malezas por un período largo. Sin embargo, las aplicaciones post-emergentes causaron un severo quemado de las hojas pero las plantas se recuperaron alrededor de 14 días después de la aplicación.

Alvarez (1997) concluyó que pendimethalin 1.9 l/ha y oxyfluorfen 0.46 l/ha de i.a. aplicados en pre-emergencia así como metabenzthiazuron 1.75 kg/ha en post-emergencia controlan un gran número de malezas anuales durante más de 70 días después de su aplicación, sin causar síntomas de fitotoxicidad en las plantas del cultivo. Estas aplicaciones estuvieron complementadas por dos deshierbos manuales adicionales.

Delgado de la Flor *et al* (2000) recomendaron para el control de malezas en ajo el uso de Prowl 3 – 4 l/ha como herbicida pre-emergente, Tribunil 2.5 kg/ha, Gesagard 1 kg/ha como herbicidas post-emergentes.

Para el INIA (2001) los herbicidas deben usarse inmediatamente después de la siembra cuando el terreno está con una humedad adecuada, utilizándose Goal 2 EC 40 cm<sup>3</sup>, Dual 500 cm<sup>3</sup> y el Gesatop 1 kg; todo en un cilindro de 200 l. Otra alternativa de control es Tribunil 250 g más Prowl 1 l/cil de 200 l, post-emergente, aplicar a los 15 días después del trasplante.

Aljaro *et al* (2009) recomendaron la aplicación de Tribunil 100 – 150 g/m<sup>2</sup> en pre-emergencia o hasta cuando las plantas tengan 8 a 10 cm de altura o la aplicación de Herbadox 5.0 l/ha + Goal l/ha.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. Área experimental

##### 1.1. Ubicación

El experimento se llevó a cabo entre los meses de julio y diciembre del 2013, en el campo “El Chiquero” del Campo Agrícola Experimental (CAE) – ex Fundo de la Universidad Nacional Agraria La Molina (12°05’06’’ Latitud Sur, 76°57’00’’ Longitud Oeste, 243.5 m.s.n.m.), ubicado en el valle del Rímac, sub-sector de riego Ate, distrito de La Molina; que presenta pendiente muy ligera, sin pedregosidad superficial, textura franco arenosa y fertilidad media.

##### 1.2. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos se obtuvieron de la Estación Meteorológica Agrícola Alexander Von Humbolt y se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1:** Datos meteorológicos mensuales (julio – diciembre, 2013)

Mes	Temp. Prom. Mensual (°C)	Temp. Max. Mensual (°C)	Temp. Min. Mensual (°C)	HR Prom. Mensual (%)	HR Max. Mensual (%)	HR Min. Mensual (%)	Precipitación Total (mm)
Jul-03	15.5	17.9	13.3	89	97	81	5.4
Ago-03	15.6	18.6	12.9	90	97	83	4.2
Set-03	16.8	20.0	13.5	86	97	75	2.3
Oct-03	17.5	21.3	13.9	87	95	77	0.2
Nov-03	18.9	22.2	15.0	82	93	71	0
Dic-03	22.1	25.7	17.0	76	93	64	2.8

Fuente: Estación Meteorológica Agrícola Alexander Von Humbolt - UNALM

Durante el experimento, las temperaturas mínimas fluctuaron entre 12.9 y 17 °C y las máximas entre 17.9 y 25.7 °C. La humedad relativa mínima presentó valores entre 64 y 83% y máxima entre 93 y 97%, siendo diciembre el de menor humedad relativa y julio el de mayor humedad relativa. La precipitación total de menor valor se registró en el mes de noviembre y la de mayor valor en el mes de julio.

### 1.3. Características del suelo

El análisis de suelo se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM; los resultados son mostrados en el Cuadro 2.

**Cuadro 2:** Análisis de suelo del campo experimental

Análisis de Caracterización			
Arena	%	54	
Limo	%	27	
Arcilla	%	19	
Textura		Fr.A.	Franco Arenoso
C.E. (1:1)	dS/m	4.00	ligeramente salino
pH (1:1)		7.54	ligeramente alcalino
CaCO <sub>3</sub>	%	3.50	medio
MO	%	1.17	bajo
P	ppm	7.0	medio
K	ppm	174	medio
CIC	meq/100 g	12.80	medio
Ca <sup>+2</sup>	meq/100 g	10.94	
Mg <sup>+2</sup>	meq/100 g	1.27	
K <sup>+</sup>	meq/100 g	0.35	
Na <sup>+</sup>	meq/100 g	0.23	
K/Mg		0.28	normal
Ca/Mg		8.61	normal

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes - UNALM

- Textura

Por las cantidades de arena, limo y arcilla reportadas en el análisis de suelos y que fueron determinadas por el método del hidrómetro; el campo experimental es de textura Franco Arenoso (Fr.A.). Este suelo posee buenas propiedades de aireación, buena velocidad de infiltración y retención de humedad.

- Conductividad eléctrica (C.E.)

Se determinó mediante el método del extracto acuoso (1:1).

- Reacción del suelo y calcáreo total

El pH fue determinado mediante un potenciómetro en solución de suelo:agua de 1:1. El suelo es ligeramente alcalino. El calcáreo total fue 3.50%, un valor medio

que no reporta problemas de carbonatos; fue determinado por el método gaso-volumétrico.

- **Materia orgánica (MO)**

La materia orgánica de este suelo es de 1.17%, valor bajo pero que es común en suelos de costa irrigados. Fue medido mediante el método de Walkley y Black.

- **Fósforo (P) y potasio (K)**

El suelo presentó un valor medio de fósforo (7 ppm), medido mediante el método de Olsen modificado. El potasio se encuentra en valores medios (174 ppm) y se midió mediante el método de extracción con acetato de amonio.

- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

La CIC del suelo fue de 12.80 meq/100 g siendo un valor medio pero también característico de costa central. Se determinó mediante el método de saturación con acetato de amonio.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) fue de 1.80%, la relación de adsorción de sodio (RAS) fue de 0.09. Estos valores junto con el pH y la conductividad eléctrica, clasifican a este suelo como normal, sin problemas de sales o alcalinidad.

Las relaciones catiónicas resultan normales, por lo que no habría problemas de desbalance entre cationes.

## **2. Materiales**

### **2.1. Ajo cv. 'Napurí'**

El cultivar Napurí es el de uso más frecuente en la Costa. Tiene un periodo vegetativo de cinco meses. La planta es erecta desde los primeros días, las hojas no son tan laxas como en otros cultivares. El bulbo es de color violáceo y de buena conservación; tiene aproximadamente 12 – 15 dientes redondeados y simétricos formando una cabeza de aspecto regular, tiene un diámetro promedio de 40 mm y



sus rendimientos oscilan entre 7 – 12 ton/ha (Alvarez, 1997). Las características físico-químicas de la variedad utilizada se muestran en el Anexo 1.

## **2.2. Herbicidas**

En el Anexo 2 se presentan las características y propiedades de los herbicidas utilizados en el experimento.

### **a. Pendimethalin**

Es un herbicida sistémico pre-emergente que controla eficazmente la mayoría de las gramíneas anuales y las principales malezas de hoja ancha en hortalizas y frutales. Actúa inhibiendo la división celular en los puntos de crecimiento de las raíces (meristemas), en el suelo es fuertemente retenido por los coloides del mismo en los primeros centímetros, con una mínima probabilidad de lixiviación o escurrimiento. Por su modo de acción no controla malezas ya establecidas ni ciperáceas. Concentración: 400 g/l. Formulación: EC (concentrado emulsionable). Dosis: 3.5 l/ha.

### **b. Oxyfluorfen**

Es un herbicida de amplio espectro con buena actividad por contacto (después de emerger) y propiedades residuales en el suelo (antes de emerger); controla en forma efectiva malezas de hoja ancha y gramíneas provenientes de semilla. Así mismo forma una barrera química residual en la superficie del suelo provocando la muerte de las malezas que se encuentran emergiendo. Concentración: 240 g/l. Formulación: EC (concentrado emulsionable). Dosis: 3.0 l/ha.

### **c. Linuron**

Es un herbicida sistémico y selectivo, usado en pre y post emergencia temprana para el control de malezas de hoja ancha, gramíneas y algunas malezas perennes. Es absorbido principalmente por las raíces pero también por las hojas. La parte absorbida por las raíces es trasladado de manera acropétala por el xilema hacia la

parte superior y la que es aplicada sobre el follaje en post-emergencia temprana, queda inmovilizado sobre la superficie foliar generando una clorosis debido a la inactividad del proceso fotosintético. Concentración: 500 g/l. Formulación: SC (suspensión concentrada). Dosis: 0.5 l/ha.

### 3. Método y procedimiento

#### 3.1. Diseño estadístico

El experimento se realizó bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A.) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos son mostrados en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Listado y codificación de los tratamientos

Código	Tratamientos
T1	pendimethalin 3.5 l/ha PC
T2	oxyfluorfen 3.0 l/ha PC
T3	pendimethalin 3.0 l/ha PC + oxyfluorfen 2.5 l/ha PC
T4	linuron 0.5 l/ha PC
T5	ningún control

PC: producto comercial

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) correspondiente es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = valor observado de la unidad experimental sujeto al i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

$\mu$  = efecto de la media general.

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto de j-ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = efecto aleatorio del error experimental en la unidad experimental sujeta a i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

$i = 1, 2, 3, 4, 5$

$j = 1, 2, 3, 4$

### 3.2. Análisis estadístico

Se realizó un Análisis de Variancia (ANVA) para las variables estudiadas (Cuadro 4). Además se realizó una prueba de rango múltiple de Duncan con una significancia de 0.05 para la comparación de las medias entre tratamientos.

### 3.3. Características del área experimental

La unidad experimental (UE) estuvo constituida por cuatro surcos, de los cuales sólo se evaluó los dos surcos centrales. El área de cada UE fue de aproximadamente 9.6 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 4.** Cuadro del Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de variabilidad	g.l.	
Bloques	r-1	3
Tratamientos	t-1	4
Error	(t-1)(r-1)	12
Total	(tr-1)	19

### 3.4. Procedimiento experimental

#### 3.4.1. Conducción del cultivo

##### a. Preparación de semilla

Se empleó semilla de ajo cv. ‘Napurí’ procedente del Valle de Cañete. Se desgranaron los bulbos completamente y se seleccionaron los dientes mejor conformados y de mayor tamaño.

Antes de la siembra se realizó la desinfección de los dientes con una mezcla de un nematicida, un insecticida y un fungicida para evitar problemas con nemátodos, gusanos de tierra y hongos. Se utilizó Vydate L. (oxamyl), Vertimec 1.8% EC (abamectin) y Benlate (benomyl). Los dientes fueron sumergidos en la solución por un periodo de 5 minutos. Además fueron seleccionados los de mejor tamaño y sin problemas sanitarios ni daños mecánicos.

**b. Preparación del terreno**

Se efectuó una aradura previo machaco del campo, luego se realizó el rastreo y finalmente el surcado a un distanciamiento de 60 cm entre surcos y con una profundidad promedio de 20 – 30 cm.

**c. Siembra**

Se efectuó el 5 de julio del 2013. Se realizó en forma manual enterrando los dientes en la costilla del surco con un distanciamiento de aproximadamente de 10 cm entre plantas y dos hileras por surco.

**d. Fertilización**

Se utilizó como fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio a la úrea, el superfosfato triple y el cloruro de potasio, respectivamente.

**e. Control de plagas y enfermedades**

Durante el experimento se realizaron dos aplicaciones contra trips; una de methomyl y otra de chlorpyrifos. En cuanto a enfermedades se presentó el hongo *Stemphylium vesicarium*, observándose un 100% de incidencia con una marcada severidad en cada planta, llegando en algunos casos a notarse un 100% de infección. Se realizó una aplicación de tebuconazole.

**f. Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente y se efectuó a los 151 DDS cuando el cultivo estuvo completamente agostado. El bajo rendimiento obtenido evidencian el efecto negativo de las malezas; debido a las condiciones propuestas para el experimento.

**3.4.2. Control de malezas**

Los herbicidas se aplicaron tres días después del riego. La aplicación fue total sobre los surcos y camellones. Todas las aplicaciones se hicieron sobre suelo húmedo empleándose una mochila de aplicación manual. Las aplicaciones las hizo una sola persona manteniendo constante la velocidad y presión de aplicación. El gasto de agua fue equivalente a 400 l/ha.

### 3.4.3. Evaluaciones

Se efectuaron sobre los dos surcos centrales de cada parcela a los 25, 30, 45, 60, 80, 100, 120 y 150 DDS hasta observar la pérdida total del efecto herbicida, utilizando una escala visual en un área delimitada al azar de 1 m<sup>2</sup>.

#### VARIABLES EN ESTUDIO

##### a. Porcentaje de cobertura

**Total:** Se realizó una evaluación visual empleándose una escala de 0 a 100, donde 0 = ausencia de malezas y 100 = totalmente cubierto de malezas.

**Hoja ancha y hoja angosta:** El porcentaje de cobertura total fue dividido según la proporción de malezas de hoja ancha y hoja angosta presentes en el área delimitada.

**Especies predominantes:** Se realizó una evaluación de la cobertura y la identificación de las principales malezas presentes en el área delimitada.

Los datos originales del porcentaje de cobertura fueron transformados angularmente empleando el seno del arco  $\sqrt{x}$  para realizar el Análisis de Variancia (ANVA) y la prueba de rango múltiple de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ).

##### b. Grado de cobertura

Para interpretar el grado de cobertura se utilizó la Escala de Hult-Sernander (Cuadro 5) mencionada por Cerna (1994) que nos relaciona la abundancia y la cobertura de las malezas. Además se utilizó la Escala de Braun-Blanquet (Cuadro 6), citada por Brown (1957) y Cerna (1994).

##### c. Frecuencia

Se evaluó la presencia o ausencia de las principales malezas presentes en los dos surcos centrales de la parcela experimental. Se abarcó con pasos en zig-zag todo el largo de la parcela. Se realizaron tres de estas evaluaciones, a los

25, 30 y 45 DDS. Para interpretar los datos obtenidos, se utilizó la Escala de Raunkiaer mencionada por Cerna (1994), que se muestra en el Cuadro 7.

**Cuadro 5:** Escala de Hult-Sernander

Grados de Cobertura	Porcentaje (%)
1	0 – 6.25
2	6.25 – 12.50
3	12.50 – 25.00
4	25.00 – 50.00
5	50.00 – 100.00

Fuente: Cerna (1994)

**Cuadro 6:** Escala de Braun-Blanquet

Clases	Cobertura	Abundancia
1	pequeña	escasa o muy escasa
2	mediana	abundante
3	regular	numerosa
4	alta	muy numerosa
5	muy alta	cualquier número

Fuente: Cerna (1994)

**Cuadro 7:** Escala de Raunkiaer

Clases	Porcentaje
A	del 1 a 20%
B	del 21 a 40%
C	de 41 a 60%
D	de 61 a 80%
E	de 81 a 100%

Fuente: Cerna (1994)

Los datos originales de la frecuencia de malezas (%) fueron transformados angularmente empleando el seno del arco  $\sqrt{x}$  para realizar el Análisis de Variancia (ANVA) y la prueba de rango múltiple de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ).

#### d. Actividad herbicida

La evaluación de la actividad herbicida de un producto está basada en la comparación directa entre la parcela tratada y la parcela no tratada

(tratamiento sin ningún control). La actividad herbicida se evaluó a los 25, 30, 45, 60 y 80 DDS. Se empleó la escala mencionada por Cerna (1994) modificada para las condiciones del experimento (Cuadro 8).

**Cuadro 8:** Escala de actividad herbicida

Grados de control	Valor cualitativo
0	control nulo
1 - 2	mal control
3 - 4	control pobre
5 - 6	control regular
7 - 8	buen control
9 - 10	control excelente

Fuente: Cerna (1994)

**e. Análisis económico**

El análisis económico se realizó en base a los costos de aplicación de los herbicidas utilizados (pendimethalin, oxyfluorfen y linuron) según cada tratamiento del experimento. Se evaluó el costo/eficiencia para una mochila de aplicación de 20 l de capacidad en relación a los días de control del herbicida, tomando como referencia el período crítico de competencia del cultivo de ajo.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Malezas

En el Cuadro 9 se presenta la relación de las principales malezas en el campo experimental. Las malezas más frecuentes fueron: *Nicandra physaloides* (“capulí cimarrón”), *Galinsoga parviflora* (“galinsoga”), *Cynodon dactylon* (“grama dulce”) y *Sorghum halapense* (“grama china”). Las menos frecuentes fueron: *Coronopus didymus* (“pichi de perro”) y *Brassica campestris* (“mostacilla”).

#### 1.1. Cobertura total de malezas

En el Cuadro 10 y Figura 1 se presenta los valores promedio de cobertura total de malezas expresados en porcentaje, obtenidos en las ocho evaluaciones que se realizaron durante el desarrollo del experimento.

En el análisis de variancia (Cuadro 11) se observa que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que las aplicaciones herbicidas afectaron el desarrollo de las malezas y al menos un tratamiento fue diferente de los demás.

En la primera evaluación realizada a los 25 DDS se observó la menor cobertura total de malezas en los tratamientos con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC con un promedio de 2% para ambos casos, lo que confirma lo señalado por Fuertes (1994) con respecto al comportamiento de los herbicidas oxyfluorfen y pendimethalin aplicados en pre-emergencia. Los tratamientos con pendimethalin 3.5 l/ha PC y linuron 0.5 l/ha PC presentaron valores promedio de 7.25 y 13.75% respectivamente, mientras que el tratamiento sin ningún control presentó 26.25%.

En la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4 que presentaron la menor cobertura, pero si hubieron diferencias entre ellos y el tratamiento T5 que presentó la mayor cobertura.



**Cuadro 9.** Relación de las principales malezas presentes durante el ensayo

Hoja Ancha			
Nombre Científico		Nombre Común	Familia
<i>Amaranthus hybridus</i>	*	"yuyo"	Amaranthaceae
<i>Bidens pilosa</i>	*	"amor seco"	Asteraceae
<i>Brassica campestris</i>	*	"mostacilla"	Brassicaceae
<i>Chenopodium album</i>	*	"quinua silvestre"	Amaranthaceae
<i>Chenopodium murale</i>	**	"hierba de gallinazo"	Amaranthaceae
<i>Coronopus didymus</i>	*	"pichi de perro"	Brassicaceae
<i>Eclipta alba</i>	*	"botoncillo"	Asteraceae
<i>Euhorbia pepus</i>	*	"lechera"	Euphorbiaceae
<i>Fumaria capreolata</i>	**	"fumaria"	Fumariaceae
<i>Galinsoga parviflora</i>	***	"galinsoga"	Asteraceae
<i>Ipomoea purpurea</i>	*	"campanilla"	Convolvulaceae
<i>Malva parviflora</i>	*	"malva"	Malvaceae
<i>Melilotus indicus</i>	*	"alfalfilla"	Fabaceae
<i>Nicandra physaloides</i>	***	"capulí cimarrón"	Solanaceae
<i>Oxalis corniculata</i>	**	"trébol"	Oxalidaceae
<i>Plantago major</i>	*	"llantén"	Plantaginaceae
<i>Portulaca oleraceae</i>	**	"verdolaga"	Portulacaceae
<i>Ricinus communis</i>	**	"higuerilla"	Euphorbiaceae
<i>Sonchus oleraceus</i>	**	"cerraja"	Asteraceae
Hoja Angosta			
Nombre Científico		Nombre Común	Familia
<i>Cenchrus echinatus</i>	*	"cadillo", "pega-pega"	Poaceae (Gramineae)
<i>Cynodon dactylon</i>	***	"grama dulce", "grama bermuda"	Poaceae (Gramineae)
<i>Cyperus rotundus</i>	*	"coquito"	Cyperaceae
<i>Eleusine indica</i>	*	"pata de gallina"	Poaceae (Gramineae)
<i>Setaria verticillata</i>	**	"cola de zorro"	Poaceae (Gramineae)
<i>Paspalum racemosum</i>	*	"maicillo"	Poaceae (Gramineae)
<i>Sorghum halapense</i>	***	"grama china"	Poaceae (Gramineae)
* Poco frecuente			
** Frecuente			
*** Muy frecuente			

**Cuadro 10:** Porcentaje de cobertura total de malezas

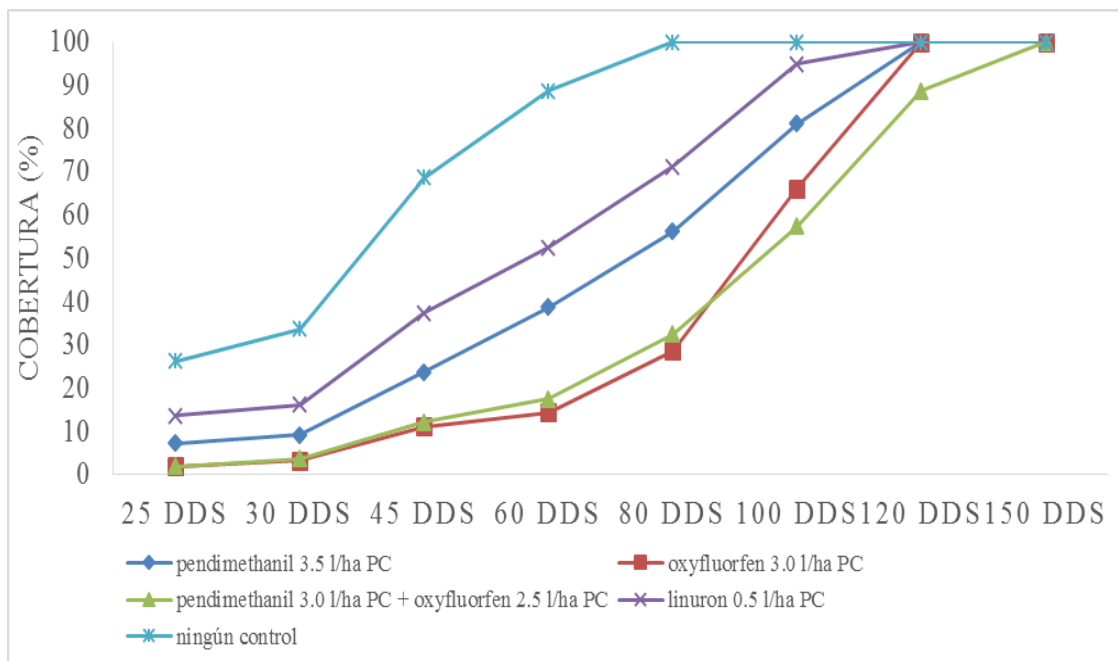
Tratamiento	Días después de la siembra															
	25		30		45		60		80		100		120		150	
pendimethalin 3.5 l/ha PC	7.25	b	9.25	b	23.75	c	38.75	c	56.25	c	81.25	c	100	a	100	a
oxyfluorfen 3.0 l/ha PC	2	b	3.25	b	11.25	c	14.5	c	28.75	c	66.25	c	100	a	100	a
pendimethalin 3.0 l/ha PC + oxyfluorfen 2.5 l/ha PC	2	b	3.75	b	12.25	c	17.5	c	32.5	c	57.5	c	88.75	a	100	a
linuron 0.5 l/ha PC	13.75	b	16.25	b	37.5	b	52.5	b	71.25	b	95	b	100	a	100	a
ningún control	26.25	a	33.75	a	68.75	a	88.75	a	100	a	100	a	100	a	100	a

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según la Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ )

**Cuadro 11:** Análisis de Variancia (ANVA) de los porcentajes de cobertura total de malezas

Fuente de variabilidad	G.L.	25 DDS	30 DDS		45 DDS		60 DDS		80 DDS		100 DDS		120 DDS		150 DDS		
		C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.	C.M.		
Bloque	3	32.0933333		70.5433333		258.07		269.766667		109.533333		858.866667		68.4066667		2500	
Tratamiento	4	381.9875	**	439.06	**	992.5425	**	1937.55	**	1547.8	**	933.525	*	135.995	ns	3000	ns
Error	12	21.8091667		24.9733333		57.5083333		117.341667		112.15		207.383333		68.4058333		15000	
Total	19																

ns: no significativo; \* : significativo al 0.05; \*\* : significativo al 0.01; DDS: días después de la siembra.



**Figura 1.** Evolución de las coberturas totales durante la duración del experimento.

En la segunda evaluación realizada a los 30 DDS no se registraron muchas diferencias con respecto a la primera evaluación, debido a la cercanía de las fechas (5 días de diferencia) y al efecto residual de los herbicidas. En el tratamiento sin ningún control, la cobertura se incrementó en casi 10%.

Si bien la cobertura en los tratamientos con herbicidas se podría considerar baja, el crecimiento de las malezas fue superior al del cultivo, evidenciando el rápido establecimiento y crecimiento de éstas, favorecidas por los riegos frecuentes que son necesarios. De este modo se evidencia la competencia con el cultivo por luz, agua, nutrientes y espacio; tal y como lo señalaron Helfgott (1985) y García y Fernández-Quintanilla (1991).

La prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) indicó que los promedios de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 eran similares pero existían diferencias entre éstos y el tratamiento T5.

En la tercera evaluación realizada a los 45 DDS se observó la menor cobertura total de malezas en el tratamiento con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC con un valor promedio de 11.25%, seguido muy cerca por pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC con 12.25% y luego pendimethalin 3.5 l/ha PC con 23.75%; lo cual demuestra una

buena acción éstos herbicidas. Resultados muy similares fueron obtenidos por Fuertes (1994) y Alvarez (1997) en experimentos realizados en ajo en las zonas de Lima y Huaral, respectivamente.

Los tratamientos con linuron 0.5 l/ha PC y sin ningún control, presentaron valores promedios de 37.50 y 68.75%, respectivamente; mostrando un incremento de más del 50% con respecto a la evaluación anterior (30 DDS).

Según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) no existían diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3 que tienen los valores más bajos pero hubieron diferencias entre éstos y los tratamientos T4 y T5.

En la cuarta evaluación realizada a los 60 DDS se observó la menor cobertura total de malezas en el tratamiento con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC, con un valor promedio de 14.50%, seguido por pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC con 17.50%, pendimethalin 3.5 l/ha PC con 38.75% y linuron 0.5 l/ha PC con 52.50%. El tratamiento sin ningún control presentó 88.75% de cobertura total de malezas. Para Alvarez (1997), pendimethalin y oxyfluorfen aplicados en pre-emergencia controlan un gran número de malezas anuales durante más de 70 días después de su aplicación.

Con la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) se puede ver que no existieron diferencias entre los tratamientos T1, T2 y T3 pero si existieron diferencias entre éstos y los tratamientos T4 y T5.

En la quinta evaluación realizada a los 80 DDS se observó la menor cobertura total de malezas en el tratamiento con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC con un valor promedio de 28.75%, seguido por pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC con 32.50%. Estos valores presentaron un incremento de casi un 50% en relación a la evaluación anterior (60 DDS). El tratamiento con pendimethalin 3.5 l/ha PC aumentó su cobertura a 56.25% y el tratamiento con linuron 0.5 l/ha PC a 71.25%. En el tratamiento sin ningún control se observó 100% de cobertura total de malezas.

Según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) no existieron diferencias entre los tratamientos T1, T2 y T3 pero si existieron diferencias entre éstos y los tratamientos T4 y T5.

En la sexta evaluación realizada a los 100 DDS se observó que el tratamiento que presentó la menor cobertura total de malezas fue el pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC con un valor promedio de 57.50%; esto se debió al efecto residual de la mezcla de ambos ingredientes activos. Los tratamientos con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC, pendimethalin 3.5 l/ha PC y linuron 0.5 l/ha PC presentaron una cobertura total de 66.25, 81.25 y 95%, respectivamente, donde muchas veces las malezas cubrían por completo al cultivo. El tratamiento sin ningún control presentó 100% de cobertura total, en donde las malezas habían aumentado de tamaño y algunas llegaban a casi un metro de altura.

La prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) revela que no existieron diferencias entre los tratamientos T1, T2 y T3, pero si existieron diferencias entre éstos y los tratamientos T4 y T5.

En la séptima evaluación realizada a los 120 DDS se observó la menor cobertura total de malezas en el tratamiento con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC con un valor promedio de 88.75%. Los demás tratamientos presentaron 100% de cobertura total de malezas, pero el tratamiento sin ningún control presentaba malezas de mayor tamaño. Según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

En la octava evaluación realizada a los 150 DDS todos los tratamientos presentaron un 100% de cobertura total de malezas. En la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

En cuanto al comportamiento de los tratamientos a lo largo de las ocho evaluaciones, se puede observar que los tratamientos con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC presentaron un comportamiento similar a lo largo de todo el experimento, habiendo mantenido una cobertura relativamente baja (14.5 y 17.5%) hasta los 60 DDS. A los 80 DDS, la cobertura se incrementó en casi el doble (28.75 y 32.5%), debido a que el efecto residual de los herbicidas se iba reduciendo con el paso de los días. A los 100 DDS la cobertura total fue mayor (más del 50%) para finalmente llegar al 100% de cobertura total, el tratamiento con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC

a los 120 DDS y el tratamiento con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC a los 150 DDS.

En el tratamiento con pendimethalin 3.5 l/ha PC, a los 25 y 30 DDS la cobertura total fue de 7.25 y 9.25% respectivamente. Recién a los 45 DDS se observó un incremento de más del 50% del valor anterior, alcanzando una cobertura de 23.75%. A los 60, 80 y 100 DDS la cobertura total siguió incrementándose de manera significativa, llegando al 100% de cobertura total a los 120 DDS. En el tratamiento con linuron 0.5 l/ha PC se observó un comportamiento similar al tratamiento con pendimethalin 3.5 l/ha PC. También se alcanzó el 100% de cobertura total a los 120 DDS. Por otro lado en el tratamiento sin ningún control se pudo observar el rápido incremento de la cobertura de malezas. A los 45 DDS la cobertura total ya había superado el 50% del área evaluada (68.75%) que siguió incrementándose con el paso de los días. En este tratamiento se llegó al 100% de cobertura total a los 80 DDS.

## **1.2. Cobertura de malezas de hoja ancha y hoja angosta**

En el Cuadro 12 se presenta los valores correspondientes a la cobertura de malezas de hoja ancha y hoja angosta y en las Figuras 2 al 10 se presentan la distribución de los porcentajes de cobertura de malezas de hoja ancha y angosta a lo largo de las evaluaciones.

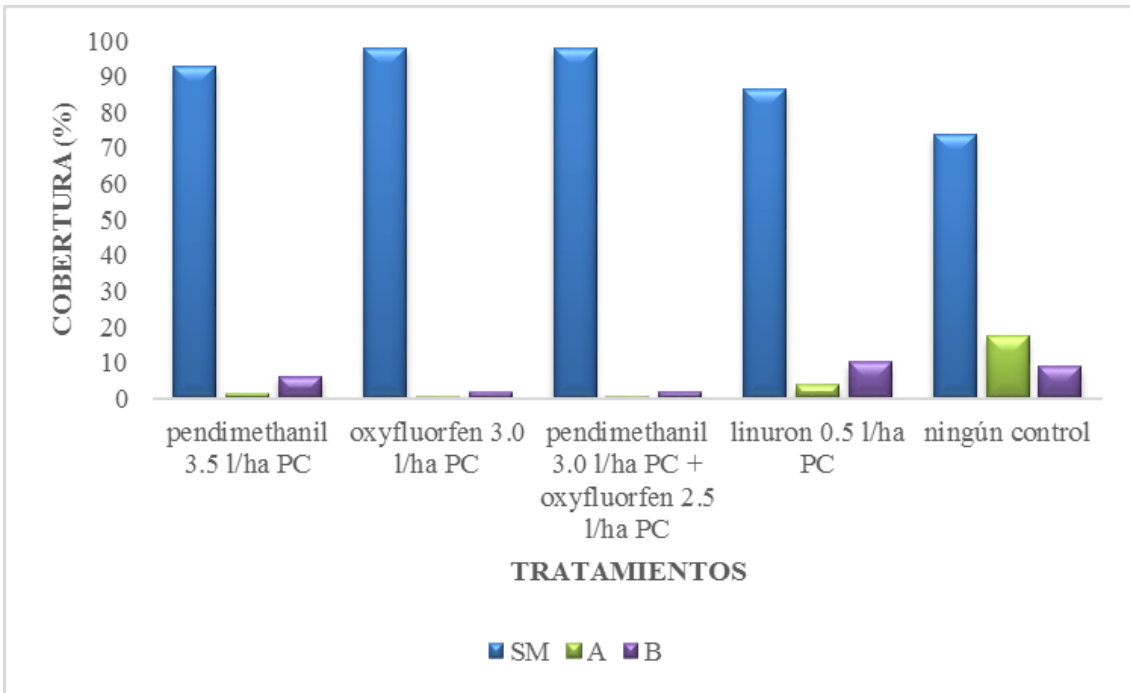
A los 25 DDS (Cuadro 12) no hubo una marcada presencia de malezas en los tratamientos debido al efecto de los herbicidas. Los tratamientos con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC fueron los que presentaron un menor porcentaje de cobertura total. Luego siguieron los tratamientos con pendimethalin 3.5 l/ha PC y linuron 0.5 l/ha PC. En todos los tratamientos con herbicidas se observó un mayor porcentaje de malezas de hoja angosta. El tratamiento sin ningún control fue el que presentó mayor cobertura total y además un mayor porcentaje de malezas de hoja ancha (66.25%). De acuerdo a la Figura 2, los tratamientos con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (0.13%), oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (0.23%), pendimethalin 3.5 l/ha PC (1.12%) y linuron 0.5 l/ha PC (3.68%), presentaron menor porcentaje de malezas de hoja ancha. El tratamiento sin ningún control presentó un mayor porcentaje de malezas de hoja ancha (17.39%).

**Cuadro 12:** Porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha y hoja angosta

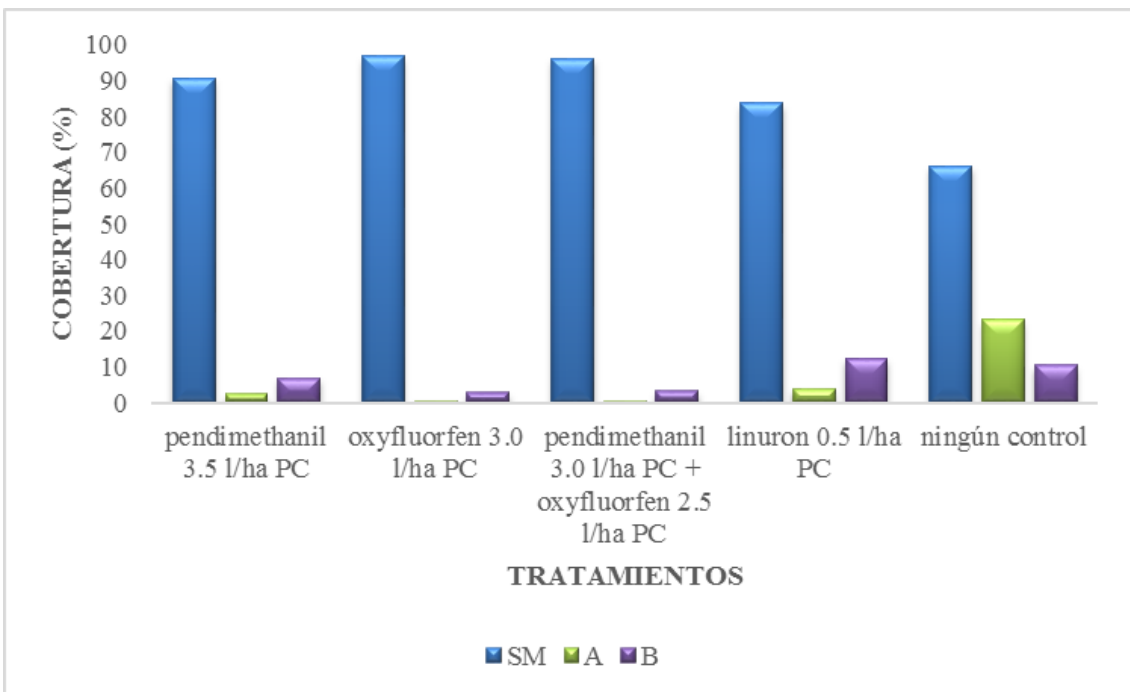
Tratamiento	Días después de la siembra																							
	25			30			45			60			80			100			120			150		
	T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B
T1	7.25	15.5	84.5	9.25	26.25	73.75	23.75	33.75	66.25	38.75	38.75	61.25	56.25	38.75	61.25	81.25	37.5	62.5	100	31.25	68.75	52.06	31.94	68.06
T2	2	11.25	88.75	3.25	13.75	86.25	11.25	27.5	72.5	14.5	27.5	72.5	28.75	33.75	66.25	66.25	36.25	63.75	100	53.75	46.25	40.75	30.78	69.22
T3	2	6.25	93.75	3.75	11.25	88.75	12.25	17.5	82.5	17.5	11.25	88.75	32.5	15	85	57.5	22.5	77.5	88.75	27.5	72.5	39.28	15.31	84.69
T4	13.75	26.75	73.25	16.25	23.75	76.25	37.5	43.75	56.25	52.5	42.5	57.5	71.25	36.25	63.75	95	37.5	62.5	100	41.25	58.75	60.78	36.78	63.22
T5	26.25	66.25	33.75	33.75	68.75	31.25	68.75	73.25	23.75	88.75	67.5	32.5	100	77.5	22.5	100	73.75	26.25	100	61.25	38.75	77.19	69.22	30.78

T1: pendimethalin 3.5 l/ha PC; T2: oxyfluorfen 3.0 l/ha PC; T3: pendimethalin 3.0 l/ha PC + oxyfluorfen 2.5 l/ha PC; T4: linuron 0.5 l/ha PC; T5: ningún control; PC: producto comercial; T: cobertura total de malezas; A: malezas de hoja ancha y B: malezas de hoja angosta.





**Figura 2.** Cobertura de malezas a los 25 DDS (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: hoja angosta).



**Figura 3.** Cobertura de malezas a los 30 DDS (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: malezas de hoja angosta).

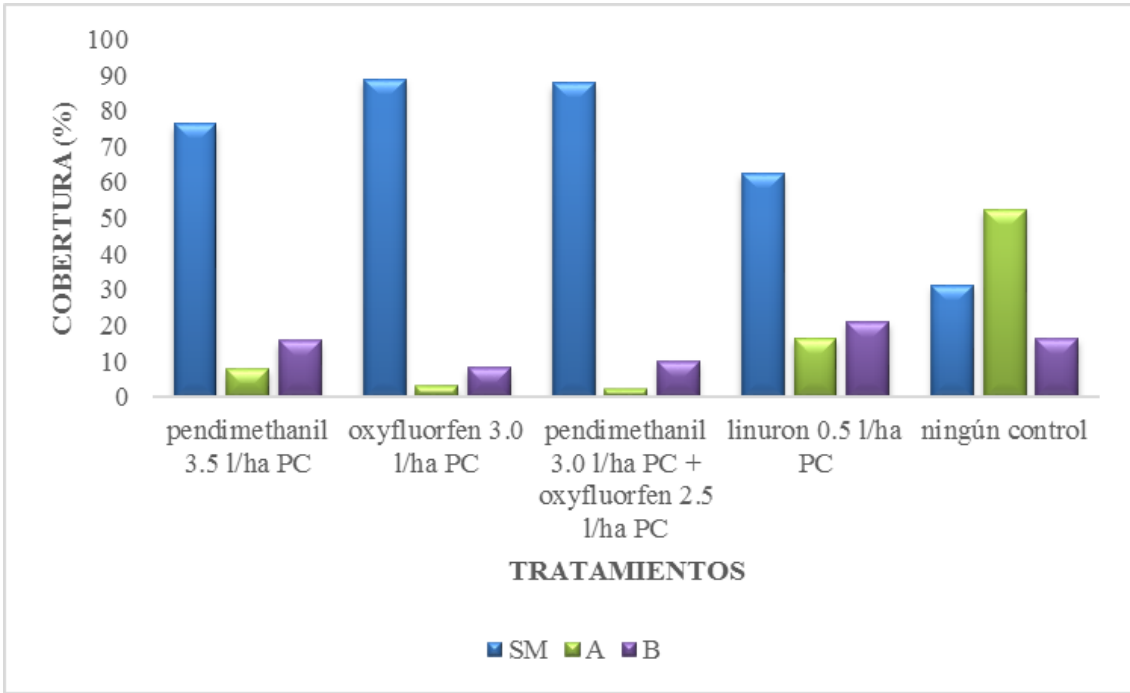
En la segunda evaluación realizada a los 30 DDS (Cuadro 12) la presencia de malezas en los tratamientos con herbicidas siguió siendo baja, debido al efecto residual de los mismos. Los valores de cobertura de hoja ancha para los tratamientos con herbicidas oscilaron entre 11.25 y 26.25%. Por otro lado, en el tratamiento sin ningún control se observó el mayor porcentaje de malezas de hoja ancha (68.75%). Esto se debió al rápido desarrollo y al tipo de follaje de estas especies, lo que les permite ser más agresivas en cuanto a cobertura y competencia por luz que las especies de hoja angosta.

Según la Figura 3 la cobertura de malezas de hoja ancha se incrementó ligeramente en los tratamientos con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (0.42%) y oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (0.45%). El tratamiento sin ningún control presentó un mayor porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha (23.20%).

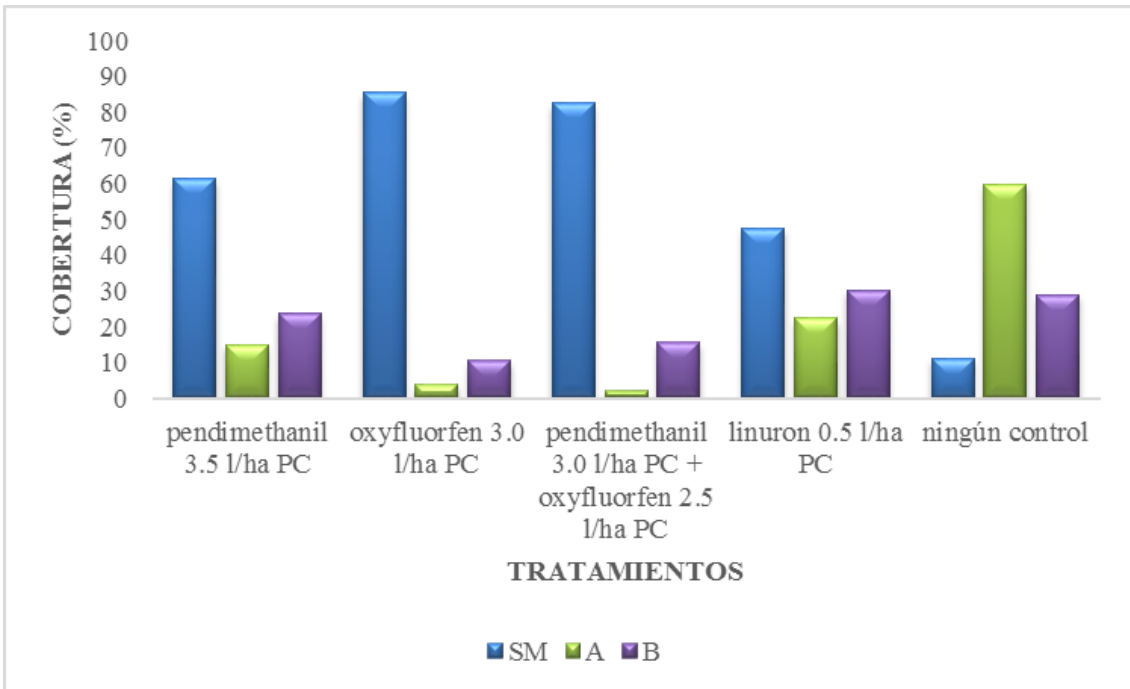
En la tercera evaluación realizada a los 45 DDS (Cuadro 12), la cobertura total en los tratamientos con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC y oxyfluorfen 3.0 l/ha PC seguía siendo baja (menos de 15%) como resultado del efecto herbicida. En estos casos, el porcentaje de malezas de hoja ancha era considerablemente menor al porcentaje de malezas de hoja angosta; siendo *Cynodon dactylon* la especie que más sobresalía. En los tratamientos con pendimethalin 3.5 l/ha PC y linuron 0.5 l/ha PC la cobertura total fue de 23.75 y 37.50%, respectivamente; donde también el porcentaje de malezas de hoja ancha era menor al de hoja angosta. Finalmente en el tratamiento sin ningún control la alta cobertura total (68.75%) era debido, casi exclusivamente a especies de hoja ancha (76.25%), siendo *Nicandra physaloides* la principal.

En la Figura 4 se observa que el tratamiento con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC fue el que presentó el menor porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha (2.14%). El tratamiento sin ningún control presentó el mayor porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha (52.42%), con una marcada diferencia sobre el porcentaje de cobertura de malezas de hoja angosta (16.33%).

En la cuarta evaluación realizada a los 60 DDS (Cuadro 12) la cobertura total en los tratamientos con oxyfluorfen 3.0 l/ha PC y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC se incrementó a 14.5 y 17.5%, respectivamente.



**Figura 4.** Cobertura de malezas a los 45 DDS (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: malezas de hoja angosta).



**Figura 5.** Cobertura de malezas a los 60 DDS (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: malezas de hoja angosta).

En los tratamientos con pendimethalin 3.5 l/ha PC y linuron 0.5 l/ha PC se observó una cobertura total de 38.75 y 52.5%, respectivamente; en los cuales, el porcentaje de cobertura de hoja ancha fue menor al de hoja angosta. El tratamiento sin ningún control fue el que presentó el mayor porcentaje de cobertura de hoja ancha (67.5%).

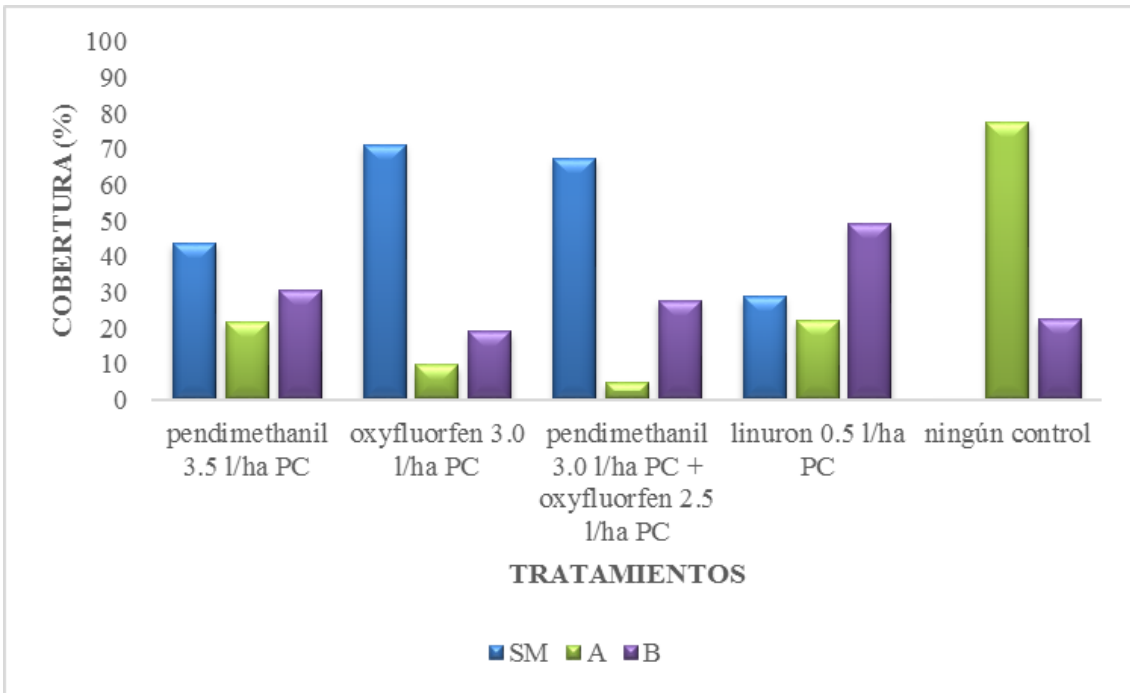
Según la Figura 5, el tratamiento con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC presentó el menor porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha (1.97%). El tratamiento sin ningún control presentó el mayor porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha (59.91%).

Durante las primera cuatro evaluaciones se observó en los tratamientos con herbicidas que conforme aumentaba el área de cobertura de malezas, también se incrementaba la cobertura de malezas de hoja angosta, siendo *Cynodon dactylon* la principal. En el caso del tratamiento sin ningún control, *Nicandra physaloides* fue la más representativa en las malezas de hoja ancha.

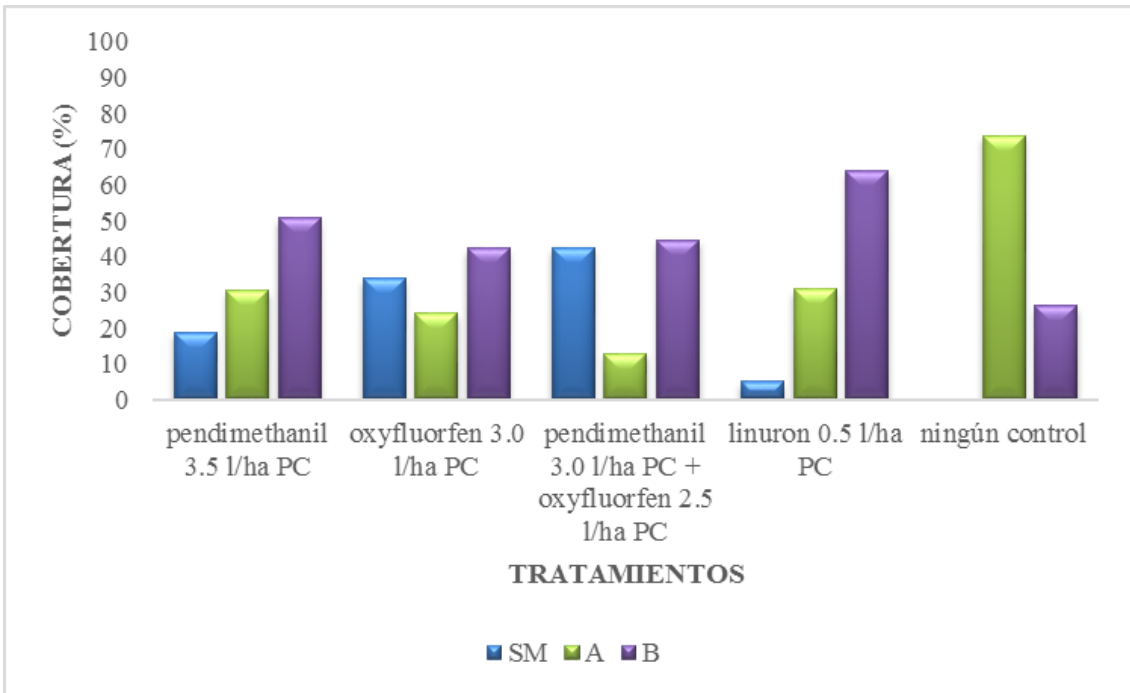
En la quinta evaluación realizada a los 80 DDS (Cuadro 12), la cobertura de malezas de hoja ancha en los tratamientos no cambiaron mucho en relación a las evaluaciones anteriores. El tratamiento sin ningún control llegó al 100% de cobertura total, correspondiéndole la mayor a las malezas de hoja ancha (77.50%).

En la Figura 6 se puede observar que los tratamientos con herbicidas presentan un menor porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha, siendo el tratamiento con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC el de menor valor (4.88%). El tratamiento sin ningún control estaba cubierto totalmente de malezas (100%), presentando casi una relación de 3:1 entre malezas de hoja ancha (77.5%) y malezas de hoja angosta (22.5%).

En la sexta evaluación realizada a los 100 DDS (Cuadro 12), en los tratamientos con herbicidas la cobertura de malezas de hoja ancha variaba entre 22.5 y 37.5%. En el tratamiento sin ningún control las malezas de hoja ancha eran predominantes y estaba cubierto casi exclusivamente con plantas de *Nicandra physaloides* que no eran muchas en número pero estaban muy desarrolladas.



**Figura 6.** Cobertura de malezas a los 80 DDS (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: malezas de hoja angosta).

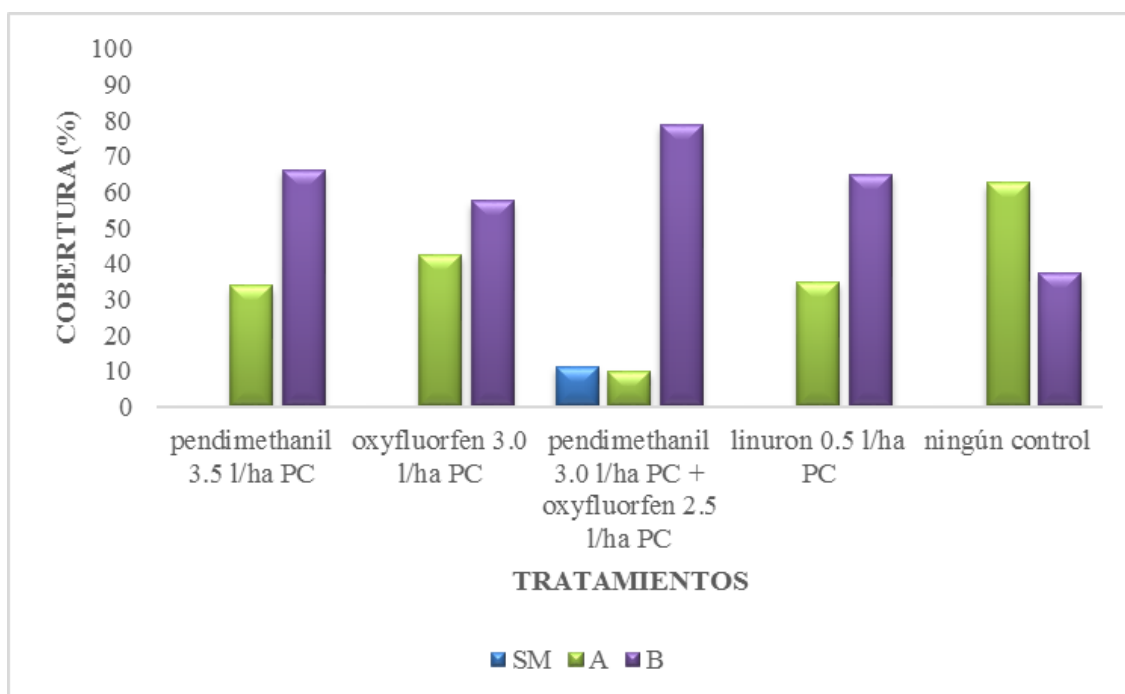


**Figura 7.** Cobertura de malezas a los 100 DDS (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: malezas de hoja angosta).

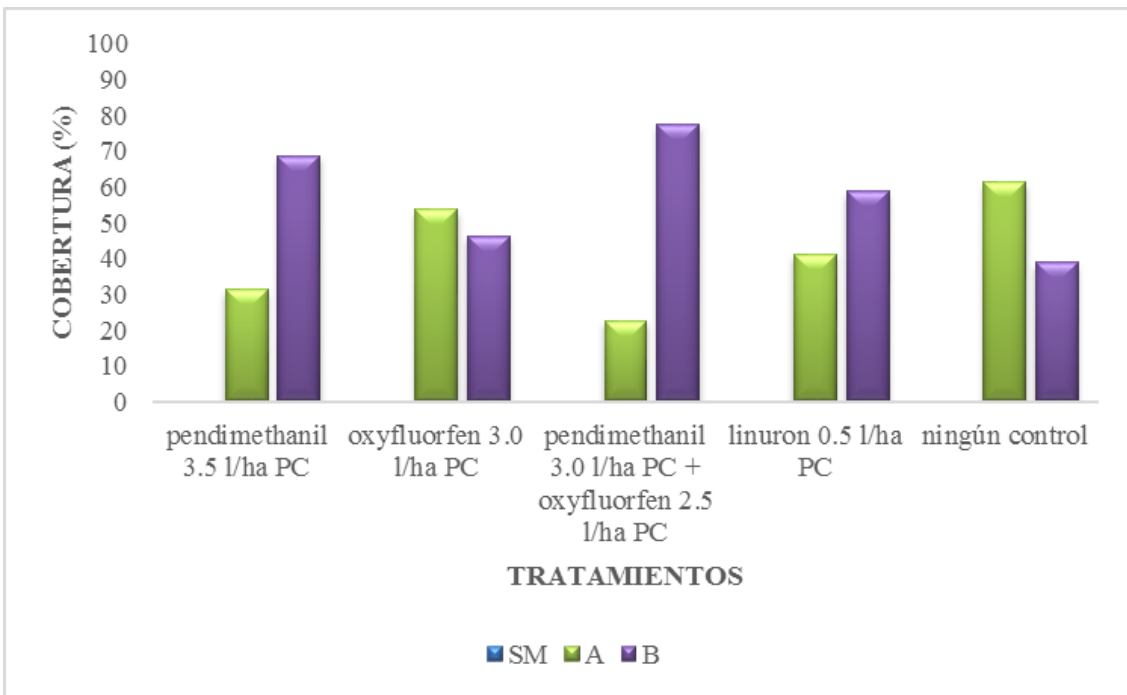
De acuerdo a la Figura 7, se observa que no existieron diferencias marcadas en relación a la evaluación anterior. El tratamiento con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC presentó el menor porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha (12.94%) y el tratamiento sin ningún control presentó el mayor (73.75%).

En la séptima evaluación realizada a los 120 DDS (Cuadro 12), los tratamientos presentaron un 100% de cobertura total, a excepción del tratamiento con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (88.75%); además de presentar la menor cobertura de malezas de hoja ancha (11.25%).

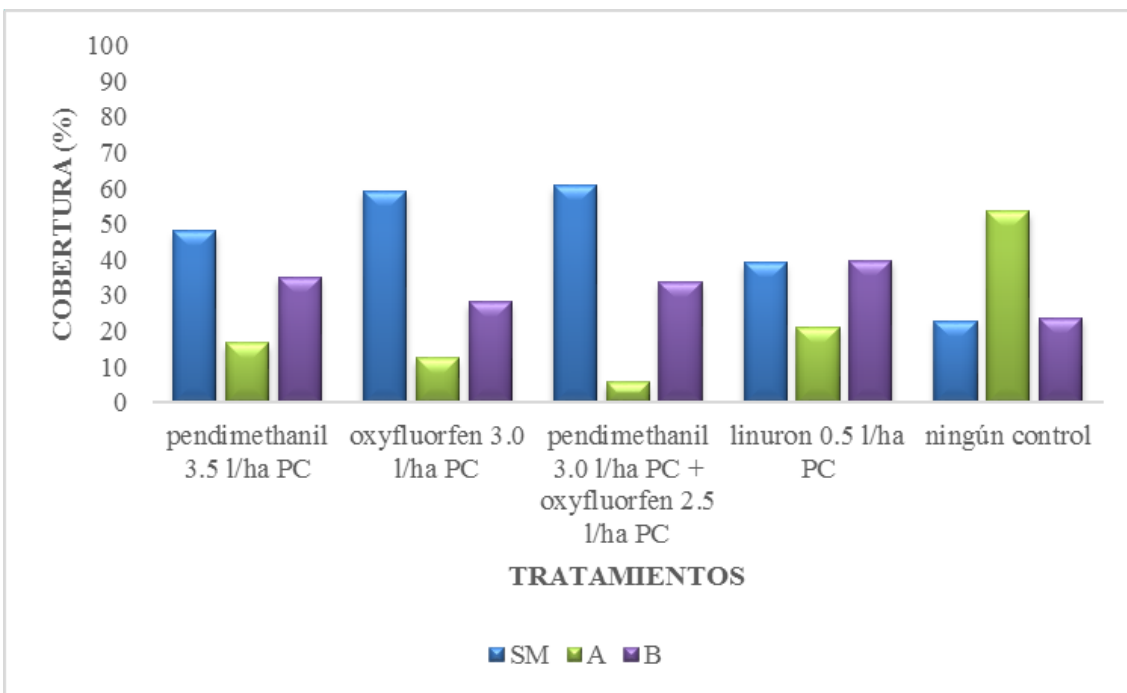
En la Figura 8 se observa que el porcentaje de malezas de hoja ancha es menor que el de hoja angosta en todos los tratamientos con herbicidas. En el tratamiento sin ningún control se observó 62.5% de malezas de hoja ancha y 37.5% de malezas de hoja angosta.



**Figura 8.** Cobertura de malezas a los 120 DDS (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: malezas de hoja angosta).



**Figura 9.** Cobertura de malezas a los 150 DDS (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: malezas de hoja angosta).



**Figura 10.** Cobertura promedio de malezas (SM: sin malezas, A: malezas de hoja ancha, B: malezas de hoja angosta).

En la octava evaluación realizada a los 150 DDS (Cuadro 12), todos los tratamientos presentaron un 100% de cobertura total de malezas.

Según la Figura 9, de igual manera que en las evaluaciones anteriores, los tratamientos con herbicidas presentaron un menor porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha en relación a las malezas de hoja angosta.

En conclusión (Figura 10), a través de las ocho evaluaciones se ha podido observar el buen efecto que han tenido los herbicidas sobre el control de malezas, en lo referente a cobertura total, malezas de hoja ancha y el tiempo de protección al cultivo el cual llegó hasta los 80 DDS en los tratamientos T2 (oxyfluorfen 3.0 l/ha PC) y T3 (pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC), 60 DDS en el tratamiento T1 (pendimethalin 3.5 l/ha PC) y 45 DDS en el tratamiento T4 (linuron 0.5 l/ha PC). Cabe señalar que según Quispe (1994), el período crítico de competencia de las malezas con el cultivo de ajo está comprendido entre los 28 y 58 DDS, período que fue cubierto por los tratamientos T1, T2 y T3.

### 1.3. Grado de cobertura

En el Cuadro 13 se presenta los valores correspondientes al grado de cobertura total de malezas para todos los tratamientos durante las evaluaciones.

Durante la primera evaluación (25 DDS) los tratamientos que presentaron un menor grado de cobertura total de malezas corresponden a oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (1) y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (1), seguido por pendimethalin 3.5 l/ha PC (1.5), linuron 0.5 l/ha PC (2.25) y el tratamiento sin ningún control (3.25). Al relacionarlos con las escalas de Hult-Sernander y Braun-Blanquet, se concluye que presentan una **cobertura pequeña** y **abundancia escasa** para los dos primeros tratamientos. Para los siguientes tratamientos le corresponden **cobertura pequeña** y **abundante** para ambos casos y finalmente el tratamiento sin ningún control presentó **cobertura regular** y **numerosa**.



**Cuadro 13:** Grado de cobertura total de malezas.

Tratamiento	Días después de la siembra								
	25	30	45	60	80	100	120	150	Prom.
pendimethalin 3.5 l/ha PC	1.5	1.75	3.25	4	4.5	5	5	5	3.75
oxyfluorfen 3.0 l/ha PC	1	1	1.75	2.5	3.5	4.75	5	5	3.06
pendimethalin 3.0 l/ha PC + oxyfluorfen 2.5 l/ha PC	1	1.25	2	2.5	3.25	4.5	5	5	3.06
linuron 0.5 l/ha PC	2.25	2.75	3.75	4.75	4.75	5	5	5	4.16
ningún control	3.25	3.75	4.75	5	5	5	5	5	4.59

PC: producto comercial

En la segunda evaluación (30 DDS) el tratamiento que presentó un menor grado de cobertura total de malezas corresponde a oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (1), seguido por pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (1.25), pendimethalin 3.5 l/ha PC (1.75), linuron 0.5 l/ha PC (2.75) y el tratamiento sin ningún control (3.75). Al relacionarlos con las escalas de Hult-Sernander y Braun-Blanquet, se concluye que presentan una **cobertura pequeña** y **abundancia escasa** para los dos primeros tratamientos. Para los siguientes tratamientos le corresponden **cobertura mediana** y **abundante** para ambos casos y finalmente el tratamiento sin ningún control presentó **cobertura regular** y **numerosa**.

En la tercera evaluación (45 DDS) el tratamiento que presentó un menor grado de cobertura total de malezas corresponde a oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (1.75), seguido por pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (2), pendimethalin 3.5 l/ha PC (3.25), linuron 0.5 l/ha PC (3.75) y el tratamiento sin ningún control (4.75). Al relacionarlos con las escalas de Hult-Sernander y Braun-Blanquet, se concluye que presentan una **cobertura mediana** y **abundante** para los tres primeros tratamientos, **cobertura regular** y **numerosa** para el siguiente y **cobertura alta** y **muy numerosa** para el tratamiento sin ningún control.

En la cuarta evaluación (60 DDS) los tratamientos que presentaron un menor grado de cobertura total de malezas corresponden a oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (2.5) y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (2.5), seguidos por pendimethalin 3.5 l/ha PC (4), linuron 0.5 l/ha PC (4.75) y el tratamiento sin ningún control (5). Al relacionarlos con las escalas de Hult-Sernander y Braun-Blanquet, se concluye que presentan una **cobertura mediana** y **abundante** para los dos primeros, **cobertura regular** y **numerosa** para pendimethalin, **cobertura alta** y **muy numerosa** para linuron y **cobertura muy alta** y **cualquier número** para el tratamiento sin ningún control.

En la quinta evaluación (80 DDS) el tratamiento que presentó un menor grado de cobertura total de malezas corresponde a pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (3.25), seguido por oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (3.5), pendimethalin 3.5 l/ha PC (4.5), linuron 0.5 l/ha PC (4.75) y el tratamiento sin ningún control (5). Al relacionarlos con las escalas de Hult-Sernander y Braun-Blanquet, se concluye que presentan una **cobertura regular** y **numerosa** para los dos primeros, **cobertura alta** y **muy**

**numerosa** para pendimethalin y linuron. El tratamiento sin ningún control presentó una **cobertura muy alta y cualquier número**.

En la sexta evaluación (100 DDS) el tratamiento que presentó un menor grado de cobertura total de malezas corresponde a pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (4.5), seguido por oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (4.75). Los otros tratamientos presentaron un grado igual a 5. Al relacionarlos con las escalas de Hult-Sernander y Braun-Blanquet, se concluye que presentan una **cobertura alta y muy numerosa** para los tres primeros tratamientos y **cobertura muy alta y cualquier número** para los otros tres tratamientos.

En la séptima evaluación (120 DDS) y octava evaluación (150 DDS), todos los tratamientos presentaron un grado de cobertura total de malezas igual a 5. Al relacionarlos con las escalas de Hult-Sernander y Braun-Blanquet, se concluye que todos los tratamientos presentan una **cobertura muy alta y cualquier número**.

En conclusión, a través de las evaluaciones se ha podido observar que los tratamientos que presentaron un menor grado de cobertura promedio fueron pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (3.06) y oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (3.06). Luego siguieron los tratamientos con pendimethalin 3.5 l/ha PC (3.75) y linuron 0.5 l/ha PC (4.16).

#### **1.4. Frecuencia**

En el Cuadro 14 se presenta los valores promedio de la frecuencia de malezas para todos los tratamientos a los 25, 30 y 45 DDS y en el Cuadro 15 el Análisis de Variancia (ANVA).

Durante la evaluación realizada a los 25 DDS, los valores de frecuencia de malezas fluctuaron entre 5.21% para los tratamientos oxyfluorfen 3.0 l/ha PC y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC y 43.75% para el tratamiento sin ningún control y al relacionarlos con la escala de Raunkier se observa que el primer y el segundo valor se encuentran en la clase A y C, respectivamente.

**Cuadro 14:** Frecuencia de malezas

Tratamiento	Días después de la siembra					
	25		30		45	
pendimethalin 3.5 l/ha PC	9.37	b	10.42	b	20.83	b
oxyfluorfen 3.0 l/ha PC	5.21	b	5.21	b	13.54	b
pendimethalin 3.0 l/ha PC + oxyfluorfen 2.5 l/ha PC	5.21	b	6.25	b	10.42	b
linuron 0.5 l/ha PC	8.34	b	8.34	b	19.79	b
ningún control	43.75	a	51.04	a	100	a

PC: producto comercial. Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según la Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ).

**Cuadro 15:** Análisis de Variancia (ANVA) de la frecuencia de malezas

Fuente de variabilidad	G.L.	25 DDS		30 DDS		45 DDS	
		C.M.		C.M.		C.M.	
Bloque	3	37.4966667		22.81		11.9333333	
Tratamiento	4	574.7375	**	741.3725	**	3600.425	**
Error	12	4.64833333		10.9183333		12.4083333	
Total	19						

ns: no significativo; \*: significativo al 0.05; \*\*: significativo al 0.01; DDS: días después de la siembra.

Durante la evaluación realizada a los 25 DDS, los valores de frecuencia de malezas fluctuaron entre 5.21% para los tratamientos oxyfluorfen 3.0 l/ha PC y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC y 43.75% para el tratamiento sin ningún control y al relacionarlos con la escala de Raunkier se observa que el primer y el segundo valor se encuentran en la clase A y C, respectivamente.

En la segunda evaluación realizada a los 30 DDS, los valores oscilaron entre 5.21% para el tratamiento oxyfluorfen 3.0 l/ha PC y 51.04% para el tratamiento sin ningún control y al relacionar ambos valores con la escala de Raunkier se ubican en la clase A y C, respectivamente.

En la tercera evaluación realizada a los 45 DDS, los valores de frecuencia se encontraban entre 10.42% para el tratamiento pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC y 100% para el tratamiento sin ningún control. Al relacionarlos con la escala de Raunkier se observa que el primer valor se encuentra en la clase A y el segundo valor en la clase E.

En el Cuadro 15, el análisis de variancia (ANVA) indica que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Para los 25 DDS se explica debido a que la frecuencia de malezas es un indicador que nos expresa la presencia o ausencia de especies de malezas en un área determinada. Luego de las aplicaciones herbicidas para cada tratamiento, la presencia de malezas en el campo es mínima.

Para los 30 DDS no se observó mucha diferencia con relación a la evaluación anterior debido a la cercanía de las fechas. El tratamiento si ningún control presentó los valores más altos de frecuencia de malezas.

Para los 45 DDS la frecuencia de malezas se logró controlar medianamente, debido a que el grado de persistencia de cada herbicida difiere uno de otro.

Altieri *et al* (1997) mencionaron que debido a los cambios de frecuencia de las especies de malezas agresivas, asociadas con las secuencias de los cultivos y el tipo de labores en las aplicaciones herbicidas, se vuelve más obvio que se requiere más de un solo método de manejo de malezas para mediar con los complejos de malezas dominantes.

Al realizarse la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los 25 DDS, se observa que la menor frecuencia de malezas se obtuvo con los tratamientos oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (5.21%), pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (5.21%), linuron 0.5 l/ha PC (8.34%) y pendimethalin 3.5 l/ha PC (9.37%), no existiendo diferencias significativas entre ellos.

Para la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) a los 30 DDS, la menor frecuencia de malezas la presentaron los tratamientos oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (5.21%) y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (6.25%), no existiendo diferencias significativas entre ellos.

A los 45 DDS, según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) la menor frecuencia de malezas la presentaron los tratamientos oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (10.42%) y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (13.54%), no existiendo diferencias significativas entre ellos.

## 1.5. Actividad herbicida

En el Cuadro 16 se presenta los valores correspondientes a la actividad herbicida para cada tratamiento durante las evaluaciones.

Durante la primera evaluación realizada a los 25 DDS los tratamientos que presentaron una mejor actividad herbicida corresponden al oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (9) y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (9), seguidos por pendimethalin 3.5 l/ha PC (8.5) y linuron 0.5 l/ha PC (8.25). Al relacionarlos con la tabla de evaluación nos dice que existió un **control excelente** de malezas presentes con los dos primeros tratamientos y un **buen control** en los dos siguientes.

**Cuadro 16:** Actividad herbicida.

Tratamiento	Días después de la siembra					
	25	30	45	60	80	Prom.
pendimethalin 3.5 l/ha PC	8.5	7.75	5.5	4	3	5.75
oxyfluorfen 3.0 l/ha PC	9	9	7.75	6.75	5	7.5
pendimethalin 3.0 l/ha PC + oxyfluorfen 2.5 l/ha PC	9	9	7.5	6.5	6.25	7.65
linuron 0.5 l/ha PC	8.25	6.75	4	2.5	2.25	4.75
ningún control	-	-	-	-	-	-

PC: producto comercial

En la segunda evaluación realizada a los 30 DDS los tratamientos que presentaron una mejor actividad herbicida corresponden al oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (9) y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (9), seguidos por pendimethalin 3.5 l/ha PC (7.75) y linuron 0.5 l/ha PC (6.75). Al relacionarlos con la tabla de evaluación nos dice que existió un **control excelente** de malezas presentes con los dos primeros tratamientos, **buen control** con pendimethalin y **control regular** con linuron.

En la tercera evaluación realizada a los 45 DDS el tratamiento que presentó una mejor actividad herbicida corresponde a oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (7.75), seguido por pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (7.5), pendimethalin 3.5 l/ha PC (5.5) y linuron 0.5 l/ha PC (4). Al relacionarlos con la tabla de evaluación nos dice que existió un **buen control** de las malezas presentes con los dos primeros tratamientos, **control regular** con pendimethalin y **control pobre** con linuron.

En la cuarta evaluación realizada a los 60 DDS el tratamiento que presentó una mejor actividad herbicida corresponde a oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (6.75) y pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (6.5), seguidos por pendimethalin 3.5 l/ha PC (4) y linuron 0.5 l/ha PC (2.5). Al relacionarlos con la tabla de evaluación nos dice que existió un **buen control** de las malezas presentes con los dos primeros tratamientos y un **control pobre** con los dos siguientes.

En la quinta evaluación realizada a los 80 DDS el tratamiento que presentó una mejor actividad herbicida corresponde a pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (6.25), seguido por oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (5), pendimethalin 3.5 l/ha PC (3) y linuron 0.5 l/ha PC (2.25). Al relacionarlos con la tabla de evaluación nos dice que existió un **control regular** de las malezas presentes con los dos primeros tratamientos, un **control pobre** con pendimethalin y un **mal control** con linuron.

En conclusión, a través de las evaluaciones se ha podido observar que el tratamiento con pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC (5.31) fue el que presentó una mejor actividad herbicida promedio, seguido por oxyfluorfen 3.0 l/ha PC (5.19), pendimethalin 3.5 l/ha PC (4.03) y linuron 0.5 l/ha PC (3.38).

Para Tarazona (2002) los herbicidas aplicados tanto en pre-siembra como en pre-emergencia tienden a controlar eficazmente a la mayoría de malezas, inhibiendo el desarrollo de las malezas susceptibles, además de presentar una actividad residual en el suelo. Esta persistencia en el suelo es variable y dependiente del clima imperante en la zona y de las condiciones del suelo.

## **2. Análisis económico**

En el Cuadro 17 y Anexo 3, se presentan los costos de los tratamientos herbicidas utilizados en el ensayo. Se puede observar la diferencia económica al utilizar distintos herbicidas para el control de malezas en el cultivo de ajo. El tratamiento T1 (pendimethalin 3.5 l/ha PC) requiere un costo promedio de S/. 6.65 por mochila, el T2 (oxyfluorfen 3.0 l/ha PC) S/. 26.85, el T3 (pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC) S/. 28.075 y el T4 (linuron 0.5 l/ha PC) S/. 2.625. También se puede observar que al evaluar la relación costo/eficacia, el T4 (linuron 0.5 l/ha PC)

presentó el menor promedio (0.0673) entre los tratamientos, esto se debió principalmente a su menor costo de aplicación. Pero también fue el tratamiento con menor eficiencia (39 días de control).

Finalmente, cabe señalar que existen otras condiciones que se deben de tener en cuenta para el uso de cualquier de método de control. Helfgott (1985) señaló que para evitar la aparición de malezas resistentes a los herbicidas se debe emplear el control integrado de malezas, evitar el uso repetido de herbicidas del mismo grupo químico y utilizar mezclas de herbicidas de diferentes grupos químicos.



**Cuadro 17.** Relación costo/eficiencia para los tratamientos herbicidas

Tratamiento	Costo de la dosis (S/.)	Costo/cilindro (S/.)	Costo/mochila (S/.)	Eficiencia (Número promedio en días de control)	Eficacia (Porcentaje de malezas controladas)	Costo/Eficiencia
T1	133	66.5	6.65	54	61.25	0.1231
T2	537	268.5	26.85	74	71.25	0.3628
T3	561.5	280.75	28.075	74	67.5	0.3794
T4	52.5	26.25	2.625	39	62.5	0.0673
T5	-	-	-	-	-	-

T1: pendimethanil 3.5 l/ha PC; T2: oxyfluorfen 3.0 l/ha PC; T3: pendimethanil 3.0 l/ha PC + oxyfluorfen 2.5 l/ha PC; T4: linuron 0.5 l/ha PC; T5: ningún control; Gasto de agua: 400 l/ha; 1 cilindro: 200 l de agua; 1 mochila: 20 l de agua.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento y para las condiciones en que fueron evaluados, se llega a las siguientes conclusiones:

1. El tratamiento T3 (pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC) fue el que controló malezas de hoja ancha y algunas de hoja angosta por un mayor tiempo y presentó un mayor poder residual en el suelo. El tratamiento T2 (oxyfluorfen 3.0 l/ha PC) obtuvo un comportamiento muy similar.
2. Los tratamientos T1 (pendimethalin 3.5 l/ha PC), T2 (oxyfluorfen 3.0 l/ha PC) y T3 (pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC) cubrieron el período crítico de competencia (28 a 58 DDS), estipulado por Quispe (1994).
3. El costo/eficiencia de la mochila de aplicación para cada tratamiento mostró una menor relación (0.0673) con el tratamiento T4 (linuron 0.5 l/ha), pero fue el tratamiento con menor tiempo de control (39 días).

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda utilizar el tratamiento T3 (pendimethalin 3.0 l/ha PC más oxyfluorfen 2.5 l/ha PC) debido a que fue el que presentó un mejor control de malezas y un mayor poder residual en el suelo.
2. Realizar más ensayos incluyendo un tratamiento con deshierbo manual.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ADAMA. 2014a. Ficha técnica de Afalon 500 SC (en línea). Disponible en: <http://www.adama.com/peru/es/crop-protection/herbicides/afalon-sc.html>
- \_\_\_\_\_. 2014b. Ficha técnica de Galigan 240 EC (en línea). Disponible en: [http://www.adama.com/peru/es/Images/FT%20galigan%20240%20EC\\_tcm94-42235.pdf](http://www.adama.com/peru/es/Images/FT%20galigan%20240%20EC_tcm94-42235.pdf)
- Aljaro, A; Monardes, H; Urbina, C; Martin, A; Muñoz, R. 2009. Manual de Cultivo de Ajo (*Allium sativum* L.) y Cebolla (*Allium cepa* L.). (en línea). Univ. de Chile. Disponible en: [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual\\_Cultivo\\_cebolla\\_ajo.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_Cultivo_cebolla_ajo.pdf)
- Alsina, L. 1980. “Horticultura Especial”. T.I. Edit. – Sintés. Barcelona – ES. 184 p.
- Altieri, M.; Hecht, S.; Liebman, M.; Magdoff, R.; Norgaard, R.; Sikor, T. 1997. “Agroecología: Bases Científicas Para una Agricultura Sustentable”. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CEID). Lima, PE. 511 p.
- Alvarez, J. 1997. Comparativo de métodos de control de malezas en ajo (*Allium sativum*) en Huaral. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 103 p.
- APG III. 2009. “An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III”. En: Botanical Journal of the Linnean Society. London, vol. 161, pages 105-121.
- Barberá, C. 1989. “Pesticidas Agrícolas”. Ediciones Omega. Barcelona – España. 603 p.

- Barrera, R. 2004. Evaluación de siete cultivares de ajo (*Allium sativum sp.*) en la zona de Huaral. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 76 p.
- BASF. 2013a. Ficha técnica de Goal 2 EC (en línea). Disponible en: <http://www.basf.com.pe/sac/web/peru/es/agro/productos/herbicidas/goal>
- \_\_\_\_\_. 2013b. Ficha técnica de Prowl 400 (en línea). Disponible en: [http://www.basf.com.pe/sac/web/peru/es/agro/productos/herbicidas/prowl\\_400](http://www.basf.com.pe/sac/web/peru/es/agro/productos/herbicidas/prowl_400)
- Brewster, J. L. 2001. “Las Cebollas y otros Alliums”. Editorial Acriba S.A. Zaragoza, ES. 253 p.
- Burba, J.; Izquierdo, J; Paltrinieri, G; Arias, C. 1992. “Producción, Postcosecha, Procesamiento y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate”. Santiago, CL. FAO. 413 p.
- Cerna, L. 1994. “Manejo Mejorado de Malezas”. CONCYTEC. Trujillo, PE. 320 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1979. Información Básica sobre la Competencia entre Malezas y los Cultivos. CIAT. Cali – Colombia. 40 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1980. Factores que Condicionan la Eficiencia de los Herbicidas. CIAT. Cali – Colombia. 21 p.
- Delgado de la Flor, F; Toledo, J; Casas, A; Ugás, R. Siura, S. 2000. “Hortalizas. Datos básicos”. Ediciones Edi Agraria. Lima, PER. 199 p.
- Díaz, J. 2005. Efecto de la densidad de siembra y dosis de fertilización en el cultivo de ajo ‘Napurí’. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 109 p.

- DROKASA. 2014a. Ficha técnica de Blazon (en línea). Disponible en: [http://www.drokasa.com.pe/une\\_agro/ficha\\_tecnica/HERBICIDAS/351cnica-BLAZON.pdf](http://www.drokasa.com.pe/une_agro/ficha_tecnica/HERBICIDAS/351cnica-BLAZON.pdf)
- \_\_\_\_\_. 2014b. Ficha técnica de DK-Prohl (en línea). Disponible en: [http://www.drokasa.com.pe/une\\_agro/ficha\\_tecnica/HERBICIDAS/351cnica-DK-PROHL.pdf](http://www.drokasa.com.pe/une_agro/ficha_tecnica/HERBICIDAS/351cnica-DK-PROHL.pdf)
- Escriba, J. 2014. Efecto de la densidad de siembra y dosis de nitrógeno en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) cv. ‘Napurí’. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 123 p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1996. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo (en línea). (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal – 120). Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s00.htm#Contents>
- Fuertes, E. 1994. Métodos de control de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum*). Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 123 p.
- García, C. 1998. “El Ajo, Cultivo y Aprovechamiento”. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, ES. 168 p.
- García, L. y Fernández-Quintanilla, C. 1991. “Fundamentos sobre Malas Hierbas y Herbicidas”. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, ES. 348 p.
- Gómez, J. 1993. “Control Químico de la Maleza”. Editorial Trillas. México D.F. – México. 250 p.
- Helfgott, S. 1970. Control químico en malezas. Copias mimeografiadas. UNALM. 82 p.
- Helfgott, S. 1985. Control de Malezas. NETS, Editores. Lima, PE. 61 p.

- Huez, M; Preciado, F; López-Elías, J; Álvarez, A; Jiménez, J; Valenzuela, P. 2009. Productividad de ajo (*Allium sativum* L.) bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo, MX (en línea). Biotecnia. 11 (2): 3-12 Disponible en: <http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/3-art.1.pdf>
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). 2001. *Cultivo de Ajo en la Costa Central*. INIA. Folleto R.I. N° 5. Lima – Perú. 11 p.
- Kogan, M. y Helfgott, S. 1990. “Control de Malezas en Hortalizas”. En: Plagas de la Hortalizas. Manual de Manejo Integrado. FAO, Ed. Santiago, CL. 56 – 58 p.
- Labrada, R.; Caseley, J.; Parker, C. 1996. “Manejo de Malezas para Países en Desarrollo”. FAO. Roma – Italia. 403 p.
- Mársico, O. 1980. *Herbicidas y Fundamentos del Control de Malezas*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. 298 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2011. Ajo. Dirección General de Competitividad Agraria (en línea). Lima, PE. Disponible en: [http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/cendoc/manualesboletines/ajo/ajo\\_feb11.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/cendoc/manualesboletines/ajo/ajo_feb11.pdf)
- Neoagrum. 2014a. Ficha técnica de Sellador 400 EC (en línea). Disponible en: [http://www.neoagrum.com.pe/site/pdf/ficha/FT\\_SELLADOR\\_400\\_EC.pdf](http://www.neoagrum.com.pe/site/pdf/ficha/FT_SELLADOR_400_EC.pdf)
- \_\_\_\_\_. 2014b. Ficha técnica de Senior 500 SC (en línea). Disponible en: [http://www.neoagrum.com.pe/site/pdf/ficha/FT\\_SENIOR\\_500\\_SC.pdf](http://www.neoagrum.com.pe/site/pdf/ficha/FT_SENIOR_500_SC.pdf)
- Quispe, C. 1994. *Período crítico de competencia de malezas en el cultivo de ajo*. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 132 p.

- Ramírez, A. 1991. I Curso Taller en Tecnologías de Producción, Industrialización, Comercialización y Exportación de Ajos en Chile (en línea). INIA. Santiago, CL. Disponible en : <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR14233.pdf>
- Salas, H. 1974. Comparativo de herbicidas y deshierbo manual en el cultivo de ajo en Arequipa. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 95 p.
- Schultz, A. 2000. Manejo agronómico del ajo con fines de exportación. Monografía para optar el Título de Ing. Agrónomo. Lima, PE. UNALM. 38 p.
- Tarazona, L. 2002. Métodos de manejo de malezas en el cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) cv. 'Criollo'. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 170 p.
- Vademecum Agrario: El Ingeniero Agrónomo. 2012. 9º Edición. 202 p.
- Villarias, J. 1981. "Guía de Aplicación de Herbicidas". Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España. 853 p.



## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Características físicas y químicas del cv. 'Napurí'

#### a) Características físicas:

De la cubierta

Color.....violáceo

Disposición de los dientes en el eje floral.....desuniforme

De la parte comestible

Color.....crema pálido

Textura.....firme

Número de dientes en el bulbo.....12 – 15 dientes

Tamaño del diente.....1 – 3 cm de longitud

Olor.....pungente

#### b) Características químicas:

Componentes

Humedad.....67.50

Proteína.....5.44

Grasa.....0.06

Carbohidratos.....25.00

Fibra.....0.70

Cenizas.....1.30

Sólidos totales.....32.50

pH.....6.30

Fuente: Fuertes (1994).

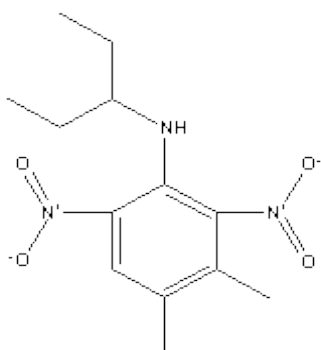
## ANEXO 2: Propiedades y características de los herbicidas utilizados en el experimento

### a) Pendimethalin

#### Nomenclatura química:

N-(1-ethylpropyl)-3,4-dimethyl-2,6-dinitrobenzenamine

#### Fórmula estructural:



#### Nombre común:

Pendimethalin.

#### Grupo químico:

Dinitroalinas.

#### Nombres comerciales vigentes en Perú:

Prowl 400, DK-Prohl, Sellador 400 EC.

#### Propiedades físicas y químicas:

Sólido cristalino de color amarillo anaranjado, inodoro. Punto de fusión: 56 – 57°C.

Solubilidad en agua a 20°C: 0.3 ppm. Presión de vapor:  $3 \times 10^{-5}$  mmHg a 25°C. Soluble en solventes aromáticos.

#### Mecanismo de acción:

Inhibidores de la polimerización de la tubulina del ensamblaje de microtúbulos. Son inhibidores generales del crecimiento, en especial de la elongación de las raíces, al

bloquearse la producción adecuada de tubulina (principal componente del huso acromático), lo cual inhibe el ensamblaje adecuado de los microtúbulos, y el crecimiento cesa por no darse una adecuada división celular, en otras palabras se interrumpe la mitosis. Se ven afectados otros procesos fisiológicos, entre ellos están la síntesis de proteínas, formación de ceras de la cutícula y la síntesis de lípidos.

**Comportamiento en el suelo:**

Es bastante estable. Resiste al lavado o lixiviación provocado por las lluvias. Se adsorbe en los suelos arcillosos o ricos en materia orgánica. La persistencia del herbicida oscila entre 3 y 5 meses dependiendo de la climatología.

**Aplicaciones:**

Se aplica tanto en pre-siembra en soja y algodón como en pre-emergencia en el maíz en régimen de no laboreo o laboreo reducido. También se puede usar en girasol, patatas, sorgo, guisantes y frutales.

**Toxicidad:**

DL<sub>50</sub> oral aguda (i.a.): 1250 mg/kg

**Formulaciones:**

Concentrado emulsionable (EC)

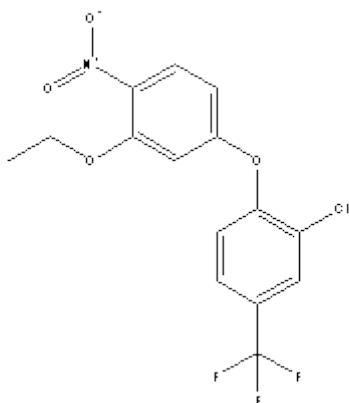
**Categoría:**

Ligeramente peligroso

**b) Oxyfluorfen**

**Nomenclatura química:**

2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrofenox)-4-(trifluoromethyl)-benzeno

**Fórmula estructural:****Nombre común:**

Oxyfluorfen

**Grupo químico:**

Difenil eter

**Nombres comerciales vigentes en Perú:**

Goal 2EC, Galigan 240 EC.

**Propiedades físicas y químicas:**

Líquido de color café, olor característico. De muy baja solubilidad en agua (0.1 ppm) y baja presión de vapor ( $2 \times 10^{-6}$  mm Hg a 25°C).

**Mecanismo de acción:**

Inhibidores de la oxidasa del fotoporfirinogeno (PPO). Herbicidas que dañan las membranas celulares afectando su organización, permeabilidad y el transporte de iones debido a que inhiben la protoporfirinogeno-9-oxidasa que participa en la captura de luz provocando esa disrupción de la membrana celular. La inhibición de esa enzima provoca un aumento de la protoporfirina que pasa a su forma singulete que es realmente la que causa la muerte a las plantas susceptibles. La selectividad se basa en factores anatómicos y morfológicos, especialmente cuando se da una baja penetración en el interior de la planta. Son herbicidas de contacto que requieren la luz para actuar, la actividad de estos herbicidas mejora cuando se aplican en la oscuridad, al permitirse una

mejor distribución del herbicida por la planta, activándose el proceso en presencia de la luz.

**Comportamiento en el suelo:**

La lixiviación en el suelo es muy reducida y su adsorción muy fuerte. Se descompone por la acción de la luz. Persiste poco en el suelo, estimándose su vida entre 30 y 40 días.

**Aplicaciones:**

Es un herbicida selectivo usado en diversos cultivos anuales, hortícolas y leñosos. Controla numerosas malas hierbas dicotiledóneas y gramíneas a dosis relativamente bajas (0.15 a 2.2 kg/ha), tanto en aplicaciones de pre-emergencia como en post-emergencia. Se utiliza aplicado en pre-emergencia en soja y en cacahuete; tanto en laboreo tradicional como en régimen de no laboreo. También se aplica en pre-emergencia y post-emergencia en diversos cultivos como arroz, maíz, cítricos, viña y diversas especies frutales.

**Toxicidad:**

DL<sub>50</sub> oral aguda (i.a.) > 2000 mg/Kg

**Formulaciones:**

Concentrado emulsionable (EC)

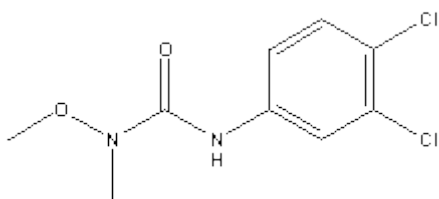
**Categoría:**

Moderadamente peligroso

**c) Linuron**

**Nomenclatura química:**

3-(3,4-dichlorophenyl)-1-methylurea

**Fórmula estructural:****Nombre común:**

Linuron

**Grupo químico:**

Ureas sustituidas

**Nombres comerciales vigentes en Perú:**

Afalon 500 SC, Blazon, Senior 500 SC, Proturon 50 PM

**Propiedades físicas y químicas:**

Sólido cristalino con temperatura de fusión a los 93 – 94°C. Su solubilidad en agua es de 55 mg/1000 ml a 22°C. Soluble ligeramente en hidrocarburos alifáticos, moderada en etanol y solventes aromáticos comunes.

**Mecanismo de acción:**

Inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II (FSII). Inhiben el proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II. En general, se da un cambio en la secuencia de aminoácidos serina por glicina lo que conlleva a la destrucción por fotooxidación de los carotenoides, por lo tanto, de la clorofila. Pueden ser degradados por plantas superiores, existiendo diferencias entre ellas en cuanto a la tasa y velocidad de metabolización y pueden ser a través de algunos procesos como la dealquilación, conjugación o absorción. Cuando se aplican al suelo son absorbidos por el sistema radical y rápidamente transportados hacia las hojas, vía apoplasto (xilema). Cuando se aplican al follaje se comportan como herbicidas de contacto, al no poder movilizarse vía simplasto (floema), puede darse un significativo movimiento vía apoplasto funcionando como herbicida de contacto.

**Comportamiento en el suelo:**

Se fija fuertemente a la materia orgánica, pero menos a las arcillas. La descomposición en el suelo se debe a los microorganismos y es favorecida por condiciones de humedad y temperatura. La persistencia del herbicida en el suelo varía desde algunas semanas a 3 a 4 meses.

**Aplicaciones:**

En pre-emergencia se usa en numerosos cultivos (soja, sorgo, patatas, maíz, girasol, trigo) y controla un gran número de especies gramíneas y dicotiledóneas anuales en sus primeros estados de desarrollo. En términos generales, las dicotiledóneas son algo más sensibles al linuron que las gramíneas. En post-emergencia la selectividad del linuron es muy limitada, pues controla la mayoría de las especies y la adición de surfactante activa su acción. Por lo anterior se emplea casi exclusivamente en aplicaciones dirigidas, conjuntamente con un surfactante.

**Toxicidad:**

DL<sub>50</sub> oral aguda (i.a.): 1500 mg/kg

**Formulaciones:**

Suspensión concentrada (SC), polvo mojable (WP).

**Categoría:**

Moderadamente peligroso.

**ANEXO 3:** Precios referenciales de los herbicidas utilizados en el experimento

Ingrediente activo	Nombre comercial	Precio x 1 l (S/.)	Precio promedio (S/.)
pendimethalin	Prowl 400	47	38
	DK-Prohl	35	
	Sellador 400 EC	32	
oxyfluorfen	Goal 2 EC	185	179
	Galigan 240 EC	173	
linuron	Afalon 500 SC	115	105
	Senior 500 SC	95	

**ANEXO 4:** Fotos del ensayo



**Figura 11.** Estado del campo a los 12 días después de la siembra (DDS).



**Figura 12.** Estado de la planta a los 25 DDS (T1).





**Figura 13.** Estado de la planta a los 25 DDS (T2).



**Figura 14.** Estado de la planta a los 25 DDS (T3).



**Figura 15.** Estado de la planta a los 25 DDS (T4).



**Figura 16.** Estado de la planta a los 25 DDS (T5).