

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**EFFECTO DE LA CALIDAD DE AGUA SOBRE LA
EFICIENCIA DEL PARAQUAT EN MALEZAS DEL
CULTIVO DE CITRICOS EN TULUMAYO**

TESIS

Para optar al título de

INGENIERO AGRONOMO

DARI HUAMÁN ORDOÑEZ

Promoción I – 2008

Tingo María – Perú

2010



H10

H82

Huamán Ordoñez, Dari

Efecto de la Calidad de Agua Sobre la Eficiencia del Paraquat en Malezas del Cultivo de Cítricos en Tulumayo. Tingo María 2010

87 h.; cuadros; fgrs.; 28 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

CALIDAD - AGUA / EFICIENCIA PARAQUAT / CULTIVO-CITRICOS
/ CONTROL - MALEZAS / ANALISIS ECONOMICO / PH / TINGO
MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.

DEDICATORIA

Con eterna gratitud

A Dios

Divino creador de todo cuanto existe, quien me dotó de fortaleza espiritual para conseguir uno de mis anhelados sueños y continuar hacia adelante aportando para un mejor porvenir de nuestro Perú.

A mi familia:

Mi Madre Teodora, mi Padre Natividad, a mis hermanos, Adonias, Rubén y Wilmer Natividad por su apoyo y confianza permanente a mi formación profesional.

A mis compañeros:

Por el apoyo incondicional en la realización de mi tesis.

A los docentes:

Por la enseñanza que nos brindan y el ejemplo que representan para nuestra formación como profesionales.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y, a todo el personal que la conforman, por su apoyo y enseñanza.
- Al Ing. Viera Huiman, Manuel asesor del presente trabajo.
- A Ing. César Yurivilca Martínez, por su apoyo en el presente trabajo de tesis.
- A los miembros de mi jurado de tesis: Blgo. M. Sc. José Luís Gil Bacilio, Ing. M. Sc. Fernando Gonzales Huiman e Ing. Laureano Zavaleta de la Cruz.
- A Ing. Jorge Caldas Muñoz, Jefe de CITALD -Tulumayo por facilitarme la ejecución de la tesis en el cultivo de cítricos de Tulumayo.
- A los bachilleres Alex Becerra Solano, David Rodríguez Saldaña, Percy Santiago García Ramírez, Elmer Fretel Condeso y otros, por su colaboración en el presente trabajo de investigación.
- A la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por el aporte con los datos meteorológicos.
- A mis compañeros de la promoción 2002 y, a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la culminación del presente estudio.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Malezas agresivas en el cultivo de cítricos.	15
2.1.1. Periodo crítico	16
2.2. Calidad de aplicación	16
2.3. Calidad de agua	17
2.3.1. Agua y soluciones	17
2.3.2. Polaridad	18
2.3.3. Tensión superficial	19
2.3.4. Solvente	19
2.3.5. Solucion verdadera	22
2.3.6. Coloides y emulsiones	22
2.3.7. Propiedades termales	24
2.3.8. Química del agua	24
2.3.9. Dimensión del total de las sales minerales disueltas .	25
2.3.10. Sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica.....	25
2.3.11. Sólidos en suspensión y materia orgánica.....	26
2.3.12. Tipos de cationes. Agua dura y blanda	25
2.4. Características de producto estudiado.....	31

2.4.1.	Paraquat.....	31
a.	Características fisicoquímicas... ..	32
b.	Modo de acción... ..	32
c.	Método de aplicación.....	36
d.	Épocas de aplicación.....	37
e.	Compatibilidad.....	37
f.	Fitotoxicidad... ..	38
g.	Propiedades toxicológicas... ..	38
h.	Dosis.....	38
i.	Volatilidad.....	38
2.5.	Antecedentes.....	38
III.	MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1.	Ubicación del experimento.....	40
3.2.	Historial de campo.....	40
3.3.	Datos meteorológicos.....	41
3.4.	Características fisicoquímicas del suelo del campo experimental.....	42
3.5.	Análisis de la muestra de agua.....	42
3.6.	Componentes en estudio.....	43
3.6.1.	Herbicidas.....	43
3.6.2.	Agua.....	43
3.6.3.	Parcela de cultivo de cítricos.....	44

3.7.	Tratamientos en estudio.....	44
3.8.	Cálculo de la dosis de herbicidas y gasto de agua.	45
3.9.	Diseño experimental.	45
3.10.	Modelo estadístico.	46
3.11.	Características del campo experimental.	47
	3.11.1. Parcelas	47
	3.11.2. Bloques	47
	3.11.3. Dimensiones del campo experimental.....	47
3.12.	Datos a registrar.....	47
3.13.	Plan de ejecución del experimento.....	48
	3.13.1. Demarcación del campo experimental... ..	48
	3.13.2. Muestreo del suelo	48
	3.13.3. Muestra de agua.....	48
	3.13.4. Identificación y determinación del porcentaje de malezas.....	49
	3.13.5. Equipos utilizados.....	50
	3.13.6. Calibraciones del equipo... ..	51
3.14.	Aplicación de los tratamientos.....	51
3.15.	Determinar el efecto fitotóxico de control.....	51
3.16.	Determinación del efecto residual.....	52
3.17.	Determinación del análisis económico.....	52

IV.	RESULTADOS.....	53
4.1.	Del efecto de control.....	53
4.2.	Del efecto residual de los tratamientos.....	58
4.3.	Del análisis económico de los tratamientos.....	66
V.	DISCUSION.....	68
5.1.	Del efecto potencial de control.....	68
5.1.1.	Del testigo.....	68
5.1.2.	De los tratamientos.....	69
5.2.	Poder residual.....	73
5.3.	Del análisis económico de los tratamientos en estudio.....	77
VI.	CONCLUSIONES.....	79
VII.	RECOMENDACIONES.....	80
VIII.	RESUMEN.....	81
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	83
X.	ANEXO.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Herbicidas y su relación con la calidad del agua	28
2. pH óptimo para algunos herbicidas.	30
3. Datos climáticos mensuales del 2007 - 2008.	41
4. Análisis físico - químico del suelo experimental	42
5. Análisis de la muestra de agua.....	43
6. Descripción de los tratamientos.....	44
7. Esquema del análisis de variancia	46
8. Porcentaje de malezas identificadas al momento de la ejecución del experimento.....	50
9. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de de los herbicidas en el cultivo de cítricos.....	55
10. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos....	56
11. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de rebrote de malezas a los 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas.....	59

12. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas.....	60
13. Análisis económico de los tratamientos en estudio	67
14. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 7 días de aplicados los herbicidas_... ..	88
15. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 7 días de aplicados los herbicidas.....	88
16. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 14 días de aplicados los herbicidas.....	89
17. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 14 días de aplicados los herbicidas.....	89
18. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 21 días de aplicados los herbicidas.....	90
19. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 28 días de aplicados los herbicidas.....	90
20. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 28 días de aplicados los herbicidas.....	91

21. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 28 días de aplicados los herbicidas.....	91
22. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 30 días de aplicados los herbicidas.....	92
23. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de rebrote de malezas a los 30 días de aplicados los herbicidas.....	92
24. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 60 días de aplicados los herbicidas.....	93
25. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 45 días de aplicados los herbicidas.....	93
26. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 60 días de aplicados los herbicidas.....	94
27. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 60 días de aplicados los herbicidas.....	94
28. Evaluación del poder residual de los tratamientos.....	95
29. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 7 días después de aplicar los tratamientos.....	96
30. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 14 días después de aplicar los tratamientos.....	97

31. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 21 días después de aplicar los tratamientos.....	98
32. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 28 días después de aplicar los tratamientos.....	99
33. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 30 días después de aplicar los tratamientos.....	100
34. Datos originales de control de malezas a los 45 días después de aplicar los tratamientos.....	101
35. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 60 días después de aplicar los tratamientos	102
36. Datos originales del porcentaje de control de malezas durante los 28 días. Datos para calcular el grado de control.....	103
37. Datos originales del porcentaje de rebrote desde los 30 a 60 días. Datos para calcular el grado de rebrote.....	104
38. Pasos para determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Estructura dipolar de la molécula de agua.....	18
2. Efectos de los herbicidas en el transporte fotosintético de los electrones (PITTY, 1971).....	35
3. Grado de control de malezas.....	57
4. Porcentaje de rebrote de las malezas.	61
5. Contenido de calcio en comparación con el pH en las diferentes tipos de calidad de agua.....	62
6. Contenido de magnesio en comparación con el pH en los diferentes tipos de calidad de agua.....	63
7. Contenido de sodio en comparación con el pH en los diferentes tipos de calidad de agua.....	64
8. Contenido de potasio en comparación con el pH en las diferentes tipos de calidad de agua.....	65
9. Croquis del campo experimental.....	107
10. Distribución de los tratamientos estudiados	108
11. Relación del complejo de malezas.	108
12. Agua de escorrentia.....	109
13. Agua estancada.....	109
14. Producto y materiales.....	109
15. Evaluación de tratamientos.....	109

I. INTRODUCCION

Uno de los factores que limitan los rendimientos en el cultivo de cítricos son las malezas, ya que vienen causando daños significativos y compiten con el cultivo por varios factores ambientales, como luz, nutrientes, espacio vital y agua.

La mayoría de los herbicidas son aplicados utilizando agua como vehículo por lo tanto, la calidad del agua empleada para este fin es un factor de fundamental importancia. La limpieza del agua y la presencia de minerales disueltos son los dos aspectos más importantes en la determinación de la calidad del agua. Respecto a la limpieza del agua, las arcillas en suspensión y la materia orgánica pueden reducir la eficacia de algunos herbicidas, así el Paraquat puede inactivarse al unirse a las partículas en suspensión; además, la suciedad del agua puede obturar filtros y pastillas afectando así la uniformidad de la aplicación. Las arcillas y materia orgánica suelen estar presentes en aguas extraídas principalmente de fuentes superficiales como lagunas, arroyos, zanjas.

El agua extraída en el medio rural con mucha frecuencia presentan sales en solución; los principales cationes son calcio, magnesio y sodio, pero además puede existir pequeñas cantidades de potasio, hierro, aluminio o cobre.

A través del análisis del agua se puede conocer cuál es su aptitud para ser empleada como vehículo en tratamientos herbicidas y, si es necesario,

tomar alguna medida para su corrección; dentro de estas, el uso de correctores químicos de calidad de agua es una técnica muy difundida. Es importante destacar que la calidad del agua es un factor más, dentro de la totalidad de factores que pueden afectar la eficacia de un tratamiento herbicida y llegar a ser especialmente importante cuando existen otro u otros factores limitantes.

En el presente experimento trabajo se pretende determinar la influencia que tiene sobre la efectividad del Paraquat el empleo de agua extraída del medio sin corrección como vehículo para su aplicación, así como el efecto de la corrección química en la calidad del agua.

Considerando lo antes manifestado se planteó en presente trabajo, cuyos objetivos son los siguientes:

1. Evaluar la calidad del agua (minerales disueltos) y pH en el efecto potencial de control de los tratamientos en estudio.
2. Evaluar el efecto de la calidad de diferentes tipos agua en mezcla con dosis de Paraquat en el control de malezas en el cultivo de cítricos en Tulumayo
3. Evaluar la calidad del agua y pH en el efecto residual de los tratamientos en estudio.
4. Determinar el costo económico de los tratamientos en estudio.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Malezas agresivas en el cultivo de cítricos

Entre las familias por valor de importancia asociadas a los frutales: vid, cítricos, guayabo y níspero, tenemos a: A. *Chloris inflata* L. ("Pendejuelo"), B. *Cenchrus ciliaris* L. ("Pasto bufel" o "cadillo bobo"), C. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. ("Pata de gallina" o "bobo"), D. *Pavonia sidaefolia* H. B. K. ("Pavonia, "malva" o "algodoncillo"), E. *Cyperus rotundus* L. ("Corocillo" o "coquito"), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. ("Pasto bermuda" o "pelo de indio"), *Boerhavia decumbens* Valh. ("Yerba de puerco" o "pega – pega") y *Euphorbia hypericifolia* L. ("Lecherito") (MEDRANO, 1974, 1996.).

Se debe señalar lo significativo que representa la cobertura del suelo por *Cynodon dactylon* (L.) Pers., especie rastrera estolonífera muy invasora, que constituye indudablemente un césped protector de la erosión del suelo y que además, por su agresividad compite favorablemente con otras especies limitando su establecimiento (efecto de competencia y alelopatía de esta especie); sin embargo, ya asociada con el frutal y específicamente en el establecimiento del mismo, constituye una maleza nociva y difícil de controlar y de marcada resistencia al efecto de muchos herbicidas (MEDRANO, 1974, 1996).

Otras malezas que merecen destacarse son los "cadillos" *Cenchrus echinatus* L. y *C. ciliaris* L. Estas dos especies de porte erecto, constituyen una

asociación típica de las condiciones agroecológicas de la zona, muy frecuente y abundante y, a las cuales hay que dirigir esfuerzos para su control. Por otro lado, merece atención la presencia de "Corocillo" o "Coquito" *Cyperus rotundus* L., que constituyó un gran problema conjuntamente con otra ciperácea denominada "Cortadora" *Cyperus ferax* L. Rich, en cítricos (MEDRANO, 1974, 1996).

2.1.1 Periodo crítico

El período crítico de interferencia es el momento de floración y desarrollo del fruto en el cultivo de cítricos, donde las malezas ocasionan el mayor daño económico, significativo e irreversible (BAUTISTA, 1991).

2.1.2 Fenología del cultivo de cítricos

La fenología de los cítricos en los trópicos, según (BAUTISTA, 1991) es como sigue:

- a. **Brotamiento:** el 1^{er} pico Noviembre - Diciembre y el 2^{do} pico Marzo - Abril - Mayo.
- b. **Crecimiento reproductivo:** el 1^{er} pico Marzo - Abril y el 2^{do} pico Agosto - Setiembre - Octubre
- c. **Reposo:** Enero - Febrero y Junio - Julio.

2.2 Calidad de aplicación

Se entiende por calidad de aplicación a la cantidad de principio activo depositado sobre el blanco con una determinada cobertura y persistencia del

producto en una forma absorbible sobre la superficie foliar. Este hecho permite afirmar que ningún plaguicida es mejor que la técnica de aplicación. La importancia de este tema se expresa cuantificada por la aseveración de Himel (1974): "sólo el 25% del volumen aplicado llega a las plantas". Ello nos marca la brecha a vencer (ETIENNOT, 1993).

Para evaluar la eficiencia de un tratamiento fitosanitario, se usan tarjetas sensibles, las que constituyen un recurso que actualmente, por disponibilidad y costos, resulta cómodo y adecuado (MIGUENS, 1981).

2.3. Calidad de agua

2.3.1. Agua y soluciones

El agua es una sustancia común y es el líquido más abundante del planeta. Es necesaria para toda vida y conveniente para variados usos. El agua es una mezcla de moléculas (H_2O) e iones (H_3O^+) y OH^-). Los iones son el resultado de la ionización de las moléculas de agua, una reacción reversible. No obstante, debido a que las moléculas de agua son muy estables, se forman relativamente pocos iones y, solamente alrededor de 1 molécula de agua en 10 millones está ionizada en cualquier momento (PETROFF, 2000).

El agua es una sustancia especial, sus propiedades únicas son debidas a que siendo su molécula altamente polar, le permite formar uniones hidrógeno con ciertas otras moléculas, interacciones dipolo-dipolo con otras moléculas y ion-dipolo con iones. Las propiedades únicas del agua incluyen:

(1) alta tensión superficial; (2) alta capacidad solvente; (3) propiedades termales; y (4) expansión luego del congelado (PETROFF, 2000).

2.3.2. Polaridad

El agua es una sustancia dipolar y su polaridad se debe a que siendo sus moléculas asimétricas, con sus dos uniones covalentes O-H formando un ángulo de $104^{\circ}40'$ y que el centro de las cargas negativas y positivas no coinciden, resulta en la existencia de cargas parciales sobre los átomos del oxígeno y los dos hidrógenos (Figura 1) (PETROFF, 2000).

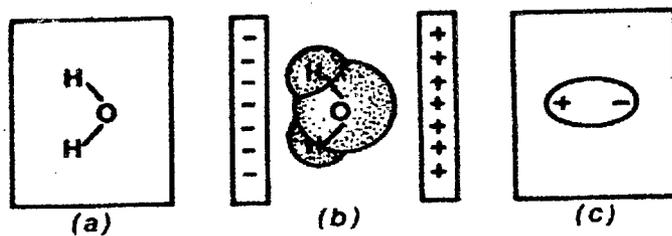


Figura 1. Estructura dipolar de la molécula de agua.

- (a) Los átomos de hidrógeno están cargados positivamente (si bien no ionizados en la acepción ordinaria) y los átomos de oxígeno cargados negativamente.
- (b) Orientación de una molécula de agua en un campo eléctrico.
- (c) Diagrama simple de una molécula polar, tal como el agua, mostrando porciones negativas y positivas (KOGAN, 2003).

Todas las moléculas que son polares exhiben dipolaridad, esto es posesión de centros de carga negativa y positiva. Las moléculas no polares son aquellas en las cuales los átomos o grupos de átomos están distribuidos en una forma simétrica alrededor del centro de sus moléculas, coincidiendo los centros de las cargas negativas y positivas. El anhídrido carbónico es un ejemplo de una molécula no polar, pues sus tres átomos están distribuidos linealmente y simétricamente ($O=C=O$) coincidiendo sus centros de cargas positivas y negativas (KOGAN, 2003).

2.3.3. Tensión superficial

La tensión superficial es la fuerza contráctil sobre la superficie de un líquido en virtud de la cual la superficie tiende a encogerse y adoptar la menor área posible. Con pocas excepciones, el agua tiene la mayor tensión superficial que cualquier otro líquido conocido. La formación de gotas esféricas de agua sobre superficies cerosas es debida a esta tensión superficial. La tensión superficial del agua es disminuida por la mayoría de las sustancias disueltas en ella indicando que ellas tienden a acumularse en la interfase entre el agua y otras superficies. Esta tendencia a acumularse en la interfase es muy conveniente y vital en el pasaje de sustancias a través de membranas. En la formación y estructura de las mismas membranas y en su disponibilidad para involucrarse en reacciones químicas (MAK, 1990).

2.3.4. Solvente

El agua es un solvente para una gran cantidad de sustancias. El agua es casi el solvente universal. La actividad solvente del agua está basada

en la capacidad de sus moléculas de formar enlaces hidrógeno con ciertas moléculas, interacciones dipolo - dipolo con otras moléculas e interacciones ion - dipolo con iones (ZIMDAHL, 1999).

Muchas sustancias que tienen átomos de oxígeno, grupos hidróxidos (OH) o amino (nitrógeno unido a oxígeno) son contenidas en las soluciones de agua por enlaces hidrogeno, por ejemplo azúcares, alcoholes, ácidos orgánicos, fosfatos, nitratos y componentes amónicos. Los enlaces hidrógeno explican la muy alta solubilidad de amoniaco (NH_3) y sales de amonio en agua. Las moléculas de agua también forman enlaces hidrógeno con las moléculas de agua adyacentes, lo cual es la razón de la gran cohesividad del agua (ZIMDAHL, 1999).

En la molécula de agua los hidrógenos encadenan cada átomo de oxígeno que aparece en la estructura de cualquier molécula de agua con otras cuatro moléculas de agua; dos de estos "puentes" involucran la participación de átomos de hidrógeno de una molécula dada de agua y las otros dos involucran la participación de átomos de hidrógeno provenientes de otras moléculas de agua. La energía de tales enlaces de hidrógeno es intermedia entre la energía de los enlaces químicos usuales que existen entre átomos de una molécula (líneas sólidas) y la energía de la atracción molecular entre moléculas vecinas. La forma estructural que aquí se muestra es la disposición geométrica de los átomos que se encuentran en el hielo ordinario.

Las sales ionizables se disuelven en agua debido a interacciones ion - dipolo las cuales comienzan con la orientación de los dipolos de agua con los iones localizados en los rincones y borduras del cristal de la sal. En el proceso, los aniones y cationes de la sal se hidratan con una energía suficiente para superar la energía en láttice (entrelazados) de los cristales sólidos. Los iones hidratados se mueven entonces hacia fuera del cristal de la sal, permitiendo entonces a otros iones tornarse hidratados, los cuales luego se mueven hacia fuera del cristal (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

El número de moléculas de agua que se asocian con un ion soluto particular esta determinado parcialmente por el tamaño del ion y parcialmente por su estructura atómica. Un pequeño ion puede recibir solamente pocas moléculas de agua, mientras un gran ion puede recibir una gran cantidad.

Como regla general, uno disuelve al otro, y las sustancias polares son generalmente solubles en otras sustancias polares, mientras las no polares son solubles en otras no polares. Las sustancias no polares son prácticamente insolubles en agua porque las fuerzas intermoleculares ejercidas por las moléculas de agua son tan grandes que las fuerzas dispersivas del soluto no polar son insuficientes para separar las moléculas de agua (superando su enlace hidrógeno), evitando entonces que el soluto se mueva entre las moléculas de agua. El aceite es un solvente no polar y la solubilidad de otra sustancia no polar en aceite es debido a las débiles fuerzas intermoleculares de ambos el soluto y el solvente. Las fuerzas intermoleculares

del soluto son tan débiles que son incapaces de impedir que se dispersen en el solvente, mientras que las fuerzas intermoleculares del solvente son tan pequeñas que ellas no interfieren con la dispersión del soluto (AMERICAN SOCIETY, 1994).

2.3.5. Solución verdadera

En general las sustancias iónicas que se disuelven en un solvente están presentes como iones y las no - iónicas están presentes como moléculas.

Se considera que una sustancia está en una solución verdadera si la misma está disuelta en iones individuales o moléculas cuyo tamaño es menor que 0.001 micrones, un tamaño de partícula que tiende a no precipitar fuera de la solución es porque la fuerza de la gravedad es insignificante. Las partículas están separadas unas de otras y cada una se mueve en forma más o menos independiente en el solvente. Todas las moléculas en una solución verdadera están en un constante movimiento al azar (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

2.3.6 Coloides y emulsiones

Los agregados de moléculas no disueltas forman coloides más bien que soluciones verdaderas y tales agregados son raramente más pequeños que 0,001 micrón. Un coloide es un sistema en el cual diminutas partículas, en un rango de tamaño desde 0,005 a 0,2 micrones de diámetro, se encuentran dispersas en algún medio. Los agregados y el medio en el cual los

mismos están dispersos pueden ser gaseosos, líquidos o sólidos. Un coloide formado por dos líquidos es llamado emulsión. Las moléculas en un líquido están un constante movimiento errático, y las partículas coloidales son constantemente bombardeadas y empujadas en todas direcciones por las moléculas del líquido que las rodea. Este movimiento hace que las partículas coloidales no sedimenten debido a la leve fuerza que la gravedad ejerce sobre ellas. Ellas también resisten el empuje gravitacional porque las cargas eléctricas sobre las partículas coloidales en un sistema dado son del mismo signo (positivo o negativo) y su mutua repulsión evita el efecto de sedimentación de la gravedad. No obstante, hay una ligera tendencia en las partículas de un coloide hacia la sedimentación en el fondo del recipiente. Las partículas en un coloide pueden ser inducidas a precipitar por el agregado de un compuesto químico que pueda llegar a neutralizar las cargas eléctricas de las partículas en suspensión (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

Los agregados más grandes de las partículas coloidales forman suspensiones o emulsiones que son inestables. Esto significa que las partículas suspendidas pueden eventualmente separarse de la suspensión y decantar debido a la fuerza de la gravedad; partículas más grandes y densas precipitan más rápidamente. Las partículas con una menor gravedad específica que el medio en el cual están dispersas puede ascender y agregarse en la superficie superior, por ejemplo aceite en agua. Para mantener los agregados dispersos en una suspensión o emulsión inestable el medio debe ser agitado continuamente (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

2.3.7. Propiedades termales

Debido a sus propiedades termales, el agua actúa como un buffer (amortiguador) de temperatura, manteniendo su temperatura en relación a los cambios del medio ambiente mejor que otras sustancias. Una leve cantidad de calor o frío produce un menor aumento o disminución de la temperatura del agua que en la mayoría de las otras sustancias. El agua sirve como un buffer de temperatura en la savia de las plantas y en la sangre. El agua tiene una alta demanda de calor de vaporización, temperatura a la cual la energía cinética de las moléculas de agua sobrepasa las fuerzas de atracción entre ellas y escapan del líquido. El alto calor de vaporización es una resultante directa de la fuerza de los enlaces hidrógeno entre las moléculas de agua. Debido a esta propiedad el agua se evapora comparativamente con mayor lentitud a temperaturas ordinarias y al evaporarse, su efecto de enfriamiento es grande (CIBEIRA, 2000).

2.3.8. Química del agua

El propósito de esta sección es explicar la química del agua y los factores que determinan la química en las aguas superficiales y subterráneas de la región semiárida pampeana, con especial referencia a los minerales disueltos en ella, no los suspendidos como limos y materia orgánica (AMERICAN SOCIETY, 1994).

Muchos elementos químicos pueden estar disueltos en agua, pero seis principales iones son los que aparecen disueltos en la mayoría de las aguas. Otros iones tales como potasio (K^+), hierro (Fe^{++} , Fe^{+++}) y nitratos (NO_3^-)

pueden estar presentes en pequeñas cantidades. Los elementos minerales disueltos están presentes como iones los cuales llevan cargas positivas y negativas (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

2.3.9. Dimensión del total de las sales minerales disueltas

La primera propiedad importante a tener en cuenta para determinar la adaptabilidad de una agua para diluir un agroquímico es el Total de Sólidos Disueltos (TSD), lo cual es expresado corrientemente en partes por millón (ppm). El TSD puede ser determinado evaporando una muestra y pesando los minerales que quedan o también puede ser determinado midiendo la concentración de los seis iones principales y calculando la suma de los iones (APHA, 1995). Por ejemplo si el análisis de agua muestra: calcio= 666; sulfatos= 2434; magnesio= 234; cloruros= 32; sodio=130 y bicarbonatos= 346 ppm el TSD por el método de la suma de iones es de 3842 ppm.

La determinación de TSD por evaporación es tediosa y no es una medición realizada por la mayoría de los laboratorios. El TSD por suma de iones requiere el análisis de los principales constituyentes y es por ende más caro. De allí que generalmente se utilice un método más sencillo como es determinar la conductividad eléctrica (CE) como una medida para medir el material mineral total disuelto en el agua (MATHEWS, 2002).

2.3.10 Sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica

La suma de todos los minerales disueltos en una muestra de agua se refiere normalmente como total de sólidos disueltos (TSD). Cuando

más alto es el valor de TSD más es la conductividad eléctrica del agua considerada. Aprovechando esta característica, una medida de la conductividad eléctrica (CE), en microsiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a 25°C , es usada frecuentemente para proporcionar una estimación rápida y económica del total de sólidos disueltos (ppm) en agua. La CE de muestras de agua puede ser determinada rápida y fácilmente en laboratorio o en campo. Debido a que la CE es dependiente de la temperatura, todas las lecturas la CE deben ser estandarizadas a 25°C (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

2.3.11 Sólidos en suspensión y materia orgánica

Recientes investigaciones han mostrado que la efectividad de los herbicidas puede ser reducida por algunas clases de agua. Los factores principales de calidad de agua son conocidos como limpieza y contenido de iones minerales.

Las características de limpieza son mejor descritas por la falta de suciedad y color (derivadas de la presencia de limo y materia orgánica en suspensión) que se observan en el agua; estos productos en suspensión pueden ocasionar desactivación del Diquat, Paraquat y Glifosato.

Estos herbicidas son muy susceptibles a la inactivación por limo y materia orgánica y por ello el uso de agua limpia es muy importante para estos productos. Es de aclarar que alguna clase de inactivación puede ocurrir cuando

estos productos son aplicados a superficies de las plantas que están cubiertas con una película de polvo. El polvo levantado con las operaciones de pulverización también puede resultar en control reducido especialmente atrás de la pulverizadora (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

2.3.12. Tipos de cationes. Agua dura y blanda

La dureza es una propiedad del agua que está relacionada a uso doméstico y la tendencia a producir espuma o coagulación de jabones o escamas e incrustaciones en los tanques de caldera en aplicaciones industriales (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994.)

El agua dura empleada como vehículo en la aplicación de herbicidas puede afectar adversamente la emulsibilidad y dispersión del herbicida en el vehículo y en consecuencia en su fitotoxicidad.

El agua naturalmente contiene iones de calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), hierro como ion férrico (Fe^{+++}) y posiblemente otros iones como sodio, potasio, etc. La dureza del agua es causada por la cantidad de iones calcio y magnesio presentes. El agua es considerada dura cuando la concentración total de estos iones está por encima de cierto nivel. Agua con menos de 50 ppm es considerada un agua blanda, 50 a 100 ppm como de dureza media y entre 100 - 200 ppm como agua dura. El agua dura es apta para propósitos de irrigación; agua con una dureza de menos de 150 ppm es adecuada para propósitos domésticos.

Cuadro 1. Herbicidas y su relación con la calidad del agua.

Herbicidas	Calidad agua		
	Sucia	Dura	Salina
Bipiridilos (Paraquat, Diquat)	XX	/	/
Glifosato	X	X	/
Atrazina, simazina	/	/	X
<i>Triallato, trifluralin, penoxalin</i>	/	/	/
Cyanazina	/	/	/
Diuron	/	/	/
Clorsulfuron	/	/	/
Triasulfuron	/	/	/
Quizalofop, Fluazifop	/	/	/
Fenoxaprop p etil	/	/	/
Diflufenican	/	/	/
Diflufenican-bromoxynil	/	/	/
Diflufenican-MCPA	/	/	/
Bromoxynil	/	/	/
Bromoxynil-MCPA	/	/	/
2,4-D amina	/	X	/
2,4-D éster	/	/	/
MCPA éster	/	/	/
Dicamba	/	X	/
Terbutrina	/	/	/
Metribuzin	/	/	/
Clave de calidad del agua			
Agua de calidad			/
Agua mejora efecto de productos			//
No usar esta agua- se reduce la eficacia			X
No usar de manera absoluta - se pierde eficacia			XX
Puede usarse si es absolutamente necesario.			
Pulverice tan pronto como sea posible			X
Pulverice lo más pronto posible			XX

Fuente: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1994).

La dureza del agua puede oscilar entre valores de 0-2000 ppm. Aguas muy blandas son corrosivas para las tuberías de conducción de agua. El grado de dureza es una medida de la concentración total, en peso, de los iones arriba mencionados en el agua (calcio + magnesio) expresada como equivalente carbonato de calcio usualmente medida en partes por millón o miligramos por litro. El siguiente ejemplo ilustra como la dureza expresada como equivalente carbonato de calcio es calculada para agua que contiene 285 ppm de Ca y 131 ppm de Mg.

Para Ca:

$285 \times \text{CO}_3\text{Ca}/\text{Ca} = 285 \times 100/40.1 = 711 \text{ ppm Ca como equivalente carbonato de Ca.}$

Para Mg:

$131 \times \text{CO}_3\text{Ca}/\text{Mg} = 131 \times 100/24.3 = 539 \text{ ppm Mg como equivalente carbonato de Ca.}$

Dureza total:

(como equivalente CO_3Ca) = $711 \text{ ppm} + 539 \text{ ppm} = 1250 \text{ ppm}$

El verdadero problema del agua dura con respecto al uso y efectividad de herbicidas radica en que los iones, en especial Ca^{++} , Mg^{++} y Fe^{+++} reaccionan con las sales de los herbicidas y con algunos surfactantes para formar sales insolubles las cuales precipitan, removiendo el herbicida o surfactante de la solución (casos de Glifosato, 2,4-D sal, 2,4-DB sal). La mayor ventaja sobre los jabones, derivada de los detergentes aniónicos sintéticos, es la elevada solubilidad de las sales que ellos forman con los iones del agua

dura. Los jabones reaccionan con estos iones formando sales insolubles que precipitan (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

Cuadro 2. pH óptimo para algunos herbicidas

Principio activo	Nombre comercial	pH	Observaciones
Alaclor	Lazo	5	Afectado por aguas alcalinas
Atrazina	Gesaprim	04 - 06	Descomposición lenta en aguas alcalina, rápido con cationes presentes.
Bromoxinil	Weedex Brominal	5	Sujeto a hidrólisis a partir de pH 7.
Haloxifop R metil	Focus	5	
Clorimurón etil	Classic	5	Estable a pH 5
Clorsulfurón	Glean	7	No es recomendable bajar el pH
Dicamba	Banvel	5	Estable entre pH 5 y 6
Glifosato	Varias	4 - 5	Afectado negativamente por aguas con altos contenidos de Ca, Mg, Na, Fe, etc.
Fluazifop P-Butil	Hache Uno	4 - 6	pH 9 = 17 días pH 7 = 150 días pH 4 = 500 días
Metribuzín	Sencorex	7	No es afectado por pH
Paraquat	Gramoxone		Estable salvo en condiciones muy alcalinas
Bentazon	Basagran	7	
Trifluralina	Treflan	5.5	

Fuente: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1994).

El pH de la mayoría de las aguas se sitúa en la región de neutro a levemente alcalino, en general. Este nivel de pH no afecta a procesos de hidrólisis que puedan degradar al herbicida antes de su penetración. Conviene puntualizar que el pH no siempre tiene una relación directa con la concentración de iones que confieren dureza. Si el agua presenta arcilla en

suspensión, no debe utilizarse porque puede provocar obstrucciones y taponamientos en la pulverizadora. Por otra parte, los herbicidas que se adsorben fuertemente a partículas coloidales, resultan inactivados: es el caso de Paraquat y Glifosato, entre otros. Debe tenerse en cuenta que la misma clase de inactivación ocurre cuando estos productos son aplicados a superficie de plantas que están cubiertas con una capa de polvo (PETROFF, 2000).

2.4. Características del producto estudiado

2.4.1. Paraquat

Defoliante total de contacto: acción rápida e independiente de condiciones climáticas.

Gramoxone (Paraquat) es un herbicida no volátil, de contacto, que actúa rápidamente matando los tejidos verdes de las plantas. Se absorbe con mucha rapidez por lo que su acción no es afectada por lluvias que pueden caer después de la aplicación.

Queda inactivado al entrar en contacto con el suelo, por lo que no hay riesgo de que afecte las semillas o las raíces bajo la superficie del terreno.

Nombre técnico	: Paraquat
Nombre comercial	: Gramoxone Super (CS)
Nombre químico	: (Sal de 1,1'-dimethyl-4,4'-dipiridilos)

(GUADALUPE, 1993)

a. Características fisicoquímicas

- Peso molecular : 54,16
- Punto de fusión : 300°C
- pH de la formulación : 6,5 - 7,5
- Presión de vapor : 10⁻³

A mayor presión de vapor, baja la solubilidad, produce déficit de la movilidad al interior de la planta, también incrementa la volatilidad (PAYSON, 2003).

b. Modo de acción

Aplicar Gramoxone diluido con agua limpia, sin arcilla; es un herbicida desecante pertenece al grupo de Bipiridilos que actúa como contacto en las partes aéreas de las malezas tanto gramíneas como de hoja ancha. Actúa rápidamente, las malezas mueren en 2 a 4 días, penetra rápidamente en los tejidos de las plantas, esta cualidad asegura la acción del producto aun en periodos lluviosos, ya que no es lavado si las lluvias ocurren después de 30 minutos de haberse efectuado la aplicación. Con cielo nublado, la eliminación es más lenta, pero su acción es más eficaz debido a que a temperaturas no muy distantes de 20°C no altera sus propiedades fisicoquímicas, sobre todo su presión de vapor. No afecta la corteza madura o parte leñosa. Se inactiva al entrar en contacto con el suelo permitiendo sembrar un cultivo inmediatamente después de aplicar.

El Paraquat es un catión divalente, pero al aceptar electrones de la fotosíntesis, se convierte en radical catiónico monovalente,

radical superóxido que inicia la secuencia de eventos que causa la muerte de la célula. Posteriormente el superóxido u oxígeno s (O_2^-) que convierte en radical libre de hidroxilo (OH^-) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2), los cuales dañan a la planta (PITTY, 1971).

El Paraquat actúa en presencia de la luz solar para de esta manera desecar las partes verdes de las plantas con las que entra en contacto. Es rápidamente absorbido por los órganos verdes, hojas y tallos, y se transporta por la savia. Pero no se absorbe por la corteza lignificada. Esta absorción aumenta con la intensidad de la luz y la humedad (RUBEN, 2002).

Algunos derivados de la urea, como el Monurón o CMU (3-p - clorofenil - 1,1 di metil urea) y el DCMU [3 - (3,4 di cloro fenil) -1,1 dimetil urea], se aplican al suelo y se desplazan por el xilema hasta las hoja, donde bloquean el transporte de electrones entre las plastoquinonas Q_A y Q_B , inhiben la reacción de Hill en el fotosistema II, por lo que no ocurre la fotólisis del agua ni la liberación de O_2 (PITTY, 1971).

Ciertos herbicidas a base de triazinas, como la Simazina y Atrazina bloquean el transporte de electrones entre Q_A y Q_B . El maíz y el sorgo son tolerantes a las triazinas, pero no así a los derivados de la urea; ya que contienen enzimas que detoxifican dichos compuestos. Los herbicidas como el Diquat y Paraquat (Gramoxone), actúan inhibiendo el flujo de electrones entre la ferredoxina y el NADP, y reduce el oxígeno a un radical superóxido (O_2^-), que produce la pérdida de la actividad de los cloroplastos (RUBEN, 2002).

Normalmente el Paraquat actúa en los cloroplastos, en lugares cercanos a la ferredoxina. Los cloroplastos contienen los sistemas fotosintéticos de las plantas de hoja verde, que absorben la energía de la luz utilizada para producir azúcares. El Paraquat actúa sobre el sistema de la membrana fotosintética que se llama fotosistema I que produce electrones libres para impulsar la fotosíntesis. Pero, también pueden captar electrones en otros lugares, como se demuestra por la actividad reducida de estos herbicidas en condiciones de oscuridad. En este caso, es probable que estos electrones procedan de la secuencia de electrones que se producen en la respiración (RUBEN, 2002).

Los electrones libres producidos en el fotosistema I reaccionan con el Paraquat y dan forma al radical libre. El oxígeno reconvierte rápidamente este radical libre y, en este proceso, produce superóxidos. Éstos químicamente son muy reactivos, atacan los ácidos grasos no saturados de membrana, abriendo y desintegrando rápidamente las membranas y los tejidos de las células (RUBEN, 2002).

Seguidamente, la producción de radicales libres a partir del ión Paraquat se repite, lo que hace producir más superóxidos hasta que el suministro de electrones se agota. A las pocas horas de haber estado expuestas se hace visible el marchitamiento de las plantas tratadas, en condiciones de calor y mucha luz. Pero en condiciones de mucho frío y con cielos encapotados, puede tardar varios días. Después del marchitamiento comienzan a aparecer los tejidos marrones, desecados o cloróticos. Por lo

tanto, el oxígeno, la luz y la clorofila son todos necesarios para los efectos rápidos del herbicida que caracterizan el Paraquat (RUBEN, 2002).

El hecho de que las membranas celulares se rompan, permiten que el agua se escape del material vegetal, por lo que llevará a la rápida desecación de las hojas. La destrucción de las células suele ser tan rápida que permite que se produzcan traslocaciones cuantificables desde la hoja tratada (RUBEN, 2002).

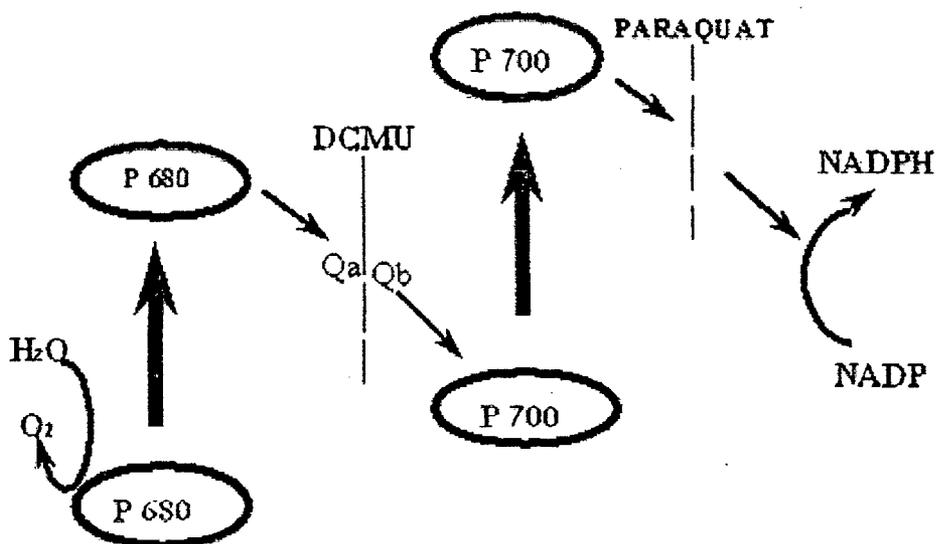


Figura 2. Efectos de los herbicidas en el transporte fotosintético de los electrones (PITTY, 1971).

Paraquat actúa en la presencia de luz para desecar las partes verdes de todas las plantas con las cuales este entra en el contacto. Después del uso, la penetración por la superficie de hoja ocurre casi inmediatamente. Esta absorción es aumentada en la alta intensidad ligera (de

luz) y la humedad y en adyuvante añadido no iónico en la formulación que asegura la retención de rocío.

Traslocación simplástica

Los herbicidas de movimiento simplástico, cuando son aplicados a la hoja, siguen el mismo camino que el azúcar formado allí por medio de la fotosíntesis. Dichos herbicidas se mueven de una célula a otra dentro de la hoja siguiendo la vía de los cordones protoplasmáticos interconectivos (plasmodesmos) hasta que penetren en el floema. Luego se dirigen hacia fuera de la hoja y se mueven hacia abajo y hacia arriba del tallo, acumulándose en aquellas áreas donde el azúcar es empleada para el crecimiento. Cuando el movimiento se efectúa realmente en ambas direcciones se dice que el herbicida es completamente sistémico (KLIMANG, 1986).

El simplásto (soldadura o unión) constituye la suma total del protoplasma viviente de una planta. El floema es el mayor componente simplástico. La traslocación en el floema es por vía simplástica. Los plasmodesmos y el floema tienen vida; por lo tanto los herbicidas con grandes propiedades de toxicidad aguda lo matan, deteniendo así la traslocación simplástica. Ejemplo: Paraquat (KLIMANG, 1986).

c. Método de aplicación

Equipos terrestres: Aplicar con pulverizadores comunes en un volumen de agua de 200 a 500 lts/ha. Con equipos aéreos emplear 50 a 100 lts/ha.

Cuando se aplica entre líneas se debe evitar que la pulverización alcance las partes verdes del cultivo, usando alto volúmen y baja presión y/o pantallas protectoras.

No aplicar Gramoxone Super con atomizadoras. Cuando se aplica con mochilas o equipos manuales no usar concentraciones mayores a 250 cc en 10 lts de agua (VADEMÉCUM AGRARIO, 2002-2003).

d. Épocas de aplicación

Puede emplearse para destrucción total de la vegetación antes de la siembra o de la emergencia del cultivo. Se recomienda controlar las malezas antes de que alcancen 15 cm de altura. Se pueden repetir los tratamientos frente a nuevas emergencias o rebrotes de malezas perennes.

La desecación precosecha requiere una única aplicación cuando el cultivo ha alcanzado su madurez fisiológica (VADEMÉCUM AGRARIO, 2002-2003).

e. Compatibilidad

Gramoxone Super no es compatible con productos que contengan humectantes aniónicos.

Contraindicaciones: No utilizar agua tratada con Gramoxone Super para riego por aspersion hasta no haber transcurrido 10 días de su aplicación. No permitir el acceso de animales a pastoreo en cultivos tratados antes de que se cumplan 24 horas de la aplicación (PAYSON, 2003).

f. Fitotoxicidad

Al no ser selectivo, deberá tener cuidado ya que destruye todos los vegetales verdes con los que tenga contacto, sea maleza o cultivo (VADEMÉCUM AGRARIO, 2002-2003).

g. Propiedades toxicológicas

- DL₅₀ oral del i.a : 150 mg/kg
- DL₅₀ oral del formulado : 750 mg/kg
- Categoría toxicológica : grupo II

h. Dosis

- De 1L a 4L/ha.

i. Volatilidad

Tiene poca volatilidad, sin embargo es más volátil en comparación con el resto de herbicidas utilizados en este trabajo, ya que está determinado por su presión de vapor (10 - 3) (PAYSON, 2003).

2.5. Antecedentes

El mayor grado de control del “sorgo de Alepo” con Paraquat se logró cuando se empleó agua desmineralizada como vehículo de la aplicación y el control más pobre cuando se utilizó el agua con calcio lo que nos permite corroborar el efecto negativo de ese catión sobre la eficacia del Paraquat; el uso de ambos correctores de calidad de agua permitió mejorar significativamente la performance del Paraquat respecto a la lograda con el

agua con calcio y sin corrector, lo que se debería a la sustracción del calcio del medio impidiéndole, de ese modo, interactuar negativamente con el herbicida.

La presencia del catión calcio en el agua a la concentración de 2500 ppm afecta negativamente el desempeño del herbicida Paraquat sobre "sorgo de Alepo". El empleo de los correctores de calidad de agua permite reducir significativamente el efecto negativo del calcio sobre la efectividad del herbicida Paraquat (MITIDIARI, 1997).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Tulumayo (CIPTALD.), distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco y región de Andrés Bello; cuyas coordenadas geográficas son:

Este	:	401101,87
Norte	:	8991961,48
Altitud	:	610 msnm
Temperatura	:	25,9°C.
Precipitación promedio anual	:	3200 mm.
Humedad relativa	:	85%

3.2. Historial de campo

El clima de la zona según Tosi (TOI, 1960), pertenece al Tropical Húmedo y el suelo carece de estructura debido a su acentuada acidez que no permite la actividad microbiana para descomponer la materia orgánica que favorece la agregación de partículas del suelo.

La Zona de Vida corresponde al de Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (bmh – PT), con vegetación heterogénea, principalmente de bosques secundarios; con una temperatura media promedio de 24,43°C, precipitación promedio anual es de 3461,69 mm y humedad relativa promedio de 81,29% (INRENA, 1995).

La plantación de "naranja dulce" (*Citrus sinensis* Osbeck), donde se llevó a cabo el experimento, tiene más de 20 años de edad y presentó síntomas de "tristeza de los cítricos" (CTV). La relación entre el clima y el suelo es que en conjunto van a determinar las características edafoclimáticas de una determinada zona las mismas que a su vez determinarán el desarrollo de ciertas especies de plantas, en el caso de las malas hierbas el tipo de complejo de malezas el mismo que afecta directamente el grado de control de un herbicida. La humedad relativa afecta el desempeño de un plaguicida ya que a mayor humedad ambiental se reducen los efectos por evaporación provocados por las altas temperaturas.

3.3. Datos meteorológicos

Cuadro 3. Datos climáticos mensuales del 2007- 2008.

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	H°R (%)	Horas de sol
	Máx.	Mín.	Med.			
Noviembre	30,24	21,06	25,65	314,25	81,10	143,00
Diciembre	30,03	20,86	25,45	564,40	83,60	124,00
Enero	28,81	20,87	24,84	501,92	84,70	97,20
Total	149,98	102,51	126,26	1820,77	414,50	681,20
Promedio	30,00	20,50	25,25	364,15	82,90	136,24

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales Renovables. Datos registrados los meses de noviembre (2007) a enero (2008).

3.4. Características fisicoquímicas del suelo del campo experimental

El respectivo análisis se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS - Tingo María). Las muestras fueron evaluadas al iniciar la ejecución del experimento. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 2. El análisis de suelo se toma en cuenta como dato referencial del campo experimental.

Según el análisis se considera un suelo de clase textural franco limoso, con un contenido medio de materia orgánica y un pH ligeramente ácido.

Cuadro 4. Análisis físico - químico del suelo experimental.

Parámetro	Valor	Método empleado
Análisis físico		
Arena (%)	11,00	Hidrómetro
Arcilla (%)	42,90	Hidrómetro
Limo (%)	48,20	Hidrómetro
Clase textural	Fco. Ar. Limoso	Triángulo textural
Análisis químico		
pH (1:1) en agua	5.10	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	2.60	Walkey y Black

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía – UNAS, (2008).

3.5. Análisis de la muestra de agua

La muestra de agua se evaluó en el Laboratorio de Suelos de la UNAS, donde se determinó el pH de dicha muestra y los minerales disueltos.

Cuadro 5. Análisis de la muestra de agua.

Clave	pH	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm	K ppm
M ₁	6,90	13,00	0,40	0,80	0,02
M ₂	6,90	13,00	0,60	0,90	0,03
M ₃	6,80	10,00	0,10	0,80	0,01
M ₄	6,70	0,02	0,00	0,01	0,01
M ₅	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00

M₁= Agua de escorrentía

M₄= Agua de lluvia

M₂= Agua de pozo

M₅= Agua destilada

M₃= Agua estancada

3.6. Componentes en estudio

3.6.1. Herbicidas

Nombre técnico	Nombre comercial
Paraquat (contacto)	Gramoxone Super

3.6.2. Agua

Agua de escorrentía.....	M ₁
Agua de pozo.....	M ₂
Aguas estancada.....	M ₃
Agua de lluvia.....	M ₄
Agua neutra (destilada).....	M ₅

3.6.3. Parcela de cultivo de cítricos

En la plantación de cítricos se encontró 50% de malezas de hoja angosta y 40% de malezas de hoja ancha. El total de infestación fue de 90% y la altura de 20 cm en promedio.

3.7. Tratamientos en estudio

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos

Clave	Tratamientos	Dosis de aplicación	
		Ha	Experimento
T ₁	M1a + Gramoxone Super	400L + 2L	2L + 10 ml
T ₂	M2a + Gramoxone Super	400L + 2L	2L + 10 ml
T ₃	M3a + Gramoxone Super	400L + 2L	2L + 10 ml
T ₄	M4a + Gramoxone Super	400L + 2L	2L + 10 ml
T ₅	M5a + Gramoxone Super	400L + 2L	2L + 10 ml
T ₆	M1b + Gramoxone Super	400L + 2L	2L + 15 ml
T ₇	M2b + Gramoxone Super	400L + 3L	2L + 15 ml
T ₈	M3b + Gramoxone Super	400L + 3L	2L + 15 ml
T ₉	M4b + Gramoxone Super	400L + 3L	2L + 15 ml
T ₁₀	M5b + Gramoxone Super	400L + 3L	2L + 15 ml

M₁= Agua de escorrentía

M₄= Agua de lluvia

M₂= Agua de pozo

M₅= Agua destilada

M₃= Agua estancada

3.8. Cálculo de la dosis de herbicidas y gasto de agua

Cálculo de la dosis de herbicida

Si se aplica a una dosis de 2 y 3 L/ha, mediante la regla de tres simple se calcula la dosis para cada unidad experimental (50 m²).

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 2000 \text{ cc (2L/ha) del producto comercial} \\ 50 \text{ m}^2 \text{ ----- } X \end{array}$$

Por lo tanto, se aplicó 10 cc del producto por cada unidad experimental.

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 3000 \text{ cc (3L/ha) del producto comercial} \\ 50 \text{ m}^2 \text{ ----- } X \end{array}$$

Por lo tanto, se aplicó 15 cc del producto por cada unidad experimental.

Cálculo de gasto de agua

Los rangos de agua van desde 100 a 500 L/ha Para los intereses de este trabajo de investigación se ha optado un gasto de agua promedio de 400L/ha.

$$\begin{array}{l} 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 400\text{L de agua} \\ 50 \text{ m}^2 \text{ ----- } X \end{array}$$

Por lo tanto, se gasto 2L de agua por cada unidad experimental.

3.9 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 repeticiones. Se aplicó la prueba de Duncan para obtener datos más reales y precisos.

Cuadro 7. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloques	r-1	3
Tratamiento	t-1	9
Error	(r-1)(t-1)	27
Total	Σ	39

3.10 Modelo estadístico

$$\gamma_{ij} : \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

γ_{ij} : Es el valor observado en la u.e. del j-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ : Es el efecto de la media general.

τ_i : Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

β : Es el efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental de la u.e. del j-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

$i = 1, \dots, 10$ tratamientos

$j = 1, \dots, 4$ bloques.

3.11. Características del campo experimental

3.11.1. Parcelas

- Número total de parcelas.....	40,0
- Número de parcelas por bloque.....	10,0
- Ancho de calle entre filas de bloque.....	0,5 m
- Largo de cada parcela.....	10,0 m
- Ancho de cada parcela.....	5,0 m
- Área de parcelas.....	5,0

3.11.2 Bloques

- Número de bloques.....	4,0
- Largo de bloques.....	50,0 m
- Ancho.....	10,5 m
- Ancho de calle entre bloques.....	1,0 m
- Área de bloques.....	2000,0 m ²

3.11.3. Dimensiones del campo experimental

- Largo	50,0 m
- Ancho.....	45,0 m
- Área total.....	2250,0 m ²

3.12. Datos a registrar

- Porcentaje de infestación de las malezas antes de la aplicación.
- Reconocimiento e identificación del complejo de malezas.
- Determinación del efecto de control a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación.
- Determinar el efecto residual a los 30, 45, y 60 días después de la aplicación.

3.13. Plan de ejecución del experimento

3.13.1. Demarcación del campo experimental

La demarcación del área experimental, se realizó de acuerdo a las características del campo, para lo cual se utilizó, machete, wincha, hilo rafia de varios colores y estacas previamente preparadas. Cada parcela fue demarcada con un tipo de color de hilo rafia por tratamiento (Figura 11 anexo).

3.13.2. Muestreo del suelo

El análisis de suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Las muestras y sub-muestras de suelo se obtuvieron en forma de zig - zag, tratando de conseguir una muestra representativa.

3.13.3. Muestra de agua

Se consideró una muestra de un litro de agua para su análisis en el laboratorio, que consta de cinco tipos de calidad agua, como el agua destilada que fue facilitada por el Laboratorio de Suelos, agua de escorrentía obtenida al costado del Naranjal - Tulumayo, agua estancada obtenida de la misma zona de experimento. Esta agua se caracteriza por no tener un recorrido ya que su almacenamiento es naturalmente por la caída de lluvia en contacto con el suelo. El agua de lluvia se obtuvo en Tingo María la cual fue recogida directamente en baldes, el agua de pozo se recolectó en Tulumayo la cual se usa para cocinar que se recolectan en profundas pozas construidos con ladrillos y cemento, tienen forma circular y son profundos. Se registraron los siguientes datos:

- El pH de cada tipo de agua.
- Análisis químico de los diferentes elementos presente en el agua (principalmente sales presentes) (Cuadro 5).

3.13.4. Identificación y determinación del porcentaje de malezas

El porcentaje de malezas se identificó antes de la aplicación de los tratamientos por el método visual del m², recomendado por VELEZ, (1981); asimismo se evaluó número de malezas, tipo de malezas, tamaño de malezas y otras características en la parcela experimental. Esta labor se realizó determinando áreas de 1 m², en las cuales se contó la cantidad existente de malezas, tanto de hoja ancha como de hoja angosta. En seguida se tomaron datos de altura con una cinta métrica, para determinar el tamaño promedio de las malezas ya que para una aplicación de herbicidas el tamaño de las malezas debe ser entre 20 a 25 cm de altura, en caso de ser mayor se procederá a realizar el corte de estas a la altura determinada. Para el caso del presente experimento fue necesario realizar esta labor, ya que las malezas no presentaron el tamaño requerido para su control.

Las malezas colectadas en el campo experimental, fueron identificadas con la ayuda del Manual de Malezas Tropicales (CARDENAS, 1972), Diccionario de Malezas Hierbas (GUELL, 1970) y el Atlas de Malas Hierbas (VILLARIAS, 1992).

Las malezas identificadas fueron las siguientes:

Cuadro 8. Porcentaje de malezas identificadas al momento de la ejecución del experimento.

Familia	N. científico	N. común	Infestación (%)
Hoja ancha:			
Amarantáceas	<i>Amarantus</i> sp.L.	"Yuyo hembra"	5
Compositae	<i>Erigeron crispum</i> P.	"Venadillo"	10
Cruciferae	<i>Pseudolephantopus spicatus</i> L.	"Matapasto"	5 40%
Cruciferae	<i>Sisymbrium crassifolia</i> C.	"Jarango"	5
Urticaceae	<i>Urtica dióica</i> L.	"Ortiga"	10
Verbenacaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.	"Verbena"	5
Hoja angosta:			
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	"Ciperus rotondo"	20
Gramineae	<i>Cynodon dactylon</i> R.	"Grama"	10 50%
	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	"Pata de gallina"	5
	<i>Echinochloa colona</i> L.	"Pata de gallo"	15

El porcentaje de infestación de malezas fue de 90%, del cual el 40% corresponde a malezas de hoja ancha y el 50% a malezas de hoja angosta (gramíneas).

3.13.5. Equipos utilizados

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila JACTO cuya capacidad fue de 20L, con boquilla tipo TEE – JET 8002 (sistémico).

2.13.6. Calibraciones del equipo

Se realizó en el área correspondiente al campo experimental, donde se determinó la aspersion óptima de la mezcla. Para ello, la bomba marca JACTO se llenó con 2L de agua y se procedió a su aplicación en 50 m² a un ritmo, presión y altura constante. El gasto de agua por hectárea fue de 400L/ha.

3.14. Aplicación de los tratamientos

Antes de proceder a la aplicación del herbicida, se cortaron las malezas a 25 cm de altura, a fin de uniformizar el tamaño de estas. Para ello, se realizó un corte y se esperó que alcancen una altura de 20 a 25 cm, tamaño recomendable para el control químico de malezas. Se consideró la altura de la boquilla, presión, velocidad de aplicación y la hora adecuada (horas de la mañana) para la aplicación de los tratamientos.

Según el periodo crítico del cultivo los momentos de control de malezas deben ser en los meses de marzo, mayo, setiembre y noviembre, por lo que el experimento se llevó a cabo en los meses de noviembre a enero.

3.15. Determinar el efecto fitotóxico de control

Las evaluaciones se realizaron a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación, para ello se utilizó el método visual y la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1994), escala que se utilizó por primera vez en Chiclayo (VELEZ, 1981):

Escala	Denominación
(%)	(Del control de malezas)
00 - 40	Ninguno o pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Eficiente
71 - 80	Bueno
81 - 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente

(ALAM, 1974).

3.16. Determinación del efecto residual

Las evaluaciones se realizaron a los 30, 45 y 60 días después de la aplicación, procediendo a verificar el grado de control de las malezas, determinando el tiempo transcurrido de la aplicación hasta el inicio de la aparición de nuevas malezas o los rebrotes de las malezas afectadas.

3.17. Determinación del análisis económico

Se considero 2 jornales/ha para la aplicación de los herbicidas. De igual manera, para determinar los costos de aplicación de los tratamientos se consideró aquellos que demostraron control en el rango como mínimo de eficiente, para relacionarlo con el efecto residual. Finalmente el costo de tratamiento se determino dividiendo el costo total entre el número de días en que duro su efecto residual. El valor resultante es el costo de tratamiento por día de control de malezas (HELFGOTT, 1987).

IV. RESULTADOS

4.1. Del efecto de control

En los Cuadros 29, 30, 31 y 32 del Anexo, se presentan los datos originales del porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente, después de la aplicación de los herbicidas.

En el Cuadro 9, se observa que a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los herbicidas, no existe diferencia estadística para el efecto de bloques, pero sí existe diferencias estadísticas significativas para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variación fueron de 10.779, 8.233 8.239 y 8.208% para el porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días respectivamente, los que son aceptables para las condiciones en la que se realizó el presente experimento.

En el Cuadro 10, se presenta la comparación de medias correspondiente al porcentaje de control de malezas, donde se observa que a los 7 días después de la aplicación de los herbicidas, los tratamientos T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L), T₉ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 3L), T₆ (Agua de escorrentia 400L + Paraquat 3L), T₈ (agua estancada 400L + Paraquat 3L), T₇ (Agua de pozo 400L + Paraquat 3L) y T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L) demostraron mejor efecto de control diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos en estudio.

A los 14 días (Cuadro 7) los tratamientos T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L), T₉ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 3L), T₈ (agua estancada 400L + Paraquat 3L), y T₆ (Agua de escorrentía 400L + Paraquat 3L) demostraron mejor efecto de control diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos.

A los 21 y 28 días después de la aplicación de los herbicidas, el tratamiento T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L), demostró mejor efecto de control que los demás tratamientos en estudio, sin diferenciarse estadísticamente de los tratamientos T₉ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 3L), T₆ (Agua de escorrentía 400L + Paraquat 3L), T₈ (Agua estancada 400L + Paraquat 3L) y del T₇ (Agua de pozo 400L + Paraquat 3L).

En las Figura 5 se presentan los grados de control de malezas, obtenidos del promedio de los datos originales, los cuales se presentan en el Cuadro 36 del Anexo.

Cuadro 9. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de cítricos

Cuadrados medios					
Fuente de variación	G.L.	7 días	14 días	21 días	28 días
Bloques	3	21,67 NS	24,17 NS	120,63 NS	38,96 NS
Tratamiento	9	478,89 AS	359,44 AS	420,90 AS	409,79 AS
Error experimental	27	31,11	47,59	31,27	29,24
Total	39				
C.V. (%)		10,77	8,23	8,24	8,21

NS = No existe significación estadística

AS = Altamente significativo

Cuadro 10. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos.

Trat.	7 días	14 días	21 días	28 días
T ₁₀	80,00 a	T ₁₀ 81,25 a	T ₁₀ 82,50 a	T ₁₀ 80,00 a
T ₉	76,25 a	T ₉ 77,55 a	T ₉ 78,75 a	T ₉ 77,50 a
T ₆	71,25 ab	T ₈ 76,25 ab	T ₆ 76,25 a	T ₆ 73,75 a
T ₈	70,00 ab	T ₆ 73,75 ab	T ₈ 72,50 a	T ₈ 71,25 ab
T ₇	68,75 abc	T ₇ 70,00 ab	T ₇ 72,50 ab	T ₇ 70,00 abc
T ₅	63,75 bc	T ₅ 67,50 bc	T ₅ 67,50 ab	T ₅ 65,00 bc
T ₄	56,25 cd	T ₄ 61,25 cd	T ₄ 62,50 bc	T ₄ 60,00 cd
T ₁	53,75 de	T ₁ 58,75 cde	T ₁ 57,50 cd	T ₁ 55,00 de
T ₃	51,25 de	T ₃ 56,25 de	T ₂ 55,00 d	T ₃ 53,75 de
T ₂	48,75 e	T ₂ 55,00 e	T ₃ 53,75 d	T ₂ 52,50 e

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

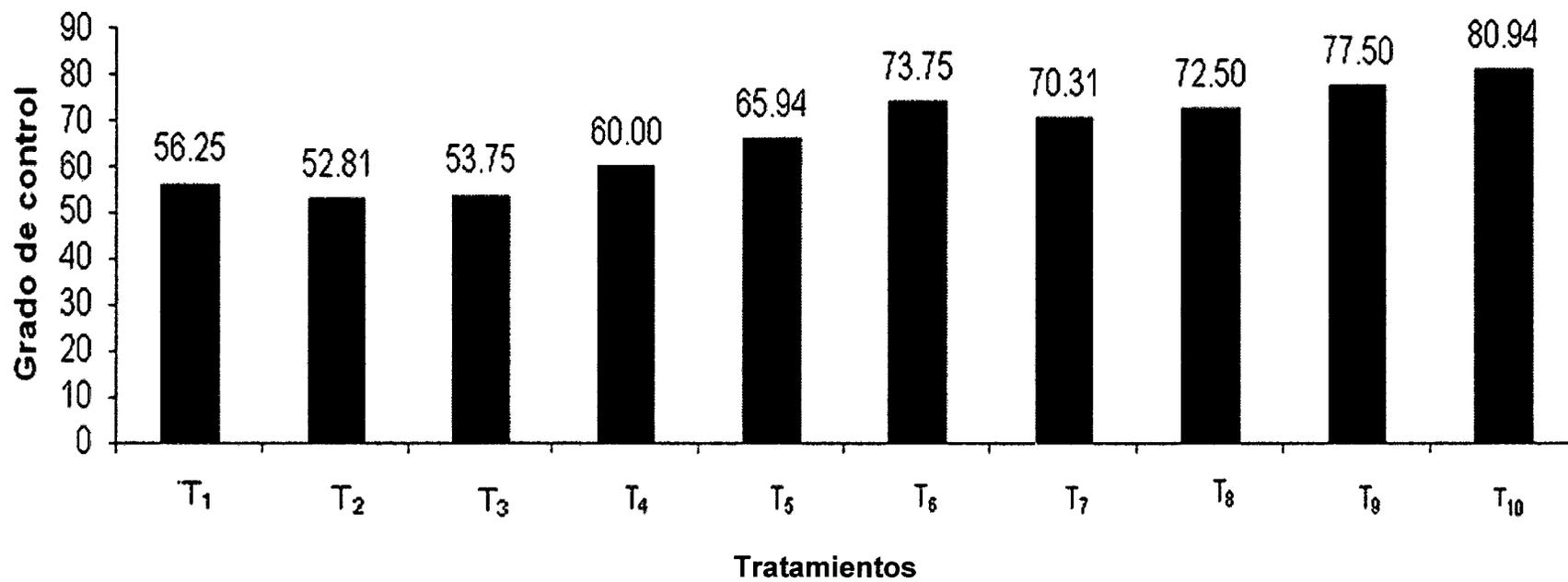


Figura 3. Grado de control de malezas.

4.2. Del efecto residual de los tratamientos

En los Cuadros 11, se observa que no existe diferencia estadística alguna para el efecto de bloques, pero si existe diferencia altamente significativa para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variación 12.902, 9.891 y 8.337% son aceptables para las condiciones en las que se realizó el presente experimento.

En los Cuadros 12, se muestra el porcentaje de rebrote de las malezas en los diferentes tratamientos en estudio. La residualidad de los tratamientos estuvo representado por la presencia de rebrotes de malezas lo cual se observó que a los 45 días después de la aplicación, el tratamiento T₂ (Agua de pozo 400L + Paraquat 2L) superó el 50% de rebrote lo que significa que perdió su poder residual, no sucediendo así con los tratamientos T₃ (Agua estancada 400L + Paraquat 2L), T₄ (Agua lluvia 400L + Paraquat 2L), T₇ (Agua de pozo 400L + Paraquat 3L), T₈ (agua estancada 400L + Paraquat 3L), T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L), T₉ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 3L), T₆ (Agua de escorrentía 400L + Paraquat 3L), y T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L), que superaron el 50% de rebrote a los 60 días después de la aplicación.

En la Figura 6, se presenta el grado de rebrote de malezas, obtenidos del promedio de porcentajes de los datos originales, los cuales se presenta en el Cuadro 37 del Anexo.

Cuadro 11. Resumen del análisis de variancia del porcentaje de rebrote de malezas a los 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios		
		30 días	45 días	60 días
Bloques	3	0,600 NS	8,958 NS	47,292 NS
Tratamiento	9	108,489 AS	357,014 AS	465,347 AS
Error experimental	27	4,156	14,977	30,162
Total	39			
C.V. (%)		12,902	9,891	8,337

NS = No existe significación estadística

AS = Altamente significativo

Cuadro 12. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 30, 45, y 60 días después de la aplicación de los herbicidas.

	30 días		45 días		60 días
T ₂	23,00 a	T ₂	51,25 a	T ₃	80,00 a
T ₃	22,25 a	T ₃	50,00 a	T ₂	78,75 a
T ₁	20,50 a b	T ₁	47,50 a b	T ₁	77,50 a
T ₄	18,50 a b	T ₄	45,00 a b	T ₄	75,00 a b
T ₅	16,75 b c	T ₅	42,50 b c	T ₇	62,50 b c
T ₇	14,25 c d	T ₇	35,00 c d	T ₈	61,25 c
T ₈	13,25 c d e	T ₈	35,00 c d	T ₅	60,00 c
T ₆	11,50 d e f	T ₆	32,50 d	T ₆	57,50 c
T ₉	9,50 e f	T ₉	28,75 d e	T ₉	53,75 c
T ₁₀	8,50 f	T ₁₀	23,75 e	T ₁₀	52,50 c

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

T₁ = Agua de escurrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escurrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

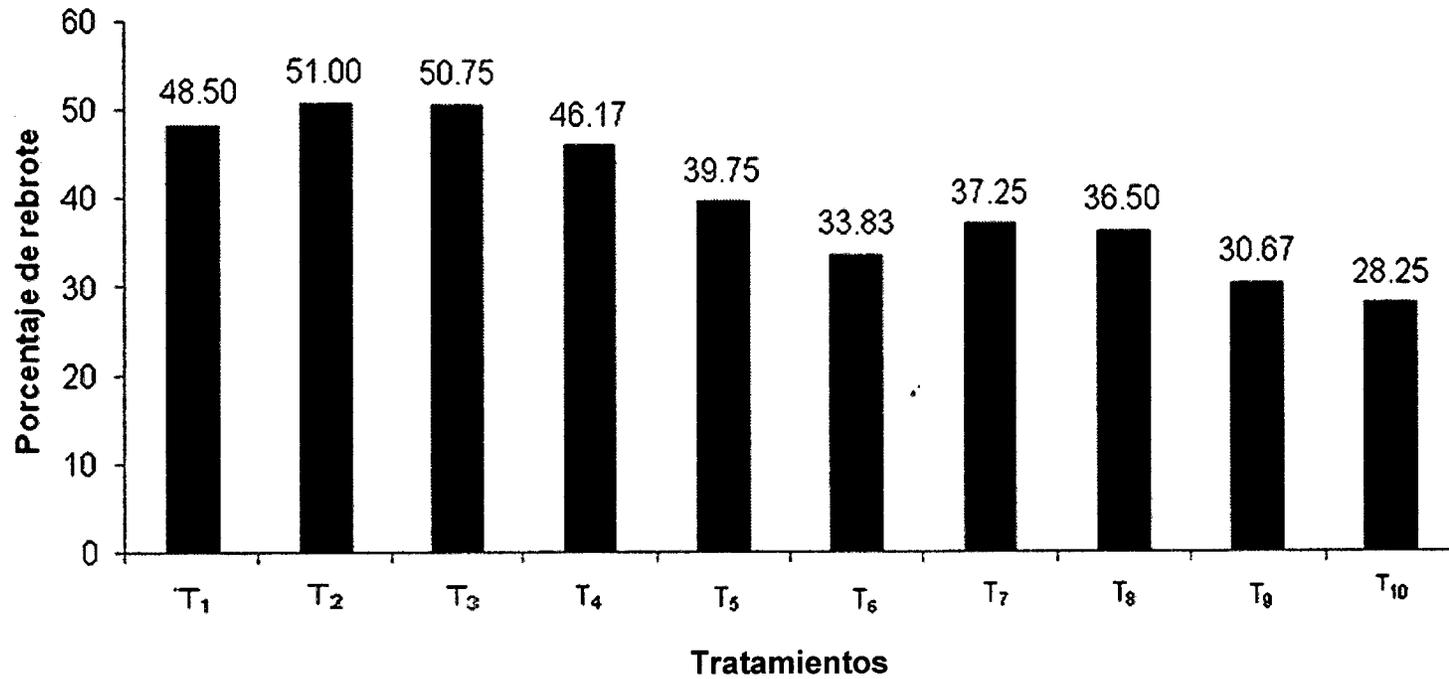


Figura 4. Porcentaje de rebrote de malezas

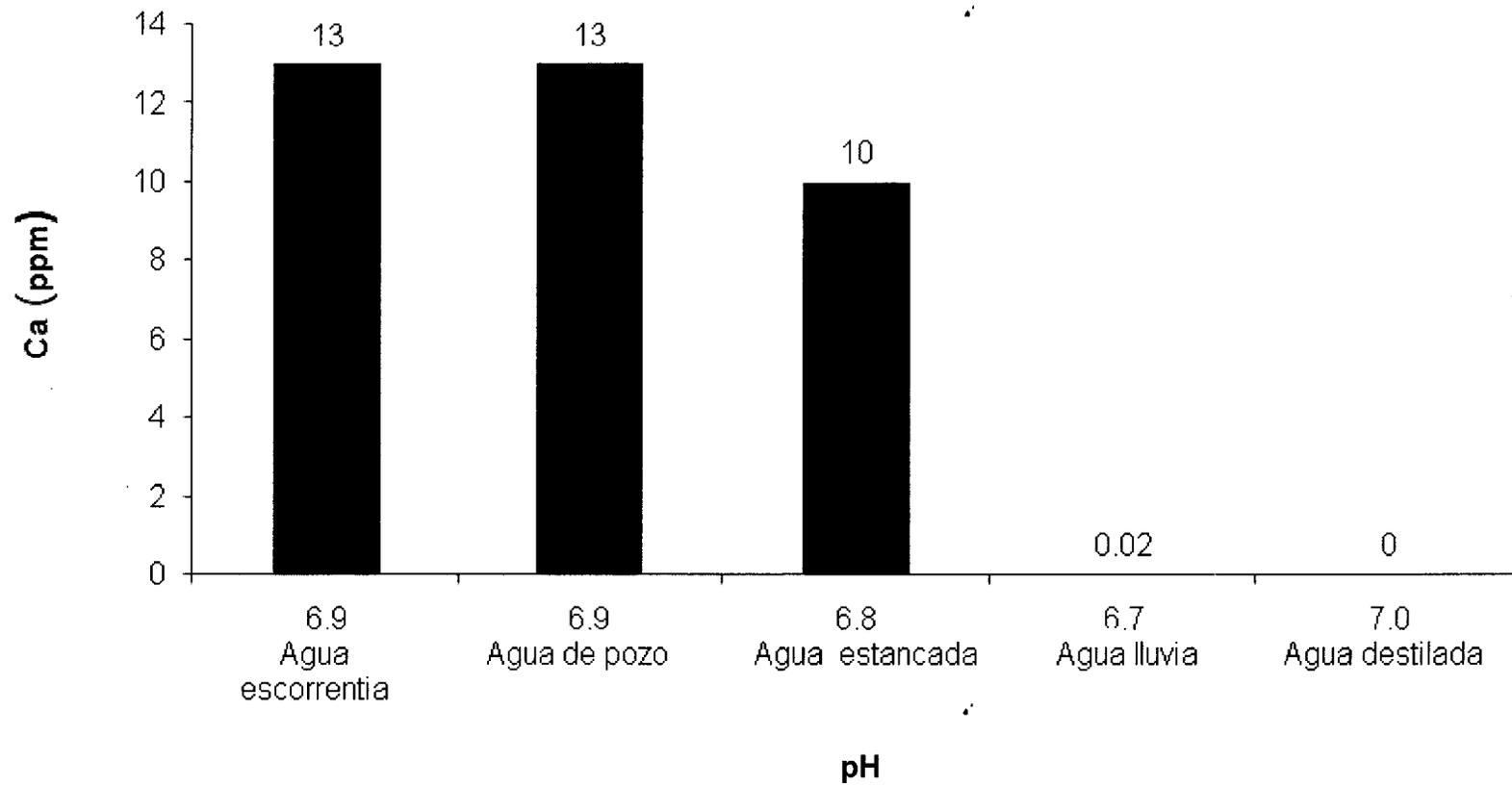


Figura 5. Contenido de calcio en comparación con el pH en los diferentes tipos de calidad de agua.

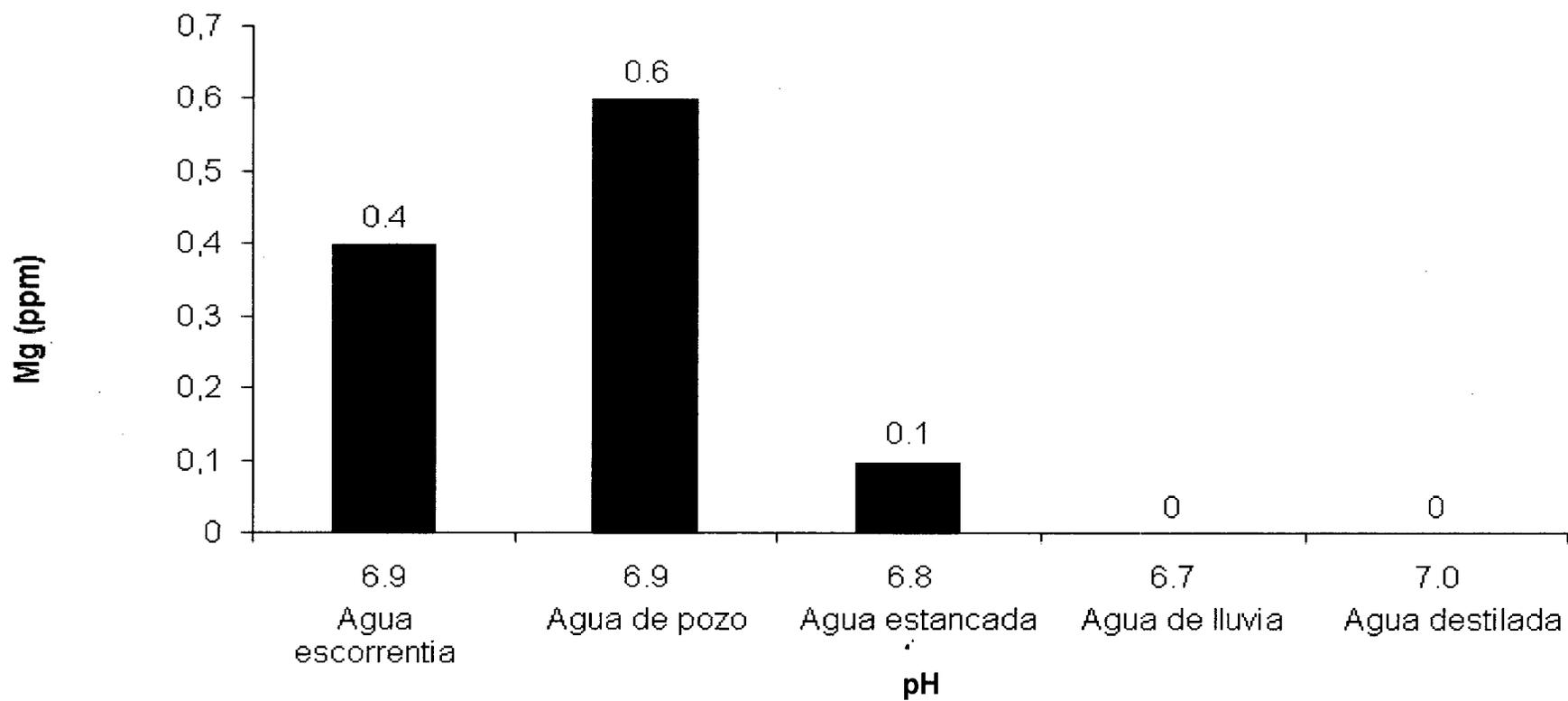


Figura 6. Contenido de magnesio en comparación con el pH en los diferentes tipos de calidad de agua

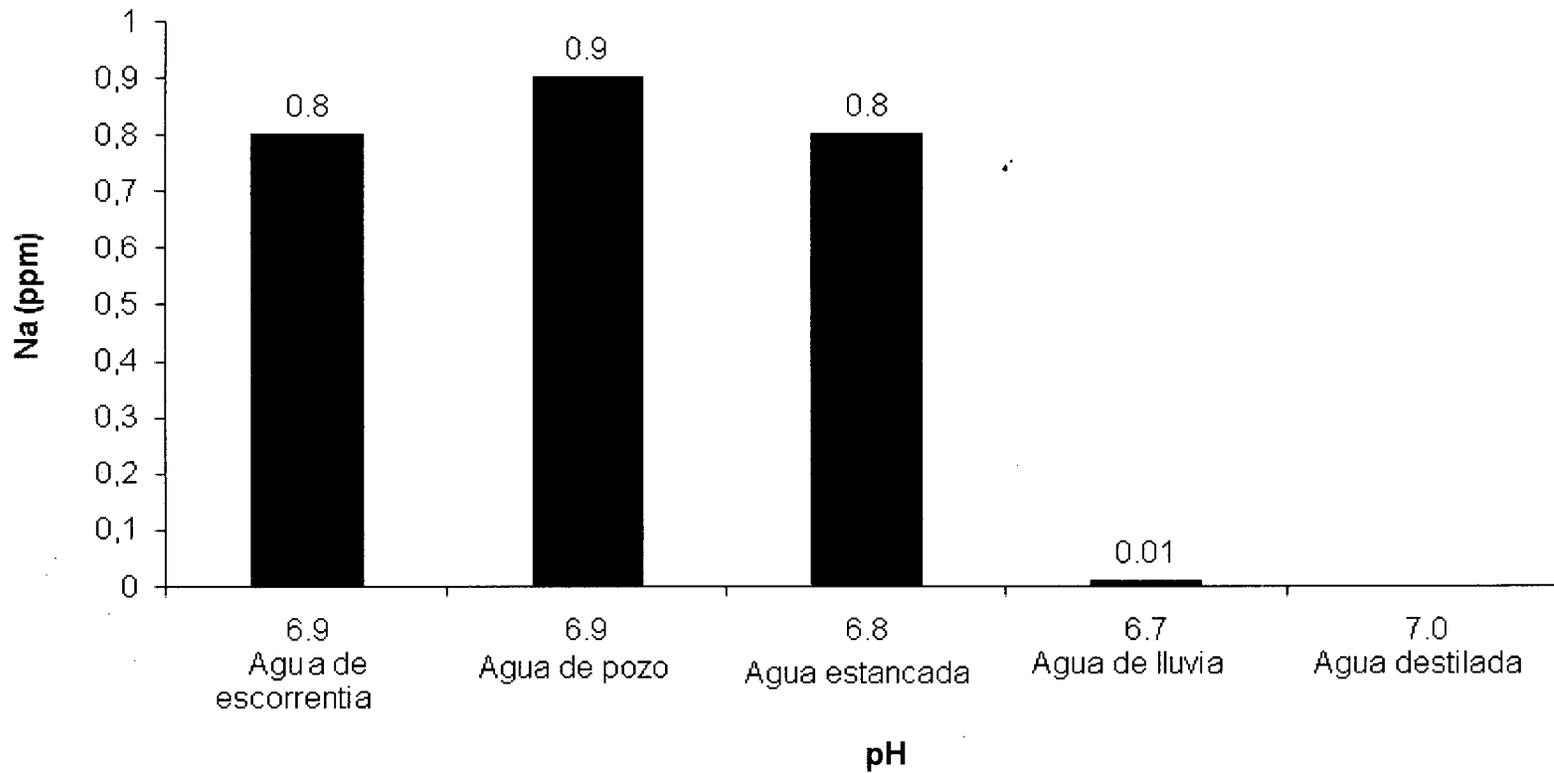


Figura 7. Contenido de sodio en comparación con el pH en los diferentes tipos de calidad de agua.

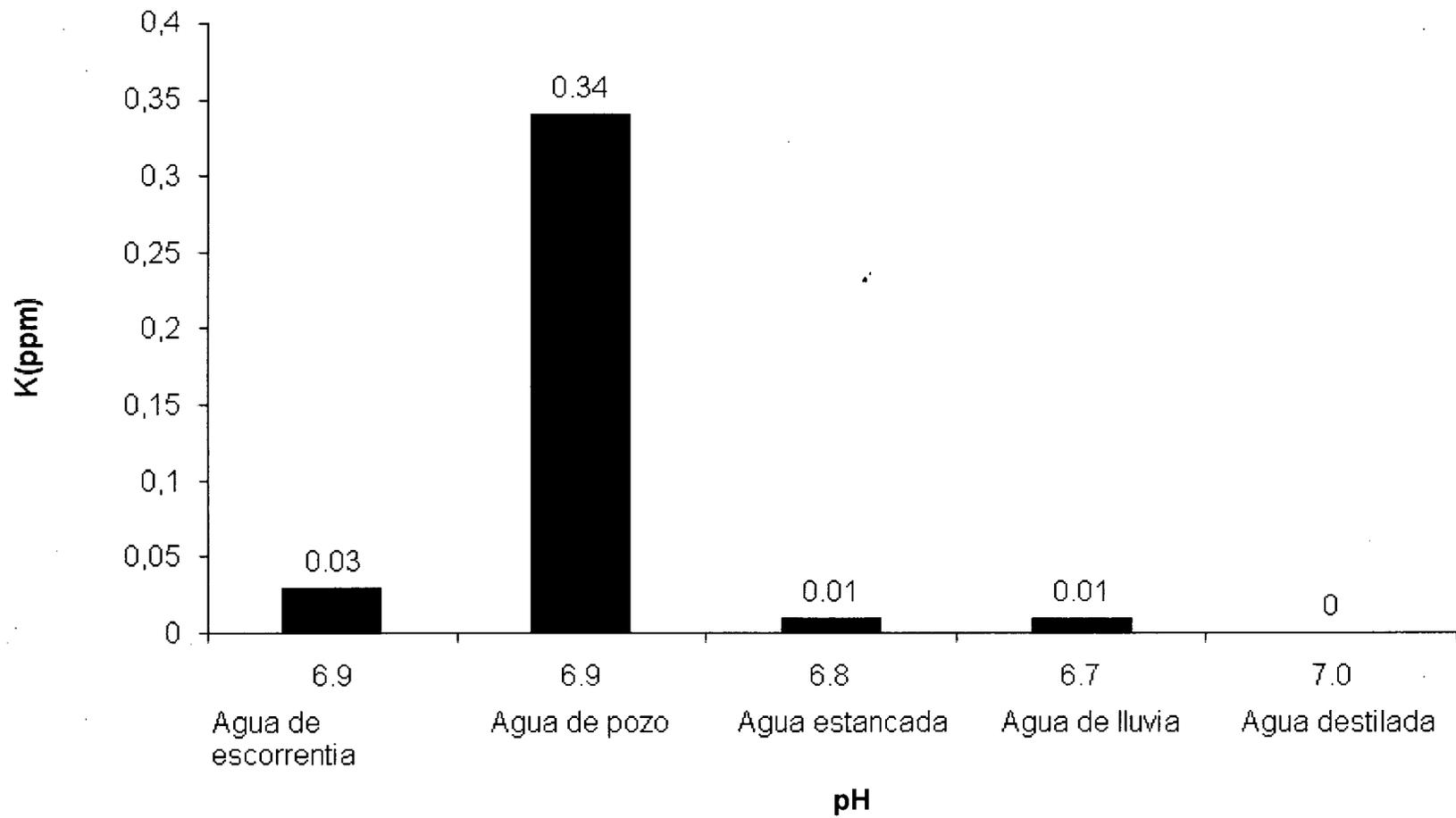


Figura 8. Contenido de potasio en comparación con el pH en las diferentes tipos de calidad de agua.

4.3 Del análisis económico de los tratamientos

En el Cuadro 13, se indica en forma detallada los costos de los herbicidas y del jornal para cada tratamiento expresados en hectárea. Para el caso del poder residual en días se tomó en cuenta el día en que el porcentaje de rebrote supera el 50%, es decir el momento en que ha perdido su poder residual.

Se consideró dos jornales para la aplicación de los herbicidas en una hectárea de cultivo, trabajando 8 horas diarias.

Así mismo para determinar los costos de aplicación de los tratamientos se consideraron los que demostraron mejor efecto de control para relacionarlo con el poder residual.

Se observó que los tratamientos T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L), T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L), presentaron mayor costo de tratamiento (S/ 4,07 y 4,12 por día de control respectivamente). Los tratamientos T₇ (Agua de pozo 400L + Paraquat 3L), T₈ (Agua estancada 400L + Paraquat 3L), T₆ (Agua de escorrentia 400L + Paraquat 3L), T₉ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 3L), presentaron menor costo de tratamiento (S/ 2,67; 2,62; 2,53 y 2,40 por día de control respectivamente). Los tratamientos T₂ (Agua de pozo 400L + Parquat 2L), T₃ (Agua estancada 400L + Paraquat 2L), T₁ (Agua escorrentia 400L + Paraquat 2L) y T₄ (Agua lluvia 400L + Paraquat 2L), presentaron el menor costo de tratamiento (S/ 2,36; 2,30; 1,26 y 2,16).

Cuadro 13. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Clave	Precio del por producto tratamiento (S/.)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra (S/.)	Costo total (S/.)	Potencial de control (%)	Poder residual (día)	Costo de tratamiento por día de control (S/.)
T ₁	38(2)	2	15	106	58,75	47	2,26
T ₂	38(2)	2	15	106	55,00	45	2,36
T ₃	38(2)	2	15	106	56,25	46	2,30
T ₄	38(2)	2	15	106	62,50	49	2,16
T ₅	38(2) +100	2	15	206	67,50	50	4,12
T ₆	38(3)	2	15	144	76,25	57	2,53
T ₇	38(3)	2	15	144	72,50	54	2,67
T ₈	38(3)	2	15	144	73,75	55	2,62
T ₉	38(3)	2	15	144	78,75	60	2,40
T ₁₀	38(3) +100	2	15	244	82,50	60	4,07

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

V. DISCUSION

5.1 Del efecto potencial de control

El herbicida Paraquat muestra probada eficacia para el control de malezas debido a su acción fitotóxica que ocasiona la muerte de éstas; sin embargo el efecto de control difiere entre tratamientos, según la dosis de Paraquat en mezcla con los diferentes tipos de calidad de agua utilizada en el presente experimento.

5.1.1 Del testigo

A los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 36, Anexo), el tratamiento T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L) con mayor dosis, se consideró como segundo testigo ya que presenta un pH neutro y cero minerales disueltos, presentando un mayor efecto de control (80.00%), que los demás tratamientos ya sea a igual o menor dosis de Paraquat en los diferentes tipos de calidad de agua. Asimismo, el tratamiento T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L), con menor dosis se tomó como primer testigo ya que también presenta un pH neutro y cero elementos minerales, presentando un mayor efecto de control (65.00%) a los 28 días, que los demás tratamientos en estudio a igual dosis de Paraquat evaluadas en diferentes fuentes de agua según el experimento.

Comparando estos dos testigos, se puede apreciar que el tratamiento T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L), no mostró mayor grado de control frente al tratamiento T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L) en

mezcla con los diferentes tipos de calidad de agua. Recientes investigaciones han mostrado que la efectividad de los herbicidas puede ser reducida por algunas clases de agua, puesto que existe influencia de los factores principales que regulan la calidad de agua, como limpieza y contenido de iones minerales, los cuales pueden inactivar el Paraquat (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1994).

Debe destacarse que durante el periodo del experimento, sobre todo en los meses de noviembre, diciembre y enero, los factores climáticos (Cuadro 1) fueron favorables para el desarrollo vegetativo de las malezas y desfavorables de alguna manera para la calidad de los tipos de agua en experimentación.

5.1.2. De los tratamientos

Según las diferentes fuentes de calidad de agua evaluadas en el presente experimento, a mayor dosis de Paraquat 3L, manifestaron una mejor acción activadora del herbicida; ya que permitieron lograr un control significativamente mayor de las malezas a comparación de la dosis Paraquat 2L que tuvo un desempeño relativamente pobre sobre estas malezas.

Los coeficientes de variabilidad (Cuadros 9 y 11) son bajos debido a la homogeneidad del complejo de malezas en todas las parcelas (la distribución de las malezas fue uniforme en todo el capo experimental por lo que cada una de las parcelas contaba con un complejo de malezas similar a las demás parcelas), es así que los datos obtenidos de parcelas correspondientes

al mismo tratamiento no son muy variables, lo que dio como resultado coeficientes de variabilidad bajos.

El efecto mayor de los tratamientos T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L) y T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L), puede atribuirse a que el agua destilada contiene un pH neutro y cero minerales y, al aumentar la dosis de Paraquat existe un mejor efecto de control, coincidiendo de alguna manera con AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1994) que indica que el agua dura y salina posee buena calidad para aplicación de herbicidas y el pH óptimo es 7, el que es estable, salvo condiciones alcalinas, que influyen en el buen control de las malezas. Según GUADALUPE, (1993) el Paraquat que tiene acción rápida e independiente de las condiciones climáticas, actúa rápidamente matando los tejidos verdes de las plantas. Se absorbe con mucha rapidez por lo que su acción no es afectada por la lluvia que puede caer después de su aplicación.

El pH de la mayoría de las aguas se sitúa en la región de neutro a levemente alcalino. Este nivel de pH no afecta a procesos de hidrólisis que puedan degradar al herbicida antes de su penetración. Conviene puntualizar que el pH no siempre tiene una relación directa con la concentración de iones que confieren dureza. Si el agua presenta arcilla en suspensión, no debe utilizarse porque puede provocar obstrucciones y taponamientos en la pulverizadora. Por otra parte, los herbicidas que se adhieren o adsorben fuertemente a partículas coloidales, resultan inactivados:

es el caso de Paraquat y Glifosato, entre otros. Debe tenerse en cuenta que la misma clase de inactivación ocurre cuando estos productos son aplicados a superficie de plantas que están cubiertas con una capa de polvo. Asimismo, el polvo levantado durante la pulverización puede también resultar en control reducido, especialmente detrás de la pulverización (PETROFF, 2000).

A los 7 y 14 días (Cuadro 10) el tratamiento T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L), demostró mayor efecto de control que los demás tratamientos en estudio sin diferencia estadística de los tratamientos T₉ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 3L), T₈ (Agua estancada 400L + Paraquat 3L) y T₆ (Agua de escorrentía 400L + Paraquat 3L). Esta similitud puede asumirse a la dosis ideal de Paraquat con 3L, ajustándose al equilibrio de los minerales disueltos. También puede atribuirse a la traslocación simplástica (KLIGMAN, 1984) y propiedades fisicoquímicas del Paraquat (Gramoxone Super), que actúan inhibiendo el flujo de electrones entre la ferredoxina y el NADP, reduciendo el oxígeno a un radical superóxido (O₂⁻), que produce la pérdida de la actividad de los cloroplastos (RUBEN, 2002).

El Paraquat es un catión divalente, pero al aceptar electrones de la fotosíntesis, se convierte en radical monovalente, radical superóxido que inicia la secuencia de eventos que causa la muerte de la célula. Posteriormente, el superóxido se convierte en radical libre de hidroxilo (OH⁻) y peróxido de hidrogeno (H₂O₂), los que dañan a la planta (PITTY, 1975).

A los 21 y 28 días (Cuadro 10) presenta el mayor grado de control T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L), ya que demostró mejor efecto

de control que los demás tratamientos en estudio, sin diferenciarse estadísticamente de los tratamientos T₉ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 3L), T₆ (Agua de escorrentía 400L + Paraquat 3L), T₈ (Agua estancada 400L + Paraquat 3L), T₇ (Agua de pozo 400L + Paraquat 3L). De igual manera, se aprecia que a los 21 días los 10 tratamientos en estudio alcanzaron el mayor grado de control que a los 28 días, corroborando que este herbicida tiene una acción rápida bajo condiciones ambientales de luz, oxígeno y clorofila, tal como lo manifiesta RUBEN (2002).

Durante los 28 días de evaluación (Cuadro 10), los tratamientos T₁ (Agua de escorrentía 400L + Paraquat 3L), T₂ (Agua de pozo 400L + Paraquat 2L), T₃ (Agua estancada 400L + Paraquat 3L), T₄ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 2L) y T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L) demostraron bajo efecto de control, debido a que corresponden a las dosis más bajas del herbicida. Cabe mencionar que la cantidad de herbicida que logre penetrar a la planta determinará la efectividad del tratamiento.

En la Figura 5, se observa que el tratamiento T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L) presenta mayor porcentaje de control de malezas en promedio (80,94%) y el tratamiento T₉ (Agua lluvia 400L + Paraquat 3L) obtuvo un porcentaje de control de 77.50% frente al tratamiento T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L) que presenta menor efecto de control en promedio (65,94%), debido a que el agua destilada tiene cero minerales y pH neutro, que incrementa el efecto potencial de control del Paraquat. Este comportamiento permitió corroborar la hipótesis de que, si usamos mayor dosis

de Paraquat el efecto de control será mayor, siempre y cuando el contenido de minerales disueltos en el vehículo sean menores.

Según el análisis realizado en el Laboratorio de Suelos de la UNAS, el agua de lluvia contiene las más bajas concentraciones en ppm de minerales, que los otros tipos de agua (agua estancada, de pozo y de escorrentía); por lo que no es recomendable mezclar el agua de lluvia con los otros tipos de agua, ya que se modifica el pH y calidad del solvente, que a su vez disminuye la efectividad del Paraquat.

En el presente experimento, el agua de lluvia fue recogida directamente en baldes sin tener contacto con el suelo para evitar su mezcla con arcilla o limo que inactivan la eficacia del Paraquat.

5.2 Poder residual

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 11) van disminuyendo conforme va aumentando el porcentaje de rebrote, esto ocasiona que el poder residual también disminuya y al mismo tiempo hace que la variación de datos sea mayor.

A los 45 días de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 34), el tratamiento T₂ (Agua de pozo 400L + Paraquat 2L) ha perdido su poder residual porque superó el 50% de rebrote, lo cual se atribuye a la baja dosis de Paraquat y al contenido de minerales disueltos como calcio, magnesio, potasio y sodio en relación con el pH.

Según los análisis de minerales presentados en las Figuras 7, 8, 9 y 10, el agua de pozo presenta un pH= 6.9 al igual que el agua de escorrentía, presentando ambos la misma cantidad de Ca= 13 ppm, pero no existiendo esta misma cantidad en los demás fuentes de agua. De igual manera, las cantidades de Mg, Na y K son mayores en el agua de pozo, 0.6, 0.9 y 0.34 ppm respectivamente, en comparación con los otros tipos de agua. Según AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1994), el agua dura empleada como vehículo en la aplicación de herbicidas puede afectar adversamente la emulsibilidad y dispersión del herbicida y en consecuencia su fitotoxicidad.

Según el Cuadro 28 del Anexo, el T₃ (Agua estancada 400L + Paraquat 2L) y T₁ (Agua escorrentía 400L + Paraquat 2L), perdieron su poder residual a los 46 y 47 días de aplicación respectivamente, lo que se puede atribuir a la baja dosis de Paraquat, contenido de minerales y el tipo de pH de las dos fuentes de agua. En el análisis de minerales (Figuras 6, 7, 8 y 9), se observa que el agua escorrentía presentó mayor contenido de calcio Ca= 13,0; Mg= 0,4; Na= 0,8 y K= 0,03 ppm, frente al agua estancada que presentó Ca=10,0; Mg= 0,4; Na=0,8 y K= 0,01 ppm; estos registros tienen una relación directa con el pH de estos tipos de agua si lo comparamos con el agua destilada que contiene un pH neutro y cero minerales disueltos.

El agua estancada tiene un pH menor de 6,8 y presenta un menor contenido de minerales en comparación con el agua de escorrentía, por lo tanto

la pérdida de poder residual se diferencia en un día. Como se dijo anteriormente el pH por lo general en la mayoría de los tipos de aguas se sitúa en la región de neutro a levemente alcalino. Estos niveles de pH no afectan los procesos de hidrólisis que podrían degradar al herbicida antes de su penetración. Conviene puntualizar que el pH no siempre tiene una relación directa con la concentración de iones que confieren dureza (PETROFF, 2000).

A los 49 y 50 días los tratamientos T₄ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 2L), y T₅ (Agua destilada 400L + Paraquat 2L), perdieron su poder residual respectivamente, pudiéndose atribuir a la baja dosis de Paraquat y bajo contenido de minerales disueltos. En estos tipos de agua la relación del pH entre estas dos fuentes de agua no existe una relación directa con los minerales, ya que a un pH neutro el contenido de minerales en el agua destilada es cero, mientras que el agua de lluvia tiene el más bajo pH de 6,7 en comparación con el agua destilada, estancada, de pozo y de escorrentía, las que presentan pH de 7,0; 6,8; 6,9 y 6,9 respectivamente. De esto, se deduce que el agua de lluvia, en cuanto a calidad, está más cercana al agua destilada, debido a que tiene baja concentración de minerales disueltos, no existiendo una relación directa con el pH de esta agua.

Al respecto, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1994) sostiene que la dureza del agua oscila entre 0 – 200 y es causada por la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes; agua con menos de 50 ppm es considerada agua blanda, 50 a 100 ppm como de dureza media y entre 100 – 200 ppm como agua dura apta para irrigación. Agua con menos de 150 ppm

es adecuada para propósitos domésticos y aguas muy blandas son corrosivas para tuberías.

A los 54, 55 y 57 días los tratamientos T₇ (Agua de pozo 400L + Paraquat 3L), T₈ (Agua estancada 400L + Paraquat 3L) y T₆ (Agua de escorrentía 400L+ 3L) perdieron su poder residual consecutivamente, atribuyéndose a la presencia de iones de sales en las diferentes fuentes de agua, que de una u otra manera influyen en la efectividad del herbicida, coincidiendo con AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1994), que manifiesta que el verdadero problema del agua dura con respecto al uso y efectividad de herbicidas radica en que los iones, en especial Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ y Fe⁺⁺⁺, reaccionan con las sales de los herbicidas y con algunos surfactantes para formar sales insolubles las cuales precipitan, removiendo el herbicida o surfactante de la solución.

Finalmente, a los 60 de la aplicación de los tratamientos, el T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L) y T₉ (Agua de lluvia 400L + Paraquat 3L) perdieron su poder residual: Esto se debe a la alta dosis de Paraquat, baja concentración de minerales presentes en el agua de lluvia y cero contenido minerales en la agua destilada, haciendo que no exista una relación directa con el pH y, como se mencionó anteriormente la cantidad de herbicida que sea absorbido por la planta determinará la efectividad del tratamiento, es así que la maleza al absorber la mayor cantidad del herbicida va a tener mayor control o daño de la misma ya que su recuperación o rebrote será mucho más lento que el de las que hayan absorbido menor cantidad del herbicida.

De acuerdo a los trabajos realizados por MITIDIERI (1997), el mejor control se logra utilizando agua desmineralizada, y el control más pobre cuando utiliza agua con calcio. La presencia del catión calcio en el agua a la concentración de 2500 ppm afecta negativamente el desempeño del herbicida Paraquat. En el presente experimento se corrobora que la presencia de sales minerales, como calcio magnesio, sodio y potasio afectan negativamente la efectividad del Paraquat, desconociéndose, por ahora, la cantidad (ppm) de cada elemento que pueda afectar a este herbicida. Por ello, se generaliza que pequeñas cantidades de sales influyen en la efectividad del Paraquat.

5.3 Del análisis económico de los tratamientos en estudio

Todos los tratamientos obtuvieron un grado de control por encima del rango de regular o eficiente hasta un rango bueno (ALAM, 1974) llegando a un 80% de control, debido a que las dosis empleadas de de Paraquat (2 y 3 L/ha) fueron las más altas.

Analizando los resultados de costos por tratamiento, respecto al efecto de control y efecto residual representado en porcentaje de rebrote (Cuadro 36), se puede apreciar que el T₁₀ (Agua destilada 400L + Paraquat 3L), pese a que realizó el mejor control, llegando a 80,00% a los 28 días, resultó antieconómico ya que su costo es S/ 4,07 por día de control (Cuadro 13), con un poder residual de 60 días; sin embargo el T₉ (Agua lluvia 400L + Paraquat 3L) que obtuvo un control de 77,5% a los 28 días, con un poder residual de 60 días,

presentó menor costo de aplicación a la mayor dosis de Paraquat, siendo S/ 2,40 por día de control. Por último, el que presentó el menor costo de aplicación (S/ 2.16), a la menor dosis con un grado de control de 60,0% a los 28 días es el T₄ (Agua lluvia 400L + Paraquat 2L) con un poder residual de 49 días.

Estos registros permiten recomendar al agricultor la aplicación de agua de lluvia a baja dosis de Paraquat, pudiendo inclusive ser la dosis mayor, pero aplicando correctores de pH para incrementar el efecto de control y poder residual, fluctuando los costos de aplicación por día entre 2,16 y 2,40 nuevos soles, con dosis menor y mayor del herbicida Paraquat, respectivamente.

Posiblemente, el agua de lluvia presenta bajísimos contenidos de minerales, muy cercanos al agua destilada, porque en la zona de Tingo María tanto los niveles de contaminación como de industrialización que no se dan a gran escala, faltando estudios que corroboren lo manifestado.

VI. CONCLUSIONES

1. El tratamiento T₁₀ (Agua destilada 400 L + Paraquat 3 L) y el T₉ (Agua de lluvia 400 L + Paraquat 3 L) controlaron las malezas en un 80.00%, 77.50% respectivamente, considerado como bueno; mientras que el tratamiento T₅ (Agua destilada 400 L + Paraquat 3 L) controló en un 65.00%, considerado como eficiente, según la escala de la ALAM (1974).
2. El tratamiento T₂ (Agua de pozo 400 L + Paraquat 2 L) perdió su poder residual a los 45 días de aplicados los tratamientos, mientras que los tratamientos T₁₀ (Agua destilada 400 L + Paraquat 3 L) y T₉ (Agua de lluvia 400 L + Paraquat 3 L) mostraron mayor poder residual, ya que perdieron su poder residual a los 60 días después de la aplicación.
3. La calidad del agua influye en la efectividad del Paraquat, no existiendo siempre una relación directa entre la dureza del agua con el pH. Tanto la presencia de cationes de sales como el pH influyen negativamente en el efecto del herbicida, donde este último debe ser estable para facilitar un buen control de las malezas.
4. El tratamiento T₄ (Agua de lluvia 400 L + Paraquat 2 L), presentó menor costo de tratamiento (S/ 2.16), siendo la primera opción a elegir para el control de malezas en el cultivo de cítricos; como segunda opción está el tratamiento T₉ (Agua de lluvia 400 L + Paraquat 3 L) que tiene un costo de S/ 2.40, y por último el T₈ (Agua de estancada 400 L + Paraquat 2 L) que tiene un costo de S/ 2,62, cuya diferencia de costo de aplicación entre estos dos últimos es mínima.

VII. RECOMENDACIONES

1. En base a costos de aplicación, se recomienda utilizar la dosis de 2 L/ha de Paraquat en mezcla con agua de lluvia por presentar menor cantidad en ppm de sales minerales y 62.50% de control en las malezas en cítricos.
2. Se recomienda utilizar 2 L de Paraquat reduciendo la cantidad de agua a 200 o 300 litros por hectárea, también utilizar envases de plástico y coleccionar directamente el agua de lluvia sin que los envases tengan contacto con el suelo, ya que puede mezclarse con material de arcilla y alterar la calidad de este tipo de agua.
3. Realizar experimentos con correctores de pH y evaluar cada mineral presente como calcio, magnesio, sodio y potasio, los que disminuyen la eficacia del Paraquat.
4. Repetir el ensayo evaluando la calidad de agua con otros herbicidas sistémicos y de contacto.
5. Realizar ensayos donde se evalúe el pH del floema de cada maleza ya que este interactúa con el pH del herbicida haciendo perder su efectividad.

VIII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Tulumayo (CIPTALD.), que pertenece a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el Distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, teniendo una duración de 3 meses (noviembre, diciembre y enero del 2008), el porcentaje de infestación fue del 90%, siendo el 50% de malezas de hoja angosta y 40% de hoja ancha.

Los tratamientos conformados por cinco fuentes de agua en mezcla con el herbicida (Paraquat) en diferentes dosis fueron los siguientes: T₁ (Agua de escorrentía 400 L + Paraquat 2 L), T₂ (Agua de pozo 400 L + Paraquat 2 L), T₃ (Agua de estancada 400L + Paraquat 2 L), T₄ (Agua lluvia 400 L + Paraquat 2 L), T₆ (Agua de escorrentía 400 L + Paraquat 3 L), T₇ (Agua de pozo 400L + Paraquat 3L), T₈ (Agua de estancada 400 L + Paraquat 3 L), T₉ (Agua lluvia 400 L + Paraquat 3 L) y en cuanto a los testigos se utilizó agua desmineralizada, en alta y baja dosis de Paraquat T₅ (Agua destilada 400 L + Paraquat 2 L) y T₁₀ (Agua destilada 400 L + Paraquat 3 L); se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones. Los parámetros que se evaluaron fueron: Edad y estado de la plantación de cítricos, porcentaje de infestación de las malezas antes de la aplicación, reconocimiento e identificación del complejo de malezas, el efecto de control a los 7, 14, 28 días y el efecto residual que se evaluó en porcentaje de rebrote a los 30, 45y 60 días, aquellos que superaron el 50% de rebrote perdió su poder residual.

El tratamiento T₁₀ (Agua destilada 400 L + Paraquat 3 L) controló las malezas en un 80.00%, considerado como bueno, mientras que los tratamientos T₉ (Agua lluvia 400 L + Paraquat 3 L), T₆ (Agua de escorrentía 400 L + Paraquat 3 L) y T₈ (Agua de estancada 400 L + Paraquat 3 L) controlaron 77.50%, 73.75% y 71.25% respectivamente considerados como bueno, los según la escala de ALAM (HELFGOTT, 1987). El tratamiento T₁₀ (Agua destilada 400 L + Paraquat 3 L) y T₉ (Agua lluvia 400 L + Paraquat 3 L) perdió su poder residual a los 60 días, mientras que los tratamientos T₂ (Agua de pozo 400L + Paraquat 2 L), T₃ (Agua de estancada 400 L + Paraquat 2 L), T₁ (Agua de escorrentía 400 L + Paraquat 2 L), T₄ (Agua lluvia 400 L + Paraquat 2 L) y T₅ (Agua destilada 400 L + Paraquat 2 L) perdieron su poder residual el primero a los 45 días y los cuatro últimos a los 46, 47, 49 y 50 días respectivamente de aplicados los tratamientos en estudio. El agua desmineralizada en mezcla con el herbicida (Paraquat 3 L), presenta mejores resultados en el control de malezas, comparado con su aplicación a baja dosis de Paraquat (2 L) en las diferentes fuentes de agua. El tratamiento T₉ (Agua lluvia 400 L + Paraquat 3 L), presentó menor costo de tratamiento, siendo la primera opción a elegir para el control de malezas en el cultivo de cítricos; como segunda opción está el tratamiento T₆ (Agua de escorrentía 400 L + Paraquat 3 L) o T₄ (Agua de lluvia 400 L + Paraquat 2 L), la diferencia de costos de aplicación entre estos dos últimos, es mínima. Demostrando de esta manera que las sales presentes en el agua afecta la calidad del agua, y la influencia del pH que afecta negativamente el efecto del herbicida no existiendo un relación directa entre el pH y los minerales presentes dichas aguas.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALAM. 1974. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Resumen del Panel sobre Método de Evaluación de Control de Malezas en Latinoamérica. II Congreso de ALAM, Cali, Colombia. Enero. pp. 6-12.
2. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS 1994. Annual book of Standards. Determinación de Conductividad eléctrica del agua. Método ASTM D. México. Pp. 1125-91.
3. APHA. 1995. Standard methods for the examination of water and waste water. Medición de conductancia, México. 2510 p.
4. BAUTISTA, D.; E. ROJAS y L. AVILAN, 1991. Características fenológicas de las ramas del naranjo "Valencia" desde la brotación hasta el reposo. Fruits 46(3): 265-269.
5. CARDENAS, J. 1972. Malezas tropicales. AID. Bogotá, Colombia. 341 p.
6. CIBEIRA M,R. 2000. Los primeros usos del agua termal y mineral. Ponencia realizada en las Jornadas Internacionales 2000 de Turismo, en la ciudad de Federación-Entre Ríos, Argentina (Parte I). 210 p.
7. ETIENNOT, A.E. 1993. Pulverizaciones terrestres. En: Jornada "Aplicación Terrestre". 12 y 13 de Agosto de 1993 Secretaría de Extensión Universitaria. Editorial Etiennot, AE. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Santa Fé, Argentina. 20 p.
8. GUADALUPE, G.B.1993. Control químico de La maleza. Editorial Trillas. México. 250 p.

9. GUELL, F. 1970. Malas hierbas: diccionario clasificatorio ilustrado OIKOS – TAW. Barcelona, España. 217 p.
10. HELFGOTT, S. 1987. Control de malezas. Editorial. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 147 p.
11. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. 1995. Mapa Ecológico del Perú. Lima, Perú. 184 p.
12. KOGAN, M. y PÉREZ, A. 2003. Herbicidas: Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Ediciones Universidad Católica de Chile. 335 p.
13. KLIGMAN, A. 19986. Estudio de las plantas nocivas, principios y prácticas. S.A., Mexico. 450 p.
14. MATHEWS, C.K. 2002. Bioquímica. Prentice Hall, Pearson Educacion. Tercera edición. Madrid, España. 175 p.
15. MEDRANO, C. 1974. Control de malezas en cítricos. Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). Serie A. N° 38. III Ed. Pp. 49 - 52.
16. MEDRANO, C. 1996. Control de malezas en frutales. Rev. Fac. Agronomía. Maracay, Venezuela. Alcance 50: 131 - 140.
17. MAK, S. y WONG, K.Y. 1990. The measurement of the surface tension by the method of direct pull. Am. J. Phys. 58 (8): 791-792.
18. MIGUENS, M.M. 1981. Aplicación de plaguicidas. (Series Ed: Departamento de Estudios. Cuaderno de Actualización Técnica, Número 29) Asoc. Arg. de Consorcios Reg. de Exper. Agrí. (AACREA). Buenos Aires, Argentina. 43 p.

19. MITIDIERI, A. y CONSTANTINO, A. 1997. Efecto de la corrección del pH y agua dura en la eficacia de herbicidas de post-emergencia. Actas XIII Congreso Latinoamericano de Malezas. Tomo III. Pp, 203 - 209.
20. PETROFF, R. 2000. Water quality and pesticide performance. Montana State University Extension Servic. (<http://www.agronort.com/informacion/calidagua.html>) documento bajado 10 de octubre 2007.
21. PAYSON, T. 2003. Características fisicoquímicas de los herbicidas como el Paraquat. <http://www.media.payson.tulane.edu/spanish.htm>, documento publicado el 21 de setiembre del 2003).
22. PYTTY, A. 1995. Modo de acción de fitotoxicidad de los herbicidas. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 63 p.
23. RUBÉN, H.G. 2002. Boletín informativo de Gramoxone Plus. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela, 64 p. (<http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/fotosintesis/#efectos%20de%20herbicidas%20en%20el%20transporte%20fotosintetico%20de%20los%20electrones>. Publicado: 08 de julio de 2002.) documento publicado 10 de octubre 2007.
24. TOI, J.A. 1960. Zona de vida natural en el Perú, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Zona Andina. España. 217 p.
25. VADEMÉCUM AGRARIO. 2002 - 2003. El ingeniero agrónomo. Lima, Perú. 150 p.
26. VÉLEZ, G.J. 1981. Control de malezas en arroz de riego en el Perú. Curso de adiestramiento en producción de arroz. Estación Experimental Vista Florida. Chiclayo, Perú. 504 p.

27. VILLARIAS, J. 1992. Atlas de malas hierbas. Mundi - Prensa. Madrid, España. 300 p.
28. ZIMDAHL, R. 1999. Fundamentals of weed science Academic Press, Inc. San Diego, EEUU. 556 p.

X. ANEXO

Cuadro 14. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 7 días de aplicados los herbicidas.

F. de varianza	G.L	S.C.	C.M.	Fcal.	Ftab.
Bloque	3,000	65,000	21,667	47,593	4,960 NS
Tratamiento	9,000	4 310,000	478,889	10,062	2,250 AS
Error Exp.	27,000	1 285,000	47,593		
Total	39,000	5 660.000			
C.V. (%):	6,35				

Cuadro 15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 7 días de aplicados los herbicidas.

Clave	Tratamiento	Dosis/ha	Promedio	Sig.
T ₁₀	M _{5b} + Gramoxone Super	400L + 3L	80,000	a
T ₉	M _{4b} + Gramoxone Super	400L + 3L	76,250	a
T ₆	M _{1b} + Gramoxone Super	400L + 3L	71,250	ab
T ₈	M _{3b} + Gramoxone Super	400L + 3L	70,000	ab
T ₇	M _{2b} + Gramoxone Super	400L + 3L	68,750	abc
T ₅	M _{5a} + Gramoxone Super	400L + 2L	63,750	bc
T ₄	M _{4a} + Gramoxone Super	400L + 2L	56,250	cd
T ₁	M _{1a} + Gramoxone Super	400L + 2L	53,750	de
T ₃	M _{3a} + Gramoxone Super	400L + 2L	51,250	de
T ₂	M _{2a} + Gramoxone Super	400L + 2L	48,750	e

Cuadro 16. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 14 días de aplicados los herbicidas.

F. de varianza	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	Ftab.
Bloque	3,000	72,500	24,167	0,77	4,960 NS
Tratamiento	9,000	3235,000	359,444	11,554	2,250 NS
Error Exp.	27,000	840,000	31,111		
Total	39,000	4 147,500			
C.V. (%):	8,233				

Cuadro 17. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 14 días de aplicados los herbicidas.

Clave	Tratamiento	Dosis/Ha	Promedio	Sig.
T ₁₀ M _{5b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	81,250	a
T ₉ M _{4b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	77,550	a
T ₈ M _{3b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	76,250	ab
T ₆ M _{1b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	73,750	ab
T ₇ M _{2b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	70,000	ab
T ₅ M _{5a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	67,500	bc
T ₄ M _{4a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	61,250	cd
T ₁ M _{1a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	58,750	cde
T ₃ M _{3a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	56,250	de
T ₂ M _{2a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	55,000	e

Cuadro 18. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 21 días de aplicados los herbicidas.

F. de varianza	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	Ftab.
Bloque	3,000	361,875	120,625	3,857	4,960 NS
Tratamiento	9,000	3788,125	420,903	13,459	2,250 AS
Error Exp.	27,000	844,375	31,273		
Total	39,000	4994,375			
C.V. (%):	8,239				

Cuadro 19. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 28 días de aplicados los herbicidas.

Clave	Tratamiento	Dosis/ha	Promedio	Sig.
T ₁₀	M _{5b} + Gramoxone Super	400L + 3L	82,500	a
T ₉	M _{4b} + Gramoxone Super	400L + 3L	78,750	a
T ₆	M _{1b} + Gramoxone Super	400L + 3L	76,250	a
T ₈	M _{3b} + Gramoxone Super	400L + 3L	72,500	a
T ₇	M _{2b} + Gramoxone Super	400L + 3L	72,500	ab
T ₅	M _{5a} + Gramoxone Super	400L + 2L	67,500	ab
T ₄	M _{4a} + Gramoxone Super	400L + 2L	62,500	bc
T ₁	M _{1a} + Gramoxone Super	400L + 2L	57,500	cd
T ₂	M _{2b} + Gramoxone Super	400L + 2L	55,000	d
T ₃	M _{3b} + Gramoxone Super	400L + 2L	53,750	d

Cuadro 20. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 28 días de aplicados los herbicidas.

F. de varianza	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	Ftab.
Bloque	3,000	116,875	38,958	1,333	4,960 NS
Tratamiento	9,000	3 688,125	409,792	14,017	2,250 AS
Error Exp.	27,000	789,375	29,236		
Total	39,000	4 594,375			
C.V. (%):	8,208				

Cuadro 21. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 28 días de aplicados los herbicidas.

Clave	Tratamiento	Dosis/ha	Promedio	Sig.
T ₁₀ M _{5b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	80,000	a
T ₉ M _{4b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	77,500	a
T ₆ M _{1b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	73,750	a
T ₈ M _{3b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	71,250	a b
T ₇ M _{2b} +	Gramoxone Super	400L + 3L	70,000	a b c
T ₅ M _{5a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	65,000	b c
T ₄ M _{4a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	60,000	c d
T ₁ M _{1a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	55,000	d e
T ₃ M _{3a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	53,750	d e
T ₂ M _{2a} +	Gramoxone Super	400L + 2L	52,500	e

Cuadro 22. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 30 días de aplicados los herbicidas.

F. de varianza	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	Ftab.
Bloque	3,000	1,800	0,600	0,144	4,960 NS
Tratamiento	9,000	976,400	108,489	26,107	2,250 AS
Error Exp.	27,000	112,200	4,156		
Total	39,000	1 090,400			
C.V. (%):	12,902				

Cuadro 23. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de rebrote de malezas a los 30 días de aplicados los herbicidas.

Clave	Tratamiento	Dosis/Ha	Promedio (residual/rebrote)	Sig.
T ₂	M _{2a} + Gramoxone Super	400L + 2L	77,00	23,00 a
T ₃	M _{3a} + Gramoxone Super	400L + 2L	77,75	22,25 a
T ₁	M _{1a} + Gramoxone Super	400L + 2L	79,50	20,50 a b
T ₄	M _{4a} + Gramoxone Super	400L + 2L	81,50	18,50 a b
T ₅	M _{5a} + Gramoxone Super	400L + 2L	83,25	16,75 b c
T ₇	M _{2b} + Gramoxone Super	400L + 3L	85,75	14,25 c d
T ₈	M _{3b} + Gramoxone Super	400L + 3L	86,75	13,25 c d e
T ₆	M _{1b} + Gramoxone Super	400L + 3L	88,50	11,50 d e f
T ₉	M _{4b} + Gramoxone Super	400L + 3L	90,50	9,50 e f
T ₁₀	M _{5b} + Gramoxone Super	400L + 3L	91,50	8,50 f

Cuadro 24. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 60 días de aplicados los herbicidas.

F. de varianza	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	Ftab.
Bloque	3,000	26,875	8,958	0,598	4,960 NS
Tratamiento	9,000	3213,125	357,014	23,838	2,250 AS
Error Exp.	27,000	404,375	14,977		
Total	39,000	3644,375			
C.V. (%):	9,891				

Cuadro 25. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 45 días de aplicados los herbicidas.

Clave	Tratamiento	Dosis/ha	Promedio (residual/rebrote)	Sig.
T ₂	M _{2a} + Gramoxone Super	400L + 2L	48,75 51,250	a
T ₃	M _{3a} + Gramoxone Super	400L + 2L	50,00 50,000	a
T ₁	M _{1a} + Gramoxone Super	400L + 2L	52,50 47,500	a b
T ₄	M _{4a} + Gramoxone Super	400L + 2L	55,00 45,000	a b
T ₅	M _{5a} + Gramoxone Super	400L + 2L	57,50 42,500	b c
T ₇	M _{2b} + Gramoxone Super	400L + 3L	65,00 35,000	c d
T ₈	M _{3b} + Gramoxone Super	400L + 3L	65,00 35,000	c d
T ₆	M _{4b} + Gramoxone Super	400L + 3L	67,50 32,500	d
T ₉	M _{4b} + Gramoxone Super	400L + 3L	71,25 28,750	d e
T ₁₀	M _{5b} + Gramoxone Super	400L + 3L	76,25 23,750	e

Cuadro 26. Análisis de variancia del porcentaje de control de malezas a los 60 días de aplicados los herbicidas.

F. de varianza	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	Ftab.
Bloque	3,000	141,875	47,292	1,568	4,960 NS
Tratamiento	9,000	4 188,125	465,347	15,428	2,250 AS
Error Exp.	27,000	814,375	30,162		
Total	39,000	5 144,375			
C.V. (%):	8,337				

Cuadro 27. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.01$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas a los 60 días de aplicados los herbicidas.

Clave	Tratamiento	Dosis/ha (residual/rebrote)	Promedio	Sig.
T ₃	M _{3a} + Gramoxone Super	400L + 2L 20,00	80,000	a
T ₂	M _{2a} + Gramoxone Super	400L + 2L 21,25	78,750	a
T ₁	M _{1a} + Gramoxone Super	400L + 2L 22,50	77,500	a
T ₄	M _{4a} + Gramoxone Super	400L + 2L 25,00	75,000	ab
T ₇	M _{2b} + Gramoxone Super	400L + 3L 37,45	62,500	bc
T ₈	M _{3b} + Gramoxone Super	400L + 3L 38,75	61,250	c
T ₅	M _{5a} + Gramoxone Super	400L + 2L 40,00	60,000	c
T ₆	M _{1b} + Gramoxone Super	400L + 3L 42,50	57,500	c
T ₉	M _{4b} + Gramoxone Super	400L + 3L 46,25	53,750	c
T ₁₀	M _{5b} + Gramoxone Super	400L + 3L 47,50	52,500	c

Cuadro 28. Evaluación del poder residual de los tratamientos.

Clave	Tratamiento	Dosis/ha	Días
T ₁	M _{1a} + Gramoxone Super	400L + 2L	47,00
T ₂	M _{2a} + Gramoxone Super	400L + 2L	45,00
T ₃	M _{3a} + Gramoxone Super	400L + 2L	46,00
T ₄	M _{4a} + Gramoxone Super	400L + 2L	49,00
T ₅	M _{5a} + Gramoxone Super	400L + 2L	50,00
T ₆	M _{1b} + Gramoxone Super	400L + 3L	57,00
T ₇	M _{2b} + Gramoxone Super	400L + 3L	60,00
T ₈	M _{3b} + Gramoxone Super	400L + 3L	55,00
T ₉	M _{4b} + Gramoxone Super	400L + 3L	60,00
T ₁₀	M _{5a} + Gramoxone Super	400L + 3L	60,00

Cuadro 29. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 7 días después de aplicar los tratamientos.

Bloques	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	55	60	50	45	70	75	60	75	70	80	640
II	55	35	55	60	55	70	75	75	85	80	645
III	50	55	50	55	60	75	70	60	70	75	620
IV	55	45	50	65	70	65	70	70	80	85	655
Σ	215	195	205	225	255	285	275	280	305	320	2560
Promedio	53,75	48,75	51,25	56,25	63,75	71,25	68,75	70,00	76,25	80,00	

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 30. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 14 días después de aplicar los tratamientos.

Bloques	Tratamientos										Suma de bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	55	50	60	55	75	75	75	75	70	80	670
II	65	55	50	60	60	70	70	75	75	85	665
III	55	60	55	60	65	75	75	85	85	85	700
IV	60	55	60	70	70	75	60	70	70	75	675
Σ	235	220	225	245	270	295	280	305	310	325	
Promedio	58,75	55,00	56,25	61,25	67,50	73,75	70,00	76,25	77,50	81,25	

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 31. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 21 días después de aplicar los tratamientos.

Bloques	Tratamientos										Suma de Bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	50	50	50	50	65	80	60	70	80	85	640
II	60	60	60	65	75	70	75	80	85	85	715
III	65	55	50	70	70	80	80	65	80	85	700
IV	55	55	55	65	60	75	75	75	70	75	660
Σ	230	220	215	250	270	305	290	290	315	330	2715
Promedio	57,50	55,00	53,75	62,50	67,50	76,25	72,50	72,50	78,75	82,50	

T₁ = Agua de esorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de esorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 32. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 28 días después de aplicar los tratamientos.

Bloques	Tratamientos										Suma de Bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	55	45	50	50	70	80	65	65	80	75	635
II	60	60	50	65	60	80	70	75	75	80	675
III	45	50	55	60	65	65	75	70	80	85	650
IV	60	55	60	65	65	70	70	75	75	80	675
Σ	220	210	215	240	260	295	280	285	310	320	2635
Promedio	55,00	52,50	53,75	60,00	65,00	73,75	70,00	71,25	77,50	80,00	

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 33. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 30 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Suma de Bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	18	24	20	18	20	10	14	15	12	10	161
II	22	20	24	20	15	12	15	12	8	8	156
III	20	25	20	20	17	10	12	14	10	8	156
IV	22	23	25	16	15	14	16	12	8	8	159
Σ	82	92	89	74	67	46	57	53	38	34	632
Promedio	20,50	23,00	22,25	18,50	16,75	11,50	14,25	13,25	9,50	8,50	

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 34. Datos originales de control de malezas a los 45 días después de aplicar los tratamientos.

Bloque	Tratamientos										Suma de Bloques
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	
I	45	40	50	40	45	35	40	35	30	25	385
II	50	55	50	45	45	30	35	35	25	20	390
III	50	55	50	45	40	35	35	400	30	25	405
IV	45	55	50	50	40	30	30	30	30	25	385
Σ	190	205	200	180	170	130	140	140	115	95	1565
Promedio	47,50	51,25	50,00	45,00	42,50	32,50	35,00	35,00	28,75	23,75	

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat 400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 35. Datos originales del porcentaje de rebrote de malezas a los 60 días después de aplicar los tratamientos.

Bloques	Tratamientos									
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀
I	80	75	80	80	65	60	70	60	55	55
II	70	75	85	75	50	45	55	65	55	55
III	85	80	75	75	55	60	65	60	50	50
IV	75	85	80	70	70	65	60	60	55	50
Σ	310	315	320	300	240	230	250	245	215	210
Promedio	77,50	78,75	80,00	75,00	60,00	57,50	62,50	61,25	53,75	52,50

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 36. Datos originales del porcentaje de control de malezas durante los 28 días. Datos para calcular el grado de control.

Días	Tratamientos									
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀
7	53,75	48,75	51,25	56,25	63,75	71,25	68,75	70,00	76,25	80,00
14	58,75	55,00	56,25	61,25	67,50	73,75	70,00	76,25	77,50	81,25
21	57,50	55,00	53,75	62,50	67,50	76,25	72,50	72,50	78,75	82,50
28	55,00	52,50	53,75	60,00	65,00	73,75	70,00	71,25	77,50	80,00
Σ	225,00	211,25	215,00	240,00	263,75	295,00	281,25	290,00	310,00	323,75
Promedio	56,25	52,81	53,75	60,00	65,94	73,75	70,31	72,50	77,50	80,94

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 37. Datos originales del porcentaje de rebrote desde los 30 a 60 días. Datos para calcular el grado de rebrote.

Días	Tratamientos									
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀
30	20,50	23,00	22,25	18,50	16,75	11,50	14,25	13,25	9,50	8,50
45	47,05	51,25	50,00	45,00	42,50	32,50	35,00	35,00	28,75	23,75
60	77,50	78,75	80,00	75,00	60,00	57,50	62,50	61,25	53,75	52,50
Σ	145,50	153,00	152,25	138,50	119,25	101,50	111,75	109,50	92,00	84,75
Promedio	48,50	51,00	50,75	46,16	39,75	33,83	37,25	36,50	30,67	28,25

T₁ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 2L)

T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)

T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)

T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)

T₆ = Agua de escorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)

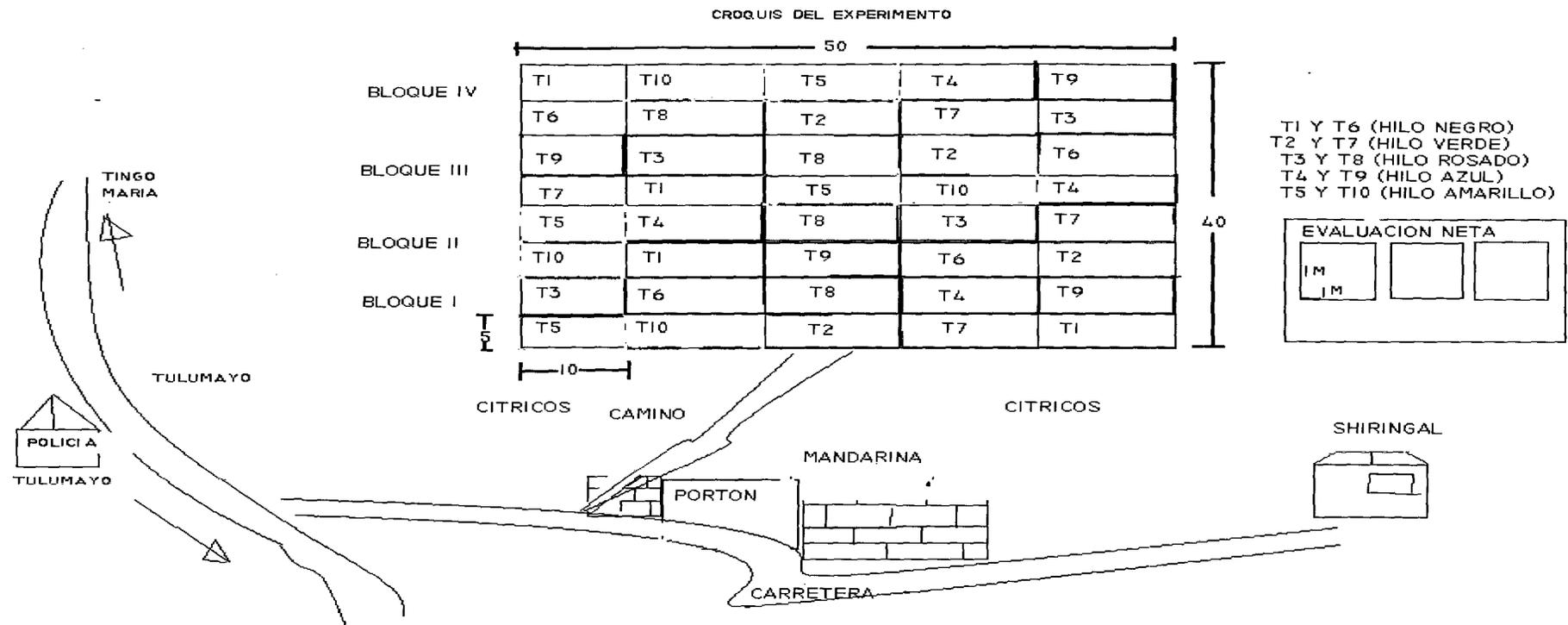
T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)

T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)

T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Cuadro 38. Pasos para determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

Clave	Precio por producto tratamiento (S/.)	Mano de obra (jornal)	Precio mano de obra (S/.)	Costo total (S/.)	Potencial de control (%)	Poder residual (día)	Costo de tratamiento por día de control (S/.)
T ₁	Precio de la unidad (L) de cada uno de los productos por el número de unidades para el tratamiento de una hectárea	Número de jornales para la aplicación de una hectárea	Precio del jornal por el número de jornales para la aplicación de una hectárea	Suma del costo de los productos más el número de jornales por el precio del jornal	Máximo grado de control que obtuvo el tratamiento	Número de días que duro el poder residual	Costo total entre el poder residual



T₁ = Agua de esorrentía + Paraquat (400L + 2L)
 T₂ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 2L)
 T₃ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 2L)

T₄ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 2L)
 T₅ = Agua destilada + Paraquat (400L + 2L)
 T₆ = Agua de esorrentía + Paraquat (400L + 3L)

T₇ = Agua de pozo + Paraquat (400L + 3L)
 T₈ = Aguas estancada + Paraquat (400L + 3L)
 T₉ = Agua de lluvia + Paraquat (400L + 3L)
 T₁₀ = Agua destilada + Paraquat (400L + 3L)

Figura 9. Croquis del campo experimental

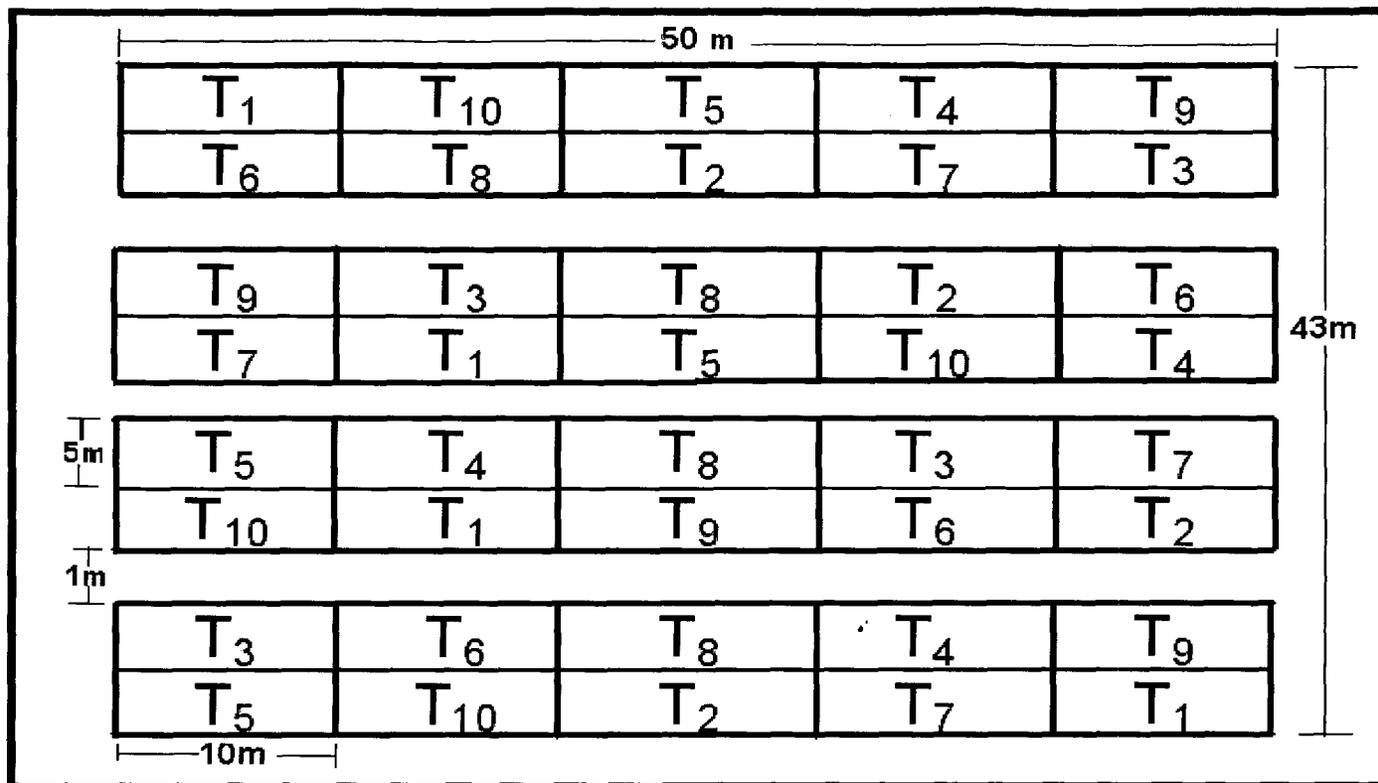


Figura 10. Distribución de los tratamientos estudiados.

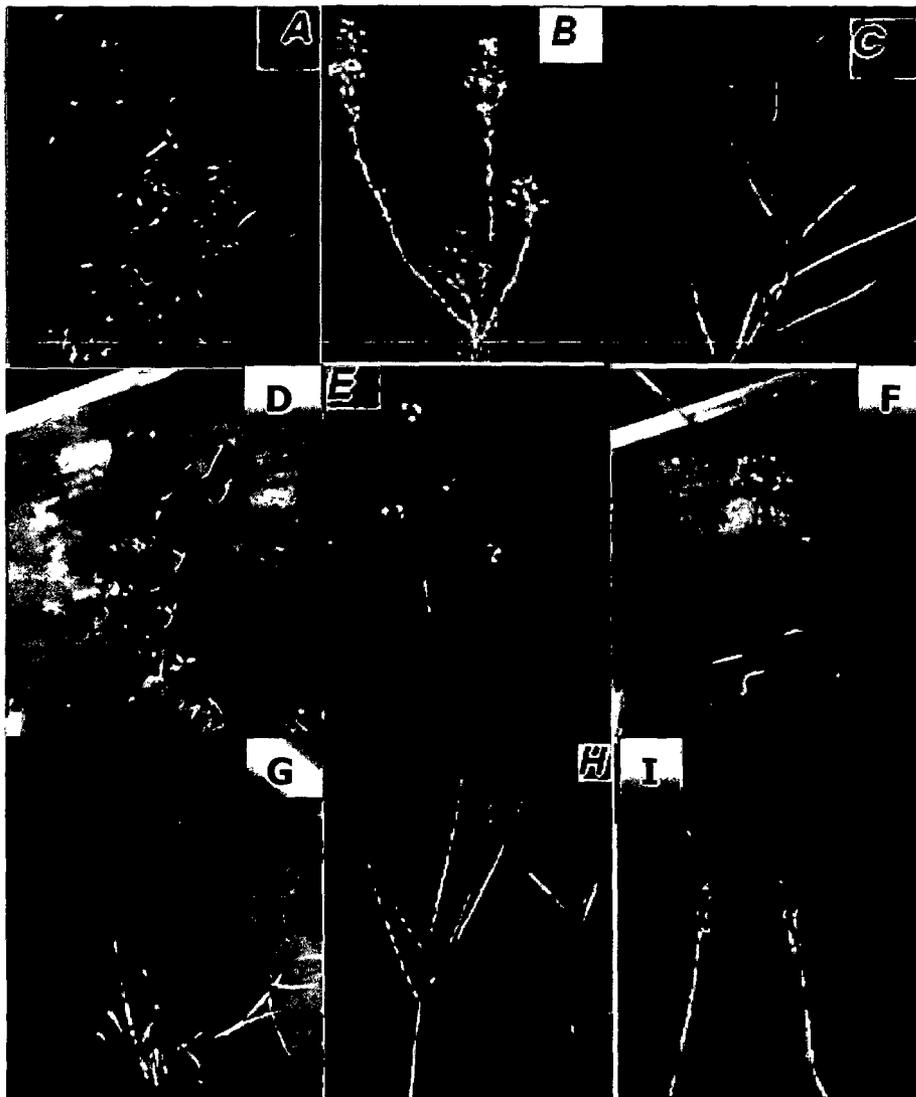


Figura 11. Relación del complejo de malezas: A. *Amarantus* sp. ("Yuyo hembra"). B. *Erigeron crispum* P. ("Venadillo"). C. *Sisymbrium crassifolia* C. ("Jaramago"). D. *Urtica dioica* L. ("Ortiga"). E. *Verbena officinalis* L. ("Verbena"). F. *Cyperus rotundus* L. ("Ciperus redondo"). G. *Cynodon dactylon* R. ("Gramma"). H. *Digitaria sanguinalis* L. ("Pata de gallina"). I. *Echinochloa colona* L. ("Pata de gallo").



Figura 12. Agua de esorrentía



Figura 13. Agua estancada



Figura 14. Producto y materiales



Figura 15. Evaluación de tratamientos