

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFEECTO DE LA SOLARIZACIÓN DEL SUELO PARA EL
CONTROL DE MALEZAS EN TERRENOS AGRICOLAS
DEL CIP CAMACANI – PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

FLAVIA BERTHA MAMANI BELIZARIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS

EFFECTO DE LA SOLARIZACIÓN DEL SUELO PARA EL CONTROL DE
MALEZAS EN TERRENOS AGRICOLAS DEL CIP CAMACANI – PUNO

PRESENTADA POR:

FLAVIA BERTHA MAMANI BELIZARIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE :

Dr. Eleodoro Placido Cháhuarez Velásquez

PRIMER MIEMBRO:

Dr. Juan Gregorio Zapana Pari

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. M.sc. Fredy Grimaldo Calizaya Llatasi

DIRECTOR / ASESOR :

Ing. M.Sc. Francis Miranda Choque

Área : Ciencias Agrícolas

Tema : Manejo de Pastizales y Cultivos Forrajeros

Fecha de sustentación 27 de diciembre del 2018

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Antonio y María Mercedes ya que son mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello de una manera desinteresada y lleno de amor.

A mis hermanos Juana Francisca, Ignacio Cevero, Florianito Augusto, Delfin Medwar y Rene Ernesto, que han sido mi ejemplo y lucha para alcanzar mis metas.

A mis sobrinos, Diego, Magno, David, Paul y Denilson, que por medio de su alegría me motivaron a seguir adelante.

A todos las personas que hicieron posible este trabajo.

FLAVIA BERTHA MAMANI BELIZARIO

AGRADECIMIENTO

- En primer lugar y ante todo quiero dirigir mis más profundos agradecimientos a la Universidad Nacional del Altiplano, a Facultad de Ciencias Agrarias y en especial a la escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, que gracias a las enseñanzas de sus docentes forman profesionales de gran sabiduría científica y técnica.
- Al Ing. M.Sc. Francis Miranda Choque, por su iniciativa de realizar el presente trabajo y su apoyo profesional incondicional en las diferentes etapas del trabajo, por sus valiosos consejos y observaciones como asesor y director del presente trabajo de investigación.
- A Dr. Eleodoro Placido Cháhuares Velásquez, Dr. Juan Gregorio Zapana Pari y Ing. M.sc. Fredy Grimaldo Calizaya Llatasi, por su valioso consejo y observaciones como miembro de jurado para este trabajo de investigación.
- A mis amigas Zenaida, Ana y todos los amigos, compañeros de estudio que de una u otra manera apoyaron la ejecución del presente trabajo de investigación.

MUCHAS GRACIAS

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Malezas.....	15
2.2. Clasificación de las malezas.....	16
2.2.1. Especies anuales	16
2.2.2. Especies bianuales	17
2.2.3. Especies perennes	17
2.3. Características bióticas	17
2.3.1. Malezas residentes en el suelo.....	17
2.3.2. Dispersión de semillas de malezas	17
2.3.3. Evolución de las malezas.....	17
2.3.4. Persistencia en el suelo	18
2.3.5. Germinación de las semillas	18
2.3.6. Producción de semillas	18
2.3.7. Capacidad de competencia	19
2.4. Daños.....	19
2.5. Competencia.....	19
2.5.1. Competencia por agua	20
2.5.2. Competencia por luz.....	21
2.5.3. Competencia por nutrientes	21
2.5.4. Competencia por espacio.....	22
2.5.5. Competencia por CO ₂	22
2.6. Métodos de control.....	22
2.7. Solarización.....	24
2.7.1. Ventajas y oportunidades de la solarización.....	25
2.7.2. Efectos de maleza	26
2.8. Técnicas de control de maleza.....	27
2.8.1. El método manual.....	27
2.8.2. El método mecánico	27
2.8.3. El método químico	27

III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Medio experimental.....	28
3.1.1. Elección de campo experimental.....	28
3.1.2. Ubicación política y geográfica.....	28
3.1.3. Campo experimental.....	28
3.2. Información meteorológica	28
3.3. Análisis de suelo.....	31
3.4. Demarcación de bloques y parcelas	31
3.5. Características del experimento.....	32
3.6. Material experimental.....	32
3.6.1. Suelo agrícola	32
3.6.2. Plástico	32
3.7. Tratamientos en estudio.....	33
3.8. Variables de respuesta	33
3.9. Observaciones	33
3.10. Diseño experimental	33
3.11. Análisis estadístico.....	34
3.12. Conducción del experimento	34
3.12.1. Elección del terreno	34
3.12.2. Suelo agrícola	34
3.12.3. Preparación del plástico.....	34
3.12.4. Colocación del plástico.....	34
3.12.5. Labores agronómicas	34
3.12.6. Retiro del plástico.....	34
3.13. Metodología de medición y evaluación de variables de respuesta	35
3.13.1. Humedad de suelo	35
3.13.2. Temperatura de suelo.....	35
3.13.3. Tiempo de solarización del suelo	35
3.14. Observaciones evaluadas	35
3.14.1. Porcentaje de malezas.....	35
3.14.2. Composición botánica de malezas.....	35
3.14.3. Clasificación de malezas	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36

4.1. Identificación botánicamente las especies de malezas y determinar la población de malezas en suelos solarizados.....	36
4.1.1. Composición botánica de malezas.....	36
4.1.2. Población de malezas en cada tratamiento por especie al inicio de la evaluación.....	39
4.1.3. Población de malezas en cada tratamiento por especie al final de la evaluación.....	41
4.1.4. Cobertura vegetal de malezas.....	43
4.1.5. Clasificación de malezas.....	44
4.2. Humedad y temperatura en suelos tratados con solarización.....	46
4.2.1. Humedad de suelo.....	46
4.2.2. Temperatura de suelo.....	48
4.3. Tiempo de solarización del suelo en el control de malezas.....	50
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES.....	53
VII. REFERENCIAS.....	54
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Temperatura máxima, mínima y media (2017-2018)	30
Figura 2. Precipitación pluvial (2017-2018).	30
Figura 3. “Nabo silvestre” <i>Brassica rapa</i>	38
Figura 4. “Aguja aguja” <i>Erodium cicutarium</i> L.	38
Figura 5. “Chiriro” <i>Bidens pilosa</i> L.	38
Figura 6. “Kora” <i>Urocarpidium shepardae</i> K.	38
Figura 7. “Cebadilla” <i>Bromus unioloides</i> H.....	39
Figura 8. “Trébol carretilla” <i>Medicago hispida</i> L.	39
Figura 9. “Oca silvestre” <i>Oxalis</i> sp.	39
Figura 10. “Sara sara” <i>Paspalum pigmaeum</i> H.	39
Figura 11. Promedio de malezas por especie en cada tratamiento al inicio de la evaluación.	40
Figura 12. Promedio de malezas por especie en cada tratamiento al final de la evaluación.	42
Figura 13. Promedio de especies por tipo de hoja.....	45
Figura 14. Porcentaje de humedad final de datos transformados a valores angulares. ...	47
Figura 15. Temperatura inicial del suelo.....	48
Figura 16. Temperatura final del suelo.....	49
Figura 17. Croquis de distribución de tratamientos en estudio	58
Figura 18. Acondicionamiento de parcela para la instalación del plástico.	68
Figura 19. Cubierta de la parcela con plástico transparente.	68
Figura 20. Parcelas cubiertas con plástico y vista de los testigos sin cubierta de plástica.	69
Figura 21. Medición de la temperatura del suelo	69
Figura 22. Pesado de muestras de suelo de los tratamientos en el laboratorio de suelos.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos meteorológicos de Temperatura y Precipitación pluvial.....	29
Tabla 2. Análisis físico – químico del suelo antes de la instalación del trabajo experimental.....	31
Tabla 3. Descripción de los tratamientos en estudio.	33
Tabla 4. Especies presentes que se desarrollaron durante la conducción del experimento en cada tratamiento	37
Tabla 5. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de cobertura vegetal de malezas.....	43
Tabla 6. Prueba de Duncan para porcentaje de cobertura vegetal de datos transformados a valores angulares.	44
Tabla 7. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de humedad inicial del suelo.	46
Tabla 8. Prueba de Duncan para porcentaje de humedad inicial de datos transformados a valores angulares.	46
Tabla 9. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de humedad final del suelo.....	47
Tabla 11. Análisis de varianza para datos de temperatura inicial del suelo.....	48
Tabla 13. Análisis de varianza para datos de temperatura final del suelo.....	49
Tabla 15. Resumen final del tiempo de solarización para el control de malezas	50
Tabla 16. Identificación botánica de malezas por tratamiento y repetición	59
Tabla 17. Malezas de hoja ancha.....	61
Tabla 18. Malezas de hoja delgada.....	61
Tabla 19. Número de plantas al inicio de la evaluación dentro de cada tratamiento	62
Tabla 20. Número de plantas al final de la evaluación dentro de cada tratamiento	63
Tabla 21. Cobertura vegetal de malezas por tratamiento y repetición	64
Tabla 22. Datos transformados a valores angulares de cobertura vegetal de malezas por tratamiento y repetición	64
Tabla 23. Temperatura inicial y final por tratamiento y repetición.....	65
Tabla 24. Humedad inicial por tratamiento y repetición.....	66
Tabla 25. Humedad final por tratamiento y repetición.....	67

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CV	: Coeficiente de variabilidad
C.M.	: Cuadrados medios
F.V.	: Fuente de variación
Fc	: F calculada
Ft	: F tabular
G.L.	: Grados de libertad
S.C.	: Suma de cuadrados
n.s.	: No significativo
*	: Significativo
**	: Altamente significativo
\bar{x} :	: Promedio o media general

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el predio del Centro de Investigación y Producción Camacani (CIP-CAMACANI) de la Facultad de Ciencias Agrarias perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Cuyos objetivos fueron: a) Determinar el tiempo de solarización del suelo para el control de malezas del altiplano en terrenos agrícolas., b) Identificar botánicamente las especies de malezas y determinar la población de malezas en suelos solarizados y c) Evaluar la temperatura y humedad del suelo durante el proceso de la solarización. Como medio experimental se empleó el suelo agrícola correspondiente a “kallpar” de topografía plana con una pendiente del 2%. También se utilizó el plástico de 0.2 mm de espesor. Los tratamientos en estudio fueron cuatro: 00, 45, 60 y 75 días de solarización del suelo. El trabajo de investigación, se condujo bajo el Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA), con, 4 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales. Los resultados obtenidos son: a) Se concluye que a 75 días de solarización tuvo el mejor control de malezas, b) Se ha identificado botánicamente las especies de malezas: *Bromus unioloides* H., *Lepidium chichicara* D., *Urocarpidium shepardae* K., *Bidens pilosa* L., *Erodium cicutarium* L., *Paspalum pigmaeum* H., *Brassica rapa* L., *Solanum tuberosa* L., *Medicago hispida* L. y *Oxalis* sp. Se aprecia que a los 75 días de solarización de cobertura vegetal de malezas es 10.00%, a 60 días de solarización de cobertura vegetal es 19.68%, mientras que el testigo con 83.80%. c) Las temperaturas finales fueron de 32.30 °C para el tratamiento de 75 días de solarización, 30.43°C a los 60 días de solarización y 28.90 °C a 00 días de solarización. En humedad final, fue 38.18% a los 75 días de solarización, 38.93% a los 60 días de solarización y 38.86% a los 00 días de solarización.

Palabras clave: Cobertura, Malezas, Solarización, Suelo.

ABSTRACT

The research work was carried out on the premises of the Camacani Research and Production Center (CIP-CAMACANI) of the Faculty of Agricultural Sciences belonging to the National University of the Altiplano - Puno. whose objectives were: a) To determine the time of solarization of the soil for the control of weeds of the highlands in agricultural lands., b) To identify botanically the weed species and to determine the population of weeds in solarized soils, c) To evaluate the temperature and humidity of the soil during the process of solarization. As experimental material the agricultural land corresponding to "kallpar" of flat topography with a slope of 2% was taken. The 0.2 mm thick plastic was also taken. The treatments under study were 4 (00, 45, 60 and 75 days of solarization). In the research work, the Completely Randomized Block Design (DBCA) was conducted, with 4 treatments and 3 repetitions, making a total of 12 experimental units. The results obtained were: a) In the time of soil solarization for the control of highland weeds in agricultural lands, it is concluded that 75 days of solarization had better weed control, b) It has botanically weed species *Bromus Unioloides* H., *Lepidium Chichicara* D., *Urocarpidium shepardae* K., *Bidens pilosa* L., *Erodium cicutarum* L., *Paspalum pigmaeum* H., *Brassica rapa* L., *Solanum tuberosa* L., *Medicago Hispida* L. and *Oxalis* sp. In the plant cover of weeds after 75 days of solarization, 10.00% was followed, followed by 60 days of solarization with 19.68%, while the control had 83.80%. c) The final temperature was 32.30 ° C for the treatment of 75 days of solarization, 30.43 ° C after 60 days of solarization and 28.90 ° C to 00 days of solarization. In final humidity, it was 38.18% after 75 days of solarization, 38.93% after 60 days of solarization and 38.86% after 00 days of solarization.

Keywords: Coverage, Weeds, Solarization, Soil.

I. INTRODUCCIÓN

La presencia de las malezas en la agricultura en general, causa enormes pérdidas económicas, merman los rendimientos en los cultivos agrícolas, afectan la calidad de los productos cosechados. Particularmente en las zonas agrícolas de la región Puno, la propagación de malezas dentro de las áreas cultivadas es un problema agrario y ambiental, a medida que se va acrecentando el periodo de lluvias, la invasión de malezas sobre los terrenos de los cultivos agrícolas es significativa, ocupan extensas áreas, los cuales compiten por los nutrientes del suelo, crean áreas sombreadas alrededor de las plantas cultivadas afectando el proceso de la fotosíntesis y muchas de las malezas son huéspedes de microorganismos patógenos, que llegan a perjudicar el desarrollo vegetativo de la planta cultivada, inclusive algunas especies de malezas son tóxicas que pueden alterar la composición nutritiva de los productos agrícolas cosechados.

Los productores agrícolas, desde hace décadas, han dedicado serios esfuerzos para combatir las malezas dentro de sus terrenos de cultivos, empleando para ello, desde procedimientos manuales en extracción de malezas, hasta emplear sustancias químicas aplicadas al suelo a fin de inhibir el desarrollo de malezas; la mayoría de los herbicidas son compuestos que están formados por elementos químicos tóxicos, siendo agresivos al medio ambiente. Por lo que es necesario buscar nuevos métodos de control en malezas a fin de disminuir el área de la densidad de malezas en el campo de cultivos.

La vegetación de malezas dentro de los cultivos agrícolas se puede controlar a través de diferentes métodos; entre ellos la solarización del suelo. Este método genera una alta temperatura transmitida al suelo, frustrando la germinación y la emergencia de plántulas; lo cual causa una disminución de la población de malezas; con tal propósito, se puede disponer de un suelo agrícola libre de malezas y programar posteriormente la siembra de cultivos.

Por lo tanto, el presente trabajo pretende estudiar, evaluar y difundir los resultados obtenidos durante la investigación contribuyendo a generar un método de control de malezas mediante la aplicación de la técnica de solarización en terrenos de cultivo, en condiciones del CIP Camacani.

Objetivo general

Determinar el efecto de la solarización del suelo para el control de malezas en terrenos agrícolas en condiciones del CIP Camacani – Puno.

Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de solarización del suelo para el control de malezas del altiplano en terrenos agrícolas.
- Identificar botánicamente las especies de malezas y determinar la población de malezas en suelos solarizados
- Evaluar la temperatura y humedad del suelo durante el proceso de la solarización

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Malezas

Las plantas que aparecen como indeseables en áreas de cultivos son consideradas como “malezas”; constituyen riesgos naturales dentro de los intereses y actividades del hombre, son frecuentemente descritas como dañinas a los sistemas de producción de cultivos y también a los procesos industriales y comerciales (Albuja, 2008).

Por lo tanto, afectan el potencial productivo de la superficie ocupada o el volumen de agua manejado por el hombre. Este daño puede ser medido como pérdida del rendimiento agrícola por unidad de área cultivable (Mortimer, 1990).

Las plantas (malezas) son nocivas cuando obstaculizan la utilización de la tierra y los recursos hidráulicos o interfieren con el bienestar humano. Las malezas en determinados casos pueden devenir en nocivas o pueden resultar beneficiosas cuando disminuyen la erosión del suelo en terrenos abandonados, añaden materia orgánica al suelo, proporcionan alimento y refugio a la fauna silvestre, etc. (Quispe, 1994).

Las malezas son un componente integral de los agroecosistemas y como tales influyen en la organización y el funcionamiento de los mismos, los problemas de malezas de la actualidad son de similar envergadura que los existentes en el pasado y la diferencia estriba en el rango de tecnologías que se disponen para enfrentarlas, sin embargo con la tecnología promovida por la agricultura convencional ha ocurrido al menos en algunas áreas del planeta - una fuerte contaminación de aguas superficiales y subterráneas, se ha incrementado la erosión del recurso suelo, han aparecido formas de resistencia en plagas, y empiezan a registrarse residuos de plaguicidas en ciertos alimentos. Desde el punto de vista energético la agricultura convencional exhibe un balance de energía fuertemente negativo (Altieri y Liebmann, 1988).

El nombre de “maleza” y su definición han conducido a los agricultores a la destrucción permanente de la flora herbácea y arbustiva en forma indiscriminada, sin medir beneficios y consecuencias. El tema de las arvenses se orienta al agricultor hacia un manejo racional

de las mismas, el conocimiento de las arvenses benéficas, a las que se les ha llamado “buenezas” en contraposición a su significado negativo (Ramirez, A. 1991).

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

2.2. Clasificación de las malezas

El control de maleza es uno de los grandes cambios en la implementación de cultivos orgánicos. Inicialmente se deben identificar y reconocer las especies de maleza que afectan el terreno, con la finalidad de elaborar un plan de prevención, el cual debe ser efectivo a corto y largo plazo. Para ello se debe tener en cuenta la clasificación botánica, la cual determina que existen dos tipos de maleza: monocotiledóneas y dicotiledóneas (Lundkvist y Verwijst, 2001).

Es útil agrupar la maleza acorde a los tipos existentes, con la finalidad de determinar los métodos correspondientes para su control. Sin embargo, la maleza también puede ser agrupada, acorde a las siguientes características (Rodríguez, 2015):

- Morfología y anatomía: Hoja angosta, Ciperáceas, Hoja ancha.
- Ciclo de vida: Anuales, Bianuales, Perennes
- Hábitat: Terrestres y Acuáticas.
- Daño al cultivo: Poco, Medio, Altamente nocivo.

2.2.1. Especies anuales

Estas especies silvestres se caracterizan por presentar su desarrollo biológico en un periodo de un año. Estas crecen, florecen, producen semillas y mueren al año de germinación. La habilidad de corta vida en esta especie de plantas depende de la germinación de las semillas en los cultivos. Esta especie no deseada causa la reducción de las plantas agrícolas, ya que las dos especies vegetales compiten por los recursos naturales del medio (Lundkvist y Verwijst, 2001).

2.2.2. Especies bianuales

La especie bianuales se propaga a través de semillas y tiene un ciclo de vida de dos años. Este tipo de plantas silvestres crecen y germinan durante el primer año; florecen, producen semilla y muere durante el segundo año. El proceso de cultivar el suelo previene su desarrollo (Lundkvist y Verwijst, 2001).

2.2.3. Especies perennes

Esta especie es la más difícil de controlar comparada con las anuales y bianuales, ya que se reproduce no solo a través de la propagación de semillas, sino además por medio de raíces y tallos que se encuentren dispersos en el suelo (Lundkvist y Verwijst, 2001).

2.3. Características bióticas

2.3.1. Malezas residentes en el suelo

La selección interespecífica de las malezas es inherentemente un reflejo instantáneo de la flora residente latente en el suelo. El tipo de suelo y las condiciones climáticas locales diferencian más la flora de malezas (Hidalgo *et al.* 1990).

Las especies pre-adaptadas a convertirse en maleza esperan el momento oportuno dentro del sistema de producción vegetal y la alteración del hábitat por los manejos agrícolas suele causar rápidos cambios de la abundancia relativa de estas plantas indeseables. Especies consideradas parte de la flora natural se convierten en malezas inminentes (Mortimer, 1990).

2.3.2. Dispersión de semillas de malezas

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

2.3.3. Evolución de las malezas

La existencia de resistencia a los herbicidas proporciona una evidencia moderna de la evolución de las malezas, sin embargo, los procesos de evolución que aseguran la

persistencia de las especies indeseables como respuesta a la selección que provocan las medidas de control, se pueden apreciar en varios niveles: en la formación de razas, en mimetismo de cultivo y en la diferenciación de nuevas especies (Powles y Howat, 1990).

2.3.4. Persistencia en el suelo

Las especies de malezas terrestres persisten en el suelo en virtud de sus estructuras latentes, sean semillas u órganos vegetativos de propagación como rizomas, tubérculos y estolones. En infestaciones densas, los bancos de semillas o meristemos subterráneos, de los cuales las nuevas plantas se incorporan en las poblaciones adultas, pueden ser excepcionalmente grandes. Típicamente los bancos de semillas de las malezas anuales en suelos cultivados contienen hasta 1000 – 10.000 semillas por m², mientras que en pastizales el límite superior de éste puede alcanzar hasta no menos de 1.000.000 por m² (Rao, 1968).

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

2.3.5. Germinación de las semillas

La latencia de las semillas en las malezas está generalmente referida a la latencia innata y refleja la adaptación a ambientes estacionales esperados, o sea semillas que entran adelantadamente en latencia en condiciones adversas, además propicia bancos de semillas persistentes, opuestos a los transitorios (Harper, 1959).

2.3.6. Producción de semillas

La característica de muchas plantas, pero especialmente de las especies indeseables, es la capacidad para el ajuste fenotípico en los caracteres morfológicos y las respuestas fisiológicas bajo diferentes condiciones del medio. La consecuencia de esta plasticidad es notablemente evidente en la producción de semillas (Mailett, 1991).

2.3.7. Capacidad de competencia

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

- a) Elevada densidad. Debido a la elevada prolificidad de las malas hierbas, el número de plantas establecidas en un cultivo suele ser muy elevado. Esta superioridad numérica le proporciona una ventaja competitiva respecto del cultivo.
- b) Nacencia sincronizada con el cultivo. Las malas hierbas tienen una nacencia escalonada durante un largo período de tiempo. Gracias a esta propiedad, la nacencia de algunas de estas plantas coincide exactamente con las del cultivo, o incluso, se le adelanta en unos días.
- c) Vigor. Generalmente, las malas hierbas tienen un gran vigor y un rápido desarrollo temprano.
- d) Morfología y fisiología. Muchas especies de malas hierbas tienen mecanismos morfológicos o fisiológicos que dan una mayor competitividad.
- e) Capacidad de rebrote. Muchas especies poseen yemas capaces de emitir tallos y raíces, por lo que al tratar de controlarlas con las labores lo único que se consigue es trocear sus órganos subterráneos y cambiarlos de lugar, los cuales emiten luego nuevas raíces y tallos.

2.4. Daños

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

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

2.5. Competencia

Quispe (1994), menciona los siguientes factores que determinan la “habilidad competitiva” de una planta con respecto a otras:

- Tamaño de la semilla, y más tarde de la planta a lo largo de su desarrollo.

- Tipo de crecimiento: rastrero o erecto.
- Forma de la planta: disposición, forma y tamaño de las hojas y ejes vegetativos.
- Velocidad de germinación y de crecimiento.
- Tamaño, tipo y velocidad de crecimiento de las raíces.
- Número y tipo de estomas.
- Presencia de fenómenos alelopáticos (exudaciones de diferentes órganos de la planta: hojas y raíces principalmente).
- Capacidad de propagación y dispersión de la planta, velocidad de germinación, número de semillas viables bajo condiciones ambientales diferentes, viabilidad de la semilla, dormancia, etc.
- Habilidad fotosintética de la planta.
- Diversas propiedades bioquímicas y fisiológicas de la planta que determinan en alguna medida el grado de habilidad de cada planta en procurarse lo indispensable de los factores de crecimiento.

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

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

2.5.1. Competencia por agua

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

etapas iniciales, las partes aéreas se desarrollarán en proporción a la extensión de sus sistemas radiculares.

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

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

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

2.5.2. Competencia por luz

Ramírez (1991), indica que, las malezas obstaculizan el paso de la luz que las plantas de ajo necesitan para la actividad fotosintética. El crecimiento temprano del ajo provee muy poca sombra para competir ventajosamente con las malezas.

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

2.5.3. Competencia por nutrientes

García y Fernández-Quintanilla (1991), sostienen que, la disponibilidad de nutrientes en el suelo es generalmente muy limitada y tiene que ser compartida por el cultivo y las malas hierbas. Por tanto, todos aquellos nutrientes que son tomados por las malas hierbas

dejan de ser utilizables por el cultivo que, lógicamente, acusará dicha deficiencia. La capacidad de las malas hierbas para capturar los nutrientes del suelo depende en gran medida de la estructura de su sistema radicular y de su rapidez de desarrollo.

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

2.5.4. Competencia por espacio

El termino espacio implica el espacio subterráneo y el aéreo. Muchas malezas germinan y crecen más rápido que el cultivo tal y como sucede en la caña de azúcar, en que la ramificación, profundización y extensión lateral de las raíces, así como el brotamiento caulinar disminuyen significativamente ante infestaciones de malezas anuales en la zona húmeda de los surcos; posteriormente, con los siguientes riegos, las infestaciones llegan hasta los camellones, lo cual significa que el espacio crítico abarca toda el área cultivada de la caña de azúcar (Cerna, 1994).

2.5.5. Competencia por CO₂

La producción vegetativa y reproductiva de las plantas en función de la asimilación del carbono en el proceso fotosintético y por lo tanto la capacidad de retirar CO₂ del aire es un factor de competencia entre plantas. Las malezas que tienen alta capacidad fotosintética constituyen las especies eficientes (Cerna, 1994).

2.6. Métodos de control

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

- a) Prevención. Se aplican en aquellos casos en los que interesa mantener una cierta explotación o un área geográfica más extensa (región o país) libre de ciertas especies de malas hierbas que son especialmente problemáticas.
- b) Contención. En los programas de contención se acepta como inevitable la existencia de infestaciones de malas hierbas, intentando únicamente minimizar el impacto económico que producen dichas infestaciones. Para ello, será necesario decidir anualmente si el nivel de infestación presente es superior o no a un cierto “umbral económico de daños”. En caso positivo, la realización de tratamientos herbicidas

estaría justificada económicamente, siendo, por tanto, recomendable realizar dicha aplicación.

- c) Reducción. Con este tipo de sistemas no sólo se trata de evitar las pérdidas económicas producidas en el cultivo en un año determinado, sino que, además, se pretende reducir las poblaciones de las malas hierbas hasta que éstas alcancen unos niveles considerados como aceptables. Para ello, se deberán utilizar una serie de medidas de control (rotación, labores, tratamientos herbicidas) que promuevan una reducción en la reserva de semillas de malas hierbas presentes en el suelo.
- d) Erradicación. Consiste en la eliminación total de una cierta especie de mala hierba del área en la que está establecida. Los programas de erradicación de una mala hierba únicamente son aconsejables cuando se trate de especies particularmente agresivas o nocivas que empiecen a invadir un área limitada. Una vez que la zona infestada es más extensa o que el problema está firmemente establecido es extremadamente difícil, sino imposible, eliminar dicha especie.

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

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

Ninguno de estos métodos debe ser perdido de vista en un sistema agrícola de producción, ya que los mismos pueden resultar efectivos técnica y económicamente a los pequeños agricultores. Incluso el arranque manual, considerado correctamente como labor tediosa y penosa, es una práctica vital complementaria, aun cuando los herbicidas sean utilizados, ya que previene el aumento de poblaciones resistentes o tolerantes de las malezas. Esta

práctica es también la más pertinente en áreas, donde el nivel de infestación de malezas es bajo y se necesita la prevención del aumento del banco de semillas de malezas en el suelo (FAO, 1996).

Asimismo, la FAO (1996) mencionó que ningún método basta por sí sólo para controlar las malezas y que el uso repetido de un solo método permite la acumulación de especies no controladas, por lo que es recomendable aplicar sistemas integrados de lucha que incluyan la combinación de métodos físicos, químicos, culturales y biológicos, todos de acuerdo a una planificación previa

2.7. Solarización

La solarización del suelo se basa en la captación y almacenamiento de la energía solar mediante la cobertura del suelo húmedo con polietileno transparente de un espesor variable entre 40 y 100 micras, durante el período de mayor temperatura y luminosidad. Así se produce un incremento en la temperatura del suelo suficiente para reducir las poblaciones de una amplia gama de organismos patógenos y controlar una gran variedad de malezas (González *et al*, 1993).

La solarización se refiere a la cobertura hermética del suelo húmedo con plástico transparente, durante un período de tiempo tal que permita capturar la energía solar que llega al suelo y así elevar la temperatura por encima de umbrales que determinan la muerte de semillas de malezas y afectan la dinámica de su presencia en el banco del suelo. El resultado de la solarización dependerá de factores múltiples, como la temperatura del aire, la intensidad de la radiación solar y el largo de horas luz, el tipo de suelo dado fundamentalmente por la cantidad de arcilla y su grado de humedad durante el período, el ancho y la orientación de los canteros, así como el tipo y color del film que se utilice en el proceso y la duración del período de solarización (Katan y De Vay, 1991).

Asimismo, la solarización presenta un gran potencial de uso en situaciones de producción vegetal intensiva debido a su carácter no contaminante del medio ambiente posible de combinar con tratamientos de control biológico y cultural, aplicables en programas de producción integrada y orgánica. El grupo de malezas de mayor sensibilidad al aumento de temperatura en el suelo lo constituyen las especies anuales de reproducción por medio de semilla sexual y dentro de ellas las que prosperan durante otoño e invierno, dado sus

menores requerimientos térmicos para desencadenar el proceso de germinación. Un segundo grupo en importancia lo constituyen las especies anuales estivales que presentan un mayor grado de tolerancia debido a las mayores requerimientos térmicos para germinar (Elmore *et al*, 1993).

Diferentes autores concuerdan que se logra una disminución significativa en el banco de semillas del suelo cuando se solariza de 20 a 30 días con temperaturas de 40 a 60 °C y efectuando solarización bajo invernáculo por igual período se obtuvieron reducciones del 95 a 99% de malezas, con respecto al suelo testigo sin solarizar (Casanova y Tricot, 2001).

2.7.1. Ventajas y oportunidades de la solarización

La relación costo/efectividad de la solarización del suelo debería tener en consideración los efectos a corto y largo plazo del tratamiento sobre el agro sistema (manejo de las plagas del suelo, incremento de rendimientos, mejoramiento del nivel de nutrientes del suelo y de otras características del suelo) así como las oportunidades que la solarización del suelo puede ofrecer para un control económico de las plagas. Algunas de esas oportunidades son señaladas por (Elmore, 1997), como sigue:

- En un cultivo para el que no hay disponibles plaguicidas en razón de su falta de registro, disponibilidad, tolerancia del cultivo, peligro de aplicación o costo.
- En un cultivo en el cual los problemas de las plagas no permiten su control por otros medios.
- En los casos en que más de un problema puede ser resuelto por medio de la solarización del suelo.
- Cuando un cultivo es hecho en forma «orgánica».
- Cuando la solarización del suelo puede cambiar la secuencia de los cultivos, para incrementar los rendimientos en la misma área o mantener los rendimientos en áreas menores.
- En un cultivo en el cual el vigor de las plántulas y un rápido crecimiento significan una ventaja.
- Competencia en los mercados donde los alimentos «orgánicos» compiten con productos producidos convencionalmente y tratados con plaguicidas.
- No daña el medio ambiente.

2.7.2. Efectos de maleza

Las malas hierbas son consideradas como plantas indeseables por competir con las plantas cultivadas que el hombre establece para producción de alimentos. La maleza posee características para desarrollarse en medios poco favorables, así como persistencia de sus semillas y una gran habilidad para competir por nutrientes, agua, luz y espacio. La importancia económica de las malezas se deriva de los daños que ocasionan en la agricultura. (Posos, 2001).

Se considera que solo en las actividades agrícolas las malas hierbas producen mayores pérdidas económicas que las reportadas por otras plagas. Los daños que originan se resumen en reducción en la producción de granos, pastos, carne, leche y lana. Menor eficiencia en el uso de la tierra, debido a los costos que implican las escardas, deshierbe, chapoleo y aspersiones. Reduce la calidad del producto cosechado y aumenta los costos de producción. Por último, el valor de la tierra se reduce especialmente cuando se infesta con maleza perenne; limitan la producción de cultivos que se pueden sembrar y son hospederas de insectos, hongos y nematodos que afectan a las plantas cultivadas (Posos, 2001).

En los últimos 40 años se han tenido notables adelantos en nuestro país en el control de malezas debido al descubrimiento de los herbicidas químicos. Sin embargo, se ha llegado a determinar que un solo tratamiento de control aplicado repetidamente a largo plazo no es efectivo para reducir la densidad de todas las especies. Lo que ocurre es que disminuye el número de las especies presentes, pero aumenta el número de individuos de las especies adaptadas a las condiciones particulares de nuevo manejo. También sucede que la introducción de un método único de control químico que reemplaza a ciertas especies fáciles de eliminar por otras que a largo plazo causa mayores problemas. Es notorio que la resistencia a herbicidas es el resultado de una fuerte presión de selección a favor de especies o biotipos resistentes a expensas de las otras especies susceptibles. Las pérdidas de malezas en los cultivos en México son difíciles de estimar, debido a la falta de estadísticas, sin embargo, el problema de malezas está dentro de los primeros cuatro factores que reducen el rendimiento agrícola, el cual es muy variable. Existen grandes extensiones agrícolas donde el combate de malezas es inadecuado y se han detectado pérdidas del más del 50% del cultivo por competencia de las malezas. (Cotero, 1997).

2.8. Técnicas de control de maleza

Dentro de las técnicas más comunes de remoción de maleza se encuentran: método manual, mecánico, químico y métodos térmicos de control de maleza, dentro de estos últimos se encontró el tema de interés en esta tesis, el control de maleza por medio de quemadores (solarización).

2.8.1. El método manual

Este método presenta desventajas cuando el terreno de cultivo es grande, pues realizar la remoción de maleza tomaría mucho tiempo y un uso intensivo de mano de obra. Cultivar por hileras también es una forma efectiva de control de maleza claro que solo es eficiente a partir de que esta ya ha emergido del suelo, debido a que tener el cultivo organizado de esta forma hace mucho más fácil la búsqueda manual de maleza (Parks *et al*, 1988).

2.8.2. El método mecánico

Con este método se puede dañar la estructura del suelo al “revolcar” la tierra, pues el suelo presenta diferentes capas y cada capa tiene sus propios animales pequeños y microorganismos que, al cambiarlos de zona, se enfrentan unos contra otros desestabilizando el ecosistema propio del suelo. Es menos eficiente que el uso de herbicidas (Burnside *et al*, 1994).

2.8.3. El método químico

La aplicación de herbicidas ha sido uno de los métodos más populares para el control de maleza. Este método tiene una gran desventaja y es que dependiendo de los componentes químicos que posea puede dañar la naturaleza del suelo, en algunas ocasiones tornándolo poco fértil, al cambiarla estructura química del suelo y matar microorganismos que permiten la obtención de nutrientes en el suelo, es decir, contaminando el suelo y el agua presente en el lugar de la aplicación, además de ser muy costoso. Los herbicidas también afectan el tamaño, número de hojas, el crecimiento de las plantas, el rendimiento del cultivo, y por ejemplo en el maíz afecta también la humedad del grano (Begna *et al*, 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Medio experimental

3.1.1. Elección de campo experimental

El trabajo se realizó en el predio del Centro de Investigación y Producción Camacani (CIP-CAMACANI) de la Facultad de Ciencias Agrarias perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

3.1.2. Ubicación política y geográfica

Ubicación política:

- Región : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Plateria
- CIP : Camacani

Ubicación geográfica:

- Longitud Oeste : 69°51'22''
- Latitud Sur : 15°56'57''
- Altitud : 3842 m.s.n.m.

3.1.3. Campo experimental

El campo experimental corresponde a un terreno agrícola de “Kallpar”, en los años anteriores se cultivaron papa, quinua y cebada.

3.2. Información meteorológica

En la tabla 1, se observa los datos meteorológicos de temperatura y precipitación pluvial; en temperatura máxima, la mayor temperatura se registró en el mes de noviembre con 18.1°C, mientras que la temperatura baja fue en el mes de Junio con 13.4°C; en relación a los valores de la temperatura mínima, la mayor temperatura fue en el mes de octubre y noviembre con 5.5°C, y la menor fue en el mes de junio con -0.6 °C, con respecto a los valores meteorológicos de la temperatura media, la mayor temperatura se dio en el mes

de noviembre con 11.8 °C, la menor fue en el mes de junio con 6.4 °C. Siendo el promedio por temperaturas anual, la máxima con 15.4 °C, Mínima con 3.3°C y media con 9.3 °C.

Con relación a los valores meteorológicos de la precipitación pluvial, la mayor intensidad de precipitación fue en el mes de febrero con 178.0 mm, la menor precipitación fue en el mes de agosto con 0.0 mm. En consecuencia, durante el periodo de julio del 2017 a junio del 2018, el promedio de precipitación fue 67.2 mm, y en acumulativo el total de la precipitación fue 806.2 mm.

Tabla 1. Datos meteorológicos de Temperatura y Precipitación pluvial

Año	Meses	Temperatura °c			Precipitación Pluvial (Mm)
		Max	Min	Media	
2017	JUL.	14.4	-0.7	6.9	6.3
	AGOT.	15.8	1.9	8.9	0.0
	SET.	15.1	3.5	9.3	61.7
	OCT.	16.7	5.5	11.1	40.9
	NOV.	18.1	5.5	11.8	28.6
	DIC.	16.7	5.1	10.9	115.3
2018	ENE.	15.3	5.0	10.2	166.3
	FEB.	14.8	5.3	10.1	178.0
	MAR.	14.8	5.4	10.1	106.4
	ABRL.	15.0	3.0	9.0	74.2
	MAY.	14.5	0.5	7.5	12.2
	JUN.	13.4	-0.6	6.4	16.3
Prom.					67.2
Total					806.2

Fuente: SENAMHI, Estación Meteorológica de la Cruz, 2018.

En la figura 1 se puede observar el comportamiento mensual de la temperatura ambiental, cuya oscilación del valor meteorológico es desde 18.1 °C ocurrida en el mes de noviembre tipificándose como la más alta temperatura ambiental registrada, hasta -0.6 °C ocurrida en el mes de junio, la cual se caracteriza como la más baja temperatura registrada, manifestándose en heladas por el descenso brusco de la temperatura.

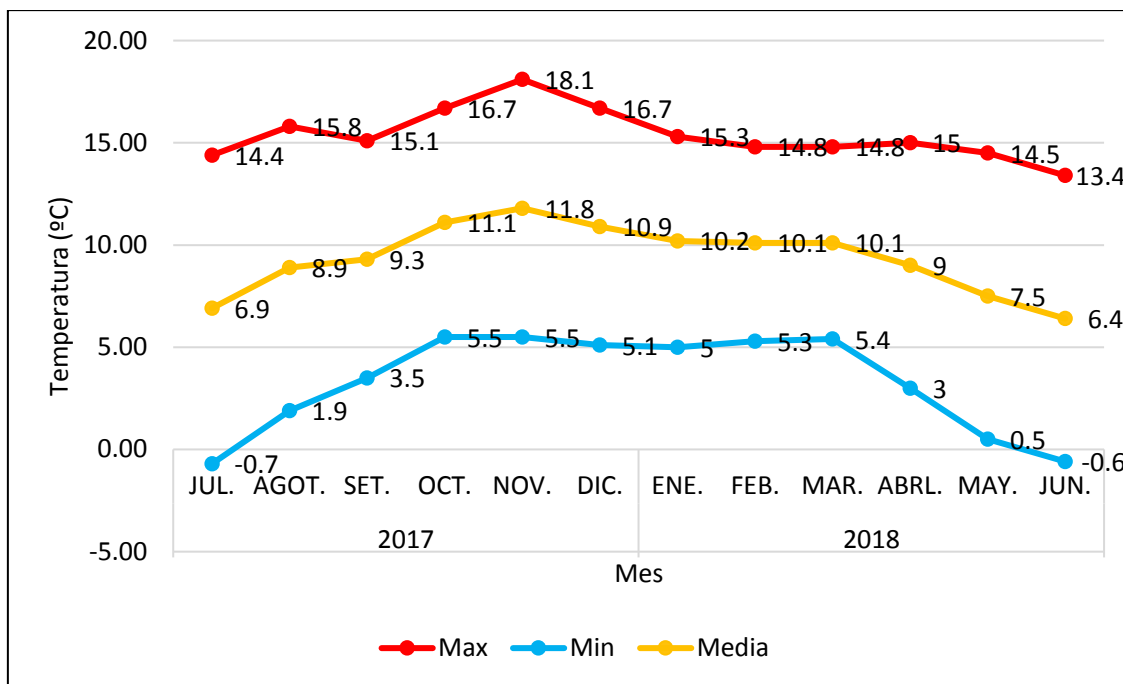


Figura 1. Temperatura máxima, mínima y media (2017-2018)

En la figura 2, se puede observar la distribución mensual de la precipitación pluvial ocurrida durante el periodo de estudio, significando un comportamiento regular de la precipitación pluvial en la zona de estudio.

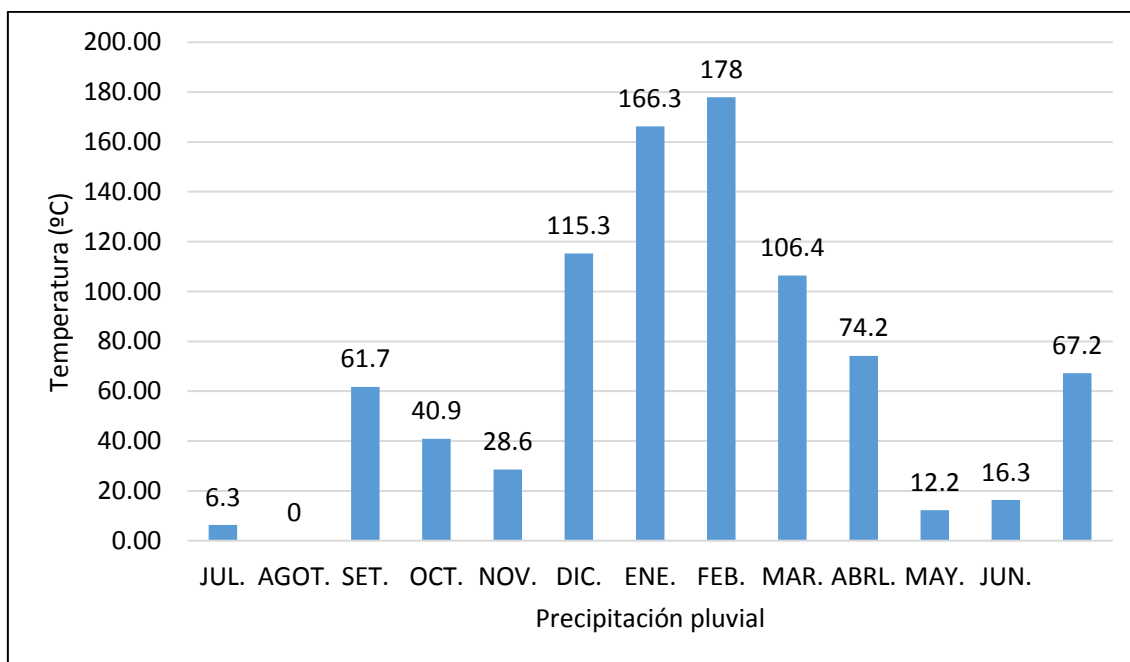


Figura 2. Precipitación pluvial (2017-2018).

3.3. Análisis de suelo

Mediante un muestreo en forma de “zig zag”, se toman 10 sub-muestras de un kilo a una profundidad de 20 cm, luego se mezclaron las sub-muestras para obtener la muestra representativa de un kilo, el cual se llevó al Laboratorio de suelos para su respectivo análisis, cuyos resultados se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis físico –químico del suelo antes de la instalación del trabajo experimental

Componentes	Cantidad	Unidad	Métodos
Análisis Físico			
ARENA	64.36	%	Bouyoucus
ARCILLA	13.16	%	Bouyoucus
LIMO	22.48	%	Bouyoucus
CLASE TEXTURAL	Franco Arenoso	-----	Triangulo textural
Análisis Químico			
M.O.	1.80	%	Walkley y Black
N total	0.11	%	Semi Micro - kjeldahl
P disponible	3.67	ppm	Olsen Modificado
K disponible	88	ppm	Pratt
pH	5.20	---	Potenciómetro
C.E.	0.41	mmhos/cm	Conductímetro
Aluminio	0.20	(meq/100g)	Peech
CO ₃ Ca	0.00	(%)	Gasó volumétrico

FUENTE: Laboratorio de Suelos y Aguas de la EPIA de la Facultad de Ciencias Agrarias. UNA--Puno, 2018.

En la tabla 2, de acuerdo a la interpretación de suelos (Laboratorio de Aguas y Suelos) se trata de un suelo de textura “Franco arenoso”, posee un pH de 5.20 “Fuertemente ácido”; en materia orgánica es “bajo” con 1.80%; nitrógeno total está clasificado como “medio” con 0.11%; el fósforo se clasifica como “bajo” con 3.67 ppm y el potasio se encuentra clasificado como “bajo” con 88 ppm; ausencia en carbonatos y aluminio; el contenido de sales es “bajo”.

3.4. Demarcación de bloques y parcelas

En el terreno de cultivo, se efectuó el diseño del campo experimental, delimitándose con un cordel y una cinta métrica; los bloques y las parcelas de cada tratamiento en estudio; estas parcelas fueron delimitadas con estacas de palo, el tratamiento se identificó por medio de carteles. Cada tratamiento fue distribuido al azar dentro de cada bloque, siendo cada una de ellas con tres repeticiones.

3.5. Características del experimento

El campo experimental tuvo las siguientes medidas:

a) Área experimental

- Largo : 13 m
- Ancho : 7.5 m
- Área total : 97.5 m².

b) Características del bloque

- Numero de bloques : 3
- Distanciamiento entre bloques : 1 m.
- Numero de parcelas por bloque : 4
- Largo de bloque : 7.5 m.
- Ancho de bloque : 3 m
- Área de bloque : 22.50 m²

c) Características de la unidad experimental

- Numero de repeticiones : 3
- Distancia entre parcelas : 0.5 m.
- Borde del campo experimental : 1 m
- Largo de la unidad experimental : 3 m.
- Ancho de la unida experimental : 1 m.
- Área de la unidad experimental : 3 m².

3.6. Material experimental

3.6.1. Suelo agrícola

Se utilizó un terreno agrícola de rotación, correspondiente a “kallpar”, cuya característica topográfica fue plana, con una pendiente aproximadamente de 2%. El área experimental estuvo ubicada dentro de la zona de cultivo agrícola del centro experimental de Camacani.

3.6.2. Plástico

Se empleó mantas de plástico, es decir polietileno transparente de 0.2 mm de grosor, la cual fue adquirida comercialmente de la tienda comercial de plásticos.

3.7. Tratamientos en estudio

La distribución y descripción de los tratamientos en estudio se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Plástico	N° De Días Solarizadas	Código
T1	Suelo sin plástico	00 días de solarización	00DSS
T2	Suelo con plástico	45 días de solarización	45DCS
T3	Suelo con plástico	60 días de solarización	60DCS
T4	Suelo con plástico	75 días de solarización	75DCS

3.8. Variables de respuesta

- Humedad de suelo (%)
- Temperatura de suelo (%)
- Tiempo de solarización del suelo (días)

3.9. Observaciones

- Composición botánica de malezas (%)
- Clasificación de malezas (N°)

3.10. Diseño experimental

En trabajo de investigación, se desarrolló bajo el Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA), con, 4 tratamientos y con 3 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales (Ver croquis de distribución de parcelas en anexo), cuyo modelo estadístico es lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

$$i=1,2,3,\dots,t$$

$$j=1,2,3,\dots,r$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta observada

μ = Media general de la variable de respuesta

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental a la ij -ésima unidad experimental

3.11. Análisis estadístico

Los datos se sistematizaron de acuerdo a las variables en estudio y se analizó estadísticamente mediante el sistema de análisis estadístico y se aplicó la prueba de significación estadístico de DUNCAN, al 95 % de probabilidad.

3.12. Conducción del experimento

3.12.1. Elección del terreno

Para el presente experimento se eligió un terreno agrícola, cuyo historial registró un suelo invadido por malezas.

3.12.2. Suelo agrícola

Se preparó el terreno removiéndolo por completo con la ayuda de piquillos, enseguida se niveló el terreno.

3.12.3. Preparación del plástico

Se preparó el plástico correspondiente, para tal efecto se midió, se marcó los bordes y se cortó con la ayuda de la tijera, según las dimensiones de cada parcela experimental.

3.12.4. Colocación del plástico

El plástico se colocó, sobre el suelo delimitado, se cubrió toda el área de la parcela respectiva, según los tratamientos en estudio, luego se identificó con el cartel respectivo.

3.12.5. Labores agronómicas

Consistió en el arreglo de la cobertura de plástico que fue dañada por las fuertes intensidades de viento. También se realizó el drenaje respectivo, a fin de evitar el empozamiento de agua por las fuertes precipitaciones. Se colocó los letreros correspondientes para cada tratamiento y repetición.

3.12.6. Retiro del plástico

El plástico se retiró una vez culminada el experimento, según los tratamientos establecidos.

3.13. Metodología de medición y evaluación de variables de respuesta

3.13.1. Humedad de suelo

La humedad de suelo (%) fue registrada en cada una de las parcelas experimentales según los tratamientos mediante un cilindro muestreador al inicio y al final de la solarización de suelo. Las muestras de humedad del suelo fueron analizadas en el Laboratorio de Aguas y Suelos en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno.

3.13.2. Temperatura de suelo

El registro de temperatura del suelo (°C), se realizó cada 5 días a las 12:00 horas del mediodía, utilizando un termómetro para registrar la temperatura del suelo por cada tratamiento, es decir entre suelos solarizados y suelos testigos del experimento; el procedimiento consistió en colocar el termómetro en el suelo y la lectura del valor registrado fue en el momento.

3.13.3. Tiempo de solarización del suelo

Al término de los días de solarización sometidos en cada tratamiento, se determinó el mejor periodo favorable para el control de malezas (días).

3.14. Observaciones evaluadas

3.14.1. Porcentaje de malezas

El porcentaje de malezas (%) se evaluó a través del cuadrante metálico cuadrado de 0.5 x 0.5 m; para el suelo, el cuadrante fue distribuido al azar dentro de cada parcela, ya que en las parcelas con tratamiento solarizado y en parcelas testigo.

3.14.2. Composición botánica de malezas

Se identificó botánicamente todas las especies de malezas, y se agrupó por familias botánicas, nombre científico, y nombre vulgar conocido en la zona, y se cuantificó en porcentajes.

3.14.3. Clasificación de malezas

Las malezas se clasificaron en especies anuales de hoja ancha y especies anuales de hoja delgada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación botánicamente las especies de malezas y determinar la población de malezas en suelos solarizados

4.1.1. Composición botánica de malezas

En la tabla 4, se observa el inventario de las especies de malezas herbáceas que se establecieron en cada tratamiento. Tal es así, que en el tratamiento T3 (60 días de solarización) se registró el mayor número de especies de malezas (10 especies), seguido del tratamiento T1 (testigo), T2 (45 días de solarización), luego sigue el tratamiento T4 (75 días de solarización).

En todos los tratamientos destacaron las siguientes especies: *Bromus unioloides* H. “Cebadilla”, es una gramínea herbácea de hojas delgadas; *Lepidium chichicara* D. “Mata conejo”, es una cruciferae, de hojas anchas, de aspecto herbáceo; *Bidens pilosa* L. “Chiriro”, es una compuesta, de hojas anchas de aspecto herbáceo; *Erodium cicutarium* L. “Auja-auja” pertenece a la familia de las geraniaceae, de hojas compuestas herbáceas; *Urocarpidium shepardae* K. “Qora” es una maleza típica pertenece a la familia de malvaceae, botánicamente presenta hojas anchas y *Paspalum pigmaeum* H. “Sara sara”, es una poaceae, de hojas lanceoladas de aspecto herbáceo.

En el tratamiento T1 hubo la presencia de *Medicago hispida* L. Mientras que en el tratamiento T3 hubo las especies *Brassica rapa* L. y *Solanum tuberosa* L.

Al respecto, Rodríguez, (2011), afirma que el control de malezas efectuado por la solarización, afecta la presencia de las distintas especies anuales, tanto de semillas no germinadas como de plántulas, observando su crecimiento durante la solarización, pero luego mueren las plántulas por exceso de temperatura.

Tabla 4. Especies presentes que se desarrollaron durante la conducción del experimento en cada tratamiento

Trat.	Familia	Nº	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Cant. En Tres Bloques	%
T1= 00 días de solarización	Gramineae	1	<i>Bromus unioloides</i> H.	“Cebadilla”	3	18.75
	Cruciferae	2	<i>Lepidium chichicara</i> D.	“Mata conejo”	2	12.5
	Compuestae	3	<i>Bidesh pilosa</i> L.	“Chiriro”	3	18.75
	Geraniaceae	4	<i>Erodium cicutarum</i> L.	“Aguja aguja”	3	18.75
	Leguminosae	5	<i>Medicago hispida</i> L.	“Trébol carretilla “	1	6.25
	Malvaceae	6	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	“Qora”	2	12.5
	Poaceae	7	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	“Sara Sara”	2	12.5
Total		7			16	100.00
T2= 45 días de solarización	Gramineae	1	<i>Bromus unioloides</i> H.	“Cebadilla”	3	16.67
	Cruciferae	2	<i>Lepidium chichicara</i> D.	“Mata conejo”	3	16.67
	Compuestae	3	<i>Bidesh pilosa</i> L.	“Chiriro”	3	16.67
	Geraniaceae	4	<i>Erodium cicutarum</i> L.	“Aguja aguja”	3	16.67
	Malvaceae	5	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	“Qora”	3	16.67
	Poaceae	6	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	“Sara Sara”	2	11.11
	Oxalidaceae	7	<i>Oxalis</i> sp.	“Oca silvestre”	1	5.56
Total		7			18	100.00
T3= 60 días de solarización	Gramineae	1	<i>Bromus unioloides</i> H.	“Cebadilla “	3	16.67
	Cruciferae	2	<i>Lepidium chichicara</i> D.	“Mata conejo”	3	16.67
	Malvaceae	3	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	“Qora”	3	16.67
	Compuestae	4	<i>Bidesh pilosa</i> L.	“Chiriro”	1	5.56
	Geraniaceae	5	<i>Erodium cicutarum</i> L.	“Aguja aguja	2	11.11
	Poaceae	6	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	“Sara Sara”	2	11.11
	cruciferae	7	<i>Brassica rapa</i> L.	“Nabo silvestre”	1	5.56
	Solaneceae	8	<i>Solanum tuberosa</i> L.	“Papa sivistre”	1	5.56
	Leguminosae	9	<i>Medicago hispida</i> L.	“Trebol carretilla”	1	5.56
	Oxalidaceae	10	<i>Oxalis</i> sp.	“Oca silvestre”	1	5.56
Total		10			18	100.00
T4= 75 días de solarización	Gramineae	1	<i>Bromus unioloides</i> H.	“Cebadilla”	2	12.50
	Cruciferae	2	<i>Lepidium chichicara</i> D.	“Mata conejo”	1	6.25
	Malvaceae	3	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	“Qora”	3	18.75
	Compuestae	4	<i>Bidesh pilosa</i> L.	“Chiriro“	3	18.75
	Geraniaceae	5	<i>Erodium cicutarum</i> L.	“Aguja aguja”	3	18.75
	Poaceae	6	<i>Paspalum pigmeaum</i> H.	“Sara Sara”	2	12.50
	Leguminosae	7	<i>Medicago hispida</i> L.	“Trebol carretilla”	2	12.50
Total		7			16	100.00



Figura 3.“Nabo silvestre” *Brassica rapa* L.



Figura 4.“Aguja aguja” *Erodium cicutarium* L.



Figura 5.“Chiriro” *Bidens pilosa* L.



Figura 6.“Kora” *Urocarpidium shepardae* K.



Figura 7. “Cebadilla” *Bromus unioloides* H.



Figura 8. “Trébol carretilla” *Medicago hispida* L.



Figura 9. “Oca silvestre” *Oxalis* sp.



Figura 10. “Sara sara” *Paspalum pigmaeum* H.

4.1.2. Población de malezas en cada tratamiento por especie al inicio de la evaluación

En la figura 11, se observa la población de malezas registradas. Tal es así, de las 10 especies de malezas, el tratamiento T1 tuvo un total de 41 plantas, destacando la especie *Paspalum pigmaeum* “Sara sara” con 11 plantas, seguido de *Bidens pilosa* “chiriro” con 8 plantas; *Erodium cicutarium* “aguja aguja”, *Bromus unioloides* “cebadilla” y *Bidens*

pilosa “chiriro” con 6 plantas respectivamente, *Urocarpidiums shepardae* “Qora” con 2 plantas, y *Medicago hispida* “trébol carretilla” y *Oxalis* sp “oca silvestre” con una planta. En el tratamiento T3, se tuvo un promedio de 24 plantas, destacando la especie *Paspalum pigmaeum* “Sara sara” con 6 plantas; seguido de las especies *Bromus unioloides* “Cebadilla”, *Bidens pilosa* “Mata conejo” y *Urocarpidiums shepardae* “Qora” con 3 plantas respectivamente; las especies *Erodium cicutarum* “aguja aguja”, *Brassica rapa* “nabo” y *Solanum* sp “papa silvestre” con 2 plantas respectivamente; y las especie *Bidens pilosa* “chiriro”, *Medicago hispida* “trébol carretilla” y *Oxalis* sp “oca silvestre” con una planta respectivamente.

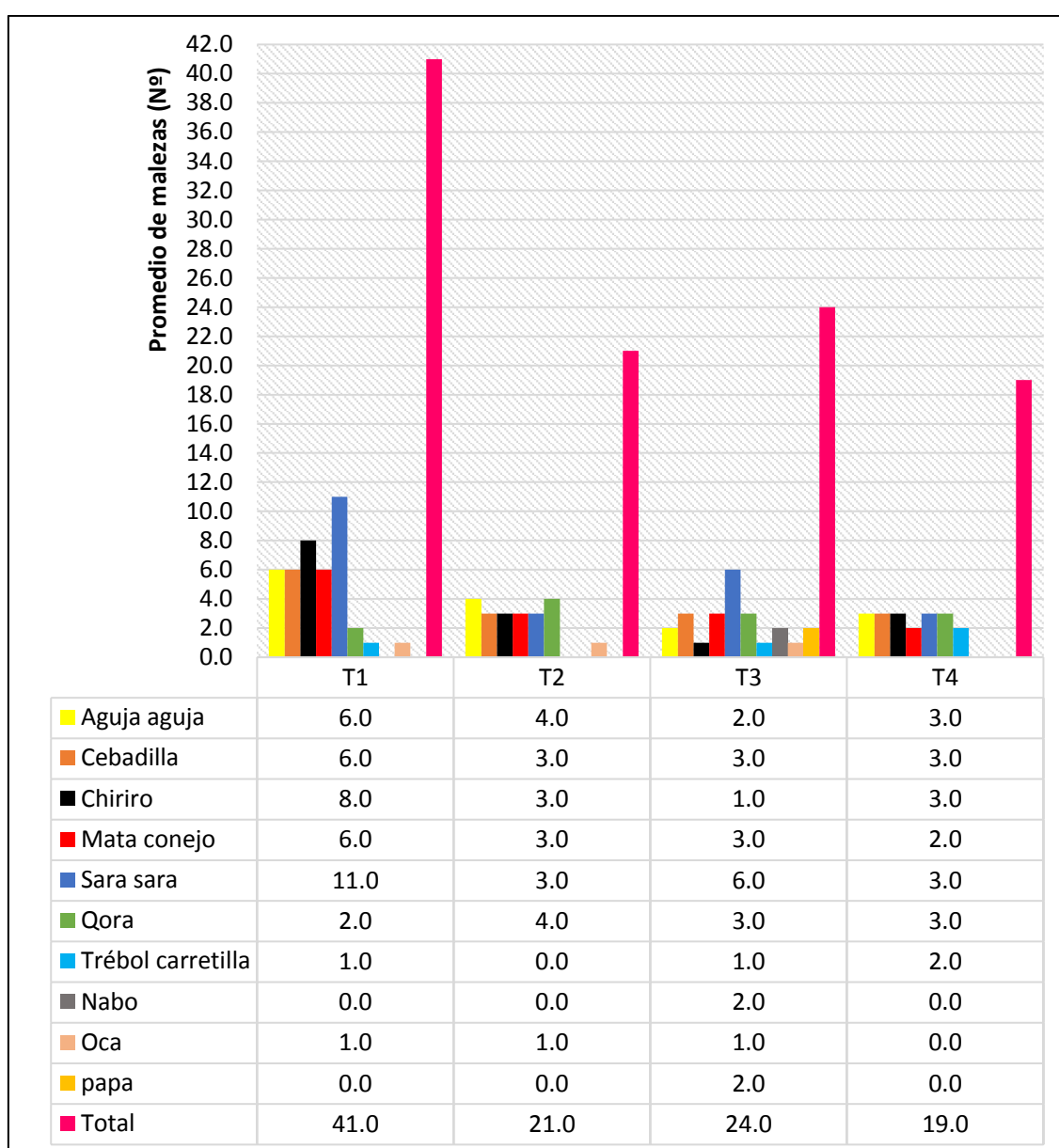


Figura 11. Promedio de malezas por especie en cada tratamiento al inicio de la evaluación.

Mientras que el tratamiento T2, presentó un total de 21 plantas, destacando la especie *Erodium cicutarium* “aguja aguja” y *Urocarpidium shepardae* “qora” con 4 plantas respectivamente; las especies *Bromus unioloides* “cebadilla”, *Bidens pilosa* “chiriro”, *Lepidium chichicara* “mata conejo” y *Paspalum pigmaeum* “sara sara” con 3 plantas respectivamente; y la especie oca con una planta.

En el tratamiento T4, se encontró un total de 19 plantas; destacando las especies *Erodium cicutarium* “aguja aguja”, *Bromus unioloides* “cebadilla”, *Bidens pilosa* “chiriro”, *Paspalum pigmaeum* “sara sara” y *Urocarpidium shepardae* “qora” con 3 plantas respectivamente; y las especies *Lepidium chichicara* “mata conejo” y *Medicago hispida* “trébol carretilla” tuvieron 2 plantas. Al respecto, Pullmann, *et al* (1989), señalan que las malezas anuales y perennes, son controladas por la solarización del suelo, algunas malezas son muy sensibles a la solarización, en cambio otras son moderadamente resistentes, y requieren para su control un mayor tiempo de radiación solar.

4.1.3. Población de malezas en cada tratamiento por especie al final de la evaluación

En la figura 12, se observa que, de las 9 especies, el tratamiento T1 presentó un total de 37 plantas, destacando la especie *Bidens pilosa* “Chiriro” con un 8 plantas, seguido de *Erodium cicutarium* “aguja aguja”, *Bromus unioloides* “cebadilla” y *Lepidium chichicara* “mata conejo” con 6 plantas; la especie *Oxalis* sp “Oca silvestre” tuvo 5 plantas; las especies *Paspalum pigmaeum* “Sara sara” y *Urocarpidium shepardae* “Qora” con 2 plantas; y las especies *Brassica napa* “nabo” y *Medicago hispida* “trébol carretilla” con una planta

En el tratamiento 2, se encontró un total de 11 plantas, destacando la especie *Urocarpidium shepardae* “qora” con 4 plantas; las especies *Erodium cicutarium* “aguja aguja”, *Bromus uniloides* “cebadilla” y *Oxalis* sp “oca silvestre” tuvieron 2 plantas respectivamente, y la especie *Lepidium chichicara* “mata conejo” presento una planta.

En el tratamiento 3, se encontró un promedio de 9 plantas, destacando la especie *Oxalis* sp “oca” con 4 individuos; seguido de las especies *Paspalum pigmaeum* “sara sara” y *Urocarpidium shepardae* “qora” con 2 plantas respectivamente; la especie *Bromus uniloides* “Cebadilla” se registró como una sola planta.

En el tratamiento T4, se encontró un promedio de una planta; destacando la especie *Paspalum pigmaeum* “sara sara” con una planta.

En este último tratamiento (T4) es importante destacar que a pesar de estar el suelo bajo 75 días de solarización, la poaceae *Paspalum pigmaeum* toleró el estrés por la alta temperatura sometida. Botánicamente, Sotomayor (1992), lo describe a esta especie como una planta enana, anual, de 8 cm de altura, crece algo postrada, de hojas de 1 a 1.6 cm de largo, inflorescencia en panícula, pequeña con 3 a 5 racimos de 8 a 10 mm de largo generalmente igualado o excedido por las hojas superiores. Igualmente, Tovar (1989), lo describe como una planta de los Andes del Sur de Perú y Bolivia, que crece aproximadamente entre 3,800 a 4,500 metros de altitud

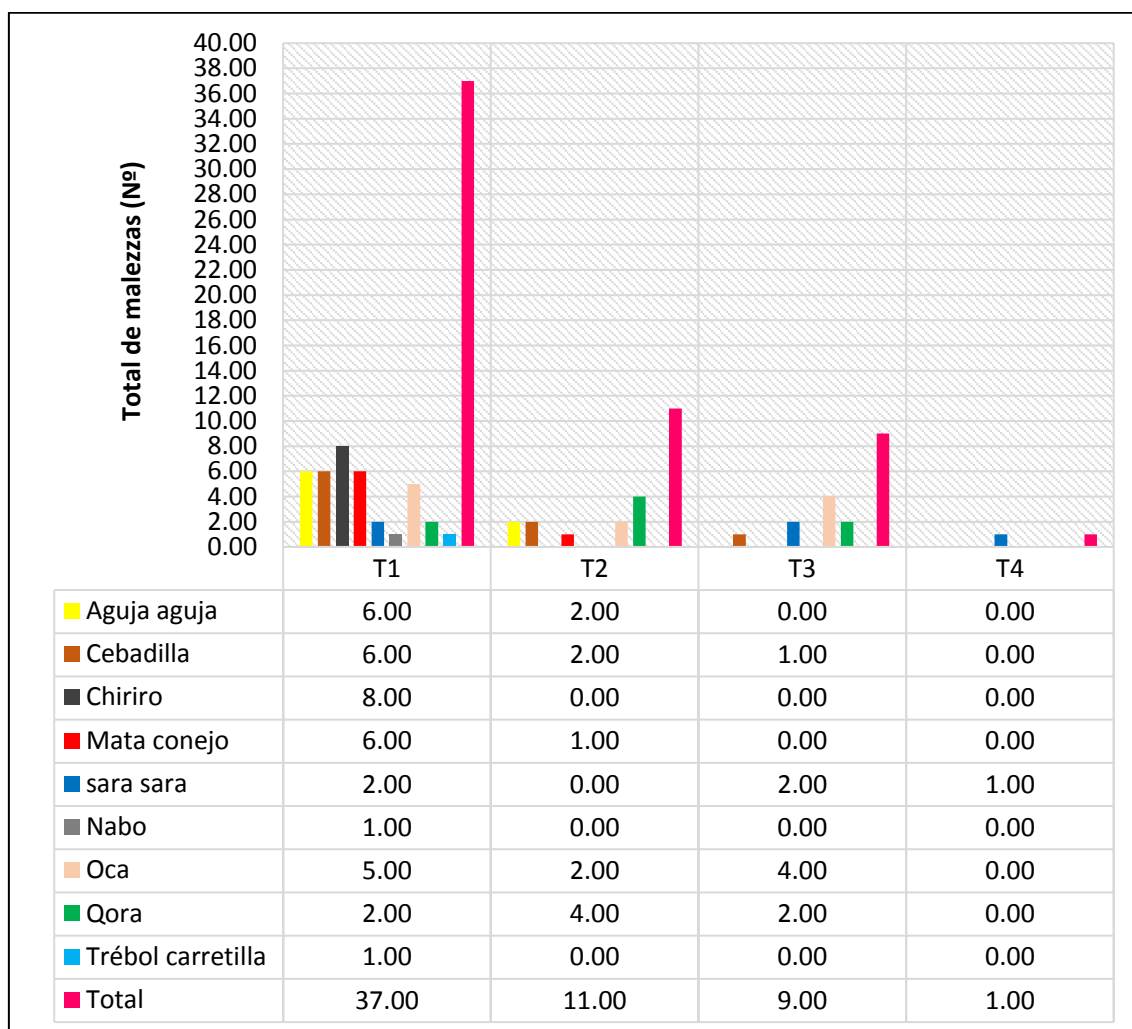


Figura 12. Promedio de malezas por especie en cada tratamiento al final de la evaluación.

En la tabla 6, se observa el análisis estadístico de la prueba de Duncan para porcentaje de cobertura vegetal de malezas, en donde se observa que el tratamiento T1 de 00 días de solarización tuvo mayor porcentaje de cobertura de malezas (83.80%), seguido del tratamiento T2 de 45 días de solarización (47.67%), enseguida se ubican los tratamientos T3 de 60 días de solarización y T4 de 75 días de solarización con promedios de 19.68 y 10.00%, no existiendo diferencia estadística significativa en estos dos últimos tratamientos, lo que indica que la solarización del suelo, es una medida de control para disminuir en cobertura de malezas en sus terrenos agrícolas.

Tabla 6. Prueba de Duncan para porcentaje de cobertura vegetal de datos transformados a valores angulares.

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de cobertura vegetal (%)	Promedio (valores angulares)	P≤0.05
1	T1 = 00 días de solarización	83.80	66.43	A
2	T2 =45 días de solarización	47.67	43.53	B
3	T3 =60 días de solarización	19.68	25.47	C
4	T4 =75 días de solarización	10.00	17.17	C

Los resultados obtenidos son respaldados en cierta medida por Casanova y Tricot (2001), quienes demostraron que 30 días de solarización al suelo durante el mes de enero fueron suficientes para controlar semillas de malezas anuales, bajando la densidad de 450 pl/m² a 3-4 pl/m², en promedio, lo cual indica que el efecto de la solarización varía respecto a los días de solarización en la densidad de plantas/m², es decir a la cobertura de malezas por parcela.

4.1.5. Clasificación de malezas

a) Especies anuales de hoja ancha

En la figura 13, se observa que el tratamiento T1 tuvo mayor cantidad de especies con hoja ancha (4.00 individuos vegetales), seguido del tratamiento T2 (1.67 individuos vegetales), T3 (0.67 individuos vegetales) y T4 (0.00 individuos).

b) Especies anuales de hoja delgada

En especies de hoja delgada, la mayor cantidad se tuvo el tratamiento T1 (1.67 individuos vegetales), seguido del tratamiento T3 (1.33 individuos vegetales), T2 (1.00 individuo vegetal) y T4 (0.33 individuo vegetal). Según, Pullmann, *et al* (1989), manifiestan que las malezas anuales parecen ser especialmente sensibles a la solarización del suelo; mientras que algunas malezas como el *Medicago hispida* son parcialmente controladas.

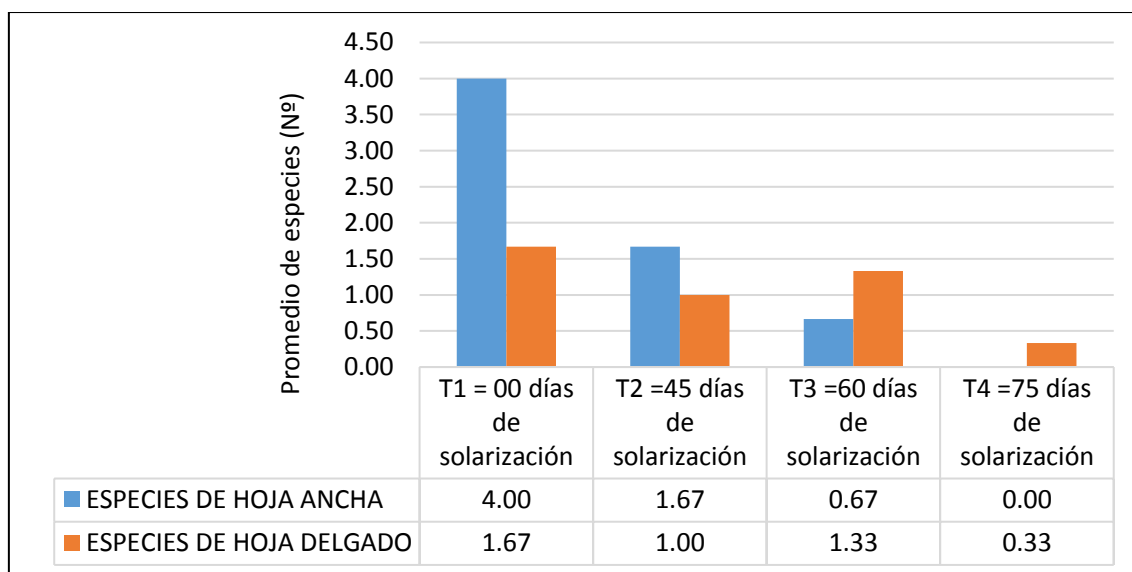


Figura 13. Promedio de especies por tipo de hoja.

Los resultados nos indican que hubo diferencias en las especies de hoja ancha y hoja delgado por el efecto de la cobertura con plástico a diferentes días de cubrición del suelo, en el tratamiento T4 no se registró malezas de hoja ancha debido a que son muy susceptibles a las altas temperaturas y es por ello que no se ha registrado este tipo de malezas.

Los resultados obtenidos son respaldados por Arboleya *et al.* (2006), quienes manifiestan, en general la mayoría de las especies de malezas anuales y perennes pueden controlarse por medio de la solarización del suelo, pero difieren respecto a la susceptibilidad al calor.

Salas (2002), reporta que obtuvo resultados relevantes, indicando que los tratamientos con solarización mostraron menor número de malezas de hoja ancha que el testigo sin tratamiento.

4.2. Humedad y temperatura en suelos tratados con solarización

4.2.1. Humedad de suelo

a) Humedad de suelo inicial

En la tabla 7, se observa el análisis de varianza para datos transformados a valores angulares, porcentaje y humedad de suelo, en donde existe diferencias estadísticas significativas para los tratamientos (días de solarización), indicando que existe diferencias en el porcentaje de humedad de suelo, por efecto de la cobertura plástica por días de solarización. Además, el coeficiente de variabilidad (CV) es igual a 1.07% lo que nos indica que los datos evaluados en campo son aceptables.

Tabla 7. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de humedad inicial del suelo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Bloques	2	3.29166667	1.64583333	9.36	5.14	10.92	0.0143	n.s.
Tratamientos	3	7.00000000	2.33333333	13.27	4.76	9.78	0.0047	**
Error experimental	6	1.05500000	0.17583333					
Total	11	11.34666667						

CV=1.07% Prom. Gral.=39.17

En la tabla 8, se observa la prueba de Duncan para porcentaje de humedad de suelo, en donde se observa que el tratamiento de 00 días de solarización tuvo mayor porcentaje de humedad inicial (41.64%), seguido del tratamiento 60 días de solarización (40.65%), los cuales estadísticamente son similares y superiores a los demás tratamientos; enseguida se ubican los tratamientos de 45 días de solarización y 75 días de solarización con promedios de 38.69 y 38.61% respectivamente.

Tabla 8. Prueba de Duncan para porcentaje de humedad inicial de datos transformados a valores angulares.

Orden de merito	Tratamientos	Promedio de humedad (%)	Promedio (valores angulares)	P≤0.05
1	T1 = 00 días de solarización	41.64	40.20	A
2	T3 =60 días de solarización	40.65	39.60	A
3	T2 =45 días de solarización	38.69	38.47	b
4	T4 =75 días de solarización	38.61	38.40	b

b) Humedad de suelo final

En la tabla 9, se observa el análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de humedad de suelo, en donde no existe diferencias estadísticas significativas para los tratamientos (días de solarización), indicando que existe similitud en el porcentaje de humedad de suelo, por efecto de la cobertura plástica por días de solarización. Además el coeficiente de variabilidad (CV) es igual a 1.32% lo que indica que los datos evaluados en campo son aceptables estadísticamente.

Tabla 9. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de humedad final del suelo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Bloques	2	1.08500000	0.54250000	1.10	5.14	10.92	0.3906	n.s.
Tratamientos	3	0.28916667	0.09638889	0.20	4.76	9.78	0.8953	n.s.
Error experimental	6	2.94833333	0.49138889					
Total	11	4.32250000						

CV=1.32%

Prom. Gral.=38.56

En la figura 14, se observa que el tratamiento de 75 días de solarización tuvo mayor porcentaje de humedad (38.18%), seguido del tratamiento 60 días de solarización (38.93%), enseguida se ubican los tratamientos de 00 días de solarización y 45 días de solarización con promedios de 38.86 y 38.49% respectivamente.

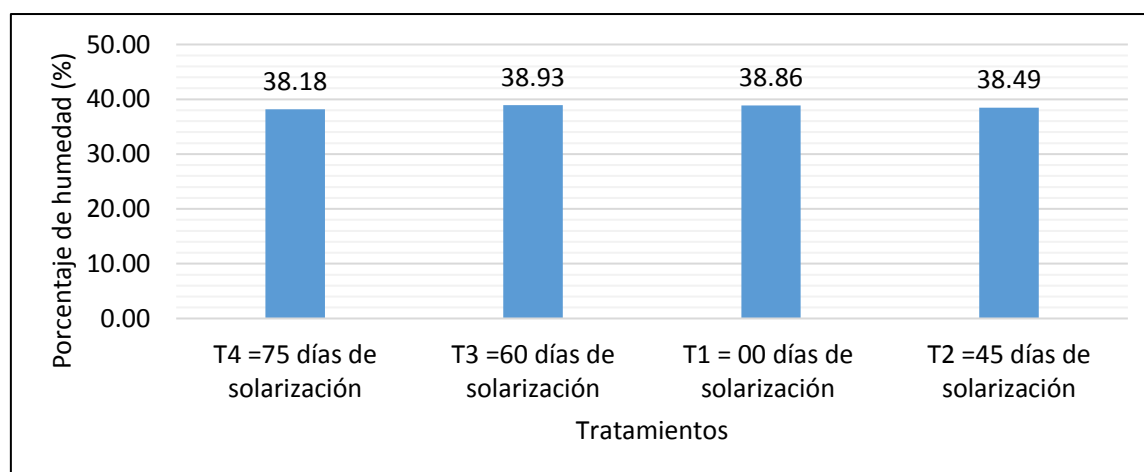


Figura 14. Porcentaje de humedad final.

4.2.2. Temperatura de suelo

a) Temperatura del suelo inicial

En la tabla 10, se observa el análisis de varianza para datos de temperatura inicial del suelo, en donde no existe diferencias estadísticas significativas para los tratamientos (días de solarización), indicando que no existe diferencias en la temperatura del suelo, por efecto de la cobertura plástica por días de solarización. Además el coeficiente de variabilidad (CV) es igual a 6.29% lo que indica que los datos evaluados en campo son aceptables estadísticamente.

Tabla 10. Análisis de varianza para datos de temperatura inicial del suelo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Bloques	2	15.09500000	7.54750000	4.53	5.14	10.92	0.0633	n.s.
Tratamientos	3	5.42250000	1.80750000	1.08	4.76	9.78	0.4246	n.s.
Error experimental	6	10.00500000	1.66750000					
Total	11	30.52250000						

CV=6.29%

Prom. Gral.=20.53

En la figura 15, se observa que el tratamiento de 45 días de solarización tuvo mayor temperatura (21.30 °C), seguido del tratamiento 75 días de solarización (20.90 °C) enseguida se ubican los tratamientos de 60 días de solarización y 00 días de solarización con promedios de 20.40 y 19.50 °C respectivamente.

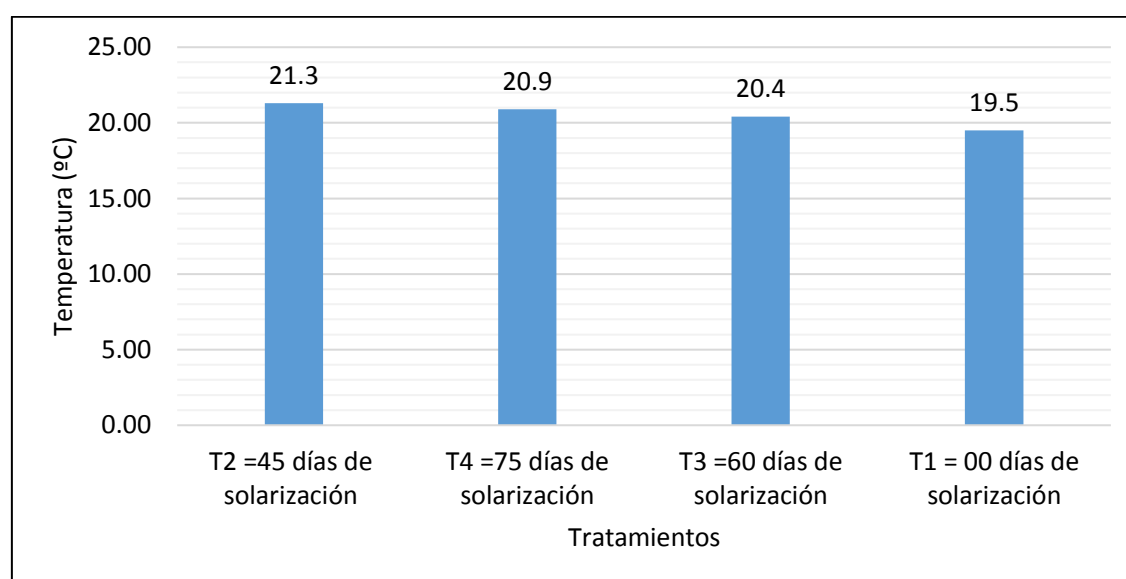


Figura 15. Temperatura inicial del suelo.

b) Temperatura de suelo final

En la tabla 11, se observa el análisis de varianza para datos de temperatura final del suelo, en donde no existe diferencias estadísticas significativas para los tratamientos (días de solarización), indicando que no existe diferencias en la temperatura del suelo, por efecto de la cobertura plástica por días de solarización. Además el coeficiente de variabilidad (CV) es igual a 27.32% lo que indica que los datos evaluados en campo son aceptables estadísticamente.

Tabla 11. Análisis de varianza para datos de temperatura final del suelo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Bloques	2	14.80666667	7.40333333	0.10	5.14	10.92	0.9046	n.s.
Tratamientos	3	32.63000000	10.87666667	0.15	4.76	9.78	0.9261	n.s.
Error experimental	6	435.5600000	72.5933333					
Total	11	482.9966667						

CV=27.32% Prom. Gral.=31.18

En la figura 16, se observa que el tratamiento de 45 días de solarización tuvo mayor temperatura (33.20 °C), seguido del tratamiento 75 días de solarización (32.20 °C) enseguida se ubican los tratamientos de 60 días de solarización y 00 días de solarización con promedios de 30.43 y 28.90 °C respectivamente.

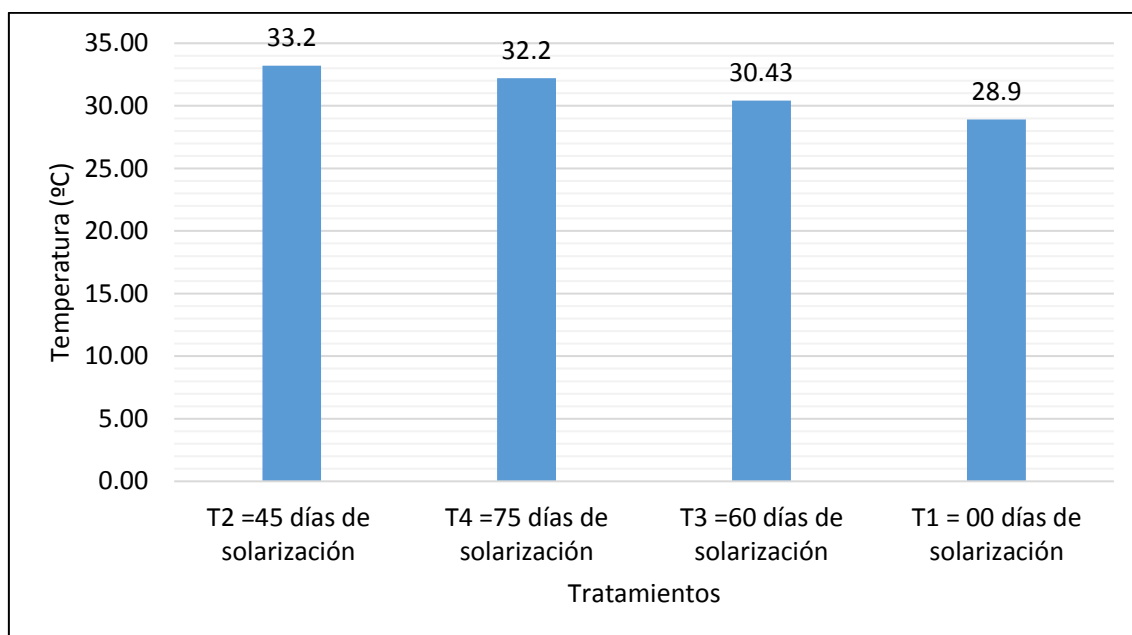


Figura 16. Temperatura final del suelo.

Los resultados indican que la solarización incremento la temperatura del suelo en más de 1.53 hasta 4.3 °C, lo que significo provocar un estrés por alta temperatura en la maleza, no tolerando varios de ellos, provocando su muerte y control.

Elmore (1997), dan a conocer que, el calentamiento del suelo, influye además de la intensidad de la radiación solar, algunos otros factores como la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y características del suelo.

4.3. Tiempo de solarización del suelo en el control de malezas

En la tabla 12, se puede distinguir que el tratamiento T4, es decir con un tiempo de solarización de 75 días en el control de malezas, se encontró la menor población de malezas con una especie; lo que significó la menor cobertura vegetal de malezas con 10%; no se encontró malezas de hoja ancha; siendo mínimo la presencia de malezas de hojas delgadas con 0.33%. En cambio en el tratamiento T1, es decir el tratamiento testigo, sin solarización, se encontró la mayor población de malezas con un promedio de 37 especies; asimismo, se encontró la mayor proporción de cobertura vegetal de malezas con 83.80%; de igual manera, se registró la mayor proporción de malezas de hoja ancha y hoja delgada con 4.00 y 1.67% respectivamente, frente a los demás tratamientos con solarización.

Tabla 12.Resumen final del tiempo de solarización para el control de malezas

Trat.	Compo-sición botánica (%)	Población inicial (total Plantas)	Población final (total Plantas)	Cobertura vegetal (%)	Malezas Anuales	Malezas		Tempe-ratura (°C)	Humedad (%)	Días de Solari-zación
						Hoja ancha	Hoja delgada			
T1	14.29	41	37	83.80	7	4.00	1.67	28.90	38.86	00 días
T2	14.28	21	11	47.67	7	1.67	1.00	33.20	38.49	45 días
T3	7.15	24	9	19.68	10	0.67	1.33	30.43	38.93	60 días
T4	14.29	19	1	10.00	7	0.00	0.33	32.20	38.18	75 días

Donde:

T1 = 00 días de solarización

T2 =45 días de solarización

T3 =60 días de solarización

T4 =75 días de solarización

Estos resultados demuestran que el tratamiento T4, es decir, el suelo sometido a 75 días de solarización, presentó un mejor efecto en el control de malezas en el campo agrícola, lo que concuerda lo señalado por Valerio (2013), que la solarización elimina la mayoría de las malezas presentes en el suelo de cultivo. Asimismo, en el presente estudio se ha notado que a mayor tiempo de solarización, existe mejor control de las malezas, lo cual

es corroborado por Pullmann, *et al* (1989), señalando que el control de malezas y patógenos, está relacionada con el tiempo de cubrimiento y la temperatura de exposición, es decir mientras más tiempo el suelo es solarizado, más profundo resulta su efecto.

Herrera y Ramírez (1996), reporta que, la efectividad de la solarización sobre las malezas varía con su localización en el perfil del suelo, la duración de la exposición a temperaturas altas, la temperatura alcanzada, la conductividad térmica del suelo y las características propias de cada especie, y es por ello que se tiene diferencias por cada tratamiento evaluado en el experimento.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que para el control de malezas en suelos agrícolas mediante la solarización del suelo, es mejor cuanto más tiempo de solarización se realiza al suelo; tal es así, que el tratamiento (T4), es decir con 75 días de solarización resulta ser el mejor en el control de malezas.

Se ha identificado botánicamente las especies de malezas *Bromus unioloides* H., *Lepidium chichicara* D., *Urocarpidium shepardae* K., *Bidens pilosa* L., *Erodium cicutarum* L., *Paspalum pigmaeum* H., *Brassica rapa* L., *Solanum tuberosa* L., *Medicago hispida* L. y *Oxalis* sp. En la cobertura vegetal de malezas a los 75 días de solarización se encontró 10.00%, a los 60 días de solarización se encontró 19.68%, mientras que el testigo se encontró 83.80% de cobertura vegetal de malezas.

La temperatura final fue de 32.30 °C para el tratamiento de 75 días de solarización, 30.43°C a los 60 días de solarización y 28.90 °C a 00 días de solarización. En humedad final, fue 38.18% a los 75 días de solarización, 38.93% a los 60 días de solarización y 38.86% a los 00 días de solarización.

VI. RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos, se recomienda utilizar el plástico de cobertura a los 75 días de solarización del suelo, ya que ha contribuido al mejor control de cobertura vegetal de malezas.

Para futuros trabajos de investigación, se recomienda estudiar los efectos de distintos métodos de cobertura vegetal, incluyendo al plástico en diferentes densidades de grosor y a diferentes periodos de solarización del suelo, estimando el porcentaje en el control de malezas.

Comparar los costos de instalación, así como la durabilidad de los diferentes métodos de cobertura incluyendo la manta de plástico.

VII. REFERENCIAS

Abu-Irmaileh, B.E. (2004). *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo* (Adenndum I). Estudios FAO. Labrada R (Ed). Capítulo Solarización del suelo. pp. 318.

Altieri, M y Liebmann, F. (1988). *Weed management in Agroecosystems: Ecological Approaches*.CRC.

Albuja, L.M. (2008). Evaluación de cinco herbicidas de acción sistémica en el control de malezas de la unidad productiva de duraznero en la granja “La Pradera” Chaltura-Imbabura. Tesis de ingeniero agropecuario. Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte.Ibarra – Ecuador. 124 p.

Arbolea, J.; Campelo, E. y Rodríguez, J. (2006). *Solarización en Canteros para Almácigos de Cebolla*. Revista INIA N° 8. pp. 21-24.

Burnside, O. C., W. H. Ahrens, B. J. Holder, M. J. Wiens, M. M. Johnson, & E. A. Ristau (1994). *Efficacy and economics of various mechanical plus chemical weed control systems in drybeans (*Phaseolus vulgaris*)*. Weed Technology 8, 238-244.

Begna S.H., Hamilton R.I., Dwyer L.M., Stewart D.W., Cloutier D., Liu A., & Smith D.L. (2001). *Response of corn Hybrids Differing in Canopy Architecture to Chemical and Mechanical (Rotatory Hoeing) Weed Control: Morphology and Yield*. J. Agronomy & Crop Science 186, 167-173. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Germany. ISSN 0931-2250.

Casanova, S y Tricot, D.(2001). *Efecto de la solarización sobre malezas y hongos fitopatógenos de suelo en cultivo de lechuga en invernáculo*. Tesis de Grado. Montevideo: Facultad de Agronomía. 123p.

Cerna, L. (1994). *Manejo Mejorado de Malezas*. CONCYTEC. Trujillo, PE. 320 p.

Cotero, M. A. (1997). *Resistencia de Malezas a Herbicidas. Informe Reunión Regional* pp. 36, Jaboticabal, Brasil. FAO, División de Producción y Protección Vegetal. Conference on Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pest. CARDA, Aleppo, Syria

Elmore, C. (1997). *Range of Pest Controlled by Solarization and their heat sensibility*. Second International Conference on Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pest. CARDA, Aleppo, Syria-pag.365.

Elmore C, Roncoroni C, Deborah G.(1993). *Perennial weeds respond to control by soil solarization. California Agriculture*, 47(1): 19 – 22.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (1996). *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo*. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal – 120). Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s00.htm#Contents>

Fuertes, E. (1994). *Métodos de control de malezas en el cultivo de ajo (Allium sativum)*. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 123 p.

García, L. y Fernández-Quintanilla, C. (1991). *Fundamentos sobre Malas Hierbas y Herbicidas*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, ES. 348 p.

González, R., E.; López, M. C.; López, J.; Gómez; C. Zaragoza, L. (1993). *La solarización: Posibilidades como tratamiento fitosanitario e incrementador del crecimiento en viveros y plantaciones frutales*. Hortofruticultura, 5: 67-71.

Harper, J.L. (1959). *The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. Proceedings, 4th International Conference Crop Protection* pp 415-520. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>.

Herrera, F. y Ramírez, C. (1996). *Periodos de solarización y adición de gallinaza sobre la sobrevivencia de propágulos de Cyperus rotundus, Rottboellia cochinchinensis y Bidens pilosa*. Agronomía Mesoamericana 7(1):1-8.

Hidalgo, B., M. Saavedra y L. Garcia-Torres (1990). *Weed flora of dryland crops in the Cordoba region (Spain)*. *Weed Research* 30: 309-318. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>

Katan J, De Vay J. (1991). Soil solarization. Boca Ratón : CRC Press. 267p.

Lundkvist, A. y Verwijst, T. (2001). *Weed Biology and Weef Management in Organic Farming*. Research in Organic Farming - INTECH, 2011.

Martínez, J. (2009). Control de malezas en hortalizas. Proyecto de hortalizas, Capítulo 7. Facultad de agronomía, UANL. 12 p.

Mortimer, A. M. (1990). *The biology of weeds*. En: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), *Weed control handbook: Principles*, pp 1-42. 8va edn. Blackwell Scientific Publications. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>

Parks, J.; Curran, W., Hartwig, N.L. & Calvin, D.D. (1988). *Common lamb's quarters (Chenopodium album) control in corn (Zea Mays) with postemergence herbicides and cultivation* *Weed Technology* 9, 728-735.

Powles, S. and Howat, P. (1990). *Herbicide-resistant weeds in Australia*. *Weed Technology* 4:178-185. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>

Posos, P. (2001). *Principales malezas en el cultivo de la caña de azúcar en México*. CD. Centro Universitario Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. pag-343.

Pullmann, G, Devay, J, Elmore, C. y Hart, W. (1989). *Solarización del suelo*. Agricultura técnica. Revista científica-tecnológica del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile.

Quispe, C. (1994). *Período crítico de competencia de malezas en el cultivo de ajo*. Tesis Ing. Agr. Lima, PE. UNALM. 132 p.

Radosevich, S.R. and C.M, Ghera. (1992). *Weeds, crops, and herbicides: a modern-day "neckriddle"*. Weed Technol. 6:788–795. [En línea]: [Fecha de consulta 01/08/2016]. Disponible en web: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2002000100012&script=sciarttext>.

Rao, J. (1968). *Studies on the development of tubers in nutgrass and their starch content at different soil depths*. Madras Agricultural Journal 55: 19-23. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s06.htm#TopOfPage>

Ramírez, A. (1991). *I Curso Taller en Tecnologías de Producción, Industrialización, Comercialización y Exportación de Ajos en Chile (en línea)*. INIA. Santiago, CL. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR14233.pdf>

Rodríguez, L. (2011). *Efecto de la solarización del suelo sobre la emergencia de malezas*. Departamento de Protección Vegetal, Unidad de Malherbología, Centro Regional Sur, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay.

Rodríguez, P. (2015). *Recinto Universitario de Mayagüez Puerto Rico*. 30 Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://www.eea.uprm.edu/>.

Salas, H. (2002). *Solarización y adición de estiércol caprino para el control de malezas y su efecto en el rendimiento del cultivo de melón*. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista Saltillo. 289 p.

Sotomayor, M. (1992). *Principales pastos alpaqueros del sur del Perú*. Proyecto Alpacas. COTESU/IC. Lima, Perú.

Tovar, O. (1989). *Manual de identificación de pastos naturales de los andes del sur peruano (gramíneas)*. Proyecto Alpacas. COTESU/IC. Lima Perú.

Valerio, M. (2013). *Solarización de suelos. Manejo en invernadero y pos cosecha de hortalizas*. México.

ANEXOS

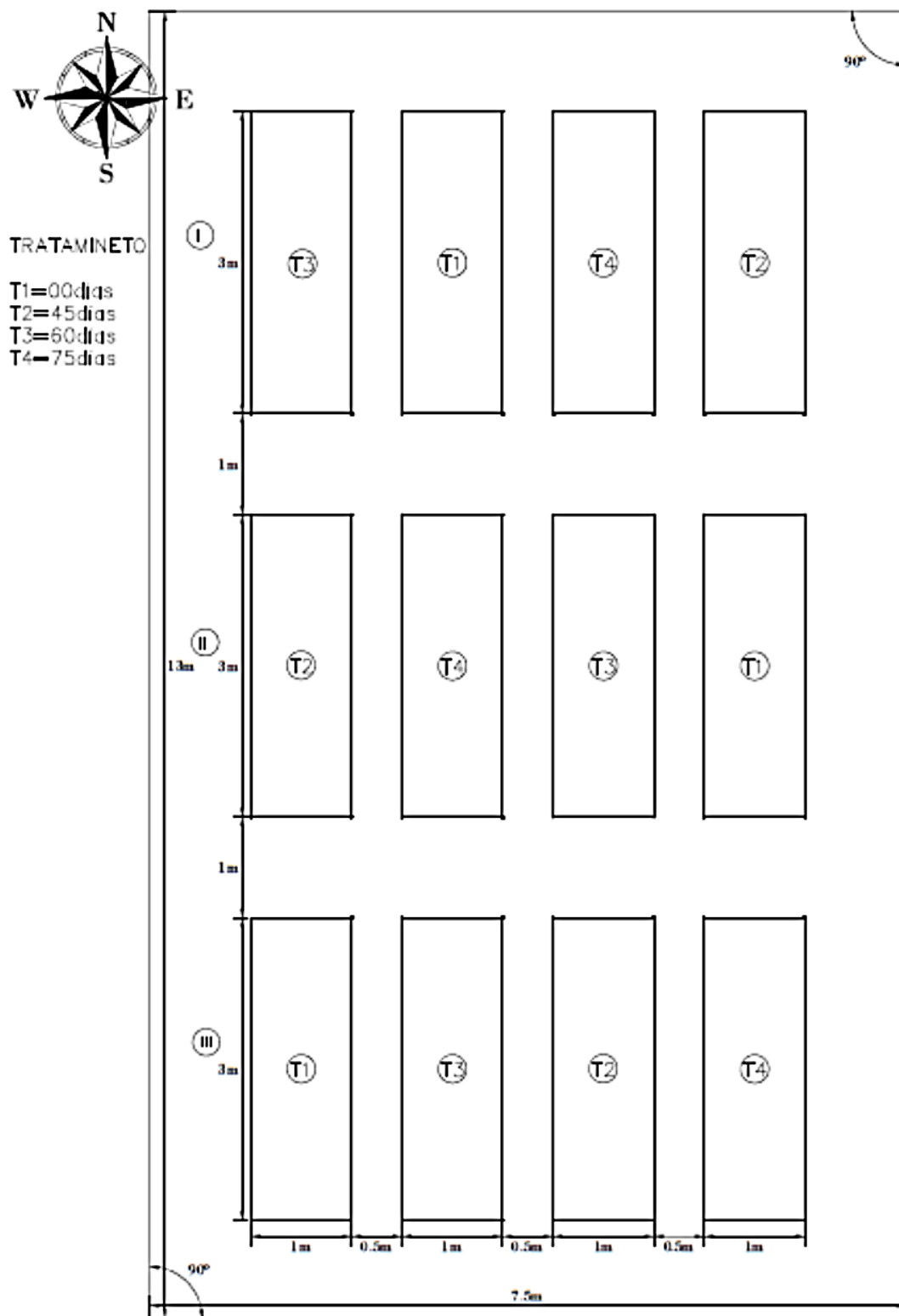


Figura 17. Croquis de distribución de tratamientos en estudio

Tabla 13. Identificación botánica de malezas por tratamiento y repetición

BLOQUE I	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
T1	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro
	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Leguminosae	<i>Medicago hispida</i> L.	Trébol carretilla
	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara
T2	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro
T3	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro
	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Leguminosae	<i>Medicago hispida</i> L.	Trébol carretilla
	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	cruciferae	<i>Brassica rapa</i> L.	nabo
T4	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	GramineaeCruceferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara
	Leguminosae	<i>Medicago hispida</i> L.	trébol carretilla
BLOQUE II	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
T1	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Oca
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro
T2	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Oca
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro
	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara
	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
T3	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Solanaceae	<i>Solanum tuberosa</i> L.	Papa
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro
	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
T4	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara

	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiro
	Leguminosae	<i>Medicago hispida</i> L.	Trébol carretilla
BLOQUE III	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
T1	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiro
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara
T2	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiro
T3	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Oca
	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Papi
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
T4	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Kora
	Compuestae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiro

RESUMEN DE TODAS LAS MALEZAS ENCONTRADAS EN CIP-CAMACANI**Tabla 14.** Malezas de hoja ancha

N ^a	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
1	Malvaceae	<i>Urocarpidium shepardae</i> K.	Qora
2	Cruciferae	<i>Lepidium chichicara</i> D.	Mata conejo
3	Compustae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro
4	Cruciferae	<i>Brassica rapa</i> L.	Nabo
5	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Oca silvestre
6	Leguminosae	<i>Medicago hispida</i> L.	Trébol carretilla
7	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L.	Aguja aguja
8	Solanaceae	<i>Solanum tuberosa</i> L.	Papa silvestre

Tabla 15. Malezas de hoja delgada

N ^a	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
1	Gramineae	<i>Bromus unioloides</i> H.	Cebadilla
2	Poaceae	<i>Paspalum pigmaeum</i> H.	Sara sara

Tabla 16. Número de plantas al inicio de la evaluación dentro de cada tratamiento

Bloque	Nº	NOMBRES	T1	T2	T3	T4
I	1	Aguja aguja	3	2	1	1
	2	Cebadilla	2	1	1	1
	3	Chiriro	3	1	1	1
	4	Mata conejo	3	1	1	1
	5	Sara sara	6	0	2	1
	6	Qora	0	1	1	1
	7	Trébol carretilla	1	0	1	1
	8	Nabo	0	0	2	0
	9	Oca	0	0	1	0
	10	papa	0	0	1	0
II	1	Aguja aguja	2	1	0	1
	2	Cebadilla	3	1	1	1
	3	Chiriro	2	1	0	1
	4	Mata conejo	0	1	1	1
	5	Sara sara	0	2	2	1
	6	Qora	1	1	1	1
	7	Trébol carretilla	0	0	0	1
	8	Nabo	0	0	0	0
	9	Oca	1	0	0	0
	10	papa	0	0	1	0
III	1	Aguja aguja	1	1	1	1
	2	Cebadilla	1	1	1	1
	3	Chiriro	3	1	0	1
	4	Mata conejo	3	1	1	0
	5	Sara sara	5	1	2	1
	6	Qora	1	2	1	1
	7	Trébol carretilla	0	0	0	0
	8	Nabo	0	0	0	0
	9	Oca	0	1	0	0
	10	papa	0	0	0	0

Tabla 17. Número de plantas al final de la evaluación dentro de cada tratamiento

Bloque	Nº	Nombres	T1	T2	T3	T4	
I	1	Aguja aguja		3	2	0	0
	2	Cebadilla		2	1	1	0
	3	Chiriro		3	0	0	0
	4	Mata conejo		3	0	0	0
	5	sara sara		2	0	2	1
	6	Nabo		0	0	0	0
	7	Oca		0	0	0	0
	8	Qora		0	1	0	0
	9	Trébol carretilla		1	0	0	0
II	1	Aguja aguja		2	0	0	0
	2	Cebadilla		3	1	0	0
	3	Chiriro		2	0	0	0
	4	Mata conejo		0	0	0	0
	5	Nabo		0	0	0	0
	6	Oca		1	0	0	0
	7	Sara sara		0	2	2	0
	8	Qora		1	1	1	0
	9	Trébol carretilla		0	0	0	0
III	1	Aguja aguja		1	0	0	0
	2	Cebadilla		1	0	0	0
	3	Chiriro		3	0	0	0
	4	Mata conejo		3	1	0	0
	5	Nabo		0	0	0	0
	6	Oca		0	0	0	0
	7	sara sara		5	0	2	0
	8	Qora		1	2	1	0
	9	Trébol carretilla		0	0	0	0

Tabla 18. Cobertura vegetal de malezas por tratamiento y repetición

Bloques	Descripción	TIEMPO DE SOLARIZACION POR DIAS					
		45		60		75	
		TI	T2	TI	T3	TI	T4
I	desnudo	18	35	14	64	23	79
	con cobertura	82	65	86	36	77	21
II	desnudos	12	73	21	86	13	94
	con cobertura	88	27	79	14	87	6
III	desnudo	19	49	16	91	10	97
	con cobertura	81	51	84	9	90	3
DESNUDO %		16.3	52.3	17.0	80.3	15.3	90.0
CON CUBERTURA							
%		83.7	47.7	83.0	19.7	84.7	10.0

Tabla 19. Datos transformados a valores angulares de cobertura vegetal de malezas por tratamiento y repetición

Bloques	Descripción	TIEMPO DE SOLARIZACION POR DIAS					
		45		60		75	
		TI	T2	TI	T3	TI	T4
I	desnudo	25.1	36.3	22.0	53.1	28.7	62.7
	con cobertura	64.9	53.7	68.0	36.9	61.3	27.3
II	desnudos	20.3	58.7	27.3	68.0	21.1	75.8
	con cobertura	69.7	31.3	62.7	22.0	68.9	14.2
III	Desnudo	25.8	44.4	23.6	72.5	18.4	80.0
	con cobertura	64.2	45.6	66.4	17.5	71.6	10.0
DESNUDO %		23.7	46.5	24.3	64.6	22.7	72.9
CON CUBERTURA %		66.3	43.5	65.7	25.4	67.3	17.1

Tabla 20. Temperatura inicial y final por tratamiento y repetición

Bloque	INICIAL	FEB 2018												FINAL T3	FINAL T1 Y T4		
		DIC 2017						ENE 2018								MAR 2018	
		TRAT.	26	31	05	10	15	20	25	30	04	09	14			19	24
I	T1	19.00	28.5	29.2	23.8	25.3	21.9	18.4	20.5	21.2	18.4	25.2	14.2	18.5	24	24.6	19.8
	T2	19.10	30.7	34.2	31.6	33.9	35.3	32.8	36.4	30.9	38.2						
	T3	19.80	32.2	40.9	34.6	35.2	37.6	36.4	33.7	26.6	36.1	35.2	17.6	33.9			
	T4	20.40	31.9	36.7	30.4	34.8	37.2	35.9	35.3	29.3	34.9	37.3	17.1	23.9	38.5	34.3	42.6
II	T1	19.00	28.3	29.1	26.6	27.5	22.2	19.8	20.5	21.9	21.3	26.2	13.5	19.8	25.6	23.8	20.1
	T2	22.40	35.1	34.2	36.6	38.1	34.2	36.1	35.6	29.4	37.5						
	T3	19.60	33.2	38.4	41.7	36.3	37.6	38.3	37.8	28.5	34.6	35.8	17.5	26.3			
	T4	18.60	32.8	39.1	33.9	35.7	37.2	34.9	36.2	30.6	38.5	40.4	17.9	27.3	41	40.2	41.6
III	T1	20.50	27.9	29.1	26.1	28.4	20.9	27.5	19.7	22.1	21.7	21.1	14.2	21.3	25.6	24.6	21.3
	T2	22.40	36.4	36.6	37.8	36.2	34.2	38.2	37.9	26.3	35.1						
	T3	21.80	35.6	38.1	34.2	38.2	38	37.6	35.8	26.2	37.2	36.8	17.3	22.3			
	T4	23.70	34.2	33.2	35.1	37.5	36.7	39.3	38.1	26.6	37.6	38.3	17.7	29.9	38.8	40	42.1

Tabla 21. Humedad inicial por tratamiento y repetición

Bloques	Tratamientos	Muestra Húmeda	Muestra Seca	PCV+PM	%H
I	T1M1	166.34	157.866	230.884	43.90
	T1M2	191.38	180.069	255.924	39.64
	T1M3	161.81	151.596	226.354	46.20
	Promedio				43.24
I	T2M1	181.321	174.206	245.865	39.52
	T2M2	187.406	178.598	251.95	39.14
	T2M3	192.365	180.927	256.909	39.50
	Promedio				39.39
I	T3M1	169.583	160.493	234.127	43.42
	T3M2	185.404	176.236	249.948	39.76
	T3M3	169.542	159.928	234.086	43.74
	Promedio				42.31
I	T4M1	171.923	163.504	236.467	42.44
	T4M2	195.328	187.693	259.872	36.95
	T4M3	186.339	178.726	250.883	38.72
	Promedio				39.37
II	T1M1	161.012	154.309	225.556	44.25
	T1M2	195.216	184.293	259.76	38.66
	T1M3	167.675	160.921	232.219	42.52
	Promedio				41.81
II	T2M1	198.722	187.616	263.266	38.07
	T2M2	194.498	181.341	259.042	39.95
	T2M3	202.206	192.334	266.75	36.80
	Promedio				38.27
II	T3M1	171.549	164.131	236.093	41.95
	T3M2	202.832	194.079	267.376	36.14
	T3M3	167.331	159.399	231.875	43.31
	Promedio				40.47
II	T4M1	205.831	192.866	270.375	37.66
	T4M2	192.792	184.591	257.336	37.73
	T4M3	189.166	180.899	253.71	38.49
	Promedio				37.96
III	T1M1	202.225	189.466	266.769	38.23
	T1M2	199.91	187.243	264.454	38.62
	T1M3	166.735	159.943	231.279	42.78
	Promedio				39.88
III	T2M1	190.835	179.968	255.379	39.52
	T2M2	212.797	201.691	277.341	35.55
	T2M3	181.638	173.236	246.182	40.16
	Promedio				38.41
III	T3M1	204.235	190.797	268.779	38.18
	T3M2	189.342	175.938	253.886	41.17
	T3M3	197.181	186.476	261.725	38.16
	Promedio				39.17
III	T4M1	198.491	186.793	263.035	38.41
	T4M2	193.795	185.435	258.339	37.62
	T4M3	185.026	176.612	249.57	39.43
	Promedio				38.49

Tabla 22. Humedad final por tratamiento y repetición

Bloques	Tratamientos	Muestra Húmeda	Muestra Seca	PCV+PM	%H
I	T1M1	233.179	212.081	297.723	36.73
	T1M2	234.167	214.623	298.711	35.91
	T1M3	168.772	158.338	233.316	44.43
	Promedio				39.02
I	T2M1	211.17	196.126	275.714	37.69
	T2M2	222.372	204.134	286.916	37.23
	T2M3	219.025	199.397	283.569	38.43
	Promedio				37.78
I	T3M1	189.652	176.104	254.196	41.18
	T3M2	224.35	205.945	288.894	36.97
	T3M3	192.166	178.176	256.71	40.87
	Promedio				39.67
I	T4M1	182.445	169.479	246.989	42.48
	T4M2	182.789	171.252	247.333	41.62
	T4M3	188.977	178.306	253.521	39.80
	Promedio				41.30
II	T1M1	214.015	203.013	278.559	35.30
	T1M2	206.941	185.616	271.485	41.49
	T1M3	209.987	198.334	274.531	36.29
	Promedio				37.69
II	T2M1	231.491	213.216	296.035	35.78
	T2M2	207.304	195.386	271.848	36.88
	T2M3	182.368	168.66	246.912	42.91
	Promedio				38.52
II	T3M1	214.424	200.753	278.968	36.48
	T3M2	203.164	190.059	267.708	38.22
	T3M3	176.312	166.472	240.856	42.19
	Promedio				38.96
II	T4M1	205.524	190.101	270.068	38.91
	T4M2	219.967	203.124	284.511	37.00
	T4M3	230.637	210.378	295.181	36.77
	Promedio				37.56
III	T1M1	210.541	192.938	275.085	39.02
	T1M2	180.548	170.932	245.092	41.07
	T1M3	190.663	179.802	255.207	39.55
	Promedio				39.88
III	T2M1	193.393	183.999	257.937	38.23
	T2M2	180.139	167.776	244.683	42.69
	T2M3	229.13	209.795	293.674	36.61
	Promedio				39.18
III	T3M1	196.359	183.778	260.903	39.28
	T3M2	192.283	181.26	256.827	39.30
	T3M3	212.07	200.419	276.614	35.93
	Promedio				38.17
III	T4M1	223.843	205.288	288.387	37.12
	T4M2	219.014	186.437	283.558	44.34
	T4M3	200.855	195.994	265.399	34.55
	Promedio				38.67

Panel fotográfico



Figura 18. Acondicionamiento de parcela para la instalación del plástico.



Figura 19. Cubierta de la parcela con plástico transparente.



Figura 20. Parcelas cubiertas con plástico y vista de los testigos sin cubierta de plástico.



Figura 21. Medición de la temperatura del suelo



Figura 22. Pesado de muestras de suelo de los tratamientos en el laboratorio de suelos.