

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“PROPUESTA DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN
SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN ALTO MAYO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

MAIKOL ELVIS FLORES ROJAS

LIMA - PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	19.09.2022_MAIKOL FLORES-TRABAJO DE SUFICIENCIA.pdf (D168713358)
Submitted	2023-05-27 20:15:00
Submitted by	Elizabeth Consuelo Heros Aguilar
Submitter email	lizheros@lamolina.edu.pe
Similarity	13%
Analysis address	lizheros.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	PAZOS ANDRADE KENT ALBERTO.docx Document PAZOS ANDRADE KENT ALBERTO.docx (D36417591)	 1
W	URL: http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4125/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000062.pdf?sequ... Fetched: 2023-05-27 20:15:00	 1
SA	ACOSTHA ARREGUI MARCO EFRAÍN-16.doc Document ACOSTHA ARREGUI MARCO EFRAÍN-16.doc (D11298495)	 1
W	URL: http://sri.cifad.cornell.edu/countries/DR/DR_Tesis_Guzman18.pdf Fetched: 2023-05-27 20:16:00	 2
W	URL: https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33504/2021VillamizarJesus.pdf?sequence=5... Fetched: 2023-05-27 20:18:00	 6
W	URL: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BARZOLA%20ALVARADO%20JOSE%20ENRIQUE_compressed.pdf Fetched: 2023-05-27 20:15:00	 7
W	URL: https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3655/zapaoviedopedroalejandro... Fetched: 2023-05-27 20:18:00	 1
W	URL: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11343/1/DE00005_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf Fetched: 2023-05-27 20:15:00	 3
W	URL: https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7815/NR40126.pdf?sequence=18&isAllowed=y Fetched: 2023-05-27 20:15:00	 4
W	URL: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29481/1/Herrera%20Gonz%C3%A1lez%20Miguel%20%C3%81... Fetched: 2023-05-27 20:16:00	 7
W	URL: https://www.redalyc.org/journal/104/10464915011/html/#redalyc_10464915011_ref27 Fetched: 2023-05-27 20:16:00	 2
SA	Malezas nocivas en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en sistemas de producción bajo riego. Stelvin Gamarra Fajardo.pdf Document Malezas nocivas en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en sistemas de producción bajo riego. Stelvin Gamarra Fajardo.pdf (D113594354)	 1
W	URL: https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/006-a-arroz.pdf Fetched: 2020-10-24 09:34:44	 5

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“PROPUESTA DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN
SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN ALTO MAYO”**

MAIKOL ELVIS FLORES ROJAS

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila
PRESIDENTE

Ph. D. Elizabeth Consuelo Heros Aguilar
ASESOR

Dr. Jorge Eduardo Jiménez Dávalos
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Isabel Montes Yarasca
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este Trabajo de suficiencia profesional para obtener mi título de Ingeniero se la dedico a mis queridos padres Jacinta y Benigno, a mis hermanos Kathy, Roger, Walter, Robert y Fernando quienes, con sus palabras, supieron motivarme y ayudarme cada día para culminarlo, finalmente dedico a mi hija Adriana Mishell Flores Gonzales por ser mi motivación cada día.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora la Ph. D. Elizabeth Consuelo Heros Aguilar, por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia y su paciencia ha logrado en mí, que pueda terminar mi trabajo de suficiencia profesional con éxito.

A mis profesores de la Universidad por compartir sus conocimientos en mi etapa universitaria, que me sirvió para poder desempeñarme con éxito en las diferentes empresas que laboré.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	PROBLEMÁTICA	1
1.2	OBJETIVOS	2
1.2.1	Objetivo General	2
1.2.2	Objetivos Específicos	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	EL ARROZ	3
2.1.1	Descripción botánica del arroz	3
2.1.2	Morfología del arroz	3
2.1.3	Taxonomía del arroz	5
2.1.4	Fenología del arroz	5
2.1.5	Siembra del arroz	6
2.1.6	Preparación del terreno	7
2.1.7	Siembra directa del cultivo de arroz	7
2.1.8	Fechas de siembra	8
2.1.9	Profundidad de siembra	8
2.1.10	Semilla	8
2.2	REQUERIMIENTO AGROECOLÓGICO	8
2.3	RIEGO	9
2.4	MALEZAS	9
2.4.1	Principales malezas en el cultivo del arroz	9
2.4.2	Problemas ocasionados por malezas en el cultivo del arroz	10
2.4.3	Periodo crítico	10
2.4.4	Control de malezas	11
2.5	HERBICIDAS	11
2.5.1	Clasificación de herbicidas	13
2.5.2	Aplicación de los herbicidas	13
2.5.3	Mecanismo de acción de los herbicidas en plantas	15
2.5.4	Resistencia de las malezas a los herbicidas	16
2.5.5	Selectividad de los herbicidas	16
2.5.6	Épocas de aplicación de los herbicidas	16
2.5.7	Criterios para usar herbicidas	17
III.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	18
3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL VALLE DEL ALTO MAYO	18
3.1.1	Ubicación hidrogeográfica	19

3.2	MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE ARROZ DE MANERA TRADICIONAL EN EL ALTO MAYO.	19
3.2.1	Control mecánico y manual.....	22
3.2.2	Control químico.....	22
3.2.3	Control biológico.....	22
3.3	PROPUESTA DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE ARROZ	23
3.3.1	Descripción del manejo agronómico para el control de malezas	23
3.3.2	Control químico de malezas con herbicida pre-emergente	25
3.3.3	Preparación de la semilla.....	26
3.3.4	Siembra (voleo de la semilla).....	27
3.3.5	Identificación de malezas.	28
3.3.6	Aplicación Pos emergente temprano	30
3.3.7	Fertilización temprana	31
3.3.8	Aplicación herbicida.....	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS MALEZAS MÁS PERSISTENTES EN LA REGIÓN DEL ALTO MAYO.	33
4.2	IDENTIFICACIÓN DE LOS HERBICIDAS MÁS EFICIENTES DE USO COMÚN EN EL CULTIVO DE ARROZ.....	36
4.3	DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS PARA SIEMBRA DIRECTA EN LA REGIÓN DEL ALTO MAYO.....	38
4.4	ESTIMAR EL BENEFICIO ECONÓMICO DE LA UNA PROPUESTA DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ EN ALTO MAYO.	40
4.5	EVALUAR LA PROPUESTA DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.) EN ALTO MAYO....	43
V.	CONCLUSIONES.....	45
VI.	RECOMENDACIONES.....	46
VII.	BIBLIOGRAFÍA	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Partes de la planta de arroz.....	4
Tabla 2. Herbicidas disponibles para el cultivo de arroz.....	15
Tabla 3. Serie histórica del sector arroz en la región San Martín.....	21
Tabla 4. Malezas identificadas en la región Alto Mayo.....	33
Tabla 5. Herbicidas comunes en el cultivo de arroz.....	37
Tabla 6. Protocolo para el manejo y control de maleza.....	39
Tabla 7. Costos de producción con siembra directa con i.a en el manejo y control de malezas	40
Tabla 8. Costos de producción de la propuesta de manejo y control de malezas.....	41
Tabla 9. Costo producción de siembra indirecta o trasplante.....	42
Tabla 10. Influencia de la propuesta de manejo	43
Tabla 11. Resumen de costo de siembra	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de arroz.....	4
Figura 2. Fases de crecimiento de un arrozal con manejo de agua.	7
Figura 3. Ubicación del valle de Alto Mayo. Gobierno de San Martín, 2017.....	18
Figura 4. Procedimientos de trasplante manual.....	20
Figura 5. Clasificación de herbicidas.	22
Figura 6. Preparación del terreno. Foto de propiedad personal.....	23
Figura 7. Motocultor o Mula.	24
Figura 8. Desterrado del suelo.....	24
Figura 9. Nivelado con el Motocultor.	24
Figura 10. Tractor con rotativa o rota.....	25
Figura 11. Aplicación del tractor con rotativa o rota.....	25
Figura 12. Lavado de pozas. Foto de propiedad personal.	26
Figura 13. Semillas en el fondo de la poza.....	27
Figura 14. El voleo o siembra directa.....	27
Figura 15. Cortadera, <i>Cyperus esculentus</i>	28
Figura 16. Cabeza de mano, <i>Cyperus difformis</i>	28
Figura 17. Pelo de cuy, <i>Fimbristylis miliacea</i>	29
Figura 18. Moco de pavo, <i>Echinochloa crus-galli</i>	29
Figura 19. Oreja de ratón, <i>Heteranthera reniformis</i>	29
Figura 20. Campo de 18 dds con pre emergente, listo para aplicación de posemergente. .	30
Figura 21. Campo sin pre emergente, alta densidad de malezas, 18 dds.....	30
Figura 22. Fertilización temprana.....	31
Figura 23. Aplicación herbicida.	31
Figura 24. Campo de 70 días de voleo.	32
Figura 25. Herbicidas para el cultivo de arroz. Olmos, (2019)	36
Figura 26. Diagrama de Gantt de la implementación de la propuesta de manejo.	38
Figura 27. Evolución del control de malezas con la propuesta.	44

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el valle de Alto Mayo, al noroeste de la ciudad de Tarapoto, en la cuenca del río Mayo, selva alta, región de San Martín. El promedio anual de precipitación máxima es de 4200 mm, mínima de 1800 mm; 76% de humedad relativa; temperatura máxima anual de 22°C y temperatura mínima de 12°C. Este estudio, tuvo como objetivo elaborar una propuesta de manejo y control de malezas en siembra directa de arroz (*Oryza sativa L.*) en Alto Mayo. Como material genético se utilizó la semilla del cultivar HP 102 El Valor. Se estudiaron los herbicidas: butachlor y el Florpyrauxifen-benzyl, como alternativa para el manejo y control de malezas. Se realizaron todas las prácticas y labores agrícolas necesarias para el cultivo del arroz en su desarrollo, como: la preparación del terreno, control de malezas con herbicida pre y pos emergente, preparación de semilla, siembra, evaluación de malezas, fertilización temprana. La experiencia basada en el manejo y control de malezas en la siembra directa del arroz, el análisis de la problemática y el conocimiento para ofrecer una solución viable, contribuyó a desarrollar esta opción tecnológica, que aseguraría a los productores buenos rendimientos sean óptimos para las condiciones del Alto Mayo.

Palabras clave: Arroz, malezas, control de malezas, siembra directa

ABSTRACT

The present work was carried out in the Alto Mayo valley, north west of the city of Tarapoto, in the Mayo river basin, high jungle, San Martín region. The annual average of maximum precipitation is 4200 mm, minimum 1800 mm; 76% relative humidity; maximum annual temperature of 22°C and minimum temperature of 12°C. The objective of this study was to develop a proposal for the management and control of weeds direct seeding of rice (*Oryza sativa* L.) in Alto Mayo. As genetic material, the seed of the cultivar HP 102 El Valor was produced. Herbicides were studied: butachlor and Florpyrauxifen-benzyl, as an alternative for the management and control of weeds. All the agricultural practices and tasks necessary for the cultivation of rice in its development were carried out, such as: land preparation, weed control with pre- and post-emergent herbicide, seed preparation, sowing, weed evaluation, early fertilization. The experience based on the management and control of weeds in the direct sowing of rice, the analysis of the problem and the knowledge to offer a viable solution, contributed to the development of this technological option, which would ensure producers good yields that are optimal for the conditions. of Alto Mayo.

Key words: Rice, weeds, weed control, direct seeding

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), a nivel mundial es uno de los cultivos más importantes; junto con el maíz y el trigo representan el 60 % de la producción mundial de alimentos; además de ser consumido como alimento por el 50% de la población (Wei et al. 2013).

1.1 PROBLEMÁTICA

Uno de los principales problemas agronómicos de los sistemas de producción de arroz, son las malezas que afectan de manera relevante a la producción y las pérdidas, pueden reducir la productividad, en función al grado de infestación, y la afectación en los periodos críticos de competencia (plántula y macollamiento). Helfgott (2018) señaló que, en el cultivo de arroz, las pérdidas pueden llegar hasta un 10%.

La presencia de malezas, compiten con el cultivo por agua, nutrientes, espacio, luz, y además puede ser hospedero de plagas y enfermedades; y se requiere conocer la maleza o el complejo de malezas para realizar un manejo efectivo de las mismas, considerando un conjunto de estrategias que apunte a un manejo integral que incluya diferentes tipos de control.

En el Perú se producen más de tres millones de toneladas de arroz cáscara, que se obtienen en el sistema de producción de siembra al trasplante en condiciones de inundación en un 80% aproximadamente y también en siembra directa (20%) y que actualmente tiene una tendencia creciente debido a la escasez de mano de obra y los altos costos de producción del trasplante.

En la localidad de Alto Mayo, se encuentra ubicada la provincia de Rioja, perteneciente al departamento de San Martín. En el año 2021, tuvo una superficie cosechada de 23,475 has en las que se produjeron 189,542 t de arroz cáscara, con un rendimiento promedio de 8.07 t ha-1. (MINAGRI, 2022); para esta producción, se están utilizando una gran cantidad de fertilizantes y herbicidas, en la producción y representan el 20 y 30% de los costos de producción.

El actual manejo del cultivo, muestra una gran dependencia de insumos, por lo que es importante, establecer estrategias que se enfoquen en un control de malezas sustentable. Esta propuesta considera la combinación de métodos de control cultural y químico que incluye la preparación de suelos, incorporación del rastrojo, manejo de fertilizantes, manejo de agua y el uso adecuado de herbicidas, que contribuya a reducir la contaminación ambiental y favorecer sistemas de producción eficientes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar la influencia de una propuesta de manejo y control de malezas en siembra directa de arroz (*Oryza sativa* L.) en Alto Mayo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las malezas más persistentes en la región del Alto Mayo.
- Identificar los herbicidas más eficientes de uso más común en el cultivo de arroz.
- Desarrollar un protocolo para el manejo y control de malezas para siembra directa en la Región del Alto Mayo.
- Estimar el beneficio económico de la una propuesta de manejo y control de malezas en siembra directa de arroz en Alto Mayo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL ARROZ

El arroz es el principal alimento para más de la mitad de la población mundial debido a que es una buena fuente de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, además de la producción total de arroz en el mundo, es decir, 490,6 millones de toneladas, más del 90% se produce y consume en Asia, donde China es el principal productor mundial (Hasibuan et al., 2018). En este contexto, se define que el cultivo de arroz es una especie del tipo anual habitualmente desarrollada bajo condiciones semiacuáticas y acuáticas (Ruiz-Sánchez et al., 2016).

2.1.1 Descripción botánica del arroz

Esta especie herbácea está conformada por tallos rectos que nacen desde un mismo punto, y un sistema radicular con raíces delgadas, cilíndricas, fibrosas, esta característica es variada debido a la aplicación de fertilizantes. La planta alcanza a tener de 7 a 11 hojas aproximadamente durante la fase vegetativa y una altura de 80 a 150 centímetros según sean las condiciones del cultivo. El tallo está conformado por alteraciones de nudos de diferentes tamaños, en el cual se encuentra el limbo foliar se aprecia una lígula hialina, en forma de bífida y laciniada, de 5 a 15 milímetro de largo y dos aurículas en forma de hoz (Guzmán & Serrata, 2018).

2.1.2 Morfología del arroz

El arroz es una especie de origen subtropical que varía entre 40 cm a 7 metros de altura, de pequeñas a flotantes, presenta una gran capacidad de adaptarse a diferentes condiciones del medio ambiente. En climas templados y subtropicales el arroz cultivado se considera una planta anual semiacuática, sin embargo, en climas tropicales el arroz puede sobrevivir como perenne al rebrotar luego de realizada la cosecha, lo cual se aprovecha para realizar una segunda cosecha o como forraje para pastoreo ganadero (Castilla, 2019). La morfología del arroz se estudia en dos etapas, la fase vegetativa que incluye los estadios de germinación, plántula y macollamiento, mientras que la fase reproductiva incluye la iniciación del primordio floral a emergencia de la panoja y emergencia de la panoja a madurez (Fernández,

2017). En este sentido, en la figura 1, se aprecia la etapa vegetativa del cultivo de arroz, el cual se caracteriza como una gramínea de tallos cilíndricos y huecos conformada por nudos y entrenudos, hojas planas incorporadas al tallo por la vaina y su inflorescencia es una panícula (Pincirolí & Ponzio, 2015).

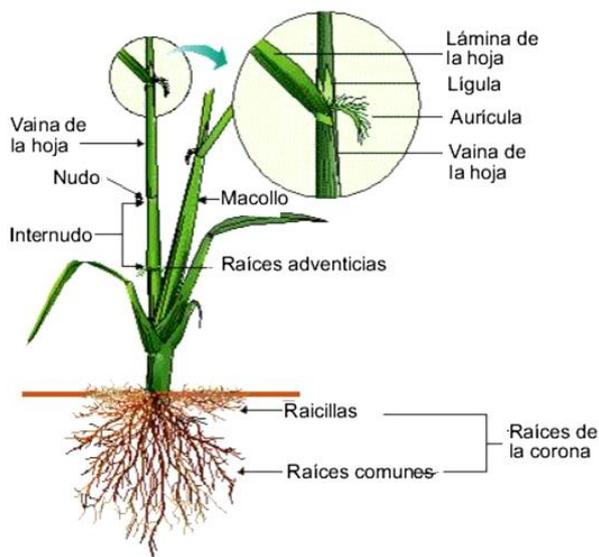


Figura 1. Planta de arroz.

Fuente: Pincirolí y Ponzio (2015)

Asimismo, en la tabla 1, se detallan las principales peculiaridades de cada componente que abarca el sistema vegetativo de arroz.

Tabla 1. Partes de la planta de arroz

Partes de la planta de arroz	
Raíz	La planta de arroz tiende a dos variedades de raíces: las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes.
Tallo	El tallo está conformado por diversos nudos y entrenudos, el entrenudo maduro es de forma hueca, estriado y superficie glabra.
Hojas	Tiene aproximadamente 6 hojas, en cada entrenudo nace una hoja, de manera alternada en todo el tallo.
Inflorescencia	También llamada panícula y se encuentra ubicada en el nudo apical de tallo.
Fruto	El fruto es un cariopse está constituido por un ovario fecundado y en condiciones maduras.

Nota: Mesa et al. (2018)

2.1.3 Taxonomía del arroz

Según Moquete citado por Guzmán y Serrata (2018) la taxonomía del cultivo del arroz es:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Bambusoideae

Tribu: Oryzeae

Género: *Oryza*

Especie: *Oryza sativa*, L.

2.1.4 Fenología del arroz

Según Idiap, citado por Villamizar y Pérez (2021) la fenología del arroz está compuesta en 11 estadios de crecimiento y desarrollo:

- **Germinación:** Comprende desde la siembra, el abultado de la semilla, hasta la emergencia del coleóptilo y la coleorriza.
- **Plántula:** Abarca la etapa que va hasta el nacimiento de la quinta hoja, tomando en cuenta la primera hoja in lamina.
- **Macollamiento:** A partir de comienzo del primer hijo y se extiende hasta que el desarrollo de la planta llegue a un número máximo.
- **Máximo macollamiento:** Esta etapa se relaciona con las cualidades genéticas y las prácticas agrónomas que se den en la producción.
- **Formación del primordio floral:** Se da con las diferencias entre meristemo o punto de crecimiento, con la formación del primordio de la panícula, pone en marcha la fase reproductiva.
- **Elongación del tallo:** Esta etapa se hace notar cuando el cuarto nudo se ubica debajo de la inflorescencia, empieza a crecer, notándose su tamaño con facilidad.
- **Desarrollo de la panícula:** Esta etapa se hace notar cuando la punta de la panícula se encuentra debajo del cuello de la hoja bandera.

- **Floración:** El crecimiento de la panícula de la hoja bandera comienza a salir, marcando el comienzo de la floración. Se dice que un arrozal cuando el 50% de las panículas (espigas) han brotado de la hoja bandera es porque se encuentra en estado fenológico de floración o espigado.
- **Estado grano lechoso:** Esta etapa dura 10 días, consiste en que los carbohidratos almacenados se fotosintetizan y son desplazados de los tallos u otras partes, rápidamente al grano para llenarlo con un líquido lechoso.
- Estado de grano pastoso: Este proceso tiene una duración de 11 a 15 días, el cual consiste en el cambio de la consistencia del grano, pasando de pastosa suave a endurecerse
- **Maduración:** Esta etapa ocurre en 12 días aproximadamente, esto se da cuando las espiguillas de la panícula en más del 80% están realmente maduras. La carióspside o grano está totalmente desarrollada en altura, por ende, su consistencia es dura y su tono no es verdoso.

2.1.5 Siembra del arroz

La siembra directa de arroz puede implicar la siembra de semillas pre germinadas en una superficie de suelo encharcada como siembra en húmedo o en agua estancada poco profunda como siembra de agua (Rao et al., 2017). Así generalmente, el método convencional permite asegurar un buen establecimiento del cultivo, control de malezas y reduce las pérdidas por percolación profunda. Sin embargo, se requiere un cultivo intensivo de suelo húmedo para crear condiciones de encharcamiento, donde las plántulas de vivero de arroz de 3-6 semanas de edad se trasplantan manualmente (Singh et al., 2016).

Esta situación conlleva altos costos asociados con el trasplante manual, energía, y la formación de una bandeja dura a través del encharcamiento que ocasiona una reducción en la permeabilidad del suelo, por lo que se reduce la rentabilidad y la sostenibilidad del arroz encharcado trasplantado (Riaz et al., 2018). Por otro lado, se requieren grandes cantidades de agua que se mantiene fluyendo entre 5 y 10 cm por encima del suelo en el campo de arroz hasta el período de maduración, finalmente el suelo se seca en las últimas 2-3 semanas antes de la cosecha (Sudirjo et al., 2019). De esta manera, las fases de crecimiento de un arrozal se pueden observar en la figura 2.

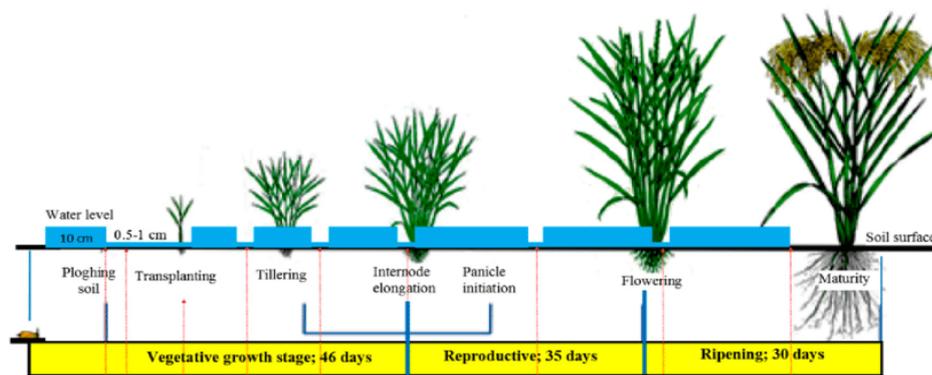


Figura 2. Fases de crecimiento de un arrozal con manejo de agua.

Fuente: Sudirjo et al., (2019).

2.1.6 Preparación del terreno

El suelo además de ser el soporte físico de los cultivos también es el sustrato que proporciona los nutrientes durante su desarrollo y otros factores más por lo cual el objetivo de la preparación del suelo es mullir este espacio dando así las condiciones apropiadas y óptimas para un buen crecimiento del cultivo; con esta labor también se consigue airear el suelo e incorporar materia orgánica. En la producción intensiva de arroz, el suelo es sometido a una excesiva preparación de suelo que origina la pérdida de estructura, incrementa la compactación, la formación de capas compactadas, disminución de la porosidad, reduce la fertilidad natural, el cual es una limitante de productividad e ingresos al productor (Barzola, 2020).

2.1.7 Siembra directa del cultivo de arroz

La siembra directa es un método de siembra, el cual consiste en sembrar de forma directa con una máquina de sembrado, quien la dosifica, determina la cantidad adecuada, los sitúa en el suelo de manera que esté en las condiciones como para recibir una fertilización correcta y para la implantación del arroz (profundidad, humedad, contacto suelo semilla y distribución). Además, permite el uso de agroinsumos, con una determinada dosis por hectárea. En este método, se utilizan máquinas sembradoras en líneas o máquinas de grano fino, ya que tienen como función entregar las semillas de forma continua mediante dosificadores (Eyzaguirre, 2018).

2.1.8 Fechas de siembra

La fecha de siembra suele ser un factor que puede afectar al rendimiento potencial del cultivo, por ende se debe planificar con anticipación para determinar la época adecuada para la ejecución, evitando las probabilidades de ocurrencias bajas de temperatura, haciendo coincidir la fase productiva del cultivo del arroz con el mayor valor de temperatura o radiación solar, de tal manera esto influye en la eficiencia de la fertilización nitrogenada, como resultado una tasa alta de productividad del cultivo. Sabiendo las fechas idóneas de ejecución es importante mantener un adecuado drenaje del terreno con el objetivo de mantener las condiciones de humedad y que con ello permita el ingreso de maquinarias agrícolas para posteriormente aplicar los fertilizantes, la preparación del terreno (Eyzaguirre, 2018).

2.1.9 Profundidad de siembra

La profundidad de siembra es el factor que establece la población del cultivo, la cantidad de plantas por metro cuadrado del terreno, siendo este uno de los primeros componentes del cultivo del arroz. La profundidad para una siembra adecuada de este cultivo es de 2 a 3 cm, asegurando con estas medidas una acelerada filtración de agua para una rápida germinación de la semilla. Estas medidas pueden variar, según las limitadoras que poseen las máquinas sembradoras (Eyzaguirre, 2018).

2.1.10 Semilla

En cuanto al tipo de semilla es recomendable usar semillas certificadas, ya que esta posee múltiples ventajas, pureza, libre de plagas o enfermedades, posee mayor poder germinativo, gran rendimiento, entre otras características (Eyzaguir

2.2 REQUERIMIENTO AGROECOLÓGICO

Para una mayor productividad, el cultivo del arroz necesita de temperaturas en un rango de 20°C y 32°C. Las temperaturas adecuadas para una buena germinación, y crecimiento de raíces, hojas y tallos, están dentro de 23°C y 27°C. La radiación solar es muy importante en la fase reproductiva y maduración en la que se afecta significativamente el rendimiento cuando se presentan valores por debajo de 300 cal cm² día. Los rangos óptimos para una productividad aceptable y alta están en 300 a 700 cal cm² día respectivamente.

Se requiere de 1.200 milímetros con buena distribución de acuerdo a la cada fase de crecimiento y desarrollo que influya en obtener altos rendimientos.

El cultivo del arroz requiere de un suelo rico en arcilla, debido a que se retiene y conserva la humedad por más tiempo, de tratarse de un suelo con altas proporciones de arcilla, junto con limo y arena, también son aptos, pero se necesitaría contar con abundante agua de lluvia y con una infraestructura apta para abastecer con riego en periodos críticos de baja precipitación (Zapa, 2020).

2.3 RIEGO

El cultivo de arroz puede producirse en seco o riego, pero en su mayoría se aplica en riego, debido a que garantiza el suministro hídrico a las plantas durante su desarrollo o ciclo fenológico. Se aplica el riego por gravedad o por inundación para la mejora de la disponibilidad de nutrientes y para la reducción de enfermedades, control de malezas, plagas o cualquier otro daño. Existen muchas ventajas en un suelo inundado, como la protección de las plantas de la fluctuación de la temperatura, suministro de elementos minerales, reduce la generación y germinación de malezas, e incrementa la disponibilidad de fósforo (Zapa, 2020).

2.4 MALEZAS

Las malezas son conocidas como las malas llevas, quienes aparecen espontáneamente en el terreno, quitando el nutriente a los cultivos, interfiriendo al crecimiento normal de los cultivos, volviendo una competencia por nutrientes (Castro et al., 2019).

2.4.1 Principales malezas en el cultivo del arroz

Las malezas son las causantes de muchos problemas en el cultivo, tanto en las especies de plantas como en su grado de infestación entre un lugar y aún dentro de un mismo terreno (Torres & Ortiz, 2017). Según su similitud morfo fisiológico y grado de dificultad de control se clasifican en:

- Malezas de hoja ancha -gramíneas
 - “*Echinochloa crusgalli*” moco de pavo
 - “*Leptochloa uninervia*” rabo de zorro
 - “*Echinochloa colonum*” grama de lefe
 - “*Eleusine indica*” pata de gallo
 - “*Ischaenum rugosum*” mazorquilla
 - “*Digitaria sanguinalis*” pata de gallina
 - *Chloris gayana* paja blanca

- Malezas de hoja angosta-ciperáceas´
 - “*Cyperus difformis*” cabeza de mono
 - “*Cyperus rotundus*” coquito
 - “*Cyperus esculentus*” coco
 - “*Eleocharis geniculata*” piso
 - “*Cyperus ferax*” cortadera
 - “*Scirpus maritimus*” junco
 - “*Cyperus surinamensis*” coquito
- Malezas de hoja ancha- dicotiledóneas
 - “*Ammania coccinea*” palo de agua
 - “*Nymphaea ampla*” tembladera
 - “*Euphorbia hypericifolia*” lechera
 - “*Ipomoea pentaphylla*” correhuela
 - “*Sanctus olerceus*” cerraña
 - “*Amaranthus spinosus*” yoyo macho

2.4.2 Problemas ocasionados por malezas en el cultivo del arroz

Las malezas ocasionan grandes pérdidas (cuánto, porcentajes) en el cultivo del arroz, debido que son plantas que invaden y atraen insectos, que huéspedes de virus y nematodos, en su mayoría son quienes hacen difícil el buen manejo del recurso hídrico, afectando directa o indirectamente los cultivos. Como consecuencia el incremento de los costos de producción, el deficiente manejo del agua, además estas son hospederas de plagas, afectando la calidad y los labores en la cosecha (Cerruffo, 2018).

2.4.3 Periodo crítico

Se define como periodo crítico como aquel periodo que el cultivo debe estar libre de malezas para evitar la reducción de la producción a grandes escalas. También se lo considera como aquel estadio de desarrollo del cultivo en el cual deberá estar libre de maleza para evitar la competencia y pueda alcanzar el rendimiento máximo. En el caso del arroz tiene dos periodos en el cual debe estar libre de competencia: a) al momento del macollamiento, cuando la planta en esta etapa se encuentra con presencia de maleza, existirá una baja cantidad de hijos productivos o formación de macollos. Este periodo crítico es el más importante. b) Aparecimiento del primordio floral, si existe competencia de maleza en este periodo, el

efecto conlleva en que los granos no se llenen completamente por la falta de nutrientes y agua (Carbay, 2017).

2.4.4 Control de malezas

Los métodos tradicionales de control de malezas en el arroz incluyen el deshierbe manual con azadón o tirado a mano, pero esto se está volviendo menos común debido a la insuficiente mano de obra en momentos críticos de deshierbe y al aumento de los costos laborales. Además, de las 1800 especies reportadas como malezas de arroz, predominan las de Cyperaceae y Poaceae, así como la aparición relativamente rápida de *Echinochloa crus-galli* (L.) conocido como arroz "maleza" rojo debido a que es fenotípicamente similar a los cultivares pero que exhibe características agronómicas indeseables, pues el deshierbe manual es más tedioso, difícil y menos efectivo (Riaz et al., 2018).

El establecimiento de un equilibrio entre el riesgo y los métodos para aumentar la productividad agrícola es particularmente relevante para los países en desarrollo, debido a que las exportaciones de alimentos permiten obtener ingresos y divisas que generan rubros significativos para dinamizar la economía, por lo tanto, el uso de herbicidas para producir alimentos debe cumplir con las prácticas agrícolas correctas (Organización de Naciones Unidas [ONU], 2021). Esto con la finalidad de evitar que el uso indiscriminado de herbicidas provoque el desarrollo de malezas resistentes a los herbicidas y peligros ambientales.

2.5 HERBICIDAS

Los herbicidas son productos químicos que se encargan de impedir o interrumpir el desarrollo de las plantas, interrumpiendo su fisiología metabolismo en un determinado tiempo para lograr matarla, a las plantas conocidas como hierbas malas (Alvarado, 2016). En este sentido, el Butachlor fue desarrollado como un herbicida residual para el control preemergente de malezas gramíneas y de hoja ancha en arroz y cebada, sin embargo, es ampliamente utilizado en la India en forma de gránulos en el arroz como herbicida post-emergencia. Este compuesto tiene la fórmula química $C_{10}H_{17}NO_2Cl$ y un peso molecular de 311,89 (Gupta, 2018).

Asimismo se caracteriza como una amida aromática que es 2-chloro-N-(2,6-dietilfenil) acetamida en la que el nitrógeno de la amida ha sido reemplazado por un grupo butoximetilo, cuyo modo de acción es selectivo, sistémico absorbido principalmente a través de brotes en

germinación causando inhibición de la división celular, por lo que la aplicación de butacloro a dosis estándar es <10 mg/kg, la cual tiene poco efecto sobre el tamaño de la comunidad microbiana del suelo, mientras que las tasas superiores a 10 mg/kg causan una reducción más marcada y duradera de la diversidad bacteriana del suelo (Rose et al., 2016).

El butachlor, es un herbicida de amplia aplicación que tiene como función el control de malezas anuales, entre ellas las ciperáceas, commelináceas y gramíneas en el cultivo de arroz (Soletto y Lannacone, 2019). Sin embargo, se han planteado preocupaciones sobre sus posibles efectos adversos en los procesos bioquímicos y fisiológicos de las plantas que no son el objetivo. De esta manera, se ha demostrado que disminuye significativamente la tasa de crecimiento, la concentración de pigmentos y la fluorescencia de la clorofila y alteraciones en las estructuras de los cloroplastos en cultivares de arroz con niveles de tratamiento más altos (Islam et al., 2017).

Por otro lado, el florpiauxifen-bencilo es un herbicida sistémico de acción postemergente, recomendado para el control de malezas gramíneas, latifoliadas y ciperáceas en el cultivo de arroz, afectando los puntos de crecimiento y alterando de esta forma diferentes procesos del metabolismo celular. Genera la muerte de las malezas alrededor de 15 a 25 días después de la aplicación del producto, dependiendo de condiciones ambientales y de manejo de agua de riego (Wang, Sun, Yu, Li, y Dong, 2021)

Este compuesto ácido 4-amino-3-cloro-6-(4-cloro-2-fluoro-3-metoxifenil)-5-fluoropiridin-2-carboxílico, tiene la fórmula química $C_{13}H_8Cl_2F_2N_2O_3$ y un peso molecular de 349.1. El modo de aplicación del florpiauxifen-bencilo se lleva a cabo mediante pulverización normal con tractor con una o dos aplicaciones a una dosis de 1,2 L/ha, y con un mínimo de 9 días de intervalo entre aplicaciones. Además, el florpiauxifen-bencilo es tóxico para las plantas acuáticas vasculares y no vasculares que no son el objetivo (European Commission et al., 2018).

Estos productos representan alternativas para el eficiente control de las malas hierbas producidas en el cultivo de arroz, e incluso a otras especies que son resistentes a otro tipo de acción, en ambos casos se presenta un perfil que cumple con los estándares de la sociedad de la Unión Europea referente a los productos para la protección de cultivos (CORTEVA, 2019).

2.5.1 Clasificación de herbicidas

Los herbicidas son aplicados para inhibir las malezas, compuesto de un ingrediente activo que provoca la muerte de las malezas. Estas malas hierbas producen una reducción del rendimiento de las cosechas a los agricultores, es por ello que la aplicación representa un factor importante para controlar las malas hierbas (Amaro, 2019).

- **Preemergente.** Los selectivos de preemergencia como menciona Galbán et al., (2021) son aquellos herbicidas cuya aplicación es antes del brote de las malezas, dado que la mayoría de estos son absorbidos por la raíz o los brotes de las plantas recién germinadas. Así mismo, como el butaclor, Oxidiazón, Pendimetalim y Bentiocard, obteniendo buenos resultados en cuanto a la efectividad de las malezas.
- **Posemergente.** Según Zambrano et al. (2019) manifiesta que los herbicidas posemergente acaban con las plántulas que nacieron junto con la siembra por su selectividad es mucho más específica, en la cual se debe emplear sobre la maleza en sus 5cm de altura o cuando esta joven. Por otro lado, como el propronil 36% y 48 % han sido evaluados y han generado eficiencia en la eliminación de las malezas que se encuentran en el cultivo del arroz.

2.5.2 Aplicación de los herbicidas

La aplicación de herbicidas con diferentes modos de acción en rotación ayuda a impedir el desarrollo de resistencia a herbicidas en la maleza. Además, el uso de mezclas de herbicidas puede ayudar a prevenir problemas de resistencia, así como a cambiar la población de malezas. Además, es importante considerar que los herbicidas son de cuatro tipos según su tiempo de aplicación como son pre-planta, pre-emergencia, herbicidas de posemergencia temprana y posemergencia. Sin embargo, el éxito del control de malezas depende de la selección de herbicidas apropiados de estos grupos y su aplicación juiciosa.

La elección del herbicida depende del nivel de infestación potencial de malezas del banco de semillas de malezas, el tipo de malezas que estarán presentes en el campo de cultivo y el nivel de manejo del campo en temporadas anteriores porque puede producirse fitotoxicidad en plantas de cultivo si se seleccionan herbicidas inapropiados. Sin embargo, la mayoría de los herbicidas de arroz como pretilachlor, bispyribac sodium, propanil, thiobencarb, fenoxopro-p-ethyl, quinclorac y bentazon/MCPA no causan daño a las plantas de arroz en condiciones de suelo aeróbico (Rahman, 2016).

Las plantas de arroz muestran una alta tolerancia a los herbicidas, pero pueden sufrir lesiones iniciales leves como clorosis foliar y retraso del crecimiento durante 7 a 14 días después de la aplicación, que desaparecen en breve. Diferentes factores como la etapa de crecimiento del cultivo, la tasa de aplicación del herbicida, el contenido de agua del suelo, etc. pueden contribuir a la fitotoxicidad del herbicida al alterar la absorción, la translocación y el metabolismo del herbicida.

Además, la rotación de cultivos tiene un impacto significativo en la población de malezas. Muchas malezas crecen en asociación con algún cultivo específico y, por lo tanto, la selección de un cultivo adecuado reducirá la densidad de algunas malezas específicas en el campo de cultivo. Por otro lado, la densidad de la planta tiene una influencia significativa en la presión de las malezas, pues una densidad reducida generalmente proporciona un ambiente agradable para el crecimiento de malezas y puede mejorar la supervivencia y la fecundidad de las malezas, por lo tanto, las densidades de población de plantas más altas podrían tener una ventaja competitiva sobre las malezas debido al rápido desarrollo del dosel (Rahman, 2016).

En ese sentido, con la finalidad de controlar las malezas en el cultivo del arroz se ha venido desarrollando importantes propuestas, siendo una de las estrategias la aplicación de herbicidas en post emergencia temprana del arroz, una mezcla de los herbicidas Molirox y Heat. Cuando la planta de arroz tenga 5 hojas y está en inicio de macolla, se requiere de la aplicación del herbicida MCPA al agua, no teniendo que bajar la lámina de agua para aplicarlo. Esto permite controlar las malezas en forma integral en dos aplicaciones, con el beneficio adicional de mantener la temperatura del agua, impedir nuevas germinaciones de malezas y ahorro de este recurso escaso (Chilian, Parada, & Saavedra, 2019).

En este sentido, en la tabla 2, se detallan los principales herbicidas disponibles para el cultivo de arroz en relación con los ingredientes activos que contienen, el nombre comercial y las malezas en donde efectúan un control.

Tabla 2. Herbicidas disponibles para el cultivo de arroz

Ingrediente activo	Nombre comercial	Malezas afectadas
Inhibidores de acetolactato sintasa (ALS)		
Penoxsulan	Bengala	Hualcacho, hualtata
Bispiriybac	Nominee	Hualcacho, hualtata, lengua de vaca, cortadera, pasto cabezón
yribenzoxin	Pyanchor	Hualcacho, hualtata, lengua de vaca, cortadera
Reguladores de Crecimiento		
Quinclorac	Facet	Hualcacho
Quinclorac	Exocet	Hualcacho
MCPA	MCPA 750, U-46 M-uid	Hualtata, lengua de vaca, cortadera, pasto cabezón
Inhibición de la Fotosíntesis		
Bentazone	Basagran	Hualtata, lengua de vaca, cortadera, pasto cabezón
Bentazone	Bentax	Hualtata, lengua de vaca, cortadera, pasto cabezón
Kixor	Heat	Hualcacho, hualtata, cortadera, pasto cabezón
Inhibición de la Acetil CoA Carboxilasa (ACCase)		
Cyhalofop	Clincher	Hualcacho
<i>Inhibición Ac Grasos</i>		
Molinate	Brioso	Hualcacho
Molinate	Molirox	Hualcacho, otras gramíneas y ciperáceas
Inhibidores de 5-enolpiruvilsiquimato-3-fosfato sintasa (EPSPs)		
Glifosato	Varios	Hualcacho, hualtata, lengua de vaca, cortadera, pasto cabezón
Inhibidores síntesis de carotenoides		
Clomazone	Dakota 48 EC	Hualcacho, hualtata

Nota: Chilian, Parada, & Saavedra, (2019)

2.5.3 Mecanismo de acción de los herbicidas en plantas

El mecanismo de absorción de los herbicidas consiste en la entrada de ellos desde el ambiente hasta la parte interior de la planta, por medio de sus partes internas como el tallo y hojas, o por medio de partes subterráneas como las raíces, bulbos, entre otros; este proceso depende del método de aplicación, dándose de dos maneras básicas, una en el suelo ya incorporado y la otra de forma directa. Los herbicidas post emergentes son conocidos como herbicidas de aplicación foliar, debido a que son aplicados a las partes u órganos aéreos de las plantas; en cambio los herbicidas de tipo sintético pueden llegar a distribuirse a partir de las raíces hasta las hojas o incluso en sentido contrario (Herrera, 2018).

2.5.4 Resistencia de las malezas a los herbicidas

Por lo general las malezas incrementan su resistencia debido a la presencia de algunas modificaciones en su sitio de acción, entre ellas la rápida degradación de los herbicidas en la planta, la tolerancia al propanil del arroz, en algunos casos la misma resistencia puede sumarse a la absorción del herbicida, interviniendo más de un mecanismo causado por el herbicida que no se encuentre disponible en el sitio de acción en la maleza (Herrera, 2018).

2.5.5 Selectividad de los herbicidas

La selectividad de los herbicidas hace referencia al fenómeno en donde el producto químico seleccionado mata a la maleza, sin afectar el cultivo, la selectividad trabaja se relaciona con la actividad del herbicida, debido a que son afectadas debido a varios factores, tales como la morfología de la planta en cuestión, su desarrollo o crecimiento, la absorción y translocación del herbicida, también puede darse por las propiedades del herbicida, el momento de la aplicación, la técnica de aplicación o una combinación de estos factores (Herrera, 2018).

2.5.6 Épocas de aplicación de los herbicidas

Las épocas de aplicación de los herbicidas son:

- De pre-siembra (PS), sobre las malezas emergidas antes de la siembra del arroz.
- De pre-siembra incorporados (PSI), se aplica al suelo con la máquina rastra de discos para evitar su volatilización o su foto descomposición.
- Pre-emergencia (PRE), su aplicación se realiza antes de la emergencia de las malezas y antes de la emergencia del cultivo.

- Post-emergencia (POS), se aplica cuando el arroz ya ha emergido: los pos emergentes tempranos (POS1) se aplican 15 días después de la emergencia del arroz y las pos-emergencias tardíos (POS 2), que se aplican 20 días después de la emergencia del cultivo (Herrera, 2018).

2.5.7 Criterios para usar herbicidas

Se deben tener en cuenta algunos criterios para la aplicación de los herbicidas: los herbicidas PRE se aplica al suelo cuando este se encuentre húmedo, en caso de encontrarse seco, el herbicida no podrá ser absorbido por las raíces de las malezas; los herbicidas POST se debe aplicar cuando las malezas se encuentren de tamaño pequeño, debe aplicarse siempre en el momento oportuno y en las dosis recomendadas, además debe ser selectivo con respecto al arroz (Herrera, 2018).

III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL VALLE DEL ALTO MAYO

El valle de Alto Mayo se encuentra ubicado al noroeste de la ciudad de Tarapoto, en la cuenca del río Mayo, donde se ubican las ciudades de Moyobamba y Rioja, zona de selva alta de la región de San Martín, como se puede observar en la figura 3. Esta región se caracteriza por su belleza paisajística, con un clima tropical y una variedad de flora y fauna endémica.

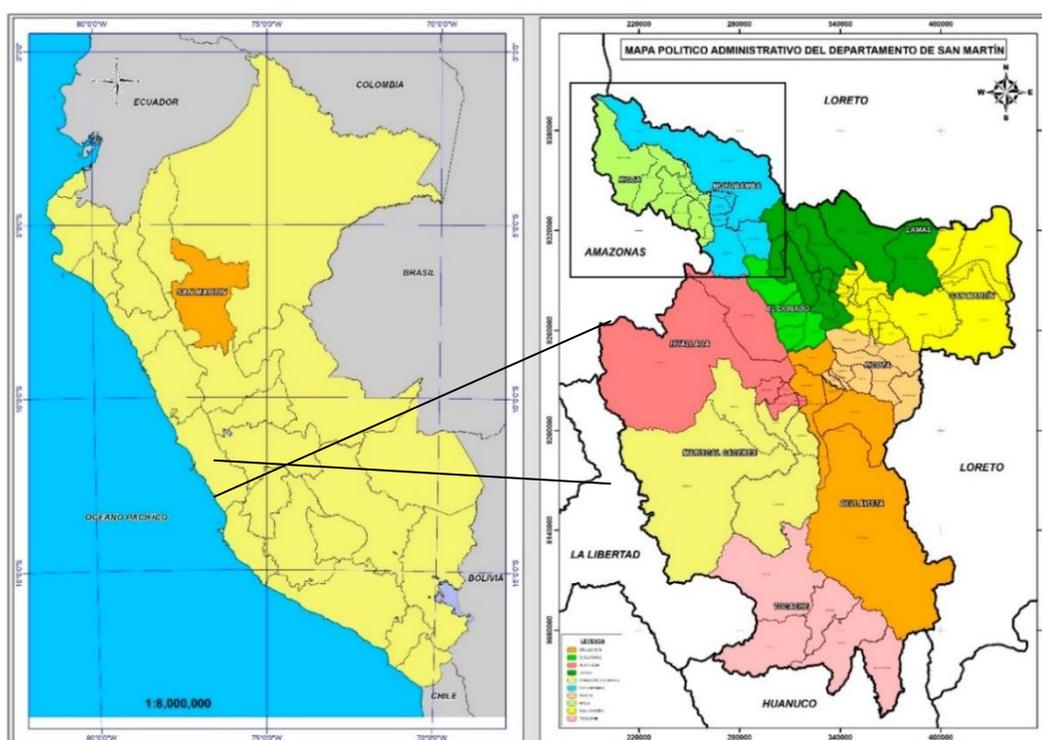


Figura 3. Ubicación del valle de Alto Mayo. Gobierno de San Martín, 2017.

La región de San Martín produce grandes volúmenes de arroz, siendo la primera productora a nivel nacional y contribuye con el 19% de la producción nacional de arroz, debido a sus condiciones climáticas, en la que dispone de agua durante todo el año. En esta región del Altomayo se siembran 24 666.68 hectáreas de cultivo dedicadas al arroz y tiene una extensión agrícola de 768 085 hectáreas, incluyendo a las provincias de Rioja y Moyobamba (Tejada, Romaní, Wong, & Alarcón, 2011).

3.1.1 Ubicación hidrogeográfica

El río principal es el mayo, y es el eje central de la cuenca, con una dirección de noroeste a suroeste y una longitud de 300 Km., de los cuales 200 Km corresponden al Alto Mayo (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021). Once de sus afluentes de la margen derecha y uno de la margen izquierda parten del Bosque de Protección y generan aproximadamente el 80% del caudal de este río. Los afluentes de mayor importancia son los ríos Serrano Yacu, Amangay, Aguas Verdes, Aguas Claras, Mirador, Naranjos, Túmbaro, Naranjillo, Soritor, Yuracyacu, Negro y Tónchima (Cabrera, 2019).

- **Condiciones climáticas.** Presenta diferencias climatológicas debido a sus diferentes altitudes. Según la estación meteorológica de Rioja presenta temperatura máxima anual de 22°C y temperatura mínima de 12°C; precipitación máxima de 4200 mm, mínima de 1800 mm, precipitación promedio de 3500 mm. La humedad relativa varía latitudinalmente, la mínima bordea el 76%, los valores máximos llegan fácilmente al 100%, especialmente en las partes altas, en los bosques de neblina (Ministerio del ambiente, 2019).
- **Morfología de los suelos del valle Alto Mayo,** depende a su origen y se pueden establecer las siguientes agrupaciones: a) Origen aluvial reciente, de escaso o nulo; el drenaje de estos suelos constituye el elemento diferencial de mayor significación. b) suelos de origen aluvial ácidos y de baja o moderada fertilidad, y con drenaje interno pobre e imperfecto. c) Los suelos que se han desarrollado sobre sedimentos aluviales muy antiguos, están bien drenados, ácidos y de gran fertilidad. Los suelos residuales, pardos o rojo amarillentos, presentan topografía muy accidentada y abrupta, cuya litología dominante consiste en rocas sedimentarias de areniscas cuarzosas y, en menor grado, de limolitas y lutitas calcáreas o de lutitas ácidas y se encuentran en las tierras altas (Autoridad Nacional del agua [ANA], 1968).

3.2 MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE ARROZ DE MANERA TRADICIONAL EN EL ALTO MAYO.

El sector arrocero se caracteriza por ser una actividad eminentemente de monocultivo, donde la tecnología tradicional que se emplea mayormente en la producción es la siembra de arroz por trasplante y riego, que permite el manejo controlado de insumos, malezas, plagas y enfermedades (Ramirez, 2005). Sin embargo, los rendimientos promedios por hectárea en la región no son los más satisfactorios, ya que se producen alrededor de 84 000 hectáreas al

año, siendo la mayor concentración de siembras y producción en la provincia del Alto Mayo con una extensión aproximada de 47 mil 11 hectáreas (Guivin, 2018).



Trasplante de plántulas en charcos,
campo nivelado.

Figura 4. Procedimientos de trasplante manual.

Fuente: IRRI Rice Knowledge Bank (2003)

En la figura 4, se puede observar los procedimientos de trasplante manual del cultivo de arroz que se realiza en la localidad de San Martín. Asimismo, esta zona experimenta un crecimiento de 2% anual en la extensión del cultivo de arroz y concentra 27% de la producción nacional, lo cual representa en el Valle del Alto Mayo 41% de la producción regional (Quinteros, Monroy, & Zarco, 2021).

Además genera unos seis millones de jornales, de los que se dedican unos 14 500 productores, y produce un movimiento económico de alrededor de US\$ 100 millones anuales (Del Aguila, 2018). En relación al precio del productor, en marzo del 2017 alcanzó los S/1,17 por Kg, lo cual fue mayor en 4% respecto de marzo del año previo (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017). De esta manera, en la tabla 3, se detalla la serie histórica del sector arroz en la región San Martín.

Tabla 3. Serie histórica del sector arroz en la región San Martín

ARROZ CÁSCARA					
Año	Superficie sembrada (has)	Cosechas (has)	Producción (TM)	Rendimiento (Kg/ha)	Precio pagado al productor (S/. Kg.)
2000	48214.00	48043.00	313809.00	6531.84	0.67
2001	46931.00	46721.00	305203.00	6532.46	0.68
2002	47265.00	47080.00	306845.90	6517.54	0.53
2003	42499.00	42319.00	266592.65	6299.60	0.56
2004	62729.00	62708.00	416777.50	6646.32	0.85
2005	76669.00	76636.00	523534.02	6831.44	0.52
2006	68281.00	68279.00	472094.06	6914.19	0.48
2007	63072.50	60853.75	395711.46	6502.66	0.71
2008	74141.28	75631.60	508450.75	6722.73	0.90
2009	83460.00	84118.20	564133.21	6706.43	0.59
2010	77073.50	78723.00	502511.27	6559.34	0.67
2011	77915.00	78723.00	524361.27	6660.84	0.97
2012	86556.50	85095.14	575608.43	6764.29	0.80
2013	81652.91	82851.58	563959.88	6807.23	0.79
2014	33856.15	26591.86	186038.57	6996.07	0.98
2015	79214.12	77474.75	525748.02	6862.62	0.88

Nota: (Del Aguila, 2018).

En este sentido, según Laguna y Alemán (2018), los métodos para el control de malezas son el mecánico, biológico y el químico. El uso adecuado de estos métodos, son las mejores opciones, y las más económicas para el control de las malezas, siendo más eficiente cuando se combinan dos o más de estos métodos. Ejemplo: combinar el mecánico y el químico por el periodo de un año o emplear cualquier combinación alternándose durante varios años.

3.2.1 Control mecánico y manual

En el control mecánico, consiste en remojarse el suelo antes de la siembra para favorecer la germinación de las semillas de malezas, y su posterior eliminación con la preparación del terreno. El control manual, se ejecuta manualmente, complementándolo con herramientas como la hoz y el machete (Ruiz et al., 2016). Este tipo de control es selectivo, se minimiza la posibilidad de causar daños al cultivo, pero es de alto costo.

3.2.2 Control químico

Este tipo de control se caracteriza por la aplicación de productos químicos, que tienen la capacidad de controlar y eliminar las malezas sin causar daños al cultivo. Este tipo de control se inició en 1962 con herbicidas del tipo hormonal, como 2, 4 -D amina y propaniles como el Stam F-34 dando efectivos resultados en el control de malezas de tipo dicotiledóneas y gramíneas (Ministerio de agricultura y ganadería, 2018). Asimismo el control químico reúne una clasificación de herbicidas de acuerdo con sistematicidad, momento de aplicación, selectividad y modo de acción, como se puede observar en la figura 5.

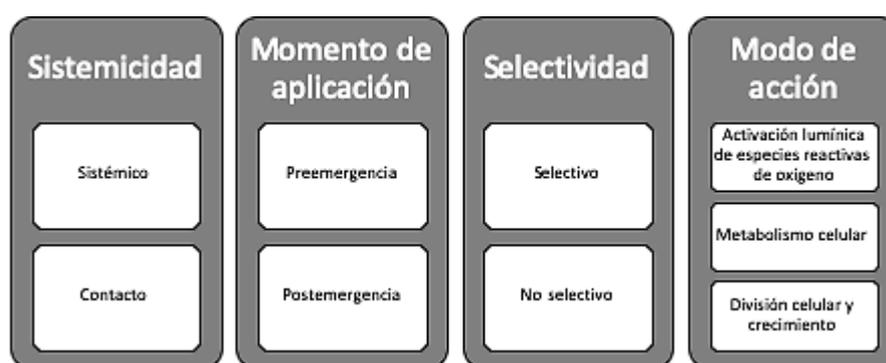


Figura 5. Clasificación de herbicidas.

Fuente: Sherwani, Arif, & Khan (2015).

3.2.3 Control biológico

Este control utiliza principios ecológicos en los que se usan enemigos naturales para controlar malezas. El uso de la especie *Diatraea sp.*, que afecta a las malezas Cyperaceas, durante los primeros 25 días, ocasionándole un retardo en el desarrollo y en algunos casos la muerte, lo que fue observado durante tres campañas de siembra directa, (Rodríguez, y otros, 2017).

3.3 PROPUESTA DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE ARROZ

Debido a las grandes pérdidas en el rendimiento del cultivo de arroz ocasionados por la competencia de malezas en la zona de Alto mayo, se propone una alternativa de manejo y control de malezas, que se detalla a continuación:

3.3.1 Descripción del manejo agronómico para el control de malezas

- **Preparación de terreno.** La preparación del suelo se inicia, antes del establecimiento del cultivo del arroz, realizándose un pase de rastra, este implemento es usado en parcelas de terrazas altas con baja humedad o en tiempos de verano, entre junio a octubre en ausencia de lluvias.

El pase de la rastra permite incorporar el rastrojo de la cosecha anterior y a la vez eliminar las malezas en crecimiento, que se encuentran en la superficie del suelo, tal como se evidencia en la figura 6.



Figura 6. Preparación del terreno. Foto de propiedad personal.

Posteriormente se aplica agua, inundando el terreno hasta alcanzar contenido de humedad superior a la capacidad de campo (lámina de 5 cm). Después se realiza el pase del motocultor o comúnmente llamado mula mecánica, batiendo el suelo con varios pases, lo que es una buena técnica para eliminar las malezas, a la vez que mulle (se rompe estructura del suelo) y nivela el suelo, tal como se evidencia en las figuras 7, 8 y 9.



Figura 7. Motocultor o Mula.



Figura 8. Desterrado del suelo.



Figura 9. Nivelado con el Motocultor.

- **Preparación de terreno en época de lluvia en zonas bajas.** En tiempos de alta precipitación (noviembre a junio) los terrenos se encuentran con mucha humedad, no se emplea rastra sino un implemento denominado rotovator (rotativa o rota).



Figura 10. Tractor con rotativa o rota.



Figura 11. Aplicación del tractor con rotativa o rota.

Luego del uso del rotovator, se emplea el motocultor y se realizan los pasos mencionados anteriormente de batido y nivelación, tal como se evidencia en las figuras 10 y 11.

3.3.2 Control químico de malezas con herbicida pre-emergente

Después de la nivelación bajo agua, se aplica un herbicida pre-emergente, butachlor. Este producto se aplica en pozas al batido con una lámina de agua (mínimo de 10cm) y una dosis de 2 a 3 l ha⁻¹ y controla semillas de dicotiledóneas, gramíneas y ciperáceas que están en proceso de germinación.

Este método va a tener mayor efectividad cuando el suelo puede retener mayor tiempo la lámina de agua, no siendo recomendable en suelos arenosos por la alta percolación. Después

de 4 a 5 días, se drena la poza y posteriormente aplicar agua para el lavado de la poza y evitar daños en la germinación de la semilla de arroz, tal como se evidencia en la figura 12.



Figura 12. Lavado de pozas. Foto de propiedad personal.

3.3.3 Preparación de la semilla

Usar semilla certificada asegura obtener una germinación uniforme. Para la siembra la semilla debe pasar por las siguientes fases, recomendándole realizar:

- Fase de remojo: la semilla se coloca en sacos de yute, en los canales de riego o en los reservorios por un período de 24 horas con la finalidad de que esta absorba agua e inicie el proceso de germinación.
- Fase de abrigo: se colocan los sacos remojados en rumas cubiertos con paja, sacos de yute o lona. En caso de altas temperaturas no se práctica el abrigo, se dejan libres al ambiente y se les adiciona agua a los sacos cada cierto tiempo con la finalidad de elevar la temperatura, para acelerar la germinación.

La temperatura no debe llegar a 40°C porque puede matar el embrión (40°C). Durante esta fase es necesario mojar cada cierto tiempo a los sacos para evitar que la temperatura se eleve y las cáscaras se sequen. Al final de estas dos fases, la punta del coleóptilo emerge de las cáscaras.

3.3.4 Siembra (voleo de la semilla)

Como se indicó anteriormente, la siembra se realiza después del lavado del suelo. Se recomienda una densidad de 40 a 50kg por hectárea. Para ello, las pozas deben permanecer con una lámina de agua delgada y uniforme para evitar el arrastre de la semilla por el viento a un extremo de la poza y evitar la muerte de plántulas por ahogamiento, tal como se evidencia en la figura 13.



Figura 13. Semillas en el fondo de la poza.

Si la poza está mal nivelada puede ocasionar la muerte del coleóptilo por exposición a los rayos solares en la zona alta y por ahogamiento en las partes bajas, en las que hay exceso de agua, etc. Para realizar el “voleo” de la semilla, el agua debe estar en reposo y sin turbidez con la finalidad de observar la distribución uniforme, dentro de las pozas, hasta cubrir toda el área, tal como se evidencia en la figura 14.



Figura 14. El voleo o siembra directa.

3.3.5 Identificación de malezas.

La identificación de malezas permite seleccionar qué herbicida pos emergente se va a utilizar, en las malezas que escaparon al herbicida pre emergente. Después de un periodo de 10 a 15 días se aplica un herbicida pos emergente. Las principales malezas presentes en el cultivo de arroz se muestran en las figuras a continuación.



Figura 15. Cortadera, *Cyperus esculentus*.



Figura 16. Cabeza de mano, *Cyperus difformis*.



Figura 17. Pelo de cuy, *Fimbristylis miliacea*.



Figura 18. Moco de pavo, *Echinochloa crus-galli*.



Figura 19. Oreja de ratón, *Heteranthera reniformis*.

3.3.6 Aplicación Pos emergente temprano

Para decidir el tipo de herbicida es importante conocer los datos de la evaluación, actualmente se cuenta con el ingrediente Florpyrauxifen-benzyl con una aplicación temprano entre 16 a 18 días tiene un buen control de malezas. La evaluación de malezas es un factor importante, puesto que depende de eso se tomará la decisión de elegir si se mezclan con otros para tener mayor control.

En este sentido, la figura 20 muestra un campo 18 días después de la aplicación con pre emergente, mientras que en la figura 21, se puede observar, la diferencia con un campo sin pre emergente que presenta una alta densidad de malezas.



Figura 20. Campo de 18 dds con pre emergente, listo para aplicación de posemergente.



Figura 21. Campo sin pre emergente, alta densidad de malezas, 18 dds.

3.3.7 Fertilización temprana

Después de la aplicación del pos emergente se recomienda hacer una fertilización de 2 sacos de Fosfato Diamónico con dosis 1.5 kg por ha, entre los 18 a 22 días. Esta aplicación favorece el crecimiento del cultivo y la cobertura del suelo que inhibe el crecimiento y presencia de la siguiente generación de malezas, tal como se evidencia en la figura 22.



Figura 22. Fertilización temprana.

3.3.8 Aplicación herbicida

Después de la fertilización temprana, las plantas de arroz tendrán mayor tamaño, y se realiza otra aplicación de butachlor, usando la misma dosis, a los 22 a 25 días, con la finalidad de asegurar el control de una segunda generación de malezas, tal como se evidencia en la figura 23.



Figura 23. Aplicación herbicida.



Figura 24. Campo de 70 días de voleo.

La figura 24 muestra las plantas vigorosas a los 70 días, a las que se les aplicaron los herbicidas pre emergente, pos emergente, fertilización temprana y la segunda aplicación del herbicida pre emergente. Se puede observar un campo limpio, con buena producción de macollos, lozanas, habiendo cerrado completamente el campo con tallos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS MALEZAS MÁS PERSISTENTES EN LA REGIÓN DEL ALTO MAYO.

Los estudios previos realizados por Mora (2018), Merino (2015) y Vásquez (2000), permitieron identificar a las malezas que causan los mayores efectos negativos en la producción de arroz en la zona de Alto Mayo. En la tabla 4, se detallan las malezas según su grado de infestación. En el área del presente estudio se observaron malezas como, *Heteranthera reniformis*, *Cyperus difformis*, *Cyperus esculentus*, *Digitaria ciliaris*, *Echinochloa crusgalli*, y *Fimbristylis miliacea*. En la tabla 3, se indica la familia, tipo de maleza, ciclo de vida, altura e incidencia de cada maleza.

Tabla 4. Malezas identificadas en la región Alto Mayo

Imagen de referencia	Nombre científico	Nombre común	Familia	Tipo de maleza	Ciclo de vida	Altura (cm/m)	Incidencia (%)
	<i>Heteranthera reniformis</i>	Oreja de ratón	Pontederiaceae	Hoja ancha	Perenne	20-50 cm	80.2
	<i>Cyperus esculentus</i>	Cortadera	Cyperaceae	Hoja angosta	Perenne	10 a 65	75.9
	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Moco de pavo, pasto dentado	Gramíneas	Hoja angosta	Anual	30 cm a 1 m	70.8
	<i>Echinochloa colonum</i>	Gramas de lefe, Arrocillo	Gramíneas	Hoja angosta	Anual	10 a 40 cm	69.6 Continua...



Fimbristylis miliacea

Pelo de cuy, pajón de agua, barba de indio

Ciperáceas

Hoja angosta

Anual

0,5 a 0,7 m

58.2



Cyperus rotundus

Coquito

Ciperáceas

Hoja angosta

Perenne

10 a 50 cm

49.4



Eclipta alba

Botoncillo, botón blanco

Asteraceae

Hoja ancha

Anual

50 a 150 cm

35.4



Ammania coccinca

Palo de agua

Dicotiledóneas

Hoja ancha

Anual

50 cm

34.4



Jussiaea linifolia

Clavito

Onagraceae

Hoja ancha

Anual

2 a 3 m

30.3



Monochoria vaginalis

Oreja de perro, jacinto de agua

Pontederiaceae

Hoja ancha

Perenne

1, 5 a 50 cm

25.3



Digitaria ciliaris

Pata de gallina, pasto colchón, pasto de cuaresma

Gramíneas

Hoja ancha

Perenne

60 cm

25.0
Continua...

	<i>Cyperus difformis</i>	Cabeza de mano, varita de San José	Ciperáceas	Hoja angosta	Anual	20 a 60 cm	22.7
	<i>Ischaenyum rugosum</i>	Mazorquilla	Gramíneas	Hoja angosta	Anual	10 a 100 cm	17.5
	<i>Jussiaea suffruticosa</i>	Flor de Clavo	Onagraceae	Hoja ancha	Perenne	80 cm a 2 m	17.45
	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	Arbolito	Sphenocleaceae	Hoja ancha	Anual	1.55 m	13.9
	<i>Leptochloa uninervia</i>	Gramma azul, rabo de zorro	Gramíneas	Hoja angosta	Anual	150 cm	8.8
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Correhuela	Convolvulaceae	Hoja ancha	Perenne	0,5 a 2 m	8.9

Nota. Adaptado de Mora (2018), Merino (2015) y Vásquez (2000).

4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS HERBICIDAS MÁS EFICIENTES DE USO COMÚN EN EL CULTIVO DE ARROZ.

Los herbicidas empleados comúnmente para el control de malezas en el cultivo de arroz, se muestran en la tabla 5, en la que se incluye información como, la forma de absorción en la planta, modo de acción, principio activo, marca comercial de referencia, momento de aplicación según estado fenológico y estado residual (Olmos, 2019), tal como se muestra en la figura 25. Además, en la tabla 4, se expone el nombre de los herbicidas, las malezas que controlan, la dosis, el momento de aplicación y el modo de acción.

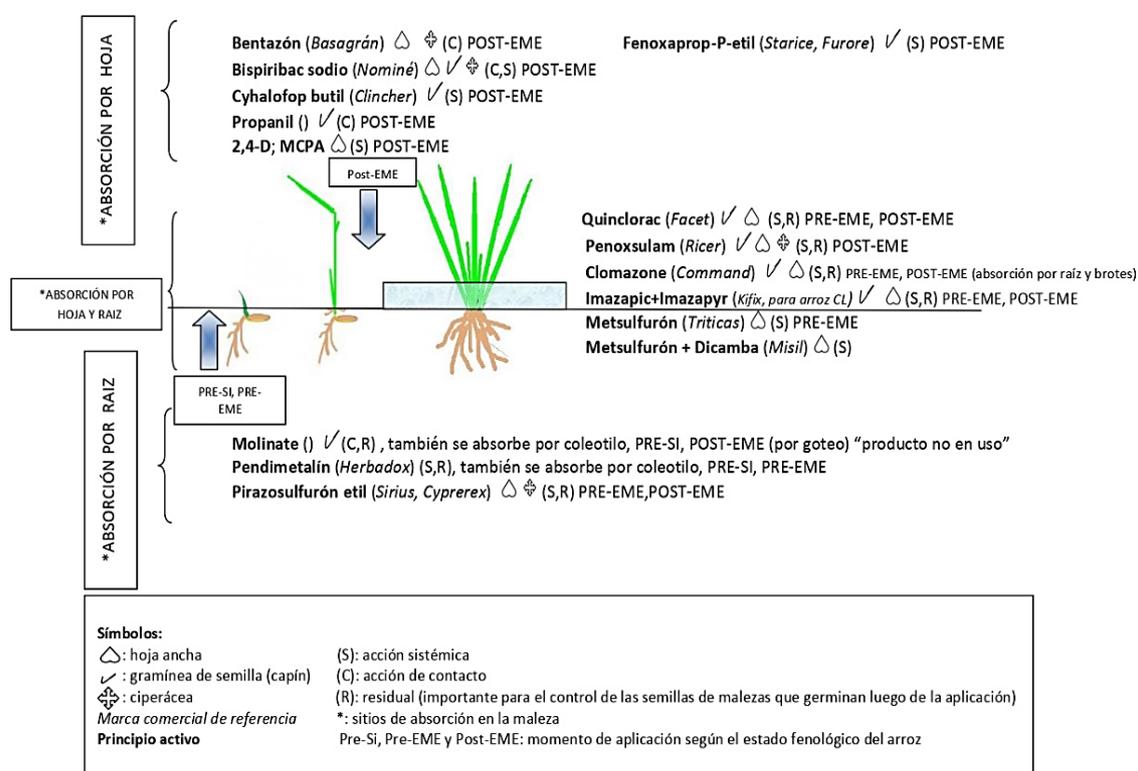


Figura 25. Herbicidas para el cultivo de arroz. Olmos, (2019)

Tabla 5. Herbicidas comunes en el cultivo de arroz

Herbicida	Malezas											Dosis (lt/ha)	Momento de aplicación	Modo de acción	Adsorción				
	<i>Heteranthera reniformis</i>	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Echinochloa crusgalli</i>	<i>Echinochloa colonum</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Eclipta alba</i>	<i>Ammannia coccinea</i>	<i>Jussiaea limifolia</i>	<i>Monochoria vaginalis</i>	<i>Digitaria ciliaris</i>	<i>Cyperus difformis</i>					<i>Ischaenyum rugosum</i>	<i>Jussiaea suffruticosa</i>	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	<i>Leptochloa uninervis</i>
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético		x	x	x	x											5 – 7	Preemergencia	Sistémico, hormonal	Foliar
Bentazon					x					x						1.6 - 1.8	Post emergencia/ Preemergencia	Selectivo contacto	Foliar
Bispiribac sodio			x	x	x		x		x	x	x					0.015 - 0.06	Post emergencia	Sistémico, selectivo	Foliar
Butaclor			x	x					x	x						2-Mar	Post emergencia/ Preemergencia	Sistémico, selectivo	Raíz
Clomazone			x	x					x		x					0.75 – 1.25	Post emergencia/ Preemergencia	Sistémico	Raíz y brotes
Cyhalofop butil			x	x					x							1.5	Post emergencia	Sistémico, selectivo	Foliar
Fenoxaprop-P-etil			x													1.5	Post emergencia	Sistémico, selectivo	Foliar
Florpyrauxifen benzyl	x	x	x	x												1.2	Post emergencia	Sistémico, selectivo	Suelo Continua
Imazapic+Imazapyr	x	x		x					x							0.14	Post emergencia/ Preemergencia	Sistémico	Suelo, foliar
Metsulfurón			x	x					x							0.015 – 0.875	Post emergencia	Sistémico, selectivo	Foliar, raíz
Molinate			x	x												9.0 – 10.5	Post emergencia	Sistémico, selectivo	Raíz
Pendimentalín			x	x					x					x		3	Preemergencia	Selectivo	Suelo
Penoxsulam	x	x	x	x						x						0.04	Post emergencia	Sistémico	Foliar, raíz
Pyrazosulfuron				x	x	x		x		x						0.5	Post emergencia	Sistémico, selectivo	Foliar, raíz
Propanil	x	x							x							4 – 6	Post emergencia	Selectivo	Foliar
Quinclorac			x	x					x							1.5	Post emergencia/ Preemergencia	Sistémico, residual	Foliar, raíz, suelo
Florpyrauxifen-benzyl			x	x		x	x			x						0.03	Post emergencia	Sistémico	Foliar

4.3 DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS PARA SIEMBRA DIRECTA EN LA REGIÓN DEL ALTO MAYO

En este contexto, en la figura 26 se puede observar el periodo que se requiere para llevar a cabo la implementación de la propuesta agrícola, que se inicia un mes antes y después de la siembra hasta la cosecha del cultivo con un ciclo de 140 días. Además, la tabla 6, detalla el protocolo sistematizado para mejorar el manejo y control de malezas en siembra directa en el área de estudio, en la que se indica; el tipo de control, las técnicas agrícolas, los implementos e insumos necesarios, así como también el tiempo de aplicación, el ingrediente activo y dosis del producto comercial, y finalmente las características de las técnicas.

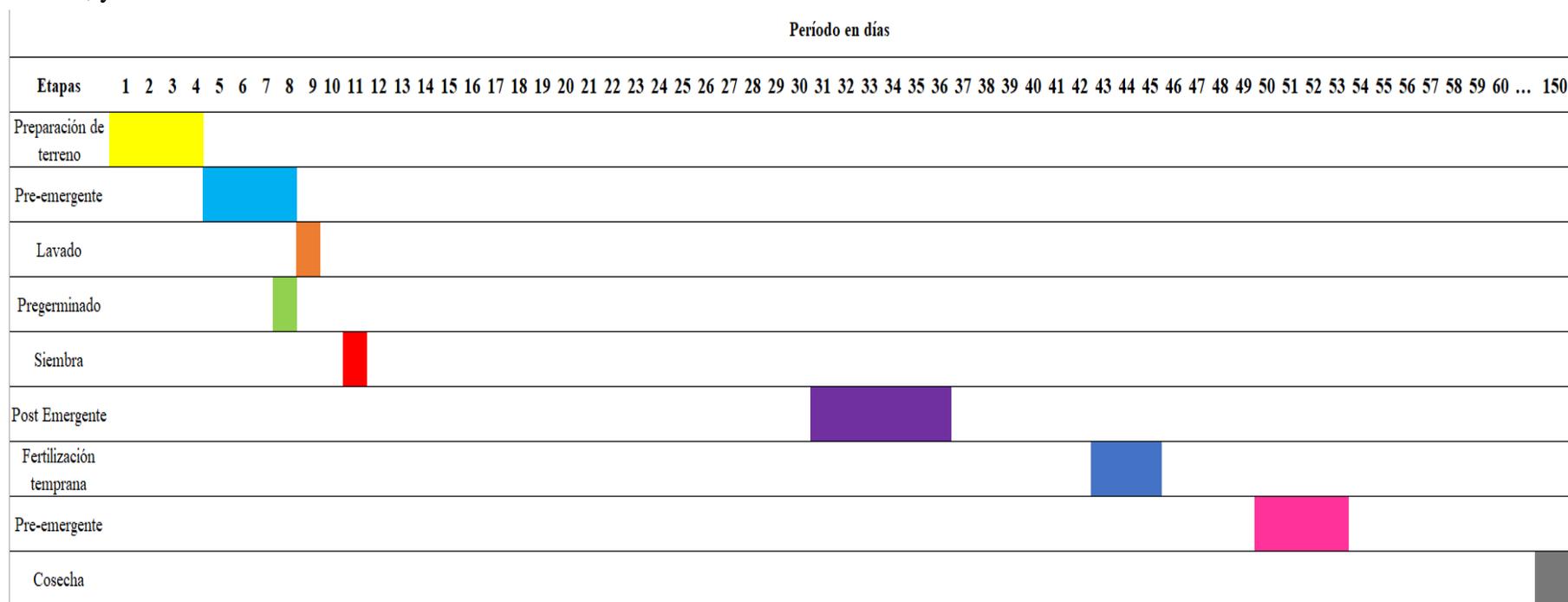


Figura 26. Diagrama de Gantt de la implementación de la propuesta de manejo.

Tabla 6. Protocolo para el manejo y control de maleza

Tipo de control	Técnicas agrícolas	Implemento /Insumo	Tiempo de aplicación	Producto comercial		Características de las técnicas
				Ingrediente	Dosis	
Mecánico	Preparación de terreno	Rastra	10 a 11*	-	-	Se realiza el laboreo del malezal y descomposición de la materia orgánica del suelo.
		Rotavator	9 *	-	-	Se utiliza en casos de humedad elevada debido a las altas precipitaciones de lluvias.
		Motocultor	8 *	-	-	Se ingresa agua al terreno con inundación para bajar la densidad de malezas.
Químico	Preemergente	Herbicida	7 *	Butachlor	2-3 lt/ha	Esta sustancia es el ingrediente que controla las semillas gramíneas, ciperáceas y hojas anchas.
Cultural	Lavado	Agua	2 *	-	-	Se drena la poza para dejar en capacidad de campo y posteriormente se ingresar agua
Cultural	Pregerminado	Semilla certificada	3 *	-	40-50 kg/ha	Las semillas se colocan en sacos de yute, en los canales de riego por un período de 24 horas con la finalidad de que estas absorban agua, posteriormente se colocan los sacos remojados en rumas cubiertos con paja o lona.
Cultural	Siembra	Semilla certificada	0	-	40-50 kg/ha	Retirando el pre emergente y su posterior lavado, es el momento de volear la semilla pregerminada, posteriormente el obrero procede a lanzar de manera uniforme las semillas dentro de las pozas.
Químico	Posemergente	Herbicida	16 a 18 **	Florpyrauxifen-benzyl	30 g/ha	La evaluación de malezas permite tomar la decisión de elegir si se mezclan con otros para mayor control.
Químico	Fertilización temprana	Fertilizante	18 a 22 **	NPK	75 kg/ha	Se acelera el crecimiento del cultivo, generando sombra y dejando sin espacio a la siguiente generación de malezas.
Químico	Pre-emergente	Herbicida	22 a 25 **	Butachlor	2 lt/ha	Este método evitará una segunda generación de malezas.

***DAS:** Días antes de la siembra.

****DDS:** Días después de la siembra.

4.4 ESTIMAR EL BENEFICIO ECONÓMICO DE LA UNA PROPUESTA DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ EN ALTO MAYO.

La variabilidad de costo de producción se debe a que de manera tradicional desde hace 6 años no se usaba herbicidas pre emergentes que equivale a un costo es de S/1,551, mientras que la propuesta incrementa este valor a S/ 1,973 como se detalla en la tabla 7 y 8. Además se observa que en la forma tradicional se usaba dos veces aplicaciones de post emergente, el primero se utilizaba Metsulfuron para hojas ancha, mientras que seguidamente, se aplicaba Quinclorac en conjunto con Halosulfuron para control de gramíneas y ciperáceas, además, se usaba Cyhalofop butyl como rescate aplicaciones en focos con la dosis de 1lt/ha.

Actualmente se dejó usar Metsulfuron debido a que la hoja ancha desarrolló resistencia a este ingrediente activo, por lo que se reemplaza ahora con post emergente de *Florpyrauxifen-benzyl*, que resulta eficiente para el control de hojas anchas, gramíneas y hojas ancha. En cambio, la efectividad de Florpyrauxifen-benzyl permite a tener un buen control de las principales malezas, sin embargo, hay algunas gramíneas que no controla Florpyrauxifen-benzyl, por lo que se emplea Cyhalofop como rescate para malezas como *Leptochloa uninervia*, *Digitaria ciliaris*, *cynodon dactylon*.

Tabla 7. Costos de producción con siembra directa con i.a en el manejo y control de malezas

Costos de producción SIEMBRA DIRECTA		Unidad de medida	Cantidad por ha.	Costo total (S/. por ha.)	Costo unitario S/.)
Insumo	Semilla certificada	Kg	50kg	125	2.5
Fertilizantes	-	Saco	0	0	0
Agroquímicos	Herbicida Post	Sobre	1	30	320
	Herbicida post	Litro	1	250	
	Herbicida rescate	Litro	1lt	140	140
	máquina rastra o Ardura	Hora-máq.	2	300	100
Maquinaria agrícola	Fanguero con maquina mula	Hora-máq.	2	300	100
	Nivelado	Hora-máq.	1	150	
	Reforzamiento de Bordos	Hora-máq.	1	150	
Mano de obra	Voleo de semilla	Saco	1	40	
	Abonamiento	Jornal	1hora	30	
	Control aplicación	Jornal	1hora	36	
Agua		m ³		0	0

Costo total de producción tradicional (S/.)= S/1, 551

Tabla 8. Costos de producción de la propuesta de manejo y control de malezas

Costos de producción PROPUESTA		Unidad de medida	Cantidad por ha.	Costo total (S/. por ha.)	Costo unitario (S/.)
Insumo	Semilla certificada	Kg	50kg	125	
Fertilizantes	Fosfato Diamónico	Saco	1.5	360	240
Agroquímicos	Butaclor	Litro	4	120	
	florpyrauxifen- benzyl active	Litro	1	320	
	Cyhalofop	litro	1/2	18	
	máquina rastra o Ardura	Hora-máq.	3	300	150
Maquinaria agrícola	Fanguero con maquina mula	Hora-máq.	3	300	150
	Nivelado	Hora-máq.		150	150
	Reforzamiento de Bordos	Hora-máq.		150	150
	Voleo de semilla	Saco	1 hora	40	
Mano de obra	Abonamiento	Jornal	1 Hora	30	
	Aplicación Butaclor	Jornal	1 hora	12	
	Aplicación de Florpyrauxifen	Jornal	1hora	36	
	Benzyl Aplicación	Jornal	1hora	12	
	Butaclor				
Agua		m ³		0	0

Costo total de producción de la propuesta (S/.)= S/1,973

Por otro lado, respecto a los costos de producción de siembra indirecta o trasplante se estimó un valor de S/2,489 en la localidad de Alto Mayo.

Tabla 9. Costo producción de siembra indirecta o trasplante

Costos de producción TRADICIONAL		Unidad de medida	Cantidad por ha.	Costo total (S/. por ha.)	Costo unitario (S/.)
Insumo	Semilla certificada	Kg	100kg	125	2.5
Fertilizante	-	Saco	0	0	0
Agroquímicos	Herbicida Pre Emergente	Litro	2lt	60	320
	Herbicida post	Litro	1	320	
	Herbicida pre emergente	Litro	2lt	60	-
Maquinaria agrícola	máquina rastra o Ardura	Hora-máq.	2	300	150
	Fangueo con maquina mula	Hora-máq.	2	300	150
	Nivelado	Hora-máq.	1	150	150
	Reforzamiento de bordos	Hora-máq.	1	150	150
Mano de obra	Instalación de almacigo y voleo de semilla	Jornal	1	60	0
	Saca y carguío	Jornal	6	240	40
	Trasplante	Jornal	20	700	35
	Aplicación Butaclor	Jornal	1 hora	12	
	Aplicación Butaclor	Jornal	1hora	12	
	Aplicación de Florpyrauxifen Benzyl	Jornal	1hora	36	
	Agua		m ³		0

Costo total de producción tradicional (S/.)= S/2,489

4.5 EVALUAR LA PROPUESTA DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN ALTO MAYO.

El manejo y control de malezas propuesto en esta investigación influye en la siembra directa de arroz en el Alto mayo, debido a que asegura rendimientos óptimos (8.5 t ha⁻¹), con buena calidad de grano, por haberse desarrollado el cultivo sin competencia de luz, agua, nutrientes, espacio y menor incidencia de plagas, por la inexistencia de hospederos de insectos y hongos que coexisten en las malezas.

La alternativa propuesta, aseguraría óptimas cosechas de arroz a los productores por la disminución del rendimiento por efecto de la competencia de malezas. En la tabla 10, cómo influye cada una de las prácticas de la propuesta en el control de las seis malezas dominantes en el área del Alto Mayo.

Tabla 10. Influencia de la propuesta de manejo

Propuesta de manejo	Código de malezas						Rendimiento convencional (tn/ha)	Rendimiento propuesto (tn/ha)	Rendimiento Trasplante
	1	2	3	4	5	6			
Preparación de terreno	B	B	B	B	B	B			
Pre-emergente	B	B	B	B	B	B			
Lavado	N	N	N	N	N	N			
Pregerminado	N	N	N	N	N	N	6	8.5	8.8
Siembra	N	N	N	N	N	N			
Pos Emergente	B	B	B	B	E	R			
Fertilización temprana	N	N	N	N	N	N			
Pre-emergente	B	B	B	B	B	B			

Nota: 1= *Cyperus esculentus* 2= *Cyperus difformis* 3= *Digitaria ciliaris*
 4= *Echinochloa crusgalli* 5= *Heteranthera reniformis* 6= *Fimbristylis miliacea*

E= Excelente B= Bueno R= Regular P= Pobre
 N= Nulo Na=No aconsejable Ne=No evaluado

Como se observa en la tabla anterior, la propuesta de control en relación con la aplicación tradicional incrementa en 2.5 t ha⁻¹ el rendimiento del cultivo de arroz. Las actividades de preparación de terreno, uso de la primera aplicación del herbicida pre-emergente, fue efectiva para el control de todas las malezas, a excepción de *Heteranthera reniformis* y *Fimbristylis miliacea*. Estas malezas tuvieron un control excelente y regular respectivamente con la aplicación de florpyrauxifen-benzyl como pos emergente (segunda aplicación). Para una acción preventiva y controlar la aparición de nuevas generaciones de malezas se aplicó otra vez el herbicida pre emergente.

Por otro lado, en la figura 27, es posible observar, que luego de la aplicación del pre emergente, se obtuvo un control de malezas en un 60%, cuyo valor aumentó hasta 90% con la aplicación del post emergente, y finalmente la aplicación del pre emergente que actúa preventivamente controlando que no haya nuevas generaciones en un 85%, resultando una propuesta eficiente.

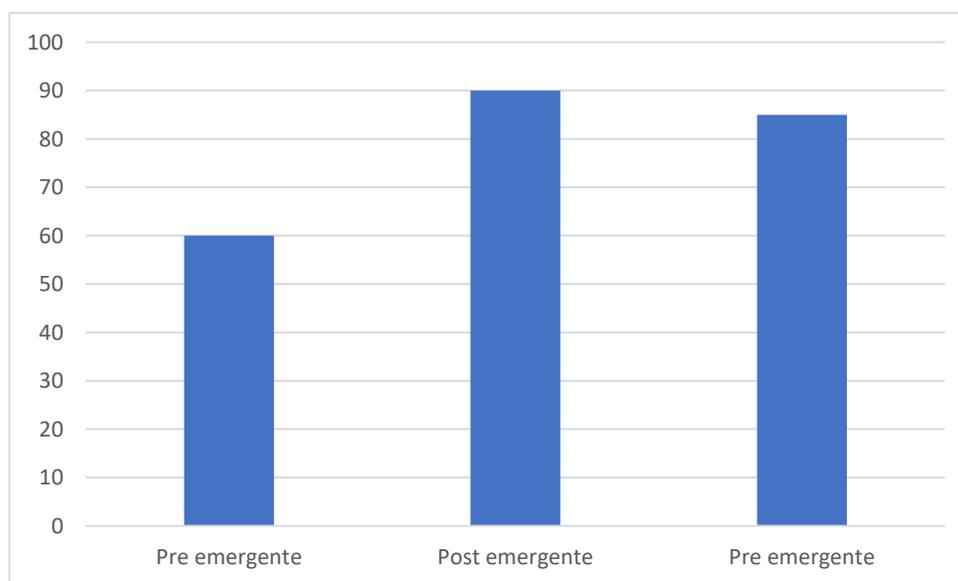


Figura 27. Evolución del control de malezas con la propuesta.

Tabla 11. Resumen de costo de siembra

Tipos de siembra	Rendimiento Kg/Ha	Costo para el control de maleza por Ha	Ahorro
Propuesta	8500	S/ 1,973	20.7%
Trasplante	8800	S/ 2,489	

Tal como se muestra en la tabla 11, hay una mejor utilidad en beneficio del agricultor con la propuesta.

V. CONCLUSIONES

- **Objetivo 1. Identificar las malezas más persistentes en la región del Alto Mayo.**
 - Las malezas más persistentes en la zona de la propuesta fueron; *Heteranthera reniformis*, *Cyperus difformis*, *Cyperus esculentus*, *Digitaria ciliaris*, *Echinochloa crusgalli*, *Fimbristylis miliacea*.
- **Objetivo 2. Identificar los herbicidas más eficientes de uso más común en el cultivo de arroz.**
 - Los herbicidas más eficientes para controlar la mayoría de malezas en el sistema de siembra directa, fueron butachlor (pre emergente) controlando un 60% de la población de malezas.
 - Las malezas, *Heteranthera reniformis* y *Fimbristylis miliacea*, no respondieron al herbicida pre emergente y fueron controladas por el herbicida pos emergente (florpyrauxifen-benzyl) y se alcanzó un 90% del control de la población.
 - La tercera aplicación de herbicida asegura controlar la reinfestación de nuevas generaciones de malezas.
- **Objetivo 3. Desarrollar un protocolo para el manejo y control de malezas para siembra directa en la Región del Alto Mayo.**
 - El uso de herbicidas pre emergente aplicados oportunamente, junto a una buena nivelación y lavado no afecta la germinación de la semilla y reduce la competencia de las malezas en la etapa inicial.
 - La integración de los diferentes métodos de control como: preparación de terreno, (batido de suelos), nivelación, manejo de agua, fertilización temprana y aplicación oportuna, etc., influye en la reducción de malezas y asegura mayores rendimientos. Por lo que la propuesta promueve un manejo integrado de control de malezas.
 - La propuesta asegura el incremento del rendimiento en 2.5 t ha en comparación con el control tradicional.
- **Objetivo 4. Estimar el beneficio económico de la una propuesta de manejo y control de malezas en siembra directa de arroz en Alto Mayo.**
 - El costo total de producción con trasplante es S/2,489, mientras que la propuesta representa un costo de S/1,973, aumentando el gasto de inversión, pero asegurando mayor ingreso de venta debido a que se aumenta la productividad y la calidad del arroz cáscara.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la propuesta en otros ambientes (localidades) y periodos de siembra para determinar las modificaciones necesarias para su escalamiento.
- Establecer un plan de alternancia de los herbicidas para evitar posibles reacciones de resistencia de malezas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Adama (24 de septiembre de 2021). Manejo Integrado de Malezas en el cultivo de arroz. <https://www.adama.com/ecuador/es/actualidad-adama/manejo-integrado-de-malezas-en-el-cultivo-de-arroz>
- Alvarado A. (2016). Herbicidas: modos y mecanismos de acción en plantas. https://www.researchgate.net/publication/259175751_Herbicidas_Modos_y_mecanismos_de_accion_en_plantas
- Adama. (24 de septiembre de 2021). *Manejo Integrado de Malezas en el cultivo de arroz*. Obtenido de <https://www.adama.com/ecuador/es/actualidad-adama/manejo-integrado-de-malezas-en-el-cultivo-de-arroz>
- Amaro, I. (2019). Resistencia de malas hierbas a herbicidas en el cultivo del arroz y en cultivos leñosos. 276. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=250315>
- Authority (EFSA), E. F. S., Arena, M., Auteri, D., Barmaz, S., Brancato, A., Brocca, D., ... Villamar-Bouza, L. (2018). Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance flupyrauxifen (variant assessed flupyrauxifen-benzyl). *EFSA Journal*, 16(8), e05378. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5378>
- Banco mundial. (1 de agosto de 2019). *Busca de mejores resultados en los sectores agrícolas y alimentario en la provincia Pakistán de Punjab*.
- Barzola, J. (2020). *Eficacia de los reguladores de pH del agua en control de malezas en el cultivo de arroz*. Guayaquil. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BARZOLA%20ALVARADO%20JOSE%20ENRIQUE_compressed.pdf
- Calvo, A. (03 de junio de 2020). Qué tipos de fertilizantes existen y cuales usar. *Agroptima Bloh*. Obtenido de <https://www.agroptima.com/es/blog/tipos-fertilizantes/>

- Carbay, E. (2017). *Efecto en el manejo de malezas y su impacto en la producción en el cultivo de arroz (Oriza Sativa L.)*. Machala: Unidad académica de ciencias agropecuarias. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11343/1/DE00005_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf
- Casilla, H. A. (2019). “*Características morfoagronómicas y productivas en 14 genotipos de arroz (Oryza sativa L. ssp. Indica), en la zona del Cantón Babahoyo*”. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6117>
- Cerruffo, O. (2018). Manejo de malezas en arroz de riego (*Oryza sativa L.*) sembrado con semilla pre-germinada, en la zona de Babahoyo. *Dspace*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4125/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000062.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chavarria, G., & Solis, L. (2016). *Cobertura y prácticas de manejo del arroz rojo en, en el centro de cooperativas arroceras del valle de San Isidro, Matagalpa, Nicaragua, 2015*. Nicaragua.
- Chilian, J., Parada, J., & Saavedra, f. (s.f). *Control de Malezas*. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7815/NR40126.pdf?sequence=18&isAllowed=y>
- CORTEVA. (2019). Florpyrauxifen-benzyl TM Active, la nueva sustancia activa de Corteva AgriscienceTM, recibe la aprobación de la UE. *Agriscience*. Obtenido de <https://www.corteva.es/noticias-y-eventos/florpyrauxifen-benzyl-active.html>
- Del Águila, G. (2018). *Diagnóstico de la actividad agroindustrial en la región San Martín periodo (2000 – 2015)* (Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN, TARAPOTO. Recuperado de <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2782>
- Eyzaguirre, A. (2018). *Serie Estudios para la Innovación FIA. Manual de manejos bajo el sistema de siembra directa con taipas de arroz en Chile*. Chile: Fundación para la Innovación Agraria – Ministerio de Agricultura Santiago, Chile. Obtenido de <http://www.fia.cl/wp-content/uploads/2018/10/Manual-de-manejos-bajo-el-sistema-de-siembra-directa-con-taipas-de-arroz-en-Chile.pdf>

- Fernández, A. (2017). Evaluación del comportamiento de dos variedades y seis líneas introducidas de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Uchiza. *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Recuperado de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1421>
- Galbán, J., Martínez, D., & Gonzales, D. (2021). Efecto de extractos de sustancias húmicas en la germinación y el crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.), cv. INCA LP-5. *Cultivos tropicales*, 42(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000100005
- Galíndez, S. (2018). La cortadera o cola de zorro. *Verdepampa*. Obtenido de <https://revista.verdepampa.com/revista/naturaleza/17-la-cortadera-o-cola-de-zorro>
- Guivin, F. (2018). NUEVA VARIEDAD DE ARROZ RINDE MÁS DE DIEZ TONELADAS POR HECTÁREA. [Nota de prensa]. Recuperado 20 de julio de 2022, de Gobierno Regional San Martín website: <https://www.regionsanmartin.gob.pe/Noticias?url=noticia&id=5423>
- Gupta, P. K. (2018). Chapter 44—Toxicity of Herbicides. En R. C. Gupta (Ed.), *Veterinary Toxicology (Third Edition)* (pp. 553-567). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811410-0.00044-1>
- Guzmán, M., & Serrata, J. (2018). *Evaluación de dos sistemas de producción: Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (Oryza sativa L.) y Convencional en Ranchito, La Vega*. Mao Valverde, República Dominicana: Universidad autónoma de Santo Domingo. Obtenido de http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/DR/DR_Tesis_Guzman18.pdf
- Herrera, M. (2018). *Control de malezas post - emergentes en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) con cinco dosis de propanil + clomazone*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29481/1/Herrera%20Gonz%20c3%a1lez%20Miguel%20c3%81ngel.pdf>
- INTAGRI. (2017). Los riesgos de una mala aplicación de herbicidas. *INTAGRI*.

- IRRI Rice Knowledge Bank. (2003). Manual Transplanting. Recuperado 20 de julio de 2022, de <http://www.knowledgebank.irri.org/training/fact-sheets/crop-establishment/manual-transplanting>
- Islam, F., Ali, S., Farooq, M. A., Wang, J., Gill, R. A., Zhu, J., ... Zhou, W. (2017). Butachlor-Induced Alterations in Ultrastructure, Antioxidant, and Stress-Responsive Gene Regulations in Rice Cultivars. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 45(3), 1500851. <https://doi.org/10.1002/clen.201500851>
- Laguna, J., & Alemán, F. (2018). Efecto del herbicida sulfentrazone 50 SC, en dos concentraciones, solo y en mezcla con clomazone 36 CS, para el control de malezas en el cultivo de arroz, época lluviosa, 2016. *Revista científica*, 18(31), 69-80. doi:<https://doi.org/10.5377/calera.v18i31.7896>
- León, J. (01 de julio de 2020). *Perú se ubica entre los tres primeros países con mayores rendimientos productivos de arroz en el mundo*. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/peru-se-ubica-entre-los-tres-primeros-paises-con-mayores-ren-21883>
- Merino, P. J. G. (2015). Momentos críticos de competencia de malezas en siembra por transplante en el cultivo de arroz variedad mallares en el valle de san lorenzo. *Universidad Nacional de Piura*. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/376>
- Mesa, M., Díaz, O., Tavella, M., Bagué, D., & Sánchez, J. (2018). Factores de transferencia suelo-planta de Elementos Tierras Raras en arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(2), 1-9. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542018000200007
- Ministerio de agricultura y ganadería. (2018). Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fcenta.gob.sv%2Fdocs%2Fguias%2Fgranos%2520basicos%2FGuia%2520Centa_Arroz%25202019.pdf&cLen=10564887&chunk=true

- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Plan Nacional de cultivos. Campaña Agrícola 2019-2020*. Perú: Ministerio de Agricultura y Riego. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/454413901/Plan-Nacional-de-Cultivos-2019-2020b-pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). Comité de subcuenca Mayo. *Autoridad Nacional del agua*. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/2019/consejo-de-cuenca/mayo/UG>
- Ministerio del ambiente. (2019). Bosque de protección Alto Mayo. *Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1834052-bosque-de-proteccion-alto-mayo>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). *Boletín informe del arroz*. Recuperado de [file:///C:/Users/angie/OneDrive/Escritorio/CARRERA%20LIZETH/2022/ABRIL/MAIKOL/boletin-informe-arroz_final%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/angie/OneDrive/Escritorio/CARRERA%20LIZETH/2022/ABRIL/MAIKOL/boletin-informe-arroz_final%20(1).pdf)
- Miñón, J. (2018). El futuro sostenible de los fertilizantes minerales. *aGrae*. Obtenido de <https://www.agrae.es/2018/09/10/futuro-sostenible-fertilizantes-minerales/>
- Mora Carbo, A. A. (2018). *Control químico de malezas en arroz (Oryza sativa L) bajo riego en la zona de Babahoyo*. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4132>
- Olmos, S. (2019). *Herbicidas selectivos para arroz*. CASAFE. Recuperado de <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/herbicida...pdf>
- Olivier, L., James, P., Gerard, E., Pascal, J., Hervé, D., Fluquer, S., . . . Loup, J. (2017). Las resurgencias del Alto Mayo (San Martín, Perú): estudio hidrológico sobre un karst tropical andino-amazónico. *Sociedad Geológica del Perú*(8), 83-96. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fhorizon.documentation.ird.fr%2Fexl-doc%2Fpleins_textes%2Fdivers18-06%2F010072956.pdf&cien=1747002&chunk=true

- Paredes, M., Becerra, V., & Donoso, G. (2021). *100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional 1920-2020. Tomo I*. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/68050>
- Pincirolí, M., & Ponzio, N. (2015). *El arroz, alimento de millones*. Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Quinteros-Gómez, Y. M., Monroy-Vilchis, O., & Zarco-González, M. M. (2021). Turberas en Valle del Alto Mayo, Perú: Importancia, amenazas y perspectivas de conservación. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 28(1). Recuperado de https://www.redalyc.org/journal/104/10464915011/html/#redalyc_10464915011_ref27
- Ramírez, J. (2005). *Zonificación Ecológica y Económica de la Región San Martín*. Recuperado de https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/San_Martin/Memoria_Descriptiva_Uso_Actual.pdf
- Red agrícola. (30 de julio de 2018). *Unalm frente al cambio climático en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Obtenido de <https://www.redagricola.com/pe/unalm-frente-al-cambio-climatico-en-el-cultivo-de-arroz-oryza-sativa-l/>
- Rodríguez, A., Ramírez, M., Falcón, A., Baustista, S., Ventura, E., & Valle, Y. (2017). Efecto del Quitomax en el rendimiento y sus componentes del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) var. INCA LP 5. *Cultivos tropicales*, 38(4), 156-159. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362017000400002&script=sci_arttext&tlng=pt
- Rojas, L., & León, L. (2016). Determinación del potencial del crecimiento vegetal de azotobacter spp. aislados de la rizósfera de malezas en cultivo de arroz. *Scientia Agropecuaria*.
- Rose, M. T., Cavagnaro, T. R., Scanlan, C. A., Rose, T. J., Vancov, T., Kimber, S., ... Van Zwieten, L. (2016). Impact of Herbicides on Soil Biology and Function. En D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy* (pp. 133-220). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.11.005>

- Ruiz, M., Muñoz, Y., Dell amico, J., & Polon, R. (2016). Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial. *Cultivos tropicales*, 37(3), 178-186. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000300020
- Sherwani, S. I., Arif, I. A., & Khan, H. A. (2015). Modes of Action of Different Classes of Herbicides. En *Herbicides, Physiology of Action, and Safety*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/61779>
- Soletto, L., & Lannacone, J. (2019). Toxicidad aguda de tres plaguicidas (Butaclor, oxiclورو de cobre, clorpirifos) sobre anfípodo bentónico marino apohyale grandicornis (kroyer,1845)(crustacea: hyalidae). *Botempo (Lima)*, 241-256. Obtenido de <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/2536/2583>
- Tejada, R., Romaní, F., Wong, P., & Alarcón, J. (2011). Prácticas laborales de riesgo en cultivadores de arroz del valle del Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Revista Peruana de Epidemiología*, 1-3. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3750053>
- Torres, S., & Ortiz, A. (2017). Mecanismos de resistencia de paja rugosa (*Ischaemum rugosum* Salisb.) al herbicida bispiribac-sodio en el cultivo de arroz. *Bioagro*, 29(2), 95-104. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000200003
- Vásquez García, G. (2000). Manejo de malezas en Arroz, aplicando Herbicidas pre-emergentes formulados con diferentes gránulos en Juan Guerra San Martín—Perú. *Universidad Nacional de San Martín*. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1631>
- Villamizar, J., & Pérez, J. (2021). *Evaluación económica del desempeño de tres variedades comerciales de arroz (Oryza sativa) en la finca Los Pirineos, Vereda El Dave, Puerto Santander, Norte de Santander*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas, Bucaramanga. Obtenido de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33504/2021VillamizarJesus.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Wang, H., Sun, X., Yu, J., Li, J., & Dong, L. (2021). The phytotoxicity mechanism of florpyrauxifen-benzyl to *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv and weed control effect. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 179, 104978. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2021.104978>

Wei, F., Droc, G., Guiderdoni, E. & Hsing, Y. (2013). International Consortium of Rice Mutagenesis: resources and beyond. Springer Open Journal.

Zambrano, C., Andrade, M., & Carreño, W. (2019). Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(5), 270-277. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000500270

Zapa, P. (2020). Acompañamiento del manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), variedad fedearroz 473 en la finca la zona, ubicada en Pueblo Nuevo - Córdoba. Montería: Universidad de Córdoba. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3655/zapaoviedo-pedroalejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>