



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y**

**VETERINARIA**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente practico del examen de carácter Complexivo, presentado  
al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para  
obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Mecanismo de acción del herbicida Profoxydim en el cultivo de  
arroz (*Oryza sativa, L.*)

**AUTOR:**

Guillermo David Cabrera Bajaña

**TUTOR:**

Ing. Agr. Juan Mariano Ortíz Dicado, M.sc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

**2024**

## **RESUMEN**

El cultivo del arroz (*Oryza sativa*, L.) Es un rubro económico y de alimentación muy importante para la gran mayoría de los países del mundo, particularmente para los países pobres y medianamente desarrollados como Ecuador y otros países tropicales. Una de las principales dificultades para sacar adelante un cultivo como el arroz son otras plantas no deseadas o malezas, cuya presencia extensiva y en gran cantidad afectan las zonas de cultivo tanto en términos espaciales como temporales. Los herbicidas son utilizados para eliminar malezas mientras protegen el cultivo principal. Un ejemplo de este tipo de herbicida es el Profoxydim, objeto de la presente investigación, que por ser selectivo y controlar un amplio espectro de malezas es muy utilizado en los campos de cultivo del arroz. Los objetivos del presente estudio se centraron en definir lo que son las malezas, su afectación a los cultivos, el reconocimiento de las principales malezas, la acción de los herbicidas para el control, particularmente el modo de actuación de Profoxydim. Los resultados obtenidos, la discusión de estos, las conclusiones y recomendaciones confirman las características físico-químicas, modo de acción, y eficacia del producto en el control de un amplio espectro de malezas que ordinariamente se hacen presentes al momento de sembrar arroz.

### **PALABRAS CLAVE**

Malezas, herbicidas, características físico-químicas, espectro, modo de acción.

## **SUMMARY**

Rice cultivation (*Oryza sativa*, L.) is a very important economic and food sector for the vast majority of countries in the world, particularly for poor and moderately developed countries such as Ecuador and other tropical countries. One of the main difficulties in growing a crop such as rice is other unwanted plants or weeds, whose extensive and large presence affects the cultivation areas both in spatial and temporal terms. Herbicides are used to eliminate weeds while protecting the main crop. An example of this type of herbicide is Profoxydim, the subject of this research, which is widely used in rice fields because it is selective and controls a broad spectrum of weeds. The objectives of this study focused on defining what weeds are, their impact on crops, the recognition of the main weeds, the action of herbicides for control, particularly the mode of action of Profoxydim. The results obtained, their discussion, conclusions and recommendations confirm the physical-chemical characteristics, mode of action, and efficacy of the product in controlling a broad spectrum of weeds that are usually present when planting rice.

### **KEYWORDS:**

Weeds, herbicides, physical-chemical characteristics, spectrum, mode of action.

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY .....	III
INDICE DE CONTENIDO.....	IV
Tabla de Figuras .....	V
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	2
<b>1.4. OBJETIVOS</b> .....	2
<b>1.4.1. Objetivo General</b> .....	2
1.4.2. Objetivos Específicos .....	2
1.5. Líneas de Investigación.....	3
2. DESARROLLO .....	4
2.1. Marco Conceptual .....	4
2.1.1. Origen del cultivo de arroz .....	4
2.1.1.1. Importancia y economía del arroz en el Ecuador .....	5
2.1.2. Generalidades .....	6
2.1.2.1. Clasificación taxonómica del cultivo de arroz .....	6
2.1.3. Morfología de la planta de arroz .....	7
2.1.4. Principales malezas que controla el herbicida Profoxidim .....	9
2.1.5. ACCIÓN DE LOS HERBICIDAS.....	13
2.1.6. Formas de control de malezas en el cultivo de arroz. ....	16
2.1.7. Características físico-químicas del herbicida Profoxydim .....	19
2.2. Marco Metodológico de la investigación. ....	21
2.3. Resultados.....	21
2.4. Discusión de resultados.....	22
3. Conclusiones y Recomendaciones .....	24
3.1. Conclusiones .....	24
3.2. Recomendaciones .....	25
4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	26
4.1. Referencias Bibliográficas.....	26
4.2. ANEXOS .....	34

## Tabla de Figuras

Figura 1. Maleza Echinochloa crus-galli en estado vegetativo .....	9
Figura 2. Maleza Echinochloa colona en estado vegetativo. ....	10
Figura 3. Maleza Brachiaria platyphylla en estado vegetativo. ....	11
Figura 4. Maleza Paspalum distichum en estado vegetativo. ....	12
Figura 5. Representación esquemática del modo de acción de un herbicida.....	13
Figura 6. Modo de actuación del herbicida .....	15
Figura 7. Efectos Fisiológicos en Malezas sensible y resistente.....	16
Figura 8: Esquema de formula del herbicida Profoxydim.....	19

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El arroz es el segundo cereal más consumido a nivel mundial después del trigo y cubre una superficie de 155 millones de hectáreas (Estrada 2018); su cultivo significa el 85% de la producción de esta gramínea y se da principalmente en China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam y Tailandia; estos países comercializan alrededor del 80% de la producción mundial y, y el consumismo de arroz, se extiende a más de 110 países del planeta. Como ya se dijo, los principales productores son China, India, Indonesia, Bangladesh y Vietnam, mientras que los principales exportadores son India, Tailandia, Estados Unidos, Pakistán y Vietnam, además de otros pequeños países asiáticos y, en América Estados Unidos, Brasil, Colombia y Uruguay, principalmente. (Dfinnova 2022).

El arroz es un cultivo importante para la mayoría de la población global, se destaca tanto por la extensión de su cultivo como por el número significativo de personas que dependen de él para su consumo y como sustento económico. Además de su valor alimenticio, el arroz representa una fuente principal de trabajo para numerosas comunidades. El cultivo, consumo y comercio de arroz varía según los tipos y la calidad del grano. En Ecuador, los principales productores de arroz son las provincias de Guayas, Los Ríos y los valles cálidos de la provincia de Loja porque sus tierras tienen la vocación agrícola apropiada para esta clase de cultivos, por ser tierras arcillosas, con clima cálido, riego estacional y riego mecánico artificial, además de la escogencia de variedades adaptadas y técnicas apropiadas para el desarrollo del cultivo. (Charry 2021).

Las malezas o malas hierbas que siempre se presentan en los cultivos de arroz son importantes y hay que tenerlas en cuenta al momento de controlar el desarrollo del cultivo ya que pueden reducir significativamente la productividad y producción total comercial, pudiendo ser de hasta un 30% o más. El control de malezas puede realizarse, entre otras técnicas, con procedimiento manual o mecánico, utilizando herbicidas o combinando estas técnicas. La atención para las malezas es principalmente en las fases iniciales del cultivo; en estos momentos es cuando hay que eliminarlas para evitar la competencia de éstas con las plantas de

arroz por los nutrientes del suelo, además que, en los primeros estudios las malezas son más susceptibles a la acción herbicida. (Labrada 2018).

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Generalmente, los agricultores arroceros enfrentan un grave problema en sus cultivos por la inevitable presencia de las malas hierbas o plantas no deseadas. Los agricultores saben que las malezas afectan el rendimiento y, consecuentemente, afectan sus economías por disminución de la producción. Saben también que para evitar este problema hay que eliminarlas a como dé lugar utilizando mecanismos de control que pueden ser manuales, mecánicos o químicos (utilizando herbicidas).

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Desde siempre, las malas hierbas han estado afectando negativamente la producción de arroz, aprovechando la alta resistencia desarrollada frente a los herbicidas permitidos y ocasionando pérdidas de producción y pérdidas económicas al productor. Esta problemática hay que enfrentarla realizando constantes ensayos de campo para probar la eficiencia y eficacia de los diversos mecanismos de control entre los que se cuentan controles manuales, mecánicos y químicos con herbicidas. Con estas acciones, además, se evita que las malezas compitan por nutrientes con el cultivo de arroz, también se evita la presencia de insectos nocivos que se alimentan de la parte vegetativa de la planta y crean condiciones apropiadas para hongos y bacterias que provocan enfermedades fungosas.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Estudiar el mecanismo de acción del herbicida químico Profoxydim en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L.)

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Explicar las características físico -químicas del herbicida Profoxydim.
- Describir los efectos del herbicida Profoxydim en las malezas del cultivo de arroz.
- Informar sobre las malezas que controla el herbicida Profoxydim en el cultivo de arroz.

## **1.5. Líneas de Investigación**

La presente investigación se centra en el estudio del herbicida Profoxydim y su mecanismo de acción en el cultivo de arroz (*Oryza sativa, L.*). En este contexto, la investigación se orienta con apego a los siguientes lineamientos:

**DOMINIO INSTITUCIONAL:** Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad, biotecnología.

**CARRERA:** Ingeniería agronómica.

**LINEAS:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial, sostenible y sustentable.

**SUBLINEAS:** Agricultura sostenible y sustentable  
Sanidad agropecuaria.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Marco Conceptual

#### 2.1.1. Origen del cultivo de arroz

El arroz, es una planta gramínea conocida científicamente como (*Oryza sativa*, L.), tiene su origen en la antigua Asia, específicamente en el sur de China. Tradicionalmente, este cereal es consumido por personas de clases socioeconómicas medio y bajas. Su cultivo data desde hace muchos siglos; la planta puede alcanzar una altura de hasta 6 pies. Pertenece a la misma familia vegetal de la avena y es reconocido por su alto contenido de nutrientes y minerales como la Riboflavina, Retinol, Calcio, Magnesio, Fósforo y Carbohidratos (Renzo 2022).

Según Gargano (2018) el tiempo que tarda en completarse el ciclo de crecimiento del arroz puede variar entre 3 y 4 meses, dependiendo de la variedad específica y las condiciones ambientales en las que se desarrolla. Según la duración del ciclo, se distinguen variedades de ciclo corto, medio y largo. Aunque el arroz puede tolerar condiciones ambientales extremas, su cultivo es más propicio en áreas que son muy calurosas y húmedas. Las temperaturas ideales para el desarrollo de este cultivo varían, entre 28 y 30°C (óptimas) y 40 y 45°C. (Extremas).

Los llamados "arroz silvestres" son variedades genéticas originarias de las zonas donde el arroz se desarrolló inicialmente, especialmente en el sudeste de Asia. Estas variedades pertenecen al mismo género y especie que las variedades cultivadas comercialmente como la *Oryza sativa*; este género y especie de arroz tiene la alta capacidad de cruzarse naturalmente y sus granos son altamente comestibles y nutritivos. (Gargano 2018).

Los asuntos del clima, como la temperatura, precipitaciones, humedad, y riego tienen un impacto considerable en las fases de crecimiento de la planta de arroz (se desarrollan más rápido o más lento). Cada fase propicia la acumulación de una cantidad específica de calorías para las plantas, y cuando la temperatura aumenta, se acumulan más grados-día, lo que acelera el ciclo de crecimiento (Velázquez 2021).

### **2.1.1.1. Importancia y economía del arroz en el Ecuador**

En Ecuador, se siembran cada año aproximadamente 570 mil hectáreas de arroz, distribuidas; en promedio, entre 415 mil hectáreas en invierno y 155 mil hectáreas en verano. Este cultivo se realiza en 75 mil unidades de producción agropecuaria, de las cuales el 80% son operadas por productores que poseen hasta 20 hectáreas de tierra.

En algún momento, el mercado local de arroz experimentó beneficios económicos significativos por la exportación de excedentes de producción beneficiando a los productores y pequeñas industrias nacionales. (Agricultura 2020).

En Ecuador, solo dos provincias, Guayas y Los Ríos, dominan el 83% del área cultivada con esta gramínea. Otras provincias significativas en la producción incluyen a Manabí, con un 11%, seguida por Esmeraldas, Loja (sus valles cálidos) y Bolívar (sus estribaciones), cada una con un 1%. El 3% restante se distribuye entre otras provincias (Rodríguez 2022).

En términos de producción, Guayas y Los Ríos contribuyen con el 47% y el 40%, respectivamente del PIB de este producto agrícola. Manabí aporta el 8%, mientras que las demás provincias productoras tienen producciones menores, lo que se refleja en rendimientos más bajos en comparación con las principales zonas productoras (Rodríguez 2022).

Ya se explicó a la grande importancia del cultivo de arroz en el mundo; en efecto, a nivel mundial, ocupa el segundo lugar en área cultivada después del trigo, y en términos de aporte calórico para la salud humana, supera a cualquier otro cereal. Además de su función alimentaria, el arroz es vital para la economía rural en gran parte de Asia, siendo este cultivo característico de Asia meridional y oriental, aunque también se cultiva extensamente en África y América, y de manera intensiva en algunas áreas del sur de Europa, especialmente en las regiones mediterráneas (Estrada 2018).

Debido a las particularidades del mercado global del arroz, este contribuye a la fluctuación de los precios. Por consiguiente, se consideran los siguientes aspectos en el ámbito internacional del arroz: se destaca la comercialización de cantidades reducidas en comparación con las cantidades producidas o consumidas. Esto significa que pequeñas variaciones en la producción o el consumo de los principales productores, consumidores o países compradores y vendedores pueden tener un impacto significativo en la cantidad ofrecida en el mercado y, por ende, en los precios (Barrera 2023).

Hasta este momento, el fenómeno del Niño no ha tenido mayor impacto en la producción de la gramínea. Debido a las previas advertencias catastróficas, los agricultores optaron por no sembrar variedades de largo ciclo, sino de ciclo corto (de 3 meses de ciclo vegetativo), lo que evita pérdidas de producción y económicas, más bien resultados favorables en cosecha (Barrera 2023).

## **2.1.2. Generalidades**

### **2.1.2.1. Clasificación taxonómica del cultivo de arroz**

Según Herrera (2010), el arroz es conocido científicamente como (*Oryza sativa*, L); es planta de una sola semilla y se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

**Reino:** plantae

**División:** fanerógama

**Tipo:** espermatófita

**Subtipo:** angiosperma

**Clase:** monocotiledónea

**Orden:** glumifloral

**Familia:** gramineae

**Subfamilia:** panicoidea

**Tribu:** oryzeae

**Subtribu:** oryzinea

**Género:** *Oryza*

**Especie:** *sativa*

### **2.1.3. Morfología de la planta de arroz**

#### **2.1.3.1. Raíz**

Las raíces del arroz son muy finas, fibrosas y fasciculadas. Hay dos tipos de raíces, las raíces seminales, que se desarrollan desde la radícula de la semilla germinada y son temporales, y las raíces adventicias secundarias, que tienen libre diseminación en la tierra y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Las características de crecimiento y desarrollo de las raíces del arroz varían según la variedad, y son influenciados por las condiciones del suelo y el nivel de fertilización (Reyes 2020).

#### **2.1.3.2. Tallo**

Esta planta tiene tallos erectos, huecos cilíndricos con nudos y espacios entre ellos, donde las hojas están unidas. (Ortuño 2022).

El tallo del arroz se caracteriza por tener nudos y entrenudos dispuestos alternadamente, siendo cilíndricos, nodosos, lisos y con una longitud que oscila entre los 60 y 120 cm (Gomes 2019).

#### **2.1.3.3. Hojas**

Las hojas son de forma lanceolada, tienen un limbo largo, estrecho y plano. En el lugar donde la vaina se une al limbo, hay una pequeña membrana llamada lígula, que está dividida en dos y es erguida. En el borde inferior de la lígula hay una serie de pelos largos y suaves (Peralta 2018).

#### **2.1.3.4. Panícula**

La panícula está situada sobre el nudo apical del tallo, llamado nudo ciliar y es base de la panícula, su forma es arqueada. En el nudo ciliar no se forman hojas ni yemas de hijos, pero a partir del mismo se puede originar la primera ramificación de la panícula y, según el caso, otras tres ramificaciones. Este nudo se toma como punto de referencia para medir la longitud del tallo y de la panícula. El entrenudo superior del tallo, en cuyo extremo se encuentra la panícula, se denomina pedúnculo. Su longitud varía mucho según la variedad de arroz (Gonzales 2019).

### **2.1.3.5. Espigas**

La parte de la planta llamada espiguilla, que constituye la unidad básica de la inflorescencia, está conectada a la ramificación a través del pedicelo. En el género *Oryza*, las espiguillas contienen tres flores o florecillas, pero solo una de ellas se desarrolla completamente y es capaz de producir semillas. Cada espiguilla está formada por la raquilla, las florecillas propiamente dichas y dos lemas estériles (Sánchez 2020).

### **2.1.3.6. Flor**

La inflorescencia está en la punta de la planta y es estimulada para su generación y crecimiento por la presencia del agua. La flor tiene seis estambres y un pistilo. Los estambres son delgados filamentos que sostienen las anteras, las cuales son alargadas y divididas, conteniendo los granos de polen. En el pistilo se pueden distinguir el ovario, el estilo y el estigma. El ovario tiene una cavidad simple que contiene un solo óvulo. El estilo es corto y termina en un estigma doble y plumoso. El estigma varía en color dependiendo de la variedad de arroz, puede ser blanco, verde claro, amarillo, púrpura claro o púrpura (Fontagro 2019).

### **2.1.4.7. Grano**

El grano de arroz es equivalente al ovario maduro; el arroz en cáscara se denomina arroz paddy y, una vez descascarado arroz pilado. Después de ser descascarado en molino, el grano de arroz de superficie pardusca puede llamarse arroz integral, mientras que, realizado el pulimento del grano, es el arroz flor comercial; el arroz silvestre con pericarpio gris o negro que al descascararse devela un grano rojizo se denomina arroz rojo (Sánchez 2020).

#### 2.1.4. Principales malezas que controla el herbicida Profoxidim

*Echinochloa crus-galli*.- Esta maleza crece anualmente entre 10 a 100 cm de altura. Sus hojas carecen de lígula en estado de plántula, la vaina es aplanada. La inflorescencia se compone de un racimo de 2 a 10 cm de longitud, con varias espigas bien definidas que están separadas entre sí. La mayoría de las espiguillas miden entre 2,8 y 3,5 mm, son comprimidas. Su capacidad de propagarse rápidamente la convierte en una planta indeseable que causa graves daños a cultivos como el arroz, maíz, la soja y las hortalizas, llegando a provocar pérdidas que pueden alcanzar hasta el 50%

**Ecología.** Suelos húmedos, terrenos removidos, huertos.

**Nombre común.** (Pata de gallina).

**Cultivos.** Cultivos que requieren riego (como alfalfa, arroz, frutas, verduras y maíz) (Herbario 2019). En la (figura 2) se observa el tipo de maleza *Echinochloa crus-galli*, hierba crece frecuentemente en suelos húmedos, esta maleza crece en el arroz por lo que es recomendable la aplicación de herbicidas antes o después de la siembra.



**Figura 1.** Maleza *Echinochloa crus-galli* en estado vegetativo

**Fuente:**(Wallace 2023).

*Echinochloa colonum*.- Se reproduce a través de semillas; un solo individuo es capaz de generar miles de ellas. Las primeras semillas germinan y las plantas

resultantes alcanzan la madurez en aproximadamente 45 días. La producción de semillas continúa hasta que la planta se seca al comienzo de la estación seca, cuando el suelo se vuelve extremadamente seco en áreas temporariamente inundadas

**Germinación.** Ocurre tras el drenaje del área.

**Crecimiento.** Continúa siempre mientras el suelo permanezca húmedo.

**Ecología.** No muestra preferencia climática específica en los trópicos, siempre y cuando el suelo esté bien húmedo, incluso temporalmente inundado. Esta especie es frecuente y a veces abundante en áreas parcialmente inundadas entre estaciones. *Echinochloa colonum* es una maleza común en los campos de arroz inundados en terrenos bajos.

**Hojas.** En la (figura 3) se observa el tipo de maleza *Echinochloa colonum*, también reconocida como “arrocillo” pues crece en lugares húmedos e inundados, y es muy macolladora. Sus hojas son planas, con vainas glabras, a veces de color púrpura por lo que es recomendable la aplicación de herbicidas antes o después de la siembra en el arroz.

**Suelo.** Muy arcillosos y húmedos como los vertisoles, los aluviales recientes a lo largo de los ríos, los planosoles y las zonas bajas de terrenos ( Plantnet 2018).



**Figura 2.** Maleza *Echinochloa colona* en estado vegetativo.

**Fuente:** (Gómez 2020).

*Brachiaria platyphylla*.- Es una maleza de crecimiento anual que alcanza alturas de 25 a 70 cm. Presentan tallos que se doblan en los nudos inferiores y desarrollan raíces, ramificándose posteriormente de manera recta y con múltiples nudos. Los entrenudos miden de 2,5 a 11,5 cm de largo, son finamente estriados, de forma cilíndrica y sin vellosidades visibles. Los nudos están comprimidos y carecen de vellosidades, mientras que las vainas miden de 3 a 10 cm de largo, presentan estriaciones y pueden ser ligeramente peludas, con bordes membranosos.

**Síntomas/Daños.** Es una planta problemática tanto para el medio ambiente como para la agricultura. Esta maleza tiene un crecimiento muy invasivo y puede disminuir la producción de los cultivos principalmente del cultivo de arroz y maíz (SENASA 2022).

En la (figura 4) se observa el tipo de maleza *brachiaria platyphylla*, también conocida como “pasto bandero”.



**Figura 3.** Maleza *Brachiaria platyphylla* en estado vegetativo.

**Fuente:** (Toledo 2022).

*Paspalum distichum*.- Es una maleza de baja estatura que se desarrolla en áreas ocasionalmente húmedas y presenta estolones prominentes. Además, sus flores están agrupadas en espiguillas dispuestas en dos racimos emparejados. Comúnmente las bases de sus hojas están agrupadas formando una especie de bulbo (Ugarte 2020).

En la (figura 5) se observa el tipo de maleza *Paspalum distichum*, que también se la reconoce como “hierba carmín”. Su hábitat son los sectores bien húmedos donde logra tupir e impedir el desarrollo del cultivo de arroz.



**Figura 4.** Maleza *Paspalum distichum* en estado vegetativo.

**Fuente:** (Ordoñez 2020).

**Hábitat:**

**Suelo.** Prospera tanto en suelos húmedos como en aquellos que están bien drenados, siempre y cuando no haya una competencia excesiva.

**Germinación.** La especie puede reproducirse usando semillas o vegetativamente mediante estolones. Las semillas permanecen en estado latente.

**Cultivos afectados.** Puede representar un problema en arrozales, maíz diferentes cultivos perennes que requieren riego y plantaciones.

**Distribución.** En la actualidad, esta especie se encuentra extendida por diversas zonas tropicales y subtropicales (Espinosa 2017).

### 2.1.5. ACCIÓN DE LOS HERBICIDAS

Los herbicidas son sustancias químicas utilizadas para controlar o eliminar plantas no deseadas, especialmente malezas, su modo de acción en las plantas se clasifica principalmente en dos tipos sistémico y de contacto, los herbicidas sistémicos son absorbidos por las plantas y se distribuyen a través del sistema vascular, afectando procesos metabólicos esenciales, y los herbicidas de contacto ellos actúan directamente sobre las partes de la planta que tocan y no son absorbidos. Por ejemplo, el paraquat causa daño inmediato al contacto (Parrales 2018).

Un ejemplo de este tipo de herbicida es el Profoxydim, el cual es un herbicida de modo de acción sistémico que pertenece a la familia de las ciclohexanodionas y actúa como inhibidor de la acetil-coenzima carboxilasa. Este herbicida se utiliza específicamente en el cultivo del arroz y, según ensayos realizados, ha demostrado ser efectivo contra malezas como *Echinochloa crus-galli*, *Echinochloa colona*, *Brachiaria platyphylla* (brachiaria), y *Paspalum distichum* (gramilla blanca) (BASF 2020).

En la (figura 1) podemos observar el modo esquemático de la acción del herbicida sobre las malezas.



**Figura 5.** Representación esquemática del modo de acción de un herbicida

**Fuente:**(Palacios 2022).

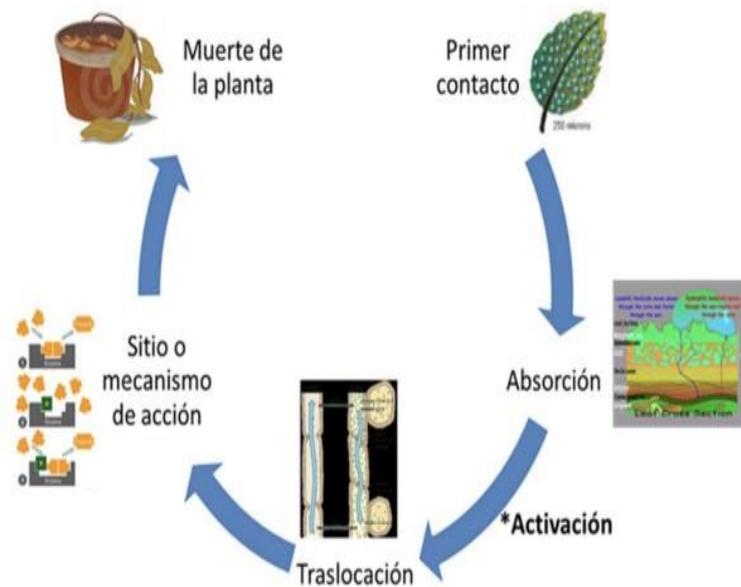
## **Características del herbicida Profoxydim**

Según Basf 2020, el herbicida Profoxydim tiene las siguientes características:

- ✓ Control de Malezas: Profoxydim es efectivo contra una amplia gama de malezas gramíneas.
- ✓ Tiempo de aplicación: Es un herbicida postemergente.
- ✓ Selectividad: Es selectivo para gramíneas, lo que significa que tiene poca o ninguna actividad sobre las plantas no gramíneas, como el arroz y otras plantas de hoja ancha cultivadas en arrozales.
- ✓ Modo de Acción: Actúa como un inhibidor de la síntesis de lípidos, interfiriendo específicamente en la formación de ceras cuticulares en las hojas de las malezas gramíneas susceptibles.
- ✓ Beneficios en el Cultivo de Arroz: El Profoxydim ayuda a reducir la competencia por nutrientes, agua y luz solar, permitiendo así un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.
- ✓ Aplicación y Precauciones. Se aplica generalmente en post-emergencia y debe aplicarse según las recomendaciones específicas de la etiqueta para evitar efectos adversos en el cultivo de arroz (SAG 2017).

## **Mecanismo de Acción de los herbicidas en las malezas**

En la (figura 6) se observa el modo de actuación del herbicida en cada contacto directo con la maleza, es recomendable usar la dosis necesaria para combatirla de forma completa.



**Figura 6.** Modo de actuación del herbicida

**Fuente:** (Ocampo 2023).

### **Selectividad del Profoxydim**

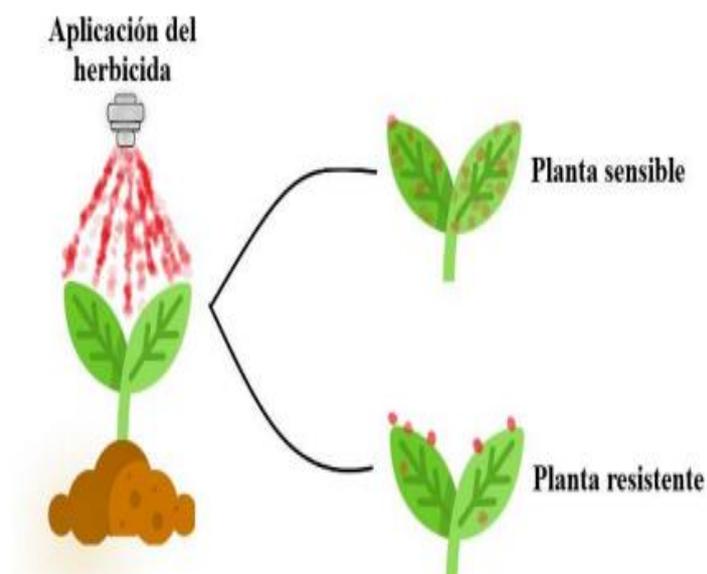
Profoxydim es un herbicida de acción sistémica postemergente que contiene ciclohexanodiona. Se absorbe eficazmente a través de las partes verdes de la planta y se mueve hacia todos sus tejidos, incluidos los meristemas. Funciona como inhibidor del acetil carboxilasa en los cloroplastos, interfiriendo así con la síntesis de lípidos en las gramíneas sensibles. La razón por la que es selectivo para el arroz es porque se transforma rápidamente en sustancias que no son tóxicas para las plantas. En el suelo, se degrada completamente en unos 8 días. En condiciones neutras y a 20 °C, se descompone por hidrólisis en aproximadamente 140 días (Agroquímico 2024).

### **Efectos fisiológicos del herbicida en malezas susceptibles**

Las malezas son un desafío recurrente en la mayoría de los terrenos cultivables. Similar a los cultivos, han surgido debido a la selección no intencional del hombre algunas especies predominan sobre los cultivos, provocando pérdidas económicas. A nivel global, existen aproximadamente ocho mil tipos de malezas, y representan el 13% de los daños causados por plagas en la agricultura (Parrales 2018).

Estas plantas indeseables generan problemas como la competencia por luz y nutrientes con los cultivos, actúan como hospederas de plagas y enfermedades, liberan compuestos tóxicos para inhibir el crecimiento de otras plantas, y pueden dificultar la cosecha, incluso contaminándola. El método más común para controlar las malezas es el uso de herbicidas, que son sustancias químicas aplicadas con este propósito (Ulzurrún 2013).

Los efectos fisiológicos que los herbicidas tienen en las malezas pueden afectar la regulación del crecimiento, inhibir la división celular, la respiración y la fotosíntesis, así como interrumpir procesos metabólicos complejos. Estos herbicidas pueden agruparse en familias según características compartidas entre ellos, siendo clasificados según el momento de aplicación: pre- siembra, pre-emergencia y post-emergencia (Ulzurrún 2013).



**Figura 7.** Efectos Fisiológicos en Malezas sensible y resistente

**Fuente:** (Tapia 2020).

### **2.1.6. Formas de control de malezas en el cultivo de arroz.**

En el ciclo de crecimiento de cualquier tipo de cultivo, las malezas son las principales que afectan al cultivo, ya que pueden ocasionar pérdidas económicas significativas. Las malas hierbas surgen como resultado de la interacción entre especies, provocada por la actividad humana al iniciar la agricultura, lo que ha

alterado tanto el suelo como el hábitat. Los métodos para prevenir incluyen rotar los cultivos, utilizar cultivos de cobertura (como abonos verdes o cobertura muerta), diversos sistemas de labranza y preparación de la cama de semillas, solarización del suelo, manejo del drenaje y los sistemas de riego, así como la gestión de los residuos agrícolas (Salazar 2019).

Durante los primeros 30 días después de la siembra, el arroz atraviesa una fase crítica en la que es importante evitar la presencia de malezas, ya que podrían reducir la productividad entre un 45% y un 75%. Este riesgo es válido tanto en sistemas de siembra en seco, como en sistemas de riego (Guzmán 2022).

Algunas de las especies de malezas más problemáticas que están afectando al cultivo de arroz son. *Cyperus rotundus* (coquito), *Cyperus iria* (cortadera), *Leersia hexandra* (cegua), *Sesbania exaltata* (tamarindillo); también se presentan especies de malezas acuáticas como *Heteranthera reniformis* (oreja de ratón) y *Limnocharis flava* (buchón). Además, el género más es *Echinochloa* (liendre de puerco, barba de indio), *Leptochloa* (paja de mona, plumilla) y las especies *Oryza sativa* (arroz rojo), *Eclipta alba* (botoncillo), *Ludwigia spp.*, (clavo de agua) y *Fimbristylis miliacea* (arrocillo) (Peña 2010).

#### **2.1.6.1. Efectos de las malezas en el cultivo de arroz.**

Uno de los principales obstáculos para el crecimiento adecuado de los cultivos de arroz son las malezas. Para mitigar este problema, que afecta a aproximadamente el 28 % del costo total de producción generalmente se recurre al uso de herbicidas. Estos productos se utilizan tanto antes como después de la emergencia de las malezas, siendo considerados una herramienta efectiva para su manejo.

Entre las consecuencias negativas que se tienen con la presencia de malezas, citamos:

- Intensa competencia entre la maleza y la planta principal por el aprovechamiento de los macros y micro nutrientes del suelo, el agua y la luz solar.
- Presencia de toxinas dañinas que algunas malas hierbas liberan dañando las plantas cultivadas a través de sus raíces.

- Establecimiento de un entorno favorable para que los insectos plagas se reproduzcan.
- Dificulta la recolección y afecta la calidad del producto obtenido debido a la contaminación (Peña 2010).

### **2.1.6.2. Control de Malezas**

#### **Control Cultural**

Se trata de utilizar técnicas agronómicas para crear condiciones desfavorables para las malezas mientras se favorece el crecimiento y desarrollo del cultivo. Las prácticas clave incluyen el uso de semillas certificadas, preparación adecuada de las parcelas o campos de cultivo inundable, manejo eficiente del riego, fertilización óptima y rotación de cultivos (FAO 2021).

#### **Control Manual**

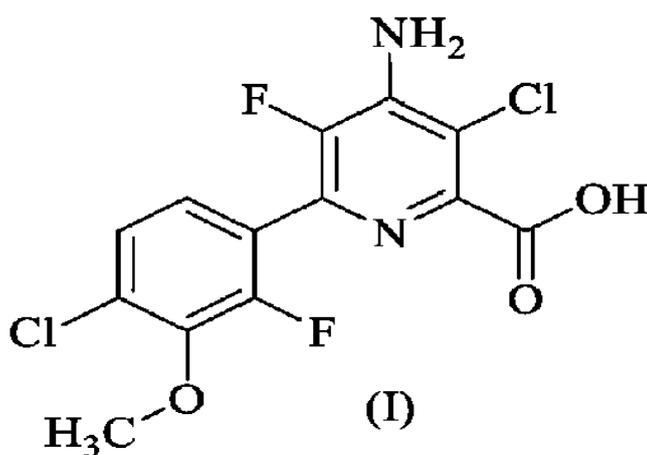
Esto implica el uso de herramientas realizadas por personas, como el machete, fumigación con bomba (mochila) .Otra forma es inundar las parcelas antes de la siembra o trasplante, ya que favorece el crecimiento de malezas que luego pueden ser eliminadas durante la preparación por fanguero del terreno (Rodríguez 2023).

#### **Control Químico**

Para eliminar las malezas del cultivo de arroz, se puede utilizar el control químico mediante la aplicación de herbicidas, con o sin selectividad; lo importante es determinar el momento adecuado para aplicarlos y la persistencia del ingrediente activo en la maleza y en el suelo. Entre los herbicidas más utilizados para controlar malezas en arroz, principalmente en arroz transplantado se encuentran el pyrazosulfuron-etil, butachlor, 2,4-D, MCPA, propanil, thiobencarb, quinclorac y fenoxaprop-etil (Fernández 2017).

### 2.1.7. Características físico-químicas del herbicida Profoxydim

Es un herbicida postemergente y selectivo que afecta a malezas gramíneas y ciperáceas cuando se aplica el herbicida, algunas plantas de arroz mueren o dejan de crecer, mientras que otras muestran una resistencia efectiva. Por lo tanto, el uso de un herbicida selectivo permite retardar el crecimiento o eliminar las malezas, mientras que el cultivo principal tolera la aplicación del producto químico (Ortiz 2015).



**Figura 8:** Esquema de formula del herbicida Profoxydim

**Fuente:**(Garzón 2017).

**Profoxydim.** Es de la categoría de las ciclohexanodiona; es un herbicida sistémico de postemergencia que se absorbe rápidamente a través de las partes verdes de la planta y se mueve hacia todos sus tejidos, incluidos los tejidos meristémicos. Actúa como inhibidor del acetil Coa carboxilasa en los cloroplastos, afectando la producción de lípidos en las gramíneas sensibles (Aura 2020).

**Composición.** Profoxydim es una formulación concentrada emulsionable de 200 g/L, diseñada para ser utilizada a 20 °C en aplicaciones post emergencia, con el fin de controlar las malezas (Aura 2020).

**Arroz.** Manejo de malezas como el zacate de agua (*Echinochloa colonum*), zacate pata de gallo (*Eleusine indica*) y zacate frente de toro (*Digitaria sanguinalis*).

**Dosis:** Corrientemente se usa Profoxydim a una dosis de 0.75 L/Ha cuando el arroz ha desarrollado 4 hojas (aproximadamente 20 días después de la germinación) y las gramíneas estén en una macolla y en activo crecimiento. Para aplicaciones tardías se puede utilizar Profoxydim a 1.0 L/Ha. Es importante asegurar que la mezcla tenga un volumen suficiente agua-producto para cubrir adecuadamente las malezas. Además, Profoxydim debe siempre ser acompañado por un coadyuvante-penetrante, utilizando las dosis y volúmenes de aplicación especificados a continuación.

Cultivo	Maleza	Dosis L/Ha.
Arroz	Liendre puerco ( <i>Echinochloa colonum</i> ) Falsa caminadora ( <i>Ischaemum rugosum</i> ) Caminadora ( <i>Rottboelia cochinchinensis</i> ) Guarda rocío ( <i>Digitaria sanguinalis</i> ) Paja mona ( <i>Leptochloa filiformis</i> ) Eragrostis ( <i>Eragrostis spp</i> )	0.75

**Tabla 1:** Tipos de malezas que afectan el cultivo de arroz

**Fuente:**(Arriaga 2019).

También el herbicida Profoxydim es ampliamente reconocido por sus características físicas que lo hacen especialmente adecuado para el cultivo de arroz. Este herbicida se presenta generalmente en forma de concentrado emulsionable, lo que facilita su aplicación en los campos arroceros. Su formulación líquida permite una distribución uniforme sobre las hojas y tallos de las plantas de arroz, asegurando así una eficacia óptima en la eliminación de malezas sin afectar negativamente al cultivo deseado (Soto 2019).

## **2.2. Marco Metodológico de la investigación.**

La presente investigación fue bibliográfica, no experimental, documental y de consulta profesional específica sobre el tema malezas y forma de control químico, principalmente con el herbicida Profoxydim en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*).

La técnica utilizada fue de consulta, análisis, selección, inducción y deducción utilizando información colectada a partir de documentos actualizados, blog de artículos de investigación, bibliotecas virtuales, y sitios web especializados; este procedimiento ayudó a presentar las teorías, resultados de investigación, ideas y opiniones de diversos autores y profesionales expertos.

## **2.3. Resultados**

El Profoxydim es un herbicida sistémico, postemergente, que actúa inhibiendo la enzima ACCasa, esencial para la síntesis de lípidos lo que lleva a la muerte de las malezas susceptibles y presentes en el cultivo de arroz. Sus efectos incluyen la inhibición de la elongación del tallo, reducción del crecimiento vegetativo, disminución de la fotosíntesis y degradación de las membranas celulares, resultando en la muerte de las malezas; en tanto que la planta de arroz permanece relativamente indemne debido a la resistencia y tolerancia que opone su enzima ACCasa.

El Profoxydim es eficaz para controlar gran variedad de malezas de hoja angosta y ancha en el cultivo de arroz, incluyendo especies como *Echinochloa spp.* (barbón), *Cyperus spp.* (ciperáceas), malezas que compiten con el arroz por nutrientes, agua y luz, reduciendo el rendimiento del cultivo.

El Profoxydim también combate otras malezas problemáticas del arroz, como *Digitaria spp.* (Digitaria), *Panicum spp.* (panicum), y *Brachiaria spp.* (brachiaria). Controladas estas malezas por el Profoxydim, mejora la calidad y cantidad del arroz cosechado, y reduce la necesidad de aplicaciones de herbicidas adicionales o métodos de control manual, lo que generalmente resulta más costoso y laborioso.

En términos de propiedades físicas, el Profoxydim tiene un punto de ebullición a 250-260°C y una densidad de 1,05 g/cm<sup>3</sup>. Su estabilidad química es buena, pero puede degradarse lentamente en condiciones de alta temperatura y humedad en el cultivo de arroz. El Profoxydim es compatible con la mayoría de los herbicidas y fertilizantes utilizados en el cultivo de arroz, lo que es una ventaja para su aplicación en combinación con otros productos.

La molécula de Profoxydim actúa inhibiendo la enzima acetil-CoA carboxilasa (ACCase), esencial para la síntesis de lípidos en las plantas. Esto provoca la muerte de las malezas sensibles, mientras que el arroz permanece relativamente indemne debido a su enzima ACCase resistente. La concentración letal del Profoxydim varía según la especie de maleza y las condiciones de aplicación.

#### **2.4. Discusión de resultados**

Según Muñoz (2021), la acción del Profoxydim al inhibir la enzima ACCasa en las malezas susceptibles en el cultivo de arroz, resulta en una serie de efectos fisiológicos que llevan a la muerte de las malezas, lo cual está comprobado y sugiere que este herbicida es una herramienta efectiva para el control de malezas del arroz. Rodríguez (2018) concuerda con esta afirmación, y destaca la selectividad del Profoxydim en el cultivo de arroz porque la enzima ACCasa crea resistencia en la planta lo que minimiza el riesgo de daño al cultivo; esta función fisiológica es deseable para los agricultores que buscan maximizar su producción y reducir las pérdidas causadas por las malezas.

Lo mismo confirma Herrera (2019), para quien, los efectos del Profoxydim en las malezas susceptibles son la inhibición de la elongación del tallo y reducción del crecimiento vegetativo, disminución de la fotosíntesis y reducción de la producción de carbohidratos, y degradación de las membranas celulares; esto resulta en un mecanismo de acción multifacética que conduce a la muerte de la planta. Entonces, se confirma que el Profoxydim es un herbicida potente y efectivo para controlar malezas en el cultivo de arroz, y que su modo de acción puede ser especialmente útil para controlar malezas que son resistentes a otros herbicidas o

que tienen un crecimiento vigoroso. Dávila (2023) se suma a esto y explica que la capacidad del Profoxydim para afectar múltiples procesos fisiológicos en las malezas susceptibles, como el crecimiento, la fotosíntesis y la integridad celular, destacan su eficacia como herbicida para el control de malezas en el cultivo de arroz; destaca además, su potencial para controlar malezas resistentes a otros herbicidas o con crecimiento vigoroso, ayudando a minimizar el desarrollo de resistencia y a mantener la sostenibilidad del cultivo de arroz.

En consideración a la densidad y punto de ebullición de este herbicida, Peralta (2020) nos informa que Profoxydim es un compuesto químico estable y versátil que puede ser utilizado en una amplia variedad de condiciones ambientales en el cultivo de arroz. Sin embargo, su degradación lenta en condiciones de alta temperatura y humedad sugiere que su eficacia puede disminuir en entornos extremos, lo que debe ser considerado en la planificación de su aplicación Sánchez (2021); pero su compatibilidad con otros herbicidas y fertilizantes permite flexibilidad en su uso y facilita la implementación de estrategias de manejo integrado de malezas, inclusive en momentos de aplicación de nutrientes en el cultivo de arroz.

### 3. Conclusiones y Recomendaciones

#### 3.1. Conclusiones

El profoxidim es un herbicida líquido, incoloro y de olor leve, que presenta características físico químicas que favorecen su uso en la agricultura, su punto de ebullición de 250-260°C y densidad de 1,05 g/cm<sup>3</sup> indican estabilidad y compatibilidad con otros productos agrícolas, su eficacia puede verse influenciada por factores como el pH del suelo y las condiciones climáticas, lo que resalta la importancia de un manejo adecuado, además esto facilita su aplicación y su solubilidad moderada en agua permite una adecuada absorción por las plantas, mientras que su baja volatilidad reduce el riesgo de pérdida por evaporación.

Se confirma que Profoxydim es un herbicida apropiado y efectivo para controlar malezas en el cultivo de arroz, ejerciendo una acción multifacética que incluye la inhibición del crecimiento, reducción de la fotosíntesis y degradación de las membranas celulares, lo que conduce a la muerte de las malezas. También, la selectividad hacia el arroz y compatibilidad con otros productos agrícolas lo hace una herramienta valiosa para el manejo integrado de malezas en este cultivo, permitiendo a los agricultores minimizar las pérdidas y maximizar la producción de arroz.

Respecto del espectro de malezas que Profoxydim controla en el cultivo del arroz, es una amplia variedad de malezas, incluyendo *Echinochloa spp.*, *Cyperus spp.*, *Digitaria spp.*, *Panicum spp.*, *Brachiaria spp.*, entre otras. Su capacidad para combatir estas malezas ayuda a reducir la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio lo que a su vez mejora la calidad y cantidad del arroz cosechado, y minimiza la necesidad de aplicaciones de herbicidas adicionales o métodos de control mecánico o manual.

### 3.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar un monitoreo regular de las condiciones ambientales y del estado de las malezas en el cultivo de arroz al utilizar profoxidim, esto nos permitirá ajustar las aplicaciones según sea necesario, optimizando así su eficacia, además, es aconsejable seguir las pautas de mezcla y compatibilidad con otros productos agrícolas para evitar interacciones no deseadas y maximizar el rendimiento del producto.

Al utilizar el herbicida profoxidim se recomienda su uso una de manera estratégica para maximizar su eficacia en el control de malezas, por lo que es crucial aplicarlo en el momento adecuado, preferiblemente durante las etapas tempranas de crecimiento de las malezas, es importante monitorear la resistencia de las malezas y alternar con otros métodos de control para prevenir su desarrollo además de siempre seguir las indicaciones un técnico o del fabricante para garantizar un uso seguro y efectivo.

Se recomienda utilizar Profoxydim en el cultivo de arroz para controlar malezas problemáticas como *Echinochloa crus-galli*, *Echinochloa colona*, *Ludwigia spp* y *Digitaria sanguinalis*, entre otras, siendo las siguientes dosis recomendadas de 0.75 L/Ha cuando el arroz ha desarrollado 4 hojas (aproximadamente 20 días después de la germinación) y las gramíneas estén en una macolla y en activo crecimiento. Para aplicaciones tardías se puede utilizar Profoxydim a 1.0 L/Ha, y en combinación con otras prácticas de manejo integrado de malezas para maximizar su eficacia y minimizar el riesgo de resistencia.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. Referencias Bibliográficas

Agricultura, 2020. Ecuador promueve exportación de arroz y apunta a nuevos mercados. (En línea). Consultado 2 jul 2024. Disponible en. <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-promueve-exportacion-de-arroz-y-apunta-a-nuevos-mercados/>.

Agricultura, 2019. Soluciones para el Cultivo de Arroz – BASF Ecuador. (En línea). Consultado 12 jul 2024. Disponible en. <https://agriculture.basf.com/ec/es/proteccion-de-cultivo-y-semillas/cultivos/cultivo-de-arroz.html>.

Agroquimico ,2024. Profoxydim selectividad en arroz. (En línea). Consultado 15 julio.2024. Disponible en. <https://www.buscador.portaltecnologico.com/vademecum/mex/producto-tecnico/9069/PROFOXYDIM>.

AgroSpray, 2023. Inicio de preparación del cultivo de arroz hasta la cosecha. (En línea, blog). Peru 26 p. Consultado 7 jul 2024. Disponible en. <https://agrospray.com.ar/blog/cultivo-de-arroz/>.

Arroyo G, 2022. Eficacia de herbicidas posemergentes sobre *Oryza latifolia*. (Arroz pato) y selectividad al arroz Palmar 18. (En línea). ( Consultado 12 jul 2024. Disponible en. [https://www.mag.go.cr/rev\\_mesov33n3-21.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_mesov33n3-21.pdf).

Arrozua, 2021. ¿Cuál es el ciclo del cultivo del arroz?. (En línea). ( Consultado 9 jul 2024. .Disponible en. <https://www.arrozua.com/ciclo-del-cultivo-del-arroz/>.

Armijos M, 2019. Enfermedades fungosas del arroz, Manual del cultivo de arroz. Ecuador, Guayas, Yaguachi, Km 26,5 vía Durán - Tambo, Virgen de Fátima.(en línea). Consultado 14 jul 2024. Disponible en. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6015/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Andrade, F; Celi R; Hurtado J. 2019. INIAP 15: Nueva Variedad de Arroz de Alto Rendimiento y Calidad de Grano Superior. Yaguachi, EC.

Anzalone A. 2020. Resistance to glyphosate and fluazifop-p-butyl herbicida of a *Echinochloa colona* L. population. (En línea). Consultado 16 de Jul 2024. Disponible en: <https://www.weedscience.org/Documents/ShowDocuments.aspx?DocumentID=1344>.

Aura, 2020. Medidas para la protección del medio ambiente. (En línea). Consultado 16 jul 2024. Disponible en: [http://www.ghcia.com.co/plm/source/productos/2503\\_11\\_148.htm](http://www.ghcia.com.co/plm/source/productos/2503_11_148.htm).

Barrera S, 2023. Mercado del arroz tiende a normalizarse en Ecuador. (en línea). Consultado 4 jul 2024. Disponible en: <https://actoresproductivos.com/mercado-del-arroz-tiende-a-normalizarse-en-ecuador/>.

Basf. 2020. Ficha técnica herbicida Aura. (En línea). Peru 23 p. Consultado 13 jul 2024. Disponible en: <https://agriculture.basf.com/ar/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/aura.html>.

Cherry E, 2021. Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.). (En línea). Consultado 27 junio 2024. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/2ada1d4f-1b9e-4c3a-8950-43088993491d/content>.

Coronel J, 2019. Caracterización de un sistema de producción de arroz (*Oryza sativa* L.). (En línea). Consultado 14 jul 2024. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-76972022000100039](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-76972022000100039).

Dfinnova, 2022. El arroz, uno de los productos agrícolas más importantes. (en línea). Consultado 26 jun 2024. Disponible en:

<https://dfinnova.com/2022/06/27/el-arroz-uno-de-los-productos-agricolas-mas-importantes/>.

Díaz, 2024. Evaluación del efecto de las enmiendas orgánicas en la degradación de Profoxydim en suelos de arroz: modelado cinético e identificación de productos de degradación. (En línea). Consultado 17 jul 2024. Disponible en. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723077021>.

Estrada M, 2018. El sistema intensivo de cultivo de arroz (SICA): Una opción inteligente. 2019. (en línea). Consultado 29 jun. 2024. Disponible en <https://www.fontagro.org/es/blog/el-sistema-intensivo-de-cultivo-de-arroz-sica-unaopcion-inteligente/>.

Espinosa, 2017. Maleza *Paspalum distichum* L. (En línea). Consultado 15 jul 2024. Disponible en. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/paspalum-distichum/fichas/ficha.htm#:~:text=Es%20una%20planta%20relativamente%20baja,en%20una%20especie%20de%20cebolla>.

FAO, 2021. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Recomendaciones para el manejo de malezas. (En línea). Consultado 15 jul 2024. Disponible en. <http://www.fao.org/3/a0884s/a0884s.pdf>.

Frac ,2019. Modos de acción en el cultivo de arroz.(en línea).Consultados 15 jul 2024.Disponible en. <https://frac-argentina.org/modos-de-accion/>.

Fontagro ,2019. Guía para el establecimiento y monitoreo del cultivo de arroz bajo condiciones climáticas. (En línea).Colombia 33 p. Consultado 8 jul 2024.Disponible en. <https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2017/07/SRI-Colombia-Guia-para-Establecimiento-y-Monitoreo-del-Cultivo-de-arroz-bajo-SRI-VF-Enero-2018.pdf>.

- Fernández, A. 2017. Evaluación del comportamiento de dos variedades y seis líneas introducidas de arroz bajo riego en Uchiza. (En línea). Consultado 13 jul 2024. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Disponible en. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9ff40094-7bef-4457-a7b3-9f27e779419d/content>.
- Gárgano, C. 2018. Ciencia, Tecnología y Mercado: Investigaciones en Arroz en el INTA argentino. Journal of technology management & innovation. (En línea). Consultado 1 jul 2024. Disponible en. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000100075>.
- García, 2020. Evaluación de la resistencia de una población de *Echinochloa colona* l. a los herbicidas glifosato y fluazifop- p- butil. (En línea). Consultado 16 jul 2024. Disponible en. <https://www.weedscience.org/Documents/ShowDocuments.aspx?DocumentID=1344>.
- Giménez D, 2021. Estudio de poblaciones Profoxydim resistentes al cultivo de arroz (*oryza sativa* L). De la provincia del Guayas, Ecuador. (En línea). Consultado 27 jun 2024. Disponible en. [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/129903/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/129903/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Gonzales T, 2019. Curso de adiestramiento en producción de arroz. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuarias (INIPA), Chiclayo. (en línea). Consultado 10 jul 2024. Disponible en. <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/2ada1d4f-1b9e-4c3a-8950-43088993491d/content>.
- Herrera J, 2010. Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.). (En línea). Mexico 27 p. Consultado 8 jul 2024. Disponible en. <https://cgspace.cgiar.org/items/95d5758c-86f3-4539-86a4-7dac75d9897c>.

- Herbario.2019. familia Gramineae, Echinochloa crus-galli (L.) Beauv.: cola de caballo.(en línea).Consultado 15 jul 2024.Disponible en. [https://www.unavarra.es/herbario/htm/Echi\\_crus.htm](https://www.unavarra.es/herbario/htm/Echi_crus.htm).
- Intagri,2016. Mecanismos de control biológico sobre fitopatógenos.(en línea,blog).Consultado 15 jul 2024.Disponible en. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/mecanismos-de-accion-de-microorganismos-para-el-control-de-enfermedades-en-el-suelo>.
- Labrada S,2020. Manejo Integrado de Malezas en el Cultivo de Arroz.(en línea).Consultado 14 jul 2024.Disponible en. <https://www.adama.com/ecuador/es/actualidad-adama/manejo-integrado-de-malezas-en-el-cultivo-de-arroz>.
- InfoAgro, 2020.Cultivo de arroz y su comercialización.(en línea).Consultado. 11 jul 2024.Disponible en. <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>.
- Ortuño W, 2022. Caracterización de un sistema de producción de arroz.(*Oryza sativa* L.) en el cantón Babahoyo.(en línea, revista).Consultado 10 jul 2024.Disponible en. <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/686/565>.
- Ortiz, A., Moreno, J., Matheus, R., López, L., Torres, S., Zambrano, C., Quintana, Y., Pérez P. y Fischer A. (2015). Estado actual de la resistencia de *Ischaemum rugosum*, al herbicida Profoxydim en Venezuela.(en línea, revista).Facultad de Agronomía, Consultado 13 jul 2024.Disponible en.[https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero\\_marzo2015/v32n1a20152140.pdf](https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2015/v32n1a20152140.pdf)
- Probelte, 2020. Caracterización y control de Echinochloa spp. resistente a herbicidas en arroz.(en línea, revista).Consultado 14 jul. 2024.Disponible en. <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/173-noviembre-2005/caracterizacin-y-control-de-echinochloa-spp-resistente-a-herbicidas-en-arroz>.

Quintero, 2018. Momento de aplicación de N y fertilización balanceada de arroz.(en línea).Consultado 16 jul 2024.Disponible en. <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2020/09/13.pdf>.

Rodríguez M,2022.Superficie y producción en el Ecuador sobre el cultivo de arroz.(en línea).Peru 22 p. Consultado. 4 jul 2024.Disponible en. [https://ecuanoticias.com.ec/info\\_tecnica\\_arroz.pdf](https://ecuanoticias.com.ec/info_tecnica_arroz.pdf).

Rodríguez F,2023. Efecto de seis herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz variedad 'capirona' bajo riego. (en línea).Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Consultado 19 jul 2024.Disponible en. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/483>.

Renzo D,2022. Uso de nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento del cultivo de arroz en la zona de Los Ríos.(en línea).Consultado.28 jun 2024.Disponible. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13256/E-UTB-FACIAG-AGROP-000006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Reyes M,2020. sustainability of two rice production systems, one under salinity conditions in the Yaguachi área and the other under normal conditions in the Babahoyo irrigation and drainage system, Ecuador.(en línea).Consultado 6 jul 2024.Disponible en. [file:///C:/Users/PC/Downloads/Sustentabilidad\\_de\\_dos\\_sistemas\\_de\\_produccion\\_de\\_a.pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/Sustentabilidad_de_dos_sistemas_de_produccion_de_a.pdf).

Ruiz E,2021. Aplicación de herbicida Profoxydim para el control de malezas en el cultivo (*oryza sativa L.*).(en línea).Consultado. 27 jun 2024.Disponible en. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9ff40094-7bef-4457-a7b3-9f27e779419d/content>.

Ruiz,2023. ¿Por qué es importante conocer el mecanismo de acción de un herbicida?.(en línea).Consultado 15 jul 2024.Disponible en.

<https://www.agro.basf.es/es/Camposcopio/Secciones/Tratamientos/mecanismo-de-accion-de-un-herbicida/>.

SAG,2017. Control de malezas en el cultivo de arroz.(en línea). Consultado 7 jul. Disponible en. <https://dicta.gob.hn/files/2006,-Malezas-en-el-arroz,-F.pdf>.

Scielo,2017. Determinación de las etapas de inicio de macolla miento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz , con el sistema s, v y r correlacionado con la sumatoria térmica.(en línea).Consultado 10 jul 2024.Disponible en. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242015000200121](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242015000200121).

Sánchez J, 2020. condiciones agroclimáticas cultivo del arroz.(en línea).Mexico 25 p.Consultado 8 jul 2024.Disponible en. [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/condiciones\\_agroclimaticas\\_arroz\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/condiciones_agroclimaticas_arroz_0.pdf).

Salazar, L. (2019). Reconocimiento fenotípico de plántulas de malezas comunes en Panamá.(en línea, revista).Panamá 28 p.Consultado 18 jul 2024.Disponible en. Investigaciones Agropecuarias. <https://bit.ly/3yhSjdj>.

Senasa.2022.Sistema Nacional de vigilancia y Monitoreo de plagas Brachiaria platyphylla.(en línea).Consultado 15 de julio 2024.Disponible en. <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/urochloa-platyphylla>.

Soto, G.2019. "Manejo del nitrógeno en el cultivo de arroz, basado en la sostenibilidad". (en línea, sitio web). Consultado 12 jul. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6013/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000129.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Peña K,2010.El Cultivo de arroz: Densidad de siembra, control de malezas y Fertilización.(en línea) Honduras 29 p.Consultado 16 jul 2024.Disponible en. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd36/texto/cultivodelarroz.htm>.

- Plantnet, 2018. Riceweeds es - Poaceae - Echinochloa colona (L.).(en línea).Consultado 15 jul 2024.Disponible en. [http://publish.plantnet-project.org/project/riceweeds\\_es/collection/collection/information/details/ECHCO](http://publish.plantnet-project.org/project/riceweeds_es/collection/collection/information/details/ECHCO).
- Ulzurrun ,2013. Modos de acción herbicida.(en línea).Consultado 15 jul 2024.Disponible en: [https://aws.agroconsultasonline.com.ar/documento.html?op=d&documento\\_id=1278](https://aws.agroconsultasonline.com.ar/documento.html?op=d&documento_id=1278).
- Velásquez M,2021. Determinación de las etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz, con el sistema.(en línea).Consultado 4 jul 2024.Disponible en. <https://herografertilizantes.com/la-fertilizacion-del-cultivo-del-arroz/>.
- Wikifarmer, 2023. Cómo cultivar arroz desde la siembra hasta la cosecha.(en línea).Consultado 15 jul 2024.Disponible en. <https://wikifarmer.com/es/como-cultivar-arroz-guia-completa-de-cultivo-del-arroz-desde-la-siembra-hasta-la-cosecha/>.
- Zaragoza, 2018. cultivo del arroz recomendaciones de tratamientos complementarios al abonado químico.(en línea).Consultado 12 jul 2024.Disponible en. [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/81972/047---12.05.10---Cultivo-de-Arroz-2.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/047---12.05.10---Cultivo-de-Arroz-2.pdf).

## 4.2. ANEXOS



**Anexo 1.** Herbicida Profoxydim

**Fuente:** (Ordoño 2020).



**Anexo 2.** Fumigación herbicida con Profoxydim

**Fuente:** (Moran 2018).



**Anexo 3.** Enfermedades en el arroz

**Fuente:** (Labrada 2017).



**Anexo 4.** Daño en cosecha de arroz

**Fuente:** (Mendoza 2020).



**Anexo 5.** Producción de arroz

**Fuente:** (Intagri 2021).



**Anexo 6.** Pèrdida de cultivo por malezas

**Fuente:**(Herrera 2019).