



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA

CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de carácter: Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Influencia del uso de feromonas en el control de plagas en los cultivares del arroz (*Oryza sativa.*), en el Ecuador

AUTOR:

Manuel Enrique Liu Mosquera

TUTOR:

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2023-2024

RESUMEN

En Ecuador, la dependencia de pesticidas químicos plantea riesgos ambientales y de salud, además de afectar las ganancias de los agricultores y la disponibilidad de alimentos. Plagas como la plaga del arroz y hongos complejos han provocado importantes pérdidas de producción. Los saltamontes del arroz, los minadores de hojas y otros insectos plantean desafíos adicionales para los cultivos de arroz en el país. El objetivo principal es determinar el efecto del uso de feromonas en el control de plagas en plantas de arroz en Ecuador. Los objetivos específicos incluyen identificar feromonas utilizadas en el manejo de plagas, abordar desafíos específicos en el contexto ecuatoriano y mejorar la sostenibilidad agrícola. Dado los Resultados las feromonas, especialmente las volátiles, son eficaces en el control de plagas al atraer a ciertos insectos. Se han identificado como plagas importantes insectos como los saltamontes del arroz y las moscas minadoras. El uso de feromonas ofrece ventajas como una alta especificidad y sensibilidad, lo que facilita el seguimiento de las poblaciones de insectos y la toma de decisiones para el control de plagas. Conclusión de este estudio destaca que el uso de feromonas puede ser una solución eficaz, rentable y sostenible para los productores de arroz en Ecuador. Una revisión de la literatura muestra casos exitosos en otros países y demuestra que las feromonas pueden reducir significativamente los daños causados por las plagas. Se destaca la importancia de fijar umbrales de actuación, seguimiento continuo y formación de los agricultores.

Palabras Claves: Control, Plagas, Manejo, Feromonas, Uso, Cultivos, Recursos, Agricultura, Sostenibilidad, Componentes.

SUMMARY

In Ecuador, dependence on chemical pesticides poses environmental and health risks, in addition to affecting farmers' profits and food availability. Pests such as rice blight and complex fungi have caused significant production losses. Rice leafhoppers, leaf miners and other insects pose additional challenges to rice crops in the country. The main objective is to determine the effect of the use of pheromones in the control of pests in rice plants in Ecuador. Specific objectives include identifying pheromones used in pest management, addressing specific challenges in the Ecuadorian context, and improving agricultural sustainability. Given the Results, pheromones, especially volatile ones, are effective in pest control by attracting certain insects. Insects such as rice leafhoppers and leafminer flies have been identified as important pests. The use of pheromones offers advantages such as high specificity and sensitivity, which makes it easier to monitor insect populations and make decisions for pest control. Conclusion of this study highlights that the use of pheromones can be an effective, profitable and sustainable solution for rice producers in Ecuador. A review of the literature shows successful cases in other countries and demonstrates that pheromones can significantly reduce damage caused by pests. The importance of setting action thresholds, continuous monitoring and training of farmers is highlighted.

Keywords: Control, Pests, Management, Pheromones, Use, Crops, Resources, Agriculture, Sustainability, Components.

Contenido

1.	CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3.	JUSTIFICACIÓN	3
1.4.	OBJETIVOS	4
1.4.1.	Objetivo General.....	4
1.4.2.	Objetivos Específicos	4
1.5.	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	4
2.	DESARROLLO.....	5
2.1.	MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1.1.	Generalidades.....	5
2.1.2.	Origen	5
2.1.3.	Descripción Taxonómica.....	6
2.1.4.	Características morfológicas.....	6
2.1.5.	Aspectos edáficos y climáticos	9
2.1.6.	Tácticas de manejo de plagas.....	9
2.1.7.	Principales feromonas utilizadas en el manejo de plagas en el cultivo de arroz.....	11
2.2.	MARCO METODOLÓGICO	13
2.3.	RESULTADOS.....	14
2.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	15

3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16
3.1.	CONCLUSIONES	16
3.2.	RECOMENDACIONES	17
4.	REFERENCIAS Y ANEXOS.....	18
4.1.	Referencia Bibliográfica	18
4.2.	ANEXOS.....	21

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa L.*) es el cereal más productivo de todos porque permite cosechar varios cultivos en una sola temporada. En Ecuador las principales zonas productoras de arroz se encuentran en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabi, Esmeraldas y El Gold., Bolivar y Loja. La cosecha del cereal se enmarca en dos ciclos fundamentalmente, el primero entre abril y mayo, donde se genera el 46% de la producción y el otro entre octubre y noviembre, que cubre el 32%, además, de las cosechas de enero a marzo y junio a septiembre donde se concentra el 22% restante de la producción (Rodriguez 2019).

Las feromonas son señales químicas emitidas por un insecto que le permiten comunicarse con otros individuos de la misma especie, a diferencia de los aleloquímicos, que son emitidos por una especie para comunicarse con individuos de otra especie. Los insectos o el medio ambiente liberan sustancias químicas similares, al igual que las sustancias aromáticas liberadas por la planta huésped del insecto. Este artículo se centrará únicamente en las feromonas, ignorando los aleloquímicos (Ramírez 1996).

Examinaremos los beneficios potenciales de esta estrategia, como la reducción de la dependencia de pesticidas químicos, la minimización de impactos ambientales adversos y la preservación de la salud del ecosistema agrícola. El cultivo de arroz es uno de los cultivos básicos, que rigen la economía del Ecuador, sin embargo, no cuentan con un manejo técnico apropiado que les permite mejorar la producción de este cultivo, principalmente en la relación al ataque de plagas como el minador (*Hydrellia sp.*) que ocasiona daños y pérdidas considerable en los cultivos (Sanchez 2020).

Si bien el uso de pesticidas contra plagas agrícolas es efectivo a corto plazo, crea problemas en forma de contaminación ambiental, toxicidad de los propios alimentos y desarrollo de resistencia a las plagas, amenazando la sostenibilidad del proceso de producción (Gonzales y Sellanes 2012). La filosofía de protección integrada de plantas se estableció en los Estados Unidos en la década de 1950 en respuesta al desarrollo de resistencia a muchas especies de insectos y a la contaminación ambiental (Blanco 2004).

"La filosofía de protección integrada de plantas se estableció en los Estados Unidos en la década de 1950 en respuesta al desarrollo de resistencia a muchas especies de insectos y a la contaminación ambiental"(Blanco 2004).

Ante este escenario, la búsqueda de estrategias efectivas y sostenibles para el control de plagas en los cultivos de arroz se convierte en una prioridad imperante. La introducción de tecnologías innovadoras, como el uso de feromonas, emerge como una alternativa prometedora en la gestión integrada de plagas. Al comprender la influencia de las feromonas en el manejo de plagas en los cultivos de arroz, este estudio busca contribuir al desarrollo de estrategias agrícolas más sostenibles y eficientes en Ecuador, promoviendo prácticas que beneficien tanto a los agricultores como al medio ambiente.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática más grande dentro del control de plagas en los cultivos es la dependencia de pesticidas químicos que conlleva muchos riesgos y factores ambientales principalmente para la salud, y se necesita una solución rentable. La actividad actual de plagas tiene consecuencias en el ámbito financiero y económico muy significativo, causando afectaciones en la rentabilidad y la disponibilidad de alimentos para la población.

Otra problemática presente, son los resultados por el vaneamiento del grano de arroz ha generado pérdidas en su totalidad a nivel nacional en nuestro país con resultados de hasta el 26% de la producción arroceras. El más grande impacto se registró en productores con una afectación de hasta el 40% por vaneado o la presencia del complejo de hongos que causan el manchado de grano, que son identificados como asociados al ácaro blanco, entre los 60 y 70 días de la siembra, en toda la fase de floración y espigamiento (Rodríguez 2019).

Dentro de todas estas problemáticas, en algunas de las plagas en las que se puede interferir con la ayuda de feromonas sexuales, tienen una habilidad de recorrido muy extenso, ayudada por los vientos dominantes o de forma activa. Por esto, aunque las feromonas estén abatiendo una buena reacción en la parcela de los cultivos, impidiendo el apareamiento, si las hembras llegan fecundadas desde otras zonas permite que el problema persista. El desplazamiento dificulta en un mayor porcentaje los ensayos para verificar la eficacia de estos sistemas (Montserrat 2006).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La aplicación de feromonas en la gestión del control de plagas en los cultivos de arroz, específicamente en Ecuador, se realiza con el objetivo de garantizar la productividad agrícola y asegurar la disponibilidad de alimentos en la dieta de la población.

"La conciencia de este problema ha generado interés en el desarrollo de sistemas de manejo integrado de plantas (MIP) que pueden ayudar a suprimir selectivamente las plagas y al mismo tiempo limitar o reducir el mayor uso de pesticidas" (Montiel, A. y Jones, O.. 1989). La aplicación de feromonas se adopta como una estrategia prometedora y sostenible en el manejo de plagas en los campos de arroz. Este enfoque responde al desafío crítico de reducir la dependencia de pesticidas químicos, cuya sobreutilización puede tener consecuencias perjudiciales para el medio ambiente. La contaminación del suelo y del agua, la pérdida de biodiversidad y la generación de cepas resistentes de plagas son riesgos asociados con el uso excesivo de pesticidas. Por lo tanto, la implementación de feromonas busca mitigar estos impactos negativos al proporcionar una alternativa más selectiva y específica, dirigida exclusivamente a los insectos objetivos, minimizando así los efectos secundarios no deseados.

Entre las ventajas del uso de feromonas sexuales para el control de plagas, podemos destacar la ausencia de dos consecuencias negativas provocadas por los enfrentamientos químicos: la resistencia de los insectos y la contaminación ambiental, incluida la ausencia de contaminación al respecto. Una fuente de suministro de agua, ya sea utilizada para riego agrícola o no, como para el consumo del hombre y animales, además de los riesgos de intoxicaciones, tampoco existe la interferencia con otras especies de insectos. Los insectos simplemente acuden y son destruidos o esterilizados (Cordero y Martínez s. f.).

Una de las razones más importantes para que el uso de estos es que no se haya desarrollado masivamente, es que en el proceso de búsqueda de nuevos plaguicidas se ha enfocado a obtener material que tenga toxicidad aguda, pero la toxicidad aguda no es la forma usual en que las plantas se defienden de las plagas (Carrión 2023).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Detallar la influencia del uso de feromonas en el control de plagas en los cultivos de arroz (*Oryza sativa*), en Ecuador.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las principales feromonas utilizadas en el manejo de plagas en cultivos de arroz, incluyendo la reducción de la dependencia de pesticidas químicos.
- Abordar los desafíos y limitaciones específicos relacionados con la implementación de feromonas en el contexto ecuatoriano, considerando factores climáticos, variedades de arroz y prácticas agrícolas locales.

1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Generalidades

El arroz (*Oryza sativa* y *Oryza glaberrima*) es un cereal de vital importancia para la alimentación de la población, a la que se dedica el 95% de la producción, siendo un sustento básico en la dieta de más de la mitad de toda la humanidad de esta región, país, y el mundo, con un porcentaje mayor en países subdesarrollados o en vías de desarrollo (Infanta 2014).

O. sativa es la especie que presenta mayor diversidad genética identificándose hasta tres sub-especies, las cuales se clasifican basadas en su ecología y morfología en: Indica, Japónicas y Javánicas; en diferencia a que en *O. glaberrima*, tal tendencia no fue hallada. Esto se puede sugerir que existen diferencias en el sistema genético de las especies silvestres ancestrales podrían haber llevado a varios tipos de evolución en todas las formas cultivadas. La sub- especie Indica estuvo distribuida en los trópicos y subtropicos, se cultiva en Indonesia la Javanica, de tal manera conocida también como Japónica tropical, en relación a que la Japónica, se encuentra distribuida en zonas no tropicales o comúnmente conocidas como zonas templadas (Acevedo y Belmote 2006).

Se trata de una planta herbácea monocotiledónea de ciclo vegetativo anual, en la que destacan los tallos (cilíndricos y huecos, con nudos y entrenudos), las hojas de lámina plana y angosta, unidas al tallo mediante vainas, y la inflorescencia en panícula. El grano de arroz, descascarillado, es una cariósida y constituye el aprovechamiento principal de la planta, fundamentalmente para alimentación humana y animal (Infanta 2014).

2.1.2. Origen

Su origen se sitúa en Asia, probablemente en la India, hace más de 10.000 años, si bien fue en China donde comenzó su cultivo y domesticación. De Asia pasó a Europa oriental sobre el año 800 A. C., llegando a España con la invasión musulmana y difundiendo desde aquí a la Europa mediterránea y más tarde al continente americano (Infanta 2014).

2.1.3. Descripción Taxonómica

Tabla 1 Taxonomía

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida (= Monocotyledoneae)
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Genero	<i>Oryza</i>
Especie	<i>sativa</i>

Fuente: Pagina Web Fundación Charles Darwin

2.1.4. Características morfológicas

Semillas

Los granos de arroz recién cosechados, también conocidos como semillas, están formados por cariopsis y paja, que se componen de trozos. Industrialmente se considera que la cáscara del arroz está formada por cariopsis y gluma (Fig. 1). La cariopsis se desarrolla secuencialmente a partir del embrión, el endospermo, la capa de aleurona (tejido rico en proteínas), la capa de semillas (capa de cubierta de semillas) y el pericarpio (capa que cubre el fruto) (Olmos 2007).

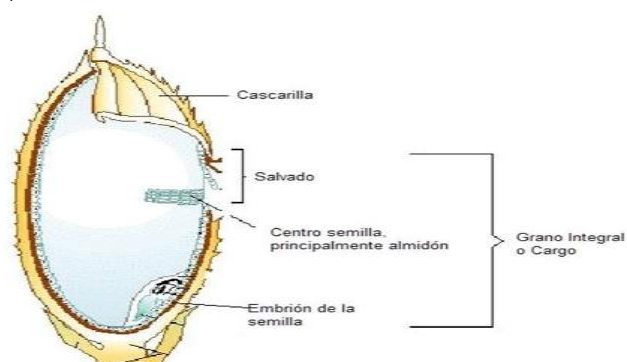


Figura 1 Partes del grano de arroz

Fuente: (CIAT 2005).

Raíz

Durante el desarrollo, el arroz tiene dos tipos de raíces: raíces semilla o raíces temporales y raíces secundarias, adventicias o permanentes. Las raíces de las semillas están débilmente ramificadas, persisten por un corto tiempo después de la germinación (Fig. 2) y luego son reemplazadas por raíces adventicias o secundarias que brotan de nudos subterráneos de tallos jóvenes (CIAT 2005).

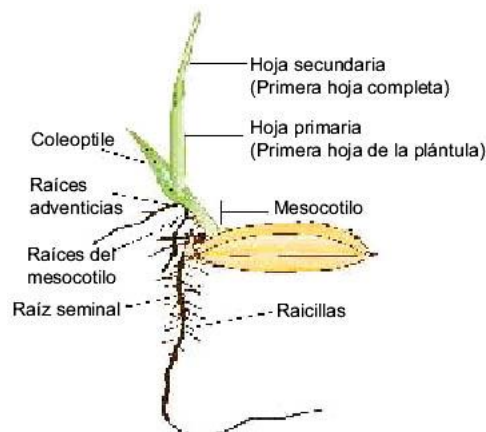


Figura 2 Partes de la raíz del arroz

Fuente: (CIAT 2005).

Tallo

El tallo está formado por la alternación de nudos y entrenudos (fig. 3) las hojas y los brotes se forman en el nudo o zona del nudo, esta restricción puede desarrollarse y formar brotes. Las yemas se encuentran entre el nudo y la base de la vaina foliar (CIAT 2005).

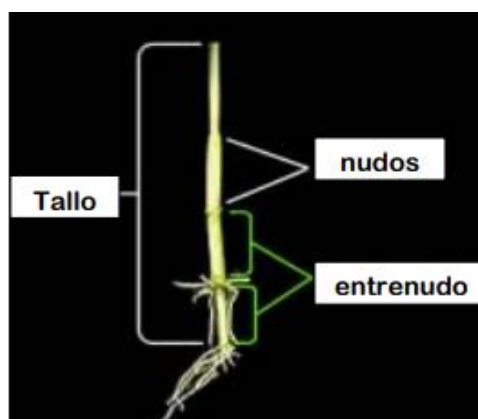


Figura 3 Partes del tallo

Fuente: (CIAT 2005).

Hojas

Las hojas de arroz se alternan a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o espiga se llama peciolo, no tiene hojas y está formada por dos brácteas en forma de cuña. Los bordes del prófalo aseguran por el dorso las macollas jóvenes a la original (CIAT 2005).



Figura 4 Hoja Bandera

Fuente: (CIAT 2005).

Flores

Están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, estas pueden clasificarse en abiertas, compactas e intermedias, según el ángulo que formen las ramificaciones al salir del eje de la panícula. Las panículas permanecen erectas durante la floración, pero luego se doblan debido al peso del grano en maduración. La panícula es la unidad básica de la inflorescencia. Fruto: Es un grano o cariósipide (Cruz s. f.) .



Figura 5 Estructura de una espiguilla de arroz.

Fuente: (CIAT 2005).

2.1.5. Aspectos edáficos y climáticos

Clima

El clima es el resultado de varios componentes meteorológicos de un ecosistema agrícola determinado y juega un papel importante en el curso de vida de la población. Primero, el clima proporciona un marco para el desarrollo de poblaciones de plagas y sus enemigos naturales; cada especie animal tiene un rango climático adecuado no sólo para la vida sino también para diversas actividades importantes, y por lo tanto sus cambios se reflejan en las condiciones en las que se realizan dichas actividades en términos de eficiencia. En adición, los componentes del clima pueden jugar un importante papel como agentes de mortalidad natural, actuando directamente y/o favoreciendo la actividad de otros (Jiménez 2009).

Variedad de climas que se registran en el Ecuador

Basados en varias clasificaciones internacionales, entre ellas la elaborada por el Instituto Nacional de Minería e Hidrología (INAMHI) que aplica el sistema internacional de clasificación climática ideado por el europeo Vladimir Koppen documentó los siguientes tipos de clima en Ecuador en 1918:

Tipos de climas:

- Seco
- Tropical - Húmedo
- Tropical - Monzón
- Tropical - Sabanas
- Mesotermico - Húmedo (Guancha 2013).

2.1.6. Tácticas de manejo de plagas

Control Cultural

Se trata de métodos agrícolas que crean condiciones favorables o desfavorables pero favorables para el desarrollo de plagas, tales como: preparación del suelo, ajuste de fechas de siembra, rotación de cultivos, eliminación de malezas (Presentador). Actividades de

salud, etc. El desarrollo de variedades resistentes es un elemento importante de control, pero es muy costoso y lleva mucho tiempo (Jiménez 2009).

Control Mecánico

Según Jiménez (2009) nos dice que "La colecta manual y destrucción de plagas, tales como: insectos, ratas, malas hierbas. Esto es posible cuando la mano de obra es abundante y barata".

Control Físico

Este método se refiere al uso de factores como calor, frío, humedad, energía, sonido. Son muy populares (y costosos), lo que los hace poco prácticos para los pequeños agricultores o los países pobres. Sin embargo, habitualmente las semillas y semilleros son tratados con agua caliente y/o calor solar (solarización). En algunos países se usa el calor para el control de nematodos poniendo plásticos sobre el terreno (Jiménez 2009).

Control Biológico

Esto incluye los efectos de los enemigos naturales sobre las plagas y las malezas; especialmente el uso de depredadores, insectos parásitos, hongos, bacterias, virus, nematodos, etc. Este tipo de control es particularmente exitoso contra plagas introducidas que expulsan a sus enemigos naturales de sus lugares de origen. Muchos de estos enemigos naturales han sido manipulados y actualmente se utilizan como preparados listos para usar. Algunos ejemplos: *Bacillus thuringiensis*, *Neumorea rileyi*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium* spp (Jiménez 2009).

Control Genético

Según Jiménez (2009) nos dice que El método genético en control de plagas ha sido empleado de dos formas:

1. Los cultivos pueden modificarse genéticamente para hacerlos más resistentes al ataque de plagas.
2. La intervención genética en plagas se puede lograr mediante la introducción de un gran número de individuos con genotipos seleccionados.

2.1.7. Principales feromonas utilizadas en el manejo de plagas en el cultivo de arroz.

Feromonas sexuales

Surgen principalmente porque son producidos y liberados por mujeres; son específicos, por lo que sólo funcionan con un pequeño grupo de insectos; y también son inestables, lo que les permite viajar largas distancias. Las feromonas de los lepidópteros son más simples que las de los coleópteros y los dípteros. Dentro de estas feromonas existen las afrodisiacas, que estimulan los apareamientos, y son emitidas principalmente por los machos (Intagri S.A. 2016).

Feromonas de agregación

"Son atractivas para ambos sexos, pueden trabajar a largas distancias, estimular el apareamiento y su compleja estructura hace que su uso sea más limitado que el de las feromonas sexuales" (Intagri S.A. 2016).

Tabla 2 Ejemplo de feromonas estudiadas a nivel mundial para captura masiva de insectos

Genero	Nombre común	Familia	Orden	Referencia
Anthonomus grandis	Picudo del algodón	Curculionidae	Coleóptera	Gómez y Ortega (1990)
Bactrocera dorsalis	Mosca oriental de la fruta	Tephritidae	Diptera	Cunningham y Suda (1986)
Ceratitis capitata	Mosca mediterránea de la fruta	Tephritidae	Diptera	Alemaný et al. (2006), Avery et al. (1994), Katsoyannos et al. (1999), McQuate et al. (2005), Ortu y Prota (1988)

Cosmopolites sordidus	Gorgojo del banano	Curculionidae	Coleoptero	Tinzaara et al. (2005)
Cydia pomonella	Carpocapsa o polilla del manzano	Tortricidae	Lepidoptera	Ghizdavu (1984), Gut et al. (1992), Kilic et al. (1999), Maitlen et al. (1976), Pawar y Tuhan (1985)
Glossina fuscipes fuscipes	Mosca tse- tse	Glossinidae	Diptera	Sciarretta et al. (2005)
Grapholita molesta	Polilla oriental del duraznero	Tortricidae	Lepidoptera	Meng et al. (1985)
Ips typographus	Escarabajo de la corteza del abeto	Scolytidae	Coleoptera	Babuder et al. (1996), Bakke (1981), Garner et al. (1984), Fang et al. (1984), Lakatos (1999), Vaupel et al. (1985)
Lobesia botrana	Polilla del racimo de la vid	Tortricidae	Lepidoptera	Gurevitz y Gothilf (1981)
Lymantria dispar	Polilla gitana asiática	Lymantriidae	Lepidoptera	Beroza et al. (1973), Marshall y Clark (1985)
Phthorimaea operculella	Polilla de la papa	Gelechiidae	Lepidoptera	Raman (1988)

2.2. MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo investigativo presentado como componente práctico, se desarrolló a través de la compilación de todo tipo de información sobre alternativas para el mejoramiento de producción agrícola en los cultivos cítricos, realizando una detallada investigación en las distintas páginas web de libre acceso, artículos científicos, tesis de grado, fuentes y documentaciones bibliográficas disponibles en distintas plataformas digitales.

Para terminar, cabe destacar que toda la información obtenida fue ejecutada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad instaurar la información específica que corresponda a este tema de investigación, que lleva por temática "Influencia del uso de Feromonas en el manejo del control de plagas en los cultivares del arroz (*Oryza sativa.*), en el Ecuador", de tal manera enfatizando su importancia y fundamentos generales para la aprobación académico y social del lector.

De acuerdo a las técnicas de investigación, la metodología que se empleara en este trabajo de investigación es de tipo exploratoria y explicativa. Exploratoria puesto que se centraliza en documentos ya existentes de donde se compila toda la información referente al tema de estudio. Explicativa debido a que se centrara en la relación que existe entre las variables de estudio que forman parte de la presente investigación.

2.3. RESULTADOS

Según cita a Gonzales y Sellanes (2012) que argumenta que Las feromonas pueden ser de contacto (requieren de contacto físico o una gran cercanía para tener un efecto) o volátiles (pueden tener actividad a grandes distancias). Los métodos de control de plagas utilizan feromonas volátiles, por lo que esta sección se centra en la percepción de estos compuestos. Los insectos perciben los compuestos volátiles utilizando principalmente sus antenas, aunque pueden tener receptores de volátiles en su aparato bucal. La superficie de las antenas está recubierta de pelos sensoriales llamados "sensilia", que se pueden dividir en diferentes grupos morfológicos: pelos basales, pelos huecos y pelos pinnados, que responden principalmente a sustancias volátiles ambientales (huésped, alimento, repelente, etc.) mientras que los tricomas responden a las feromonas.

Según Borrero y Barreto (s. f.) En su artículo de revista nos citó el siguiente argumento una vez activado un receptor por un compuesto, debe liberarse para que la sensibilidad OSN no se vea afectada y el sistema olfativo no se sature. Este proceso se lleva a cabo mediante la función de la enzima degradante de olores (ode) o de la enzima degradante de feromonas (PDE). Algunos mosquitos o PDE han sido clonados y caracterizados; sin embargo, estas parecen ser principalmente esteraras, cuya actividad es menos específica que aquella de las OBP. Se ha reportado que una misma PDE puede degradar tanto compuestos de la feromona de (*Spodoptera littoralis*) como compuestos producidos por plantas (Aldaz 2013). Estos resultados sugieren que estas enzimas pueden jugar diferentes papeles dentro del sistema olfativo, tales como la reactivación de los receptores y la modulación de la selectividad de estos al reducir el ruido, eliminando ciertos compuestos de la linfa (Guancha 2013).

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El uso de feromonas sexuales en agricultura es una herramienta muy interesante para el seguimiento y control de plagas. Su empleo no plantea las controversias medioambientales y de higiene y seguridad laboral de los plaguicidas. Sin embargo, su uso está todavía muy restringido, incluso en las agriculturas más desarrolladas, limitándose a la lucha de plagas muy singulares, aunque en algunos casos, de gran importancia (Monserrat 2006).

Después de los resultados obtenidos podemos argumentar que dentro de los insectos plagas más prominentes que causan graves daños en los cultivos de arroz en Ecuador, estos incluyen el saltamontes del arroz (*Sogata*), el minero del arroz, el gusano apestoso, la chinche negra, la chinche apestosa y el ácaro blanco.

Cigarrita del arroz (*Sogata*) Conocida comúnmente como *Sogata* (*Tagosodes orizicolus* Muir; Orden: *Homoptera*, familia *Delphacidae*), es la principal plaga que afecta la producción en las plantaciones arroceras, Su picadura causa daños a las plantas y es vector del virus de la pudrición blanca de la hoja. En condiciones normales de campo menos del 2% de la población son vectores; sin embargo, cuando se presentan epidemias se alcanzan valores del 12 a 25% y en algunos casos en particular, valores superiores. El RHBV no se transmite mediante máquinas ni semillas, sólo mediante cuerdas. Cuando el insecto ha adquirido el virus alimentándose sobre plantas enfermas, el período de incubación del insecto es de 15 a 20 días. Las madres infectadas también pueden transmitir el virus a sus hijos. Una vez adquirido a través de la madre, el virus puede transmitirse tan pronto como el polluelo nace (Socorro 2018).

Uno de los usos más importantes de las feromonas en el control de plagas agrícolas es el seguimiento de las poblaciones de insectos en los cultivos para facilitar la toma de decisiones. La principal ventaja de utilizar feromonas para el seguimiento es su alta especificidad, es decir, sólo atraen insectos. Especies de interés y alta susceptibilidad de los insectos a las mismas.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Este estudio realizó un análisis integral del estado actual de las plagas que afectan la producción de arroz en Ecuador. El cual se logró determinar el uso efectivo de las feromonas y se han logrado identificar las especies más comunes y los daños que están causando en las plantaciones y cultivos, la cual refleja una imagen clara de los desafíos que enfrentan los agricultores. Además, se investigaron una serie de opciones para controlar plagas en los cultivos de arroz, centrándose en particular en el uso de feromonas como una alternativa rentable y sostenible.

Se logró identificar las feromonas utilizadas en el manejo de control de plagas y gracias al análisis de información certificada por científicos y mediante la revisión de estudios previos resaltó casos exitosos en otros países. Donde el uso de feromonas demostró ser efectivo para reducir los daños causados por plagas en el cultivo de arroz. Dado estos resultados se sugirió que las feromonas pueden ofrecer una solución prometedora para los agricultores ecuatorianos que se enfrentan día a día para contrarrestar las plagas en sus cultivos. Con la misma similitud, se examinaron los costos asociados con el uso de feromonas en comparación con demás métodos en el control de plagas y se logró identificar los beneficios económicos y ambientales de la práctica.

Se abordaron los desafíos y limitaciones presentes en relación a la implementación de feromonas considerando ciertos factores climáticos y en variedades de arroz. La principal ventaja de usar las feromonas es la facilidad del muestreo, ya que sólo se debe contar los insectos en la trampa.

3.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda fortalecer los programas de extensión y capacitación de agricultores, ya que es importante desarrollar y ampliar los programas de educación y capacitación agrícola centrados en educar a los agricultores sobre el uso y manejo efectivo de feromonas con énfasis en el control de plagas. Estos programas deben incluir módulos sobre la identificación de plagas específicas, la instalación adecuada de trampas de feromonas y la interpretación de los resultados para tomar decisiones informadas. Además, las siguientes prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) complementan el uso de feromonas: B. Se puede incluir el control biológico de plagas para facilitar un enfoque más holístico y sostenible. Estos métodos nos ayudaran a disminuir los daños causados por las plagas, tales como la cigarrita del arroz y la mosca minadora.

Investigar y desarrollar soluciones regionales fomentando la investigación y desarrollo de feromonas específicas contra las plagas más comunes del cultivo de arroz en el Ecuador. La efectividad de las feromonas varía según el tipo de plaga y las condiciones ambientales locales, por lo que las inversiones en investigación y desarrollo permitirán adaptar y optimizar estas herramientas a las condiciones específicas del Ecuador. Esto incluye evaluar diferentes formulaciones de feromonas, tecnologías de administración e integrarlas con otras técnicas de manejo de cultivos para maximizar su efectividad y rentabilidad y es esencial establecer un sistema de monitoreo de las poblaciones de insectos en los cultivos. Esto ayudará a identificar de manera temprana los posibles brotes de plagas para una respuesta rápida y efectiva.

La progreso de incentivos y precauciones para la asimilación de prácticas sostenibles las cuales al implementar políticas y programas que ofrezcan incentivos económicos, como subsidios ya créditos con condiciones favorables, para los agricultores que adopten el utilización de feromonas y otras prácticas agrícolas sostenibles. Estos incentivos podrían sustentar a disminuir los costos sigla asociados con la transición cerca de métodos de guardia de plagas más sostenibles y a salvo dependientes de pesticidas químicos. Además, ayudará la rentabilidad de los agricultores ecuatorianos que al integrar el uso de feromonas es de suma importancia establecer el uso umbrales en acción, esto implicará determinar cuántos insectos capturados en las trampas así determinararan la necesidad de intervención.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencia Bibliográfica

- Acevedo; Belmote. 2006. Origen, evolución y diversidad del arroz. 56(2):151-170.
- Aldaz. 2013. Análisis de la situación socio-económico de los pequeños productores de arroz del cantón Urdaneta y la implementación de un plan de comercialización directa para mejorar su nivel de vida (en línea). Ecuador, Universidad de Guayaquil. 123 p. Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b20c82b5-0a22-462b-bd0b-45a00ee183ac/content>.
- Blanco. 2004. Las feromonas y sus usos en el manejo integrado de plagas (en línea). Costa Rica, Universidad de Costa Rica. p. 112-118. Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6481>.
- Borrero; Barreto. s. f. Las feromonas en el control de insectos. ChemTica Internacional S. A. (8):22.
- Carrión. 2023. Uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales y uso de insecticida orgánico para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) (en línea). Código Científico 4(E2). Disponible en <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/nE2/217>.
- CIAT. 2005. Morfología de la Planta de Arroz. Cali, Colombia, s.e.; abr.:16.
- Cordero; Martínez. s. f. Fomentar una cultura ambientalista desde la escuela, con la aplicación del método etológico en la protección de plantas (en línea). s.l., UCP “Rafael María de Mendive”, vol.4. p. 6. Disponible en <file:///C:/Users/Manuel/Downloads/Dialnet-FomentarUnaCulturaAmbientalistaDesdeLaEscuelaConLa-6320367.pdf>.
- Cruz. s. f. El cultivo del arroz. :6.
- Gonzales; Sellanes. 2012. Aplicación de Feromonas Sexuales en el Manejo de Lepidópteros Plaga de Cultivos Agrícolas (en línea). Uruguay, Universidad de la República Montevideo. Disponible en https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/72710246/Aplicacin_de_Feromonas_Sexuales_en_el_Ma20211015-14042-1afl52g.pdf.

- Guancha. 2013. Climas de nuestro Ecuador (en línea, sitio web). Disponible en <https://emilylguancha.wordpress.com/>.
- Infanta. 2014. Arroz. Producciones Agrícolas (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cultivos-herbaceos/arroz/#:~:text=Su%20origen%20se%20sit%C3%BAa%20en,comenz%C3%B3%20su%20cultivo%20y%20domesticaci%C3%B3n.>
- Intagri S.A. 2016. El Uso de Feromonas para el Control de Plagas en Cultivos Extensivos. Blog (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/el-uso-de-feromonas-para-el-control-de-plagas-en-cultivos-extensivos>.
- Jiménez. 2009. Métodos de Control de Plagas (en línea). Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 145 p. Disponible en <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>.
- Monserrat. 2006. Problemática de la puesta a punto del uso de feromonas en campo (en línea). (183). Disponible en <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/183-noviembre-2006/problemtica-de-la-puesta-a-punto-del-uso-de-feromonas-en-campo>.
- Olmos. 2007. Apunte de Mofologia, Fenologia, Ecofisiologia, y mejoramiento genético del arroz. (en línea). Argentina, UNNE. 13 p. Disponible en <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>.
- Ramírez. 1996. Las feromonas de insectos y su aplicación en agricultura (en línea). s.l., Palmas, vol.17, (no. 3). 27-32 p. Disponible en <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/553>.
- Rodriguez. 2019. Manejo Integrado De Los Principales Insectos-Plaga Que Afectan El Cultivo De Arroz En Ecuador (en línea). Ecuador, Universidad Técnica de Machala. . Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Iran-Rodriguez/publication/339471379_S_I_PP_53-61_International_organization_of_Scientific_Research/links/5e5491e892851c1dcb8b9c52/S-I-PP-53-61-International-organization-of-Scientific-Research.pdf.
- Sanchez. 2020. Uso de repelentes orgánicos para el control del minador (hydrellia sp.) En el cultivo de arroz (oryza sativa l.) (en línea). Guayaquil-Ecuador, Universidad Agraria

del Ecuador. 71 p. Disponible en https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JORDAN%20SANCHEZ%20AARON%20ALEXANDER_compressed.pdf.

Socorro. 2018. Principales insectos plagas, invertebrados y vertebrados, que atacan a la cultivo del arroz en Ecuador. 6(1):95-107.

4.2. ANEXOS

Tabla 1

Ejemplo de feromonas estudiadas a nivel mundial para captura masiva de insectos

Genero	Nombre común	Familia	Orden	Referencia
Anthonomus grandis	Picudo del algodón	Curculionidae	Coleóptera	Gómez y Ortega (1990)
Bactrocera dorsalis	Mosca oriental de la fruta	Tephritidae	Diptera	Cunningham y Suda (1986)
Ceratitidis capitata	Mosca mediterránea de la fruta	Tephritidae	Diptera	Alemanly et al. (2006), Avery et al. (1994), Katsoyannos et al. (1999), McQuate et al. (2005), Ortu y Prota (1988)
Cosmopolites sordidus	Gorgojo del banano	Curculionidae	Coleoptero	Tinzaara et al. (2005)
Cydia pomonella	Carpocapsa o polilla del manzano	Tortricidae	Lepidoptera	Ghizdavu (1984), Gut et al. (1992), Kilic et al. (1999), Maitlen et al. (1976), Pawar y Tuhan (1985)
Glossina fuscipes fuscipes	Mosca tse-tse	Glossinidae	Diptera	Sciarretta et al. (2005)
Grapholita molesta	Polilla oriental del duraznero	Tortricidae	Lepidoptera	Meng et al. (1985)

Ips typographus	Escarabajo de la corteza del abeto	Scolytidae	Coleoptera	Babuder et al. (1996), Bakke (1981), Garner et al. (1984), Fang et al. (1984), Lakatos (1999), Vaupel et al. (1985)
------------------------	------------------------------------	------------	------------	---

Lobesia botrana	Polilla del racimo de la vid	Tortricidae	Lepidoptera	Gurevitz y Gothilf (1981)
------------------------	------------------------------	-------------	-------------	---------------------------

Lymantria dispar	Polilla gitana asiática	Lymantriidae	Lepidoptera	Beroza et al. (1973), Marshall y Clark (1985)
-------------------------	-------------------------	--------------	-------------	---

Phthorimaea operculella	Polilla de la papa	Gelechiidae	Lepidoptera	Raman (1988)
--------------------------------	--------------------	-------------	-------------	--------------

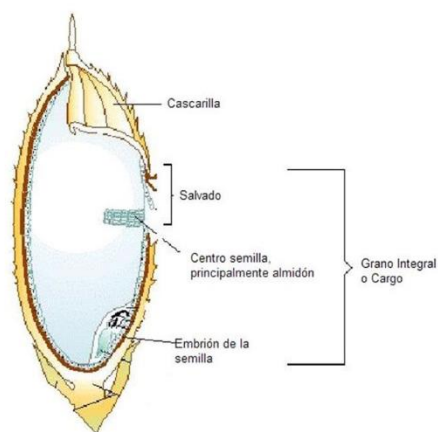


Figura 6 Partes del grano de arroz

Fuente: (CIAT 2005)

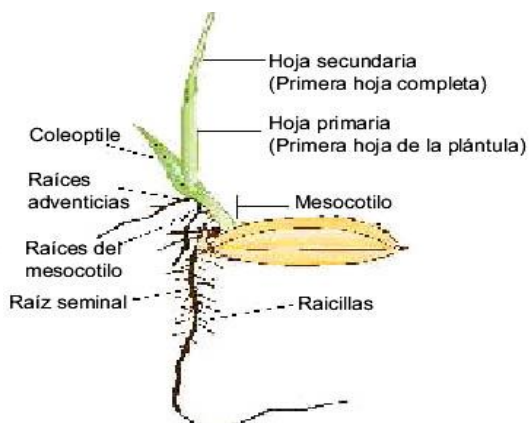


Figura 7 Partes de la raíz del arroz

Fuente: (CIAT 2005)

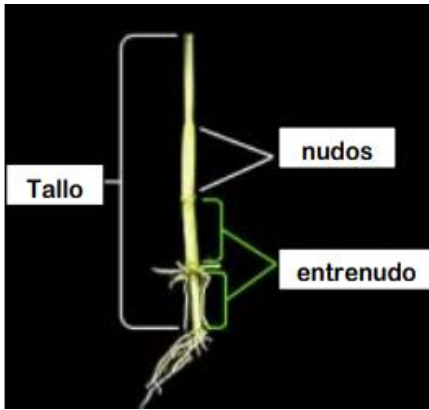


Figura 8 Partes del Tallo

Fuente:(CIAT 2005)



Figura 9 Hoja Bandera

Fuente: (CIAT 2005)



Figura 10 Estructura de una espiguilla del arroz

Fuente: (CIAT 2005)