

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.1197>

Efecto de inductores de resistencia sobre *Rhizoctonia solani* en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo – Ecuador

Effect of resistance inducers on Rhizoctonia solani in rice cultivation in the Babahoyo region of Ecuador

Luis Pedro Vecilla Nicola

pedrito_v@yahoo.es

<https://orcid.org/0009-0009-7443-4083>

Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

Febres Cordero Cia. de Comercio S.A (AFECOR)

Miguel Ángel Goyes Cabezas

mgoyes@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0154-5451>

Universidad Del Zulia Venezuela-Maracaibo

Universidad Técnica de Babahoyo

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Montalvo - Ecuador

Artículo recibido: 18 mayo 2025 - Aceptado para publicación: 28 junio 2025

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de inductores de resistencia sobre *R. solani*, agente causal del tizón de la vaina, en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo, Ecuador. Se utilizaron dos variedades comerciales (IMPACTO y SFL-11) y seis tratamientos, incluyendo ácido salicílico (AS) a dos dosis (2.0 y 3.0 l/ha), fosetil-aluminio (0.75 y 1.00 kg/ha), un fungicida químico (propiconazol + tebuconazol) y un testigo sin aplicación. El diseño experimental fue bloques completos al azar con arreglo factorial A×B y tres repeticiones. Los resultados mostraron que el ácido salicílico a 3.0 l/ha fue el tratamiento más eficaz, logrando una reducción significativa en la incidencia (5.67 %) y severidad (5.67 %) de la enfermedad, con una eficacia de control de 81.48 %. Además, este tratamiento mejoró significativamente parámetros agronómicos como altura de planta, número de macollos y panículas, peso de 1000 granos y rendimiento (8023.33 kg/ha en la variedad IMPACTO). El fosetil-aluminio también redujo la incidencia y severidad de la enfermedad, aunque con menor eficacia (hasta 64.01 %). El testigo sin aplicación registró los valores más altos de incidencia (31.33 %) y severidad (30.5%), además del menor rendimiento (6558.33 kg/ha). No se detectaron diferencias significativas entre variedades respecto a la incidencia y severidad de la enfermedad, pero sí en características productivas, donde IMPACTO superó a SFL-11 en rendimiento. El análisis económico reveló que el mayor beneficio neto se alcanzó con el tratamiento de AS a 3.0 l/ha en la variedad IMPACTO, generando \$3633.53/ha. Este estudio concluye que el uso de inductores como el ácido salicílico constituye una alternativa

viable, eficaz y sostenible para el manejo integrado de *R. solani* en arroz, reduciendo la dependencia de fungicidas químicos y promoviendo un cultivo sustentable y rentable.

Palabras claves: ácido salicílico, fosetil-aluminio, *r. solani*, incidencia, severidad

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of resistance inducers on *R. solani*, the causal agent of sheath blight, in rice crops in the Babahoyo area, Ecuador. Two commercial varieties (IMPACTO and SFL-11) and six treatments were used, including salicylic acid (SA) at two doses (2.0 and 3.0 L/ha), fosetyl-aluminum (0.75 and 1.00 kg/ha), a chemical fungicide (propiconazole + tebuconazole), and a control without application. The experimental design was randomized complete blocks with an A × B factorial arrangement and three replications. The results showed that salicylic acid at 3.0 L/ha was the most effective treatment, achieving a significant reduction in the incidence (5.67%) and severity (5.67%) of the disease, with a control efficacy of 81.48%. In addition, this treatment significantly improved agronomic parameters such as plant height, number of tillers and panicles, 1000-grain weight and yield (8023.33 kg/ha in the IMPACTO variety). Fosetyl aluminum also reduced disease incidence and severity, although with less efficacy (up to 64.01%). The control variety without application recorded the highest incidence (31.33%) and severity (30.5%) values, as well as the lowest yield (6558.33 kg/ha). No significant differences were detected between varieties regarding disease incidence and severity, but there were differences in productive traits, where IMPACTO outperformed SFL-11 in yield. The economic analysis revealed that the highest net benefit was achieved with AS treatment at 3.0 L/ha in the IMPACTO variety, generating \$3633.53/ha. This study concludes that the use of inducers such as salicylic acid constitutes a viable, effective, and sustainable alternative for the integrated management of *R. solani* in rice, reducing dependence on chemical fungicides and promoting sustainable and profitable cultivation.

Keywords: salicylic acid, fosetyl aluminum, *r. solani*, incidence, severity

INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los principales productos agrícolas del Ecuador y constituye un componente esencial de la dieta de la población. Su cultivo tiene una gran relevancia tanto económica como social, ya que es fuente de empleo, seguridad alimentaria y generación de ingresos para miles de familias (INEC, 2022).

Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG), el arroz representa el principal cultivo de ciclo corto en el país, con mayor presencia en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí y El Oro. Se estima que más de 100,000 agricultores se dedican a este cultivo, en su mayoría pequeños y medianos productores. (MAG, 2021).

Desde el punto de vista económico, el arroz contribuye de forma significativa al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario. Además, se considera un cultivo estratégico por su rol en la seguridad alimentaria, ya que forma parte de la canasta básica y es consumido diariamente por la mayoría de los hogares ecuatorianos (FAO, 2020).

Rhizoctonia solani es un hongo patógeno de gran importancia en el cultivo de arroz, ya que causa el tizón de la vaina, una de las enfermedades más devastadoras que afecta la producción arrocería a nivel mundial. Esta enfermedad puede provocar pérdidas de rendimiento de hasta un 50%, especialmente en regiones tropicales y subtropicales donde el arroz es un cultivo básico (Ronquillo, 2014).

El arroz es una planta muy susceptible al daño causado por plagas, lo cual provoca una reducción de la producción y calidad del grano; generalmente el hongo fitopatógeno *R. solani* son nativos del suelo y pueden persistir muchos años en espera de las condiciones adecuadas para causar un proceso patológico en el cultivo de arroz. El patógeno *R. solani*, es un microorganismo que puede afectar al cultivo si no se controlan a tiempo, siendo necesario aplicar medidas preventivas y de erradicación fitosanitaria; entre las medidas de control se presentan químicas, biológicas, genéticas y culturales y otras (Nakandarakí 2017).

Desde su identificación inicial en Japón en 1910, *R. solani* se ha propagado a la mayoría de las regiones productoras de arroz en el mundo, incluyendo países como China, India, Indonesia y Brasil. Actualmente, no existen variedades de arroz con resistencia completa al tizón de la vaina, lo que limita las opciones de manejo y control de la enfermedad.

Las plantas presentan la capacidad de defenderse por sí mismas contra los patógenos que las atacan mediante la activación de mecanismos de defensa; donde se ha establecido que la invasión a la planta por un determinado microorganismo da lugar a una estimulación de sus defensas mediante la síntesis de compuestos que inducen resistencia llamados inductores, los cuales son moléculas de origen biótico producidas por la acción de las enzimas hidrolasas del patógeno sobre el tejido vegetal o viceversa, Estos compuestos desencadenan en las plantas una

serie de mecanismos de defensa que provocan una resistencia sistémica ante el ataque de los patógenos (Pérez et al 2018).

Choudhary (2020) define a la inducción de resistencia como el incremento de la expresión de mecanismos de defensa natural de las plantas que las incita a protegerse de enfermedades e insectos que incluyen tanto respuestas locales como sistémicas que van desde las barreras físicas hasta las reacciones bioquímicas que alertan las células entre sí, para producir sustancias tóxicas que eliminan o inhiben la colonización por parte de la plaga. Esta resistencia se incrementa cuando se estimula apropiadamente por factores exógenos sin alteración del genoma de la planta.

Pinilla (2020) expresan que la resistencia inducida puede desencadenarse tanto por la pre-inoculación con agentes patógenos, no patógenos, simbiontes y saprófitos, o bien por la aplicación de determinados inductores abióticos, como el ácido salicílico o los metabolitos microbianos que estimulan a la planta para producir sustancias naturales de defensa contra patógenos.

Debido a que el arroz es una gramínea de importancia económica, evaluar inductores de resistencia para disminuir la incidencia de *R. solani*, podría ser una alternativa de manejo integrado que permita minimizar los desórdenes fisiológicos ocasionados por este patógeno, a fin de lograr reducir la brecha de rendimiento por unidad de superficie, con menor costos de producción y evitando impactos colaterales en el medio ambiente (Zhang et al., 2023).

La aplicación de polisacáridos extracelulares de *R. solani* puede inducir respuestas de defensa en las plantas de arroz, activando vías como la del ácido salicílico y aumentando la resistencia al tizón de la vaina (Zhang et al., 2023).

El ácido salicílico (AS) es una fitohormona que desempeña un papel crucial como inductor de resistencia en plantas, activando mecanismos de defensa tanto locales como sistémicos frente a diversos patógenos. Aunque la información específica sobre su aplicación en arroz es limitada, se han documentado sus efectos en otros cultivos (INTAGRI, 2018).

Aunque no se encontraron estudios específicos sobre el uso de AS en arroz, investigaciones en otros cultivos como lechuga han mostrado que la aplicación de AS puede mejorar la tolerancia al estrés abiótico, inducir la expresión de genes de resistencia y aumentar la producción de compuestos antioxidantes. Estos hallazgos sugieren que el AS podría tener efectos similares en arroz, aunque se requieren estudios específicos para confirmarlo (Casasola, 2012).

Un estudio reciente demostró que la aplicación de ácido salicílico en condiciones de campo y en invernadero incrementa la actividad de enzimas antioxidantes como peroxidasa, catalasa y superóxido dismutasa, reduciendo la severidad de la enfermedad del arroz causada por *M. oryzae* y mejorando el rendimiento del cultivo (Khan et al., 2024).

En arroz, a diferencia de plantas dicotiledóneas, las rutas de señalización del ácido salicílico y del ácido jasmónico no son antagónicas. Más de la mitad de los genes inducidos por el análogo

del AS también son activados por el ácido jasmónico, sugiriendo un sistema de defensa común activado por ambas fitohormonas (Tamaoki, 2013).

La aplicación de ácido salicílico en plantas de arroz y *Brachypodium distachyon* confiere resistencia contra *Rhizoctonia solani*, agente causal de la pudrición del tallo, al inhibir la formación de estructuras de infección del hongo y reducir su biomasa en los tejidos vegetales (Kouzai et al., 2018).

El fosetil-aluminio, aunque su modo de acción específico aún no está completamente elucidado, ha demostrado estimular reacciones de defensa en las plantas, como la síntesis de fitoalexinas. Además, actúa directamente reduciendo el crecimiento de patógenos como *Phytophthora* en diversas especies (Leal et al., 2014).

Aunque no se refiere directamente al arroz, un estudio evaluó el efecto del fosetil-aluminio como inductor de resistencia en plantas de sésamo (*Sesamum indicum*) frente a la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *sesami*. Los resultados indicaron que el fosetil-aluminio no inhibió directamente el crecimiento de la bacteria, lo que sugiere que su efecto podría estar relacionado con la inducción de mecanismos de defensa en la planta (Álvarez y Grabowski, 2013).

El fosetil-aluminio no solo inhibe directamente la formación de esporangios y la liberación de oosporas de patógenos, sino que también estimula la producción y acumulación de sustancias de defensa en la planta huésped, como fitoalexinas y enzimas relacionadas con la resistencia (Avondet, 2010).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de inductores de resistencia sobre *R. solani* en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo – Ecuador, con la finalidad de buscar nuevas alternativas para el manejo sostenible de *R. solani* dentro de los procesos productivos de arroz.

METODOLOGÍA

Ubicación y descripción del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en el Proyecto Cedege, cantón Babahoyo. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,6 °C; una precipitación anual 2329,8 mm; humedad relativa 82 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual. El suelo es de topografía plana, textura arcillo - limoso y drenaje regular.

Se utilizaron materiales de campo y dos variedades de arroz: Impacto y SFL-11. Se estudiaron dos factores: a) Incidencia y severidad de enfermedades, eficacia de inductores de resistencia, rendimiento de cultivo de arroz, y, b) Variedades, inductores de resistencia.

Tratamientos y diseño experimental

El experimento estuvo constituido por 12 tratamientos dispuestos en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial A (variedades) x B (Inductores), con tres repeticiones. Como factor A se evaluaron dos niveles (variedades de arroz) y como factor B, dos

niveles (tratamientos inductores de resistencia con sus respectivas dosis), un testigo químico y un testigo absoluto. Cada unidad experimental tuvo una superficie de 4 m² (2 m x 2 m). La separación de bloques es de 1,0 m); mientras que la separación entre parcelas fue de 0,5 m.

Tabla 1

Tratamientos en estudio

Tratamientos	Factor A (Variedades de arroz)	Factor B (Inductores de resistencia)	Concentración /ha	Procedencia	Época de aplicación (días)
T1	SFL-11	Ac Salicílico	2,0 l	Microtech	10 – 25 -35
T2	SFL-11	Ac Salicílico	3,0 l	Microtech	10 – 25 -35
T3	SFL-11	Fosetyl Aluminio	0,75 kg	Agripac	10 – 25 -35
T4	SFL-11	Fosetyl Aluminio	1,00 kg	Agripac	10 – 25 -35
T5	SFL-11	Propiconazol + Tebuconazol)	(500 ml/ha+ 500 ml/ha)	-----	10 – 25 -35
T6	SFL-11	Testigo absoluto			
T7	IMPACTO	Ac Salicílico	2,0 l	Microtech	10 – 25 -35
T8	IMPACTO	Ac Salicílico	3,0 l	Microtech	10 – 25 -35
T9	IMPACTO	Fosetyl Aluminio	0,75 kg	Agripac	10 – 25 -35
T10	IMPACTO	Fosetyl Aluminio	1,00 kg	Agripac	10 – 25 -35
T11	IMPACTO	Propiconazol + Tebuconazol)	(500 ml/ha + 500 ml/ha)	-----	10 – 25 -35
T12	IMPACTO	Testigo absoluto			

Análisis de la varianza

Tabla 2

Fuentes de variación y grados de libertad

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Tratamiento	11
Factor A	1
Factor B	5
Interacción A x B	5
Error	22
Total	35

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5 % de significancia estadística. Para todos los análisis se aplicaron en el software de análisis estadístico *Infostat*.

Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo, precautelando el carácter experimental del mismo, sin descuidar la aplicabilidad de cada uno de los tratamientos.

Preparación del terreno

La preparación del suelo se efectuó mediante un pase de “rome plow”, uno de rastra y “fanguero”, con el propósito de crear condiciones favorables para el normal desarrollo del cultivo de arroz.

Siembra

La siembra se realizó mediante trasplante a los 21 días de efectuado el semillero, se colocó 5 plántulas sitio. El distanciamiento entre hileras y entre plantas fue de 0,25 m * 0,25 m. El semillero se realizó con semilla pregerminada con una densidad estimada de 200 Lb/ha.

Riego

Se realizaron cuatro riegos durante el ciclo del cultivo, utilizando un conjunto motor de 16 Hp de 6 pulg. con un caudal 180 m³/hora. Manteniendo una lámina de 20 cm de altura por encima de la superficie del suelo.

Fertilización

La fertilización química se basó en un análisis de suelo, tomando en consideración 180 - 60 - 150 Kg/ha de Nitrógeno, Fósforo, y Potasio, utilizando como fuente de fertilización Urea (46% de N), DAP (18 % de N - 46 % de P₂O₅) y Muriato de potasio (60 % de K₂O); el nitrógeno se aplicó a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, mientras que el fósforo y potasio al momento de la siembra.

Control de malezas

Para realizar el control de malezas en postemergencia se utilizó 800 cc/ha de asagran 480 para el control de hoja ancha *Cyperus rotundus*, *Fimbristylis*; Profoxydin para el control de gramíneas 800 cc/ha + Dash 800 cc en una relación de 300 l de agua por hectárea.

Control de insectos plaga

Dentro del control de insectos plagas se aplicaron el insecticida Lambdacihalotrina con una dosis de 280 cc/ha para el control de minador de la hoja (*Hydrellia* sp).

Cosecha

La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual, cuando los granos alcanzaron madurez fisiológica.

Datos a evaluar

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área de la parcela experimental.

Incidencia y severidad de la enfermedad

Se realizó la evaluación a los 60 días después de la siembra, para tal efecto se registró el número de plantas enfermas del área útil, para posterior dividirlo para el número total de plantas de la misma área, dicho resultado será multiplicado x 100.

La fórmula para el cálculo es la siguiente (Ramírez, 2021):

$$\% \text{ de incidencia (I)} = \frac{\text{numero de plantas enfermas}}{\text{total de plantas}} \times 100$$

La severidad se determinó mediante observaciones visuales del área enferma, y posteriormente los datos fueron introducidos en la siguiente ecuación empleada por (Lavilla y Ivancovich, 2016):

$$\% \text{ de severidad (S)} = \frac{\text{area del tejido enfermo}}{\text{area total (sana + enfermas)}} \times 100$$

Eficacia de los inductores de resistencia

La eficacia de cada fungicida o combinación de los mismos se obtuvo mediante la fórmula de Abbott, que también fue utilizada por Ramírez (2021):

$$E = \frac{IT - It}{IT} \times 100$$

E = Eficacia de los fungicidas

IT = Infección en el testigo

It = infección en el tratamiento

Altura de planta (m)

Se evaluó días antes a la cosecha, tomando como referencia la distancia desde el nivel del suelo al ápice de la hoja más sobresaliente, en cinco plantas tomadas al azar, se expresa en cm.

Número de macollos

Dentro del área útil de cada parcela experimental, se lanzó un cuadro con área de m², donde se contabilizó el número de macollos.

Número de panículas

En el mismo metro cuadrado en que se evaluaron los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada parcela experimental.

Peso de 1000 granos

Se tomaron 1000 granos, libres de daños de insectos y enfermedades por cada parcela experimental, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión cuyos pesos se expresaron en gramos.

Rendimiento (kg/ha)

Para determinar el peso de arroz en cascara del área útil de cada unidad experimental ajustado al 14 % de humedad, se aplicó la siguiente formula:

$$Pa = \frac{(100 - HI) \times PM}{100 - HD} \times \frac{10000}{Ac}$$

Pa= Peso ajustado

Hi= Humedad inicial

Pm= Peso de la muestra

Hd= Humedad deseada

Ac= Área cosechada

Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de producción de cada tratamiento.

RESULTADOS

Porcentaje de incidencia de *R. solani*

Mediante el análisis de varianza, se evidencio que no existió significancia estadística para el factor variedades, mientras que para el factor inductores y la interacción Variedades * Inductores si existió significancia estadística, con un coeficiente de variación de 15.49 %. En el factor variedades, no existió significancia estadística, en la cual la variedad impacto (15.28 %) fue superior numéricamente a la variedad SFL-11 (14.5 %). En el factor inductores, el testigo sin aplicación presentó el promedio más alto de porcentaje de incidencia de *R. solani* con 31.33 %, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento con Ac Salicílico (3.0 l) obtuvo la incidencia más baja de *R. solani* con 5.67 %. Las interacciones IMPACTO – Testigo sin aplicación (32 %) y SFL-11 – Testigo (30.67 %), presentaron los promedios más altos de porcentaje de incidencia de *R. solani*, siendo significativamente superiores al resto de tratamientos, mientras que la interacción SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha) presento el promedio mas bajo de incidencia de *R. solani* con 7.67 %.

Tabla 3

Porcentaje de incidencia de R. solani

Variedades	Medias	n	E.E.	Comparaciones
IMPACTO	15.28	18	0.54	A
SFL-11	14.5	18	0.54	A
Significancia	ns			
Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
Testigo	31.33	6	0.94	A
Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	18.83	6	0.94	B
Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	14	6	0.94	C
Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	11.83	6	0.94	C
Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7.67	6	0.94	D
Ac Salicílico (3.0 l/ha)	5.67	6	0.94	D

Significancia	*			
Variedades * Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
IMPACTO - Testigo	32	3	1.3	A
SFL-11 - Testigo	30.67	3	1.3	A
SFL-11 - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	19.33	3	1.3	B
IMPACTO - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	18.33	3	1.3	B
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	15	3	1.3	B C
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	13	3	1.3	B C D
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	13	3	1.3	B C D
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	10.67	3	1.3	C D
SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7.67	3	1.3	D
Significancia	*			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ns: no significativo

*: significativo

Porcentaje de severidad de *R. solani*

Mediante el análisis de varianza, se evidenció que no existió significancia estadística para el factor variedades, mientras que para el factor inductores y la interacción Variedades * Inductores si existió significancia estadística, con un coeficiente de variación de 7.80 %. En el factor variedades, no existió significancia estadística, en la cual la variedad impacto y la variedad SFL-11 fueron numéricamente iguales en promedios de porcentaje de severidad de *R. solani* con 14.17 %. En el factor inductores, el testigo sin aplicación presentó el promedio más alto de porcentaje de severidad de *R. solani* con 30.5 %, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento con Ac Salicílico (3.0 l) obtuvo la severidad más baja de *R. solani* con 5.67 %. Las interacciones SFL-11 – Testigo (30.67 %) e IMPACTO – Testigo sin aplicación (30.33 %), presentaron los promedios más altos de porcentaje de severidad de *R. solani*, siendo significativamente superiores al resto de tratamientos, mientras que las interacciones SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l) (7.33 %), Ac Salicílico (3.0 l) (5.67 %) e IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l) (5.67 %), presentaron los promedios más bajo de severidad de *R. solani*.

Tabla 4

Porcentaje de severidad de R. solani

Variedades	Medias	n	E.E.	Comparaciones
SFL-11	14.17	18	0.26	A
IMPACTO	14.17	18	0.26	A
Significancia	ns			

Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
Testigo	30.5	6	0.45	A
Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	17.17	6	0.45	B
Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	13	6	0.45	C
Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	11	6	0.45	D
Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7.67	6	0.45	E
Ac Salicílico (3.0 l/ha)	5.67	6	0.45	F
Significancia	*			
Variedades * Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
SFL-11 – Testigo	30.67	3	0.64	A
IMPACTO – Testigo	30.33	3	0.64	A
SFL-11 - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	17.33	3	0.64	B
IMPACTO - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha-1 + 500 ml/ha)	17	3	0.64	B
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	13	3	0.64	C
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	13	3	0.64	C
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	11	3	0.64	C D
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	11	3	0.64	C D
IMPACTO - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	8	3	0.64	D E
SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7.33	3	0.64	E
SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	5.67	3	0.64	E
IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	5.67	3	0.64	E
Significancia	*			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ns: no significativo

*: significativo

Eficacia de los inductores de resistencia

Mediante el análisis de varianza, se evidenció que no existió significancia estadística para el factor variedades, mientras que para el factor inductores y la interacción Variedades * Inductores si existió significancia estadística, con un coeficiente de variación de 5.93 %. En el factor variedades, no existió significancia estadística, en la cual la variedad SFL-11 fue numéricamente superior con 53.81 % de eficacia, mientras que la variedad SFL-11 presentó 53.25 % de eficacia. En el factor inductores, el tratamiento con Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el

promedio más alto de porcentaje de eficacia con 81.48 %, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que el testigo sin aplicación obtuvo la eficacia más baja con 0 %. Las interacciones SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha) (81.53 %), IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha) (81.44 %), SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha) (76.11 %) e IMPACTO - Ac Salicílico (2.0 l/ha) (73.65 %), presentaron los promedios más altos de porcentaje de eficacia, siendo significativamente superiores al resto de tratamientos, mientras que las interacciones SFL-11 – Testigo (0 %) e IMPACTO – Testigo (0 %), presentaron los promedios más bajo de eficacia.

Tabla 5
Porcentaje de eficacia de inductores

Variedades	Medias	n	E.E.	Comparaciones
SFL-11	53.81	18	0.75	A
IMPACTO	53.25	18	0.75	A
Significancia	ns			
Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
Ac Salicílico (3.0 l/ha)	81.48	6	1.3	A
Ac Salicílico (2.0 l/ha)	74.88	6	1.3	B
Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	64.01	6	1.3	C
Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	57.43	6	1.3	D
Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha-1 + 500 ml/ha)	43.37	6	1.3	E
Testigo	0	6	1.3	F
Significancia	*			
Variedades * Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	81.53	3	1.83	A
IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	81.44	3	1.83	A
SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	76.11	3	1.83	A
IMPACTO - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	73.65	3	1.83	A
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	64.17	3	1.83	B
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	63.86	3	1.83	B
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	57.64	3	1.83	B
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	57.21	3	1.83	B
SFL-11 - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	43.4	3	1.83	C

IMPACTO - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha-1 + 500 ml/ha)	43.34	3	1.83	C
SFL-11 – Testigo	0	3	1.83	D
IMPACTO – Testigo	0	3	1.83	D
Significancia	*			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ns: no significativo

*: significativo

Altura de planta

Mediante el análisis de varianza, se evidenció que existió significancia estadística para los factores variedades, inductores y la interacción Variedades * Inductores, con un coeficiente de variación de 0.93 %. En el factor variedades, existió significancia estadística, en la cual la variedad impacto obtuvo una altura de planta de 109.67 cm, siendo estadísticamente superior a la variedad SFL-11 con un promedio de 107.22 cm. En el factor inductores, el tratamiento con Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto de altura de planta con 111.33 cm, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que el testigo sin aplicación obtuvo una altura de planta con 105.17 cm. La interacción IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto de altura de planta con 112.67 cm, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que la interacción SFL-11 - Testigo presentó el promedio más bajo de altura de planta con 104.33 cm.

Tabla 6

Promedios de altura de planta

Variedades	Medias	n	E.E.	Comparaciones
IMPACTO	109.67	18	0.24	A
SFL-11	107.22	18	0.24	B
Significancia	*			
Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
Ac Salicílico (3.0 l/ha)	111.33	6	0.41	A
Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	109.17	6	0.41	B
Ac Salicílico (2.0 l/ha)	109	6	0.41	B
Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	108.5	6	0.41	B
Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	107.5	6	0.41	B
Testigo	105.17	6	0.41	C
Significancia	*			
Variedades * Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	112.67	3	0.58	A

IMPACTO - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	110.67	3	0.58	A	B		
IMPACTO - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	110.33	3	0.58	A	B	C	
SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	110	3	0.58	A	B	C	D
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	109.67	3	0.58		B	C	D
IMPACTO - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha+ 500 ml/ha)	108.67	3	0.58		B	C	D E
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	107.67	3	0.58			C	D E
SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	107.67	3	0.58			C	D E
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	107.33	3	0.58				D E
SFL-11 - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	106.33	3	0.58				E F
IMPACTO – Testigo	106	3	0.58				E F
SFL-11 - Testigo	104.33	3	0.58				F
Significancia	*						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ns: no significativo

*: significativo

Número de macollos por planta

Mediante el análisis de varianza, se evidenció que existió significancia estadística para los factores variedades, inductores y la interacción Variedades * Inductores, con un coeficiente de variación de 0.93 %. En el factor variedades, existió significancia estadística, en la cual la variedad SFL-11 obtuvo un mayor número de macollos por planta de 23.94, siendo estadísticamente superior a la variedad impacto con un promedio de 23 macollos por planta. En el factor inductores, el tratamiento con Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto de número de macollos por planta con 25.5, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que el testigo sin aplicación obtuvo 21.5 número de macollos por planta. La interacción SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto con 26 número de macollos por planta, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que la interacción IMPACTO - Testigo presentó el promedio más bajo con 21.33 número de macollos por planta.

Tabla 7

Promedios de número de macollos por planta

Variedades	Medias	n	E.E.	Comparaciones
SFL-11	23.94	18	0.15	A
IMPACTO	23	18	0.15	B

Significancia	*			
Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
Ac Salicílico (3.0 l/ha)	25.5	6	0.25	A
Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	24.33	6	0.25	B
Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	23.33	6	0.25	B C
Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	23.17	6	0.25	C
Ac Salicílico (2.0 l/ha)	23	6	0.25	C
Testigo	21.5	6	0.25	D
Significancia	*			
Variedades * Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	26	3	0.36	A
IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	25	3	0.36	A B
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	25	3	0.36	A B
SFL-11 - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	24	3	0.36	B C
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	23.67	3	0.36	B C
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	23.67	3	0.36	B C
SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	23.33	3	0.36	B C D
IMPACTO - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	22.67	3	0.36	C D E
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	22.67	3	0.36	C D E
IMPACTO - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	22.67	3	0.36	C D E
SFL-11 - Testigo	21.67	3	0.36	D E
IMPACTO - Testigo	21.33	3	0.36	E
Significancia	*			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ns: no significativo

*: significativo

Número de panículas

Mediante el análisis de varianza, se evidenció que existió significancia estadística para los factores variedades, inductores y la interacción Variedades * Inductores, con un coeficiente de variación de 3.30 %. En el factor variedades, existió significancia estadística, en la cual la variedad SFL-11 obtuvo un mayor número de panículas con 21.5, siendo estadísticamente superior a la variedad impacto con un promedio de 20.56 panículas. En el factor inductores, el tratamiento con Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto de número de panículas con 23.83, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que el testigo sin

aplicación obtuvo 16.5 número de panículas. La interacción SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto con 24.67 número de panículas, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que las interacciones SFL-11 - Testigo (16.67 panículas) e IMPACTO - Testigo (16.33 panículas) presentaron los promedios más bajos.

Tabla 8
Promedios de número de panículas

Variedades	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
SFL-11	21.5	18	0.16	A		
IMPACTO	20.56	18	0.16	B		
Significancia	*					
Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
Ac Salicílico (3.0 l/ha)	23.83	6	0.28	A		
Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	22.33	6	0.28	B		
Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	21.5	6	0.28	B	C	
Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	21.33	6	0.28	B	C	
Ac Salicílico (2.0 l/ha)	20.67	6	0.28	C		
Testigo	16.5	6	0.28	D		
Significancia	*					
Variedades * Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones		
SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	24.67	3	0.4	A		
IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	23	3	0.4	A	B	
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	22.67	3	0.4	A	B	C
SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	22	3	0.4	B	C	D
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	22	3	0.4	B	C	D
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	22	3	0.4	B	C	D
IMPACTO - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	21	3	0.4	B	C	D
SFL-11 - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	21	3	0.4	B	C	D
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	20.67	3	0.4	C		D
IMPACTO - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	20.33	3	0.4	D		
SFL-11 - Testigo	16.67	3	0.4	E		
IMPACTO - Testigo	16.33	3	0.4	E		
Significancia	*					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ns: no significativo

*: significativo

Peso de 1000 granos

Mediante el análisis de varianza, se evidenció que no existió significancia estadística para el factor variedades, mientras que el factor inductores y la interacción Variedades * Inductores si presentaron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 3.89 %. En el factor variedades, no existió significancia estadística, en la cual la variedad SFL-11 obtuvo numéricamente un mayor peso de 1000 granos con 30.28 g, mientras que la variedad impacto logró el menor peso de 1000 granos con 30 g. En el factor inductores, el tratamiento con Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto de peso de 1000 granos con 33.67 g, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que el testigo sin aplicación obtuvo el menor peso de 1000 granos con 23.17 g. Las interacciones SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha) y IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentaron los promedios más altos de peso de 1000 granos con 34 g y 33.33 g, respectivamente, siendo significativamente superiores al resto de tratamientos, mientras que las interacciones SFL-11 - Testigo (23.33 g) e IMPACTO - Testigo (23 g) presentaron los promedios más bajos de peso de 1000 granos.

Tabla 9

Promedios de peso de 1000 granos

Fenólicos de peso de 1000 gramos					
Variedades	Medias	n	E.E.	Comparaciones	
SFL-11	30.28	18	0.28	A	
IMPACTO	30	18	0.28	A	
Significancia	ns				
Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones	
Ac Salicílico (3.0 l/ha)	33.67	6	0.48	A	
Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	32.33	6	0.48	A	B
Ac Salicílico (2.0 l/ha)	31.33	6	0.48	B	C
Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	30.83	6	0.48	B	C
Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	29.5	6	0.48	C	
Testigo	23.17	6	0.48	D	
Significancia	*				
Variedades * Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones	
SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	34	3	0.68	A	
IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	33.33	3	0.68	A	
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	32.33	3	0.68	A	B
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	32.33	3	0.68	A	B
IMPACTO - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	31.33	3	0.68	A	B
SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	31.33	3	0.68	A	B
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha))	31	3	0.68	A	B

IMPACTO - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	30.67	3	0.68	A	B
SFL-11 - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	29.67	3	0.68		B
IMPACTO - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	29.33	3	0.68		B
SFL-11 - Testigo	23.33	3	0.68		C
IMPACTO - Testigo	23	3	0.68		C
Significancia	*				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ns: no significativo

*: significativo

Rendimiento (Kg/ha)

Mediante el análisis de varianza, se evidenció que existió significancia estadística para los factores variedades, inductores e interacciones Variedades * Inductores, con un coeficiente de variación de 0.16 %. En el factor variedades, existió significancia estadística, en la cual la variedad impacto obtuvo el mayor rendimiento con 7730.56 kg/ha, siendo significativamente superior a la variedad SFL-11, donde se logró el menor rendimiento con 7549.17 kg/ha. En el factor inductores, el tratamiento con Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto de rendimiento con 7921.67 kg/ha, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que el testigo sin aplicación obtuvo el menor rendimiento con 6558.33 kg/ha. La interacción IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha) presentó el promedio más alto de rendimiento con 8023.33 kg/ha, siendo significativamente superior al resto de tratamientos, mientras que la interacción SFL-11 - Testigo presentó el promedio más bajo de rendimiento con 6516.67 kg/ha.

Tabla 10

Promedios de rendimiento (Kg/ha)

Tratamientos de Fertilización (kg/ha)					
Variedades	Medias	n	E.E.	Comparaciones	
IMPACTO	7730.56	18	2.86	A	
SFL-11	7549.17	18	2.86	B	
Significancia	*				
Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones	
Ac Salicílico (3.0 l/ha)	7921.67	6	4.95	A	
Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7866.67	6	4.95	B	
Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	7845.83	6	4.95	B	C
Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	7829.17	6	4.95	C	D
Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	7817.5	6	4.95	D	
Testigo	6558.33	6	4.95	E	

Significancia	*			
Variedades * Inductores	Medias	n	E.E.	Comparaciones
IMPACTO - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	8023.33	3	7	A
IMPACTO - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7970	3	7	B
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	7951.67	3	7	B
IMPACTO - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	7935	3	7	B C
IMPACTO - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	7903.33	3	7	C
SFL-11 - Ac Salicílico (3.0 l/ha)	7820	3	7	D
SFL-11 - Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7763.33	3	7	E
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	7740	3	7	E F
SFL-11 - Propiconazol + Tebuconazol (500 ml/ha + 500 ml/ha)	7731.67	3	7	E F
SFL-11 - Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	7723.33	3	7	F
IMPACTO - Testigo	6600	3	7	G
SFL-11 – Testigo	6516.67	3	7	H
Significancia	*			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ns: no significativo

*: significativo

Análisis económico

En lo referente al análisis económico se determinó que el costo fijo para para producir una hectárea de arroz es de \$ 910. El mayor beneficio neto se obtuvo con la variedad de arroz impacto y la aplicación de Ac Salicílico (3.0 l/ha) con una ganancia de \$ 3633.53/ha.

Tabla 11
Análisis económico por hectárea

Costos de Producción (USD)										
Variedades	Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	Sacos 50 Kg	Valor de producción (USD)	Fijos	Inductores	Variables Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte	Total	Beneficio neto (USD)
SFL-11	Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7763.33	155.27	4968.53	910	70	30	465.80	1475.80	3492.73
SFL-11	Ac Salicílico (3.0 l/ha)	7820.00	156.40	5004.80	910	80	30	469.20	1489.20	3515.60
SFL-11	Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	7723.33	154.47	4942.93	910	60	30	463.40	1463.40	3479.53
SFL-11	Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	7740.00	154.80	4953.60	910	70	30	464.40	1474.40	3479.20
SFL-11	Propiconazol + Tebuconazol) (500 ml/ha + 500 ml/ha)	7731.67	154.63	4948.27	910	70	30	463.90	1473.90	3474.37
SFL-11	Testigo	6516.67	130.33	4170.67	910	0	30	391.00	1331.00	2839.67
IMPACTO	Ac Salicílico (2.0 l/ha)	7970.00	159.40	5100.80	910	70	30	478.20	1488.20	3612.60
IMPACTO	Ac Salicílico (3.0 l/ha)	8023.33	160.47	5134.93	910	80	30	481.40	1501.40	3633.53
IMPACTO	Fosetyl Aluminio (0.75 kg/ha)	7935.00	158.70	5078.40	910	60	30	476.10	1476.10	3602.30
IMPACTO	Fosetyl Aluminio (1.00 kg/ha)	7951.67	159.03	5089.07	910	70	30	477.10	1487.10	3601.97
IMPACTO	Propiconazol + Tebuconazol) (500 ml/ha + 500 ml/ha)	7903.33	158.07	5058.13	910	60	30	474.20	1474.20	3583.93
IMPACTO	Testigo	6600.00	132.00	4224.00	910	0	30	396.00	1336.00	2888.00
Ácido salicílico = 17 Fosetyl aluminio= 18 Propiconazol + Tebuconazol = 15					Jornal= \$10 Costo de quintal= \$32 Cosecha + Transporte= 3					

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que la aplicación de inductores de resistencia, particularmente el ácido salicílico (AS), tiene un efecto significativo en la reducción de la incidencia y severidad de *R. solani* en el cultivo de arroz, lo cual coincide con estudios previos donde el AS ha sido reconocido como una fitohormona clave en la activación de respuestas de defensa en plantas (INTAGRI, 2018; Khan et al., 2024). El tratamiento con AS a 3.0 l/ha mostró la menor incidencia (5.67%) y severidad (5.67%) de la enfermedad, y una eficacia de control superior al 81%, confirmando su capacidad para inducir mecanismos de defensa tanto locales como sistémicos (Kouzai et al., 2018).

Los resultados también indicaron que el AS promovió un mejor desarrollo vegetativo y reproductivo del arroz, evidenciado por el mayor número de macollos y panículas, mayor peso de 1000 granos (34 g), y un rendimiento superior (8023.33 kg/ha en la variedad IMPACTO). Esto sugiere que, además de controlar enfermedades, el AS mejora el desempeño fisiológico del cultivo, lo que concuerda con lo señalado por Casasola (2012), quien reportó que el AS incrementa la expresión de genes de defensa y la producción de compuestos antioxidantes.

El fosetil-aluminio también presentó efectos positivos, aunque en menor magnitud que el AS. Este inductor mostró eficacia de hasta 64.01%, corroborando su capacidad para estimular la síntesis de fitoalexinas y enzimas relacionadas con la resistencia (Leal et al., 2014). No obstante, el testigo sin aplicación registró los valores más altos de incidencia (31.33%) y severidad (30.5%), así como el rendimiento más bajo (6558.33 kg/ha), lo que evidencia la importancia del uso de inductores en el manejo de *R. solani*.

La variedad de arroz no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre la incidencia o severidad de la enfermedad, aunque sí influyó en características como altura de planta y número de macollos, siendo la variedad SFL-11 superior en algunos parámetros. Esto resalta la necesidad de considerar la interacción variedad-inductor en la elección de estrategias de manejo (Ronquillo, 2014).

Respecto al análisis económico, el tratamiento con AS a 3.0 l/ha en la variedad IMPACTO generó el mayor beneficio neto (\$3633.53/ha), destacando su viabilidad para los productores locales. En este sentido, el uso de inductores de resistencia representa una estrategia eficaz y sostenible, tanto en términos agronómicos como económicos, alineándose con el enfoque de manejo integrado de enfermedades (Zhang et al., 2023).

CONCLUSIONES

El ácido salicílico (AS) fue el inductor más eficaz en el control de *R. solani*, destacándose la dosis de 3.0 l/ha, que logró reducir significativamente la incidencia y severidad de la enfermedad, con una eficacia superior al 81 %, tanto en la variedad IMPACTO como en SFL-11.

La utilización de AS no solo controló a *R. solani*, sino que mejoró el desarrollo agronómico del cultivo, evidenciado por mayores promedios de altura de planta, número de macollos, número de panículas, peso de 1000 granos y rendimiento por hectárea, lo que demuestra su efecto fisiológico positivo sobre el cultivo de arroz.

El fosetil-aluminio también mostró efectos positivos, aunque menos destacados que el AS, con eficacias entre 57.43 % y 64.01 %, por lo que puede considerarse una alternativa viable en programas de manejo integrado de enfermedades en el cultivo de arroz.

Las diferencias entre las variedades no fueron estadísticamente significativas en incidencia y severidad de la enfermedad, pero sí se observaron variaciones en parámetros productivos, siendo la variedad IMPACTO más productiva en términos de rendimiento por hectárea.

Desde el punto de vista económico, el tratamiento con AS (3.0 l/ha) en la variedad IMPACTO generó el mayor beneficio neto, alcanzando \$3633.53 por hectárea, lo que lo convierte en una alternativa rentable y sostenible para los agricultores arroceros de la zona.

La aplicación de inductores de resistencia representa una estrategia eficaz y amigable con el medio ambiente, al reducir la necesidad de fungicidas químicos, contribuyendo así al manejo sostenible del cultivo de arroz frente a *R. solani*.

REFERENCIAS

- Álvarez, M., & Grabowski, P. (2013). Inducción de resistencia en plantas de sésamo (*Sesamum indicum*) frente a *Xanthomonas campestris* pv. *sesami* mediante el uso de inductores químicos. *Investigación Agraria*, 15(2), 97-105.
- Avondet, J. (2010). Peróxido de hidrógeno - Fungicida e inductores usados. *Revista de Protección Vegetal*, 25(2), 45-50. <https://1library.co/article/per%C3%B3xido-de-hidr%C3%B3geno-fungicida-e-inductores-usados.q7wlrmoz>
- Casasola Zamora, S. (2012). *Efecto del ácido salicílico en la tolerancia a estrés abiótico: inducción de genes de resistencia, producción de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante en lechuga (Lactuca sativa)* (Tesis de grado). Universidad Autónoma de Querétaro. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/6528>
- Choudhary, D., Prakash, A., Johri, B. (2020). Induced systemic resistance (ISR) in plants: mechanism of action. *Indian Journal of Microbiology* 47(1):289-297.
- FAO. (2020). *El arroz en América Latina: situación actual y perspectivas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- INTAGRI. (2018). *Efectos del ácido salicílico en los cultivos*. Serie Nutrición Vegetal Núm. 110. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/efectos-del-acido-salicilico-en-los-cultivos>
- Khan, M. I. R., et al. (2024). Priming of Exogenous Salicylic Acid under Field Conditions Enhances Crop Yield through Resistance to *Magnaporthe oryzae* by Modulating Phytohormones and Antioxidant Enzymes. *Antioxidants*, 13(9), 1055. <https://doi.org/10.3390/antiox13091055MDPI+1PubMed+1>
- Kouzai, Y. (2018). Salicylic acid-dependent immunity contributes to resistance against *Rhizoctonia solani*, a necrotrophic fungal agent of sheath blight, in rice and *Brachypodium distachyon*. *New Phytologist*, 217(2), 771–783. <https://doi.org/10.1111/nph.14849WileyOnlineLibrary>
- Leal, J. A., Leal, J. A., & Leal, J. A. (2014). Manejo integrado de la pudrición de raíces del aguacate (*Persea americana* Miller), causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands. *Revista de Protección Vegetal*, 29(1), 1-9. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/218/218898003/html/index.htmlAmeliCA>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2021). *Plan Nacional del Arroz 2021–2025*. Gobierno del Ecuador. <https://www.agricultura.gob.ec>

- Nakandaraki, L. (2017). *Problemas fitosanitarios en el cultivo de arroz. Universidad Nacional Agraria La Molina* (Trabajo Monográfico para optar por el título de Ingeniero Agrónomo). Perú. 78 p.
- Pérez, H., Rodríguez, I., García, R. (2018). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Agroecosistema*, 6, 18.
- Pinilla, N. (2020). *Efecto del silicio como inductor de resistencia sistémica ante Gaeumannomyces graminis var. graminis, agente causal del 'mal del pie' en el cultivo de arroz (Oryza sativa)* (Tesis de grado). Tolima. Colombia. UT. 85 p.
- Ronquillo Sánchez, J. A. (2014). *Búsqueda de alternativas para el manejo integrado del tizón de la vaina Rhizoctonia solani Kuhn en arroz L* (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil.
- Singh, R., et al. (2022). Rhizoctonia solani Kühn Pathophysiology: Status and Prospects of Sheath Blight Disease Management in Rice. *Frontiers in Plant Science*, 13, 881116. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.881116>
- Tamaoki, D. (2013). Jasmonic acid and salicylic acid activate a common defense system in rice. *Plant Signaling & Behavior*, 8(6), e24260. <https://doi.org/10.4161/psb.24260PubMed>
- Zhang, J., et al. (2023). Rhizoctonia solani AG1 IA extracellular polysaccharides: Structural characterization and induced resistance to rice sheath blight. *Carbohydrate Polymers*, 300, 120174. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37330100/>