

Interacción fungicidas y fertilizantes, sobre el complejo manchado de grano en arroz de secano

Interaction of fungicides and fertilizers, on the stained grain complex in rainfed rice

José Pinto Maridueña^{1,*}, Eduardo Colina Navarrete^{2,†}, Carlos Castro Arteaga^{2,II}

Guillermo García Vasquez^{2,‡} y Joffre León Paredes^{2,⊗}

¹Técnico Agrícola Independiente, Ecuador

²Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

jmoasyrpinto@gmail.com;{ncolina;ccastro;ggarcia;jleon}@utb.edu.ec

Fecha de recepción: 4 de octubre de 2017 — Fecha de aceptación: 3 de julio de 2018

Cómo citar: Colina Navarrete, E., Pinto Maridueña, J., Castro Arteaga, C., García Vasquez, G. E., & León Paredes, J. E. (2018). Interacción fungicidas y fertilizantes, sobre el complejo manchado de grano en arroz de secano. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3(11), 10-17. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3iss11.2018pp10-17p>.

Resumen—El potencial de la producción agropecuaria está limitado por un conjunto de factores restrictivos, entre los que se destacan las deficiencias nutricionales, las condiciones ambientales y los organismos perjudiciales, entre otras. En los últimos años se incluyen en este grupo a los agentes fitopatógenos, sus efectos negativos sobre los cultivos, no sólo se manifiestan por una disminución de los rendimientos, sino también producen un acentuado deterioro en la calidad del grano. El objetivo de esta investigación fue determinar la interacción existente entre la aplicación de fungicidas y programas específicos de fertilización, sobre el complejo de manchado de grano en arroz. Se investigaron dos programas de aplicación de fungicidas y cinco programas de fertilización edáfica, en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Se sembró en hileras distanciadas a 30 cm, con la variedad INIAP-16, en parcelas de 16 m². La evaluación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Las variables evaluadas fueron: longitud de panículas, número de macollos/m², número de panículas/m², número de granos por panícula, rendimiento por hectárea, identificación del agente causal, incidencia y severidad de la. Los resultados determinaron que la aplicación de un programa de fungicidas con Tebuconazol + Sulfato de cobre en conjunto con una fertilización balanceada 140-60-90 kg/ha de N-P-K, disminuye la incidencia y daño del manchado de grano, logrando un rendimiento máximo de 5014,3 kg/ha.

Palabras Clave—Control, Hongos, Bacterias, Nutrición, Producción.

Abstract—The potential of the agricultural production is limited by a group of restrictive factors, among those that stand out the nutritional deficiencies, the environmental conditions, and the harmful organisms, among others. In the last years they are included in this group to the agents fitopatogens, their negative effects on the cultivations, are not only manifested by a decrease of the yields, but they also produce an accented deterioration in the quality of the grain. The objective of this investigation was to determine the existent interaction between the application of fungicides and specific programs of fertilization, on the complex of spotted of grain in rice. Two programs of application of fungicides and five programs of fertilization soils were investigated, in a design of parcels divided with three repetitions. It was sowed in arrays distanced to 30 cm, with the variety INIAP-16, in parcels of 16 m². The evaluation of stockings of the treatments was carried out with the test from Tukey to 5 % significance. The evaluated variables were: panicle longitude, macollo/m² number, panicle/m² number, number of grains for panicle, the yield for hectare, the causal agent's identification, incidence, and severity. The results determined that the application of a program of fungicides with Tebuconazole + Copper Sulfate together with fertilization balanced 140-60-90 kg/ha of N-P-K, diminishes the incidence and damage of the spotted one of grain, achieving a maximum yield of 5014,3 kg/ha.

Keywords—Control, Fungi, Bacteria, Nutrition, Production.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L), es la gramínea de mayor consumo a nivel mundial con una superficie de siembra de 165,1 millones de hectáreas FAO et al. (2001). En Ecuador es el primer componente de la canasta básica, el cual brinda fuente de calorías y genera trabajo para el sector rural, con una

producción de 1'565 535 t. En el país la superficie sembrada en el 2015 fue 414 459 hectáreas, distribuidas prácticamente en dos provincias, Guayas (62,53 %) y Los Ríos (30,69 %), con un 6,78 % restante en otras provincias del Litoral, Sierra y Amazonia (INEC and SINAGAP, 2012).

En los últimos años, los rendimientos de la gramínea han disminuido por factores como: uso de grano comercial como semilla, semillas de dudosa procedencia, variedades susceptibles a plagas y deficiente manejo agronómico (nutrición, densidades de siembra, riego, manejo de plagas). Además las condiciones climáticas registradas en los últimos años han

*Ingeniero Agrónomo

†Magíster en Agroecología y Agricultura Sostenible.

II Magíster en Agroecología y Agricultura Sostenible.

‡Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente.

⊗Magíster en Administración de Empresas.

ocasionado que los problemas fitosanitarios se manifiesten con mayor intensidad, lo cual repercute en la obtención del máximo potencial de producción de los cultivares.

El arroz como cualquier otra planta cultivada, está expuesta a una gran variedad de agentes patógenos que inciden en toda su etapa de desarrollo; la mayoría de los problemas fitosanitarios se presentan en los cultivos de secano en gran parte favorecidos por el ambiente y el manejo del cultivo. La enfermedad de mayor prioridad en el mejoramiento de las variedades son la quemazón o piricularia, el virus de la hoja blanca, el manchado de grano por bacterias y últimamente, en entorchamiento, de reciente apareamiento en el Ecuador (Armijos, 2007).

El manchado de grano está asociado a diversos factores predisponentes: climáticos, genéticos, bióticos y prácticas agronómicas. Entre estas últimas, la fertilización balanceada juega un rol importante en la epidemiología del manchado del grano de arroz; por lo que es necesario realizar investigaciones que permitan determinar la relación que existe entre los tipos de fertilización y la severidad del manchado de la espiga. La búsqueda de nuevas alternativas de fertilización constituye una de las prioridades actuales en el manejo integrado de cultivos. En ese sentido, el uso de programas específicos es una de las medidas en las que se está haciendo énfasis porque permite un desarrollo adecuado de los cultivos y un mejor retorno de la inversión con daños mínimos al ambiente. Entre los factores predisponentes se mencionan temperaturas bajas, precipitaciones continuas y humedad relativa elevada en el momento de la floración y durante la maduración del grano; siembra tardía; vientos fuertes; suelos de baja fertilidad; deficiencias de potasio, calcio y magnesio; exceso de nitrógeno; producción de heridas por ataques de insectos o daños mecánicos. No se conocen cultivares que sean inmunes o altamente resistentes; el comportamiento es variable, algunos son tolerantes, y los modernos semi enanos, al parecer, son más susceptibles que los tradicionales de alto porte (Gutiérrez et al., 2000).

El manchado del grano afecta componentes del rendimiento (alto porcentaje de vaneos, disminución del poder germinativo, vigor y tamaño de las plántulas, disminución del número de granos por panoja y del peso de los granos manchados), y la calidad (disminución de granos enteros, granos quebradizos en el proceso de molido, granos yesosos, con coloraciones anormales); además, en los campos de producción de semillas el problema obliga al descarte de muchos lotes, ya que los hongos causales pueden ser transmitidos por dicho órgano (Castaño, 1985; Mew and Gonzales, 2002; Ou, 1972).

Vivas and Intriago (2012) afirman que existen varios microorganismos que causan manchado en la panícula y grano de arroz, como hongos y bacterias. Entre los hongos que se transmiten por semilla se citan a *Sarocladium oryzae*, *Bipolaris* y *Ustilagoidea virens*; otro género de hongos se asocian con esta patología, *Curvularia*, *Alternaria*, *Nigrospora* y *Fusarium*. Las bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, también se han identificado como causales del manchado de grano. Las panículas y granos manchados muestran diversas tonalidades dependiendo del microorganismo involucrado, si la

infección es temprana puede causar vaneamiento de los granos.

Mancha Parda o Helminthosporiosis, *Bipolaris oryzae*. Esta enfermedad es causada por el hongo *Bipolaris*, atacando las plántulas, hojas y granos en formación. Las manchas sobre las hojas son ovaladas de color café oscuro. En casos graves las manchas cubren toda la panícula causando la pérdida del grano. Esta enfermedad afecta arroz de secano y se encuentra en áreas más drenadas y en suelos que sufren desordenes nutricionales, o la acumulación de sustancias tóxicas, en suelos con nivel de fertilización reducida. Esta enfermedad no es grave en plantas bien nutridas (Cheaney and Jennings, 1975).

La utilización de fungicidas es una práctica muy común para el manejo de infestación por patógenos. Estos productos tienen la capacidad de disminuir la infección, logrando de esta manera evitar el daño, mejorando la capacidad fotosintética de la planta. Sin embargo este efecto puede ser disminuido por la incorrecta aplicación de programas de fertilización, ya que al no nutrir a la planta de forma adecuada, se puede causar deficiencias que permitan al patógeno atacar de manera más intensiva por encontrar debilidad en las defensas de los organismos o por tener mayor turgencia el tejido vegetal. El empleo de programas entre fungicidas y fertilizantes es una tecnología muy antigua y de gran uso actual en la agricultura, esto ha sido estudiado muy paulatinamente, especialmente aquellos que realizan control sobre patógenos de cultivos de alta productividad; el conocimiento adecuado de dosis y productos mejorará la eficiencia en las aplicaciones (Pinto, 2016).

El trabajo buscó: a) Determinar la eficiencia de la interacción fungicida y fertilizantes en el rendimiento del cultivo de arroz y b) Establecer el efecto de los tratamientos aplicados sobre la incidencia y severidad del manchado de grano en el cultivo del arroz.

METODOLOGÍA

Ubicación del ensayo

La investigación se realizó en los campos de la Granja Experimental "San Pablo" propiedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo ubicada en el Km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Las condiciones climáticas de la zona son: altura 8 m.s.n.m, temperatura media anual 25 °C, coordenadas geográficas longitud Oeste 79° 32' y latitud Sur 1° 49', precipitación anual de 1 845 mm, humedad relativa 76 % y 804,7 horas de heliofanía (INAMHI, 2016).

Análisis físico-químicos de suelos

Se tomó una muestra homogénea de suelo para proceder al análisis físico y químico (IPNI, 2012). Este determinó la concentración de nutrientes presente en el suelo.

Para la identificación de los agentes causales, se utilizó el método de cámara humedad, favoreciendo las condiciones

para el desarrollo rápido de hongos y bacterias, que estuvieron involucradas en la producción de síntomas de enfermedad. Los análisis se realizaron en los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP.

Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron:

Tebuconazole es un fungicida perteneciente grupo químico de los Triazoles, con acción preventiva, curativa y erradicante. Controla especies de hongos de los órdenes de Deuteromycetes, Basidiomycetes y Ascomycetes. El modo de acción de Tebuconazole es por contacto y sistémico. El mecanismo de acción es interfiriendo la biosíntesis de la membrana celular del hongo mediante la inhibición de la síntesis de ergosterol de los hongos, quedando limitado su crecimiento y esporulación (Nufarm, 2015).

Sulfato de cobre posee actividad fungistática y bacteriostática: impide o inhibe la actividad vital de hongo y bacteria. De acción preventiva, amplio campo de actividad y buena presencia, se considera de acción "multisitio". En general, el cobre es retenido fuertemente en la zona más superficial del suelo y por tanto es prácticamente inmóvil, las plantas las utiliza como nutriente (Monte, 2015).

Iprodione (Agripac, 2016) es un fungicida selectivo, sistémico y translaminar, de acción preventiva, curativa y antiesporulante muy residual, que impide la colonización, avance y esporulación de enfermedades, impide el normal intercambio de señales de la membrana con el ambiente, especialmente de la señal osmótica. Perteneciente al grupo químico de las Hidantoinas. Afecta el intercambio de señales de la membrana con el medio, afecta el metabolismo de lípidos y la respiración celular, interfiere la biosíntesis de ADN.

Kasugamicina posee efectos preventivos y terapéuticos contra *Pyricularia* del arroz. Sin embargo, no tiene efecto directo contra el hongo sobre la superficie de las hojas, siendo muy efectivo después de la penetración en los tejidos de la planta. Es un fungicida bactericida sistémico (translocable), no causa ninguna fitotoxicidad en cultivos de arroz, aun cuando fuese aplicado en dosis mayores que las recomendadas (Equiaquímica, 2015).

Diseño Experimental

En el trabajo de investigación se utilizó el diseño de parcelas divididas con dos tratamientos (programa de fungicidas) y cinco subtratamientos (programas de fertilización); con tres repeticiones, aplicando para la evaluación de medias, el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 99 % de probabilidades para la comparación de tratamientos.

Manejo y Variables biométricas

En el manejo del ensayo se siguieron las técnicas agronómicas necesarias para maximizar el rendimiento del cultivo, siendo

la preparación del suelo un pase de romplow (rastra pesada) y 2 de rastra liviana en sentido cruzado.

La siembra se efectuó en hileras longitudinales colocando semillas de la variedad de arroz INIAP-16 a chorro continuo, la separación entre hileras fue 0,30 m (480 000 plantas ha^{-1}). Las semillas fueron impregnadas con thiodicarb 5 cc/kg. Las malezas fueron controladas aplicando Pendimetalin y Butaclor (2,5 y 3 L ha^{-1} , respectivamente) a la siembra. A los 30 días después se aplicó Bispiribac sodium en dosis de 0,25 L ha^{-1} y Metsulfuron metil 0,04 kg ha^{-1} , 60 días después de la siembra se controló las malezas manualmente. Las observaciones para el control de insectos fueron semanales, con esto se determinó los umbrales de daño, los cuales fueron altos para *Spodoptera frugiperda*, aplicando cypermetrina en dosis de 0,3 L ha^{-1} para el control (Villavicencio and Vásquez, 2012).

La siembra fue realizada en época lluviosa, no siendo necesaria la aplicación de riego. La aplicación de los fertilizantes se realizó a los 20, 35 y 45 días después de la siembra, esto según el análisis de suelo. El nitrógeno se aplicó como Urea en partes iguales a los 20, 35 y 45 días. Para la aplicación del potasio se utilizó muriato de potasio y fósforo DAP, los cuales se colocaron en partes iguales a la siembra y posteriormente a los 20 días después de esta. Los tratamientos se cosecharon de forma manual-mecánica (chicoteo), cuando se alcanzó la madurez en las panículas. Las dosis de fungicidas se aplicaron a la aparición de los primeros indicios de la enfermedad, con un intervalo de 15 días entre cada producto.

Las variables agronómicas evaluadas fueron: altura de planta a cosecha, número de macollos/ m^2 , número de panículas/ m^2 , número de granos por panícula, longitud de panículas y rendimiento por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de agentes causales

Según el análisis de las muestras recogidas en campo y llevadas a la laboratorio, se encontró presencia de los hongos: *Sarocadium oryzae*, *Bipolaris oryzae*, *Ustilagoideia virens* y de la bacteria *Burkholderia*. Estos coinciden con los descritos Vivas and Intriago (2012), que en investigaciones realizadas encontraron los géneros antes descritos en panículas y granos manchados, hallando diversas tonalidades dependiendo del microorganismo involucrado, causando vaneamiento de los granos.

Incidence de la enfermedad

El análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas para tratamientos (programa de fungicidas) y subtratamientos (ver Tabla 2). En los tratamientos, el uso de Iprodione + Kasugamicina obtuvo mayor incidencia con 16,0 %, estadísticamente superior a Tebuconazol + Sulfato de cobre con 11,0 %. Los subtratamientos determinaron presencia del 17,5 % fertilizando con 69-0-0 kg ha^{-1} de N-P-K, igual

Tabla 1. Tratamientos ensayados. Babahoyo, 2016.

	Programas de fungicidas	Dosis Fungicidas L/ha	Programa de fertilización N-P-K kg ha ⁻¹
1	Tebuconazol + Sulfato de cobre	0,5 + 0,5	140-60-90
2			120-40-70
3			100-20-50
4			90-0-30
5			60-0-0
6	Iprodione + Kasugamicina	0,5 + 0,5	140-60-90
7			120-40-70
8			100-20-50
9			90-0-30
10			69-0-0

Fuente: Elaboración Propia.

estadísticamente igual a 100-20-50 y 90-0-30 kg ha⁻¹ de N-P-K, siendo 140-60-90 kg ha⁻¹ de N-P-K el que tuvo menor incidencia (9,6%).

Esto coincide con Ou (1972), que indica un registro mundial de más de 80 enfermedades en el cultivo del arroz causadas por patógenos que incluyen hongos, bacterias, virus y nematodos. Así mismo Armijos (2007) indica que el arroz está expuesto a una gran variedad de patógenos en toda su etapa de desarrollo; la mayoría de los problemas fitosanitarios se presentan en los cultivos de secano en gran parte favorecidos por el ambiente y el manejo del cultivo, entre ellas el manchado de grano.

Severidad del manchado de grano

Los valores de porcentaje de severidad (ver Tabla 3) tuvieron diferencias altamente significativas para tratamientos (programa de fungicidas) y subtratamientos (programa de fertilización). En los tratamientos, el empleo de Iprodione + Kasugamicina demostró 29,9% de severidad, estadísticamente superior a Tebuconazol + Sulfato de cobre con 12,8%. En subtratamientos, el programa 69-0-0 kg ha⁻¹ (N-P-K) presentó mayor severidad (39,0%), estadísticamente igual a 90-0-30 kg ha⁻¹ de N-P-K y superiores estadísticamente a los demás subtratamientos. La menor severidad con 10,0%, se dio aplicando 140-60-90 kg ha⁻¹ (N-P-K).

Los resultados concuerdan con Gutiérrez et al. (2000) quienes sostienen que en condiciones de campo, el manchado del grano es un problema complejo, resultante de la interacción hospedante - patógeno - ambiente. Olmos (2000) menciona que los factores predisponentes están las temperaturas bajas, precipitaciones continuas, humedad elevada en floración y durante la maduración del grano; suelos de baja fertilidad; deficiencias de potasio, calcio y magnesio; exceso de nitrógeno. Una nutrición adecuada, sin niveles deficientes de los minerales que favorezcan el ataque de patógeno, ayuda a reducir las pérdidas por el manchado de grano.

Las aplicaciones de fungicidas disminuyeron el daño causado en el grano, evitando la colonización de los patógenos en las glumas, logrando reducir la incidencia a rango entre 9 y 18%, lo cual lo corrobora Nufarm (2015), al sostener que la aplicación de fungicidas por contacto o sistémicos,

generan una interferencia en el desarrollo celular del patógeno, quedando limitado su crecimiento y esporulación.

Altura de planta

En la tabla 4, los promedios de altura de planta tuvieron diferencias altamente significativas para los programas de fungicidas y programas de fertilización. Las plantas tratadas con Tebuconazol + Sulfato de cobre tuvieron más altura (69,0 cm), estadísticamente superiores a las aplicadas con Iprodione + Kasugamicina (62,6 cm). El programa 140-60-90 kg ha⁻¹ de N-P-K presentó la mayor altura de planta con 71,0 cm, estadísticamente igual a 120-40-70 y 100-20-50 kg ha⁻¹, superior al resto. La menor altura de planta estuvo en 69-0-0 kg ha⁻¹ (62,2 cm).

Los promedios encontrados coinciden con lo manifestado por Dobermann and Cassman (2002), los cuales manifiestan que niveles altos de nitrógeno promueven el rápido crecimiento (incrementa en el tamaño de la planta). Además cuando se aplica suficiente Nitrógeno se incrementa la demanda de otros macronutrientes como el Fósforo y el Potasio.

Macollos/m²

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para los programas de fungicidas y fertilización (ver Tabla 5). La aplicación de Tebuconazol + Sulfato de cobre obtuvo 108,9 macollos/m², estadísticamente superior al empleo de Iprodione + Kasugamicina con 99,2 macollos. Aplicando 140-60-90 kg ha⁻¹ de N-P-K se consiguió 118,8 macollos/m², estadísticamente superior a los demás subtratamientos, cuyo menor valor fue fertilizando con 69-0-0 kg ha⁻¹ de N-P-K con 90,3 macollos.

La variable demuestra que el uso de programas adecuados de fertilización estimulan el desarrollo del cultivo aumentando su parte fisiológica, lo que corrobora lo descrito por Dobermann and Fairhurst (2000), quienes indican que niveles altos de nitrógeno promueven un aumento en el número de macollos, debido al incremento de la tasa de fotosíntesis en las hojas y la producción de biomasa en el cultivo.

Tabla 2. Incidencia de patógenos, en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Programas de Fertilización N - P - K (kg ha ⁻¹)	Programas de fungicidas (L ha ⁻¹)		Promedio
	Tebuconazol +Sulfato de cobre (0,5 +0,5)	Iprodione + Kasugamicina (0,5 +0,5)	
140-60-90	5,0	14,2	9,6 b
120-40-70	7,5	14,2	10,8 b
100-20-50	10,8	15,0	12,9 ab
90-0-30	14,2	19,2	16,7 a
69-0-0	17,5	17,5	17,5 a
Promedio	10,0	16,0 a	13,5
Coeficiente de variación			(%) 21,78

Fuente: Elaboración Propia.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes Tukey (p ≤ 0,05).

Tabla 3. Severidad de patógenos, en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Programas de Fertilización N - P - K (kg ha ⁻¹)	Programas de fungicidas (L ha ⁻¹)		Promedio
	Tebuconazol +Sulfato de cobre (0,5 +0,5)	Iprodione + Kasugamicina (0,5 +0,5)	
140-60-90	5,6	14,4	10,0 b
120-40-70	6,2	17,3	11,8 b
100-20-50	11,5	20,4	16,0(kg ha ⁻¹) b
90-0-30	18,5	41,8	30,2 a
69-0-0	22,3	55,7	39,0 a
Promedio	18,9 b	29,9 a	21,4
Coeficiente de variación			(%) 29,89

Fuente: Elaboracion Propia.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes Tukey (p ≤ 0,05).

Tabla 4. Altura de plantas, en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Programas de Fertilización N - P - K (kg ha ⁻¹)	Programas de fungicidas (L ha ⁻¹)		Promedio
	Tebuconazol +Sulfato de cobre (0,5 +0,5)	Iprodione + Kasugamicina (0,5 +0,5)	
140-60-90	75,3	66,7	71,0 a
120-40-70	70,3	61,0	65,7 ab
100-20-50	68,0	65,0	66,5 ab
90-0-30	66,0	61,3	63,7 b
69-0-0	65,3	59,0	62,2 b
Promedio	69,0 a	62,6 b	65,8
Coeficiente de variación			(%) 5,67

Fuente: Elaboración Propia.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes Tukey (p ≤ 0,05).

Panículas/m²

En panículas/m², la utilización de Tebuconazol + Sulfato de cobre produjo 87,1 panículas/m², siendo estadísticamente superior al uso de Iprodione + Kasugamicina con 79,8 panículas/m². El programa de fertilización 140-60-90 kg ha⁻¹ de N-P-K obtuvo 94,8 panículas, estadísticamente superiores al resto, con un menor número de panículas aplicando 69-0-0 kg ha⁻¹ de N-P-K (73,7 panículas). El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas en los factores estudiados (ver Tabla 6).

La observación de resultados muestran que el uso de programas balanceados de nutrición, disminuyen la incidencia del patógeno en el tejido, ya que la planta con una nutrición balanceada estimula procesos de defensa, lo que evita el aumento en la presión del patógeno, como lo sostienen Alcívar and Mestanza (2007), al indicar que las especies vegetales

cultivables, necesitan disponer de una cantidad adecuada y oportuna de nutrientes, suministrada por el suelo o por una fertilización balanceada.

Granos por panícula

En la Tabla 7 el análisis de varianza registró diferencias altamente significativas dentro de los fungicidas y programas de fertilización. En la evaluación aplicar Tebuconazol + Sulfato de cobre alcanzó 95 granos/panícula, estadísticamente superior al empleo Iprodione + Kasugamicina (86 granos/panícula). Fertilizando con 140-60-90 kg ha⁻¹ de N-P-K se tuvo 110 granos/panícula, estadísticamente superior a los otros programas.

Los valores encontrados demuestran que la enfermedad no logro su desarrollo, esto debido a la aplicación de los tratamientos combinados de Tebuconazole y Sulfato de cobre,

Tabla 5. Macollos por m², en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Programas de Fertilización N - P - K (kg ha ⁻¹)	Programas de fungicidas (L ha ⁻¹)		Promedio
	Tebuconazol +Sulfato de cobre (0,5 +0,5)	Iprodione + Kasugamicina (0,5 +0,5)	
140-60-90	128,0	109,7	118,8 a
120-40-70	115,0	102,3	108,7 b
100-20-50	107,0	101,0	104,0 bc
90-0-30	92,0	94,3	98,5 c
69-0-0	108,9 a	88,7	90,3 d
Promedio	108,9 a	99,2 b	104,1
Coeficiente de variación			(%) 3,76

Fuente: Elaboración Propia.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes Tukey (p ≤ 0,05).

Tabla 6. Panículas por m², en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Programas de Fertilización N - P - K (kg ha ⁻¹)	Programas de fungicidas (L ha ⁻¹)		Promedio
	Tebuconazol +Sulfato de cobre (0,5 +0,5)	Iprodione + Kasugamicina (0,5 +0,5)	
140-60-90	102,3	87,3	94,8 a
120-40-70	92,0	82,0	87,0 b
100-20-50	85,3	80,7	83,0 bc
90-0-30	82,0	75,3	78,7 cd
69-0-0	73,7 a	73,7	73,7 d
Promedio	87,1 a	79,8 b	83,4
Coeficiente de variación			(%) 3,77

Fuente: Elaboración Propia.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes Tukey (p ≤ 0,05).

Tabla 7. Granos por panícula, en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Programas de Fertilización N - P - K (kg ha ⁻¹)	Programas de fungicidas (L ha ⁻¹)		Promedio
	Tebuconazol +Sulfato de cobre (0,5 +0,5)	Iprodione + Kasugamicina (0,5 +0,5)	
140-60-90	112	107	110 a
120-40-70	105	98	101 b
100-20-50	94	90	92 c
90-0-30	93	70	81 d
69-0-0	71 a	68	70 e
Promedio	95 a	86 b	90,7
Coeficiente de variación			(%) 2,71

Fuente: Elaboración Propia.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes Tukey (p ≤ 0,05).

con el adecuado balance nutricional aportado por el programa 140 N - 60 P - 90 K. Esto contradice lo reportado por Mew and Gonzales (2002), en donde el manchado del grano afecta componentes del rendimiento como: disminución del número de granos por panoja y del peso de los granos manchados, siempre que no se aplique medidas correctivas para su proliferación, esto de la misma manera se contrapone con lo dicho por Gutiérrez et al. (2000) que según estudios indica que el uso de fungicidas inhibe el desarrollo del patógeno, de esta manera impide el establecimiento de la infección. Esta eficacia depende del efecto fúngico de la molécula, así como del ingrediente activo, el cual transmite una señal bioquímica de autodefensa aumentando la eficiencia fotosintética de las plantas tratadas.

Longitud de panícula

En longitud de panícula, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para tratamientos (programa de fungicidas) y subtratamientos (ver Tabla 8). En este caso el uso de Tebuconazol + Sulfato de cobre (27,6 cm), fue estadísticamente superior a Iprodione + Kasugamicina (24,4 cm). Con el programa de fertilización 140-60-90 kg ha⁻¹ de N-P-K (29,0 cm), los valores de longitud dieron igualdad estadística con 120-40-70; 100-20-50 y 90-0-30 kg ha⁻¹ de N-P-K y superioridad con 69-0-0 kg ha⁻¹ de N-P-K (20,7 cm).

Esto demuestra que aplicar programas nutricionales que cubran los requerimientos mínimos del cultivo, garantiza un incremento en el desarrollo de las plantas, lo que concuerda con Rodríguez citado por García (2001), al mencionar que en arroz las dosis totales pueden variar entre 120-200 Kg ha⁻¹ de nitrógeno, 90-120 de fósforo y 60-120 Kg ha⁻¹ de

potasio, en función de las condiciones de fertilidad del suelo y la posibilidad de producción en la zona.

Rendimiento por hectárea

La aplicación de Tebuconazol + Sulfato de cobre presentó mayor rendimiento (4655,8 kg ha^{-1}), estadísticamente superior a Iprodione + Kasugamicina (4047,4 kg ha^{-1}). El uso del programa nutricional 140-60-90 kg ha^{-1} de N-P-K logró el mayor rendimiento (5336,5 kg ha^{-1}), estadísticamente superior al resto. El menor valor fue colocando 69-0-0 kg ha^{-1} de N-P-K con 3101,7 kg ha^{-1} (ver Tabla 9).

El análisis estadístico compuesto por los factores rendimiento de grano e interacción con fungicidas, encontró que las diferencias encontradas con la aplicación de 140-60-90 kg/ha más Tebuconazol + Sulfato de cobre, responden de manera diferente a los otros tratamientos, lo cual concuerda con Aragundi and Monserrate (2012), quienes indican que programas de nutrición con criterios muy variados, inciden en la producción del cultivo. Por este motivo es indispensable manejar adecuadamente los requerimientos de nitrógeno, mejorando la densidad del cultivo, así como establecer un programa integrado de manejo de insectos plaga y enfermedades, con la aplicación oportuna de fungicidas sistémicos de eficacia comprobada.

Análisis económico

El análisis de los tratamientos entre ingresos y egresos (ver Tabla 10), demostró que el tratamiento Tebuconazol + Sulfato de cobre fertilizado con 140-60-90 kg/ha N-P-K, generó mayor utilidad con 945,6.

CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación demuestran que el programa de fungicidas Tebuconazol + Sulfato de cobre interaccionado con la aplicación de 140-60-90 kg/ha de N-P-K, causa disminución en el porcentaje de incidencia y severidad del complejo manchado de grano en arroz, logrando aumentos en el rendimiento y obteniendo mayor utilidad económica en función del rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agripac (2016). Catálogo de productos. Recuperado de <http://www.agripac.com/pdf/ROVRAL760SC.pdf>.
- Alcívar, S. and Mestanza, S. (2007). Nutrición del cultivo de arroz. In *Manual del cultivo de arroz, 2 Ed.*, number 66, pages 40–52, Guayaquil, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias-INIAP.
- Aragundi, J. and Monserrate, P. (2012). Agripac confirma las infestaciones del acaro blanco y sus relación con el “vaneo de la espiga” del arroz. *Revista Agripac Directo*, 26(5):42–43.
- Armijos, F. (2007). Enfermedades virales del arroz. In *Manual del cultivo de arroz, 2 Ed.*, number 66, pages 77–107, Guayaquil, Ecuador.
- Castaño, J. (1985). Efecto del manchado de grano del arroz sobre algunos estados de desarrollo de la planta de arroz. 26:235–244.
- Cheaney, R. L. and Jennings, P. R. (1975). *Problemas en cultivos de arroz en América Latina*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Dobermann, A. and Cassman, K. (2002). Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production systems of the united states and asia. *Plant and Soil*, 247(1):153–175.
- Dobermann, A. and Fairhurst, t. (2000). *Rice: Nutrient disorders & nutrient management*, volume 1. Osford: Institute and Potash & Phosphate (INPOFOS) & International Rice Research Institute.
- Equiquímica (2015). Catálogo de productos.
- FAO, ITC, and CTA (2001). World markets for organic fruit and vegetables. Circular N 42.
- García, F. (2001). Más allá de la próxima cosecha. la nutrición de los cultivos en una agricultura sustentable. In *Jornada en Homenaje al día Nacional de la Conservación del suelo: Agua y Materia Orgánica*, pages 1–30, Argentina.
- Gutiérrez, S., Mazzanti, M., Mazza, S., and Cúndom, M. (2000). Resultados preliminares sobre el control de manchado de grano de arroz. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. Universidad Nacional del Nordeste.
- INAMHI (2016). Resultados preliminares sobre el control de manchado de grano de arroz. Universidad Técnica de Babahoyo, Estación UTB-FACIAG-INAHMI. 20p.
- INEC and SINAGAP (2012). Zonificación agroecológica económica del cultivo de arroz (oryza sativa l.) en el ecuador continental. Sistema Nacional de Gestión Agropecuaria. Resumen Técnico, PDF. Quito, EC. 14 p.
- IPNI (2012). Manual de fertilización para el cultivo del arroz en latinoamérica. Instituto Internacional de nutrición de plantas (IPNI), México, 3 ed. p 15-98. Ref # 96207.
- Mew, T.-W. and Gonzales, P. (2002). *A handbook of rice seedborne fungi*. International Rice Research Institute.
- Monte, D. (2015). Catálogo de productos.
- Nufarm (2015). Catálogo de productos. Recuperado de www.nufarm.com/assets/28120/1/HojatcnicaTebuconazoleOK.pdf.
- Olmos, R. (2000). Guía de reconocimiento y manejo de las principales enfermedades del arroz. *FEDEARROZ Fondo Nacional del Arroz. Colombia*, 52.
- Ou, S. H. (1972). *Rice diseases*. Kew, UK, Commonwealth Mycological Institute.
- Pinto, J. (2016). Respuesta de la interacción fungicidas y dosis de fertilizantes, a la incidencia del complejo manchado de grano en el cultivo de arroz de secano en la zona de babahoyo (tesis inédita ingeniero agrónomo). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo - Ecuador.
- Villavicencio, A. and Vásquez, W. (2012). Guía técnica de cultivos: Arroz. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito, EC. Manual n 73. 444 p.
- Vivas, L. and Intriago, D. (2012). Guía para el reconocimiento

Tabla 8. Longitud de panícula, en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Programas de Fertilización N - P - K (kg ha ⁻¹)	Programas de fungicidas (L ha ⁻¹)		Promedio
	Tebuconazol +Sulfato de cobre (0,5 +0,5)	Iprodione + Kasugamicina (0,5 +0,5)	
140-60-90	31,0	27,0	29,0 a
120-40-70	29,7	25,0	27,3 a
100-20-50	27,7	25,3	26,5 a
90-0-30	26,7	26,3	26,5 a
69-0-0	23,0 a	18,3	20,7 b
Promedio	27,6 a	24,4 b	26,0
Coeficiente de variación			(%) 6,38

Fuente: Elaboración Propia.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes Tukey (p ≤ 0,05).

Tabla 9. Rendimiento por hectárea, en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Programas de Fertilización N - P - K (kg ha ⁻¹)	Programas de fungicidas (L ha ⁻¹)		Promedio
	Tebuconazol +Sulfato de cobre (0,5 +0,5)	Iprodione + Kasugamicina (0,5 +0,5)	
140-60-90	6014,3	4658,7	5336,5 a
120-40-70	5103,7	4249,0	4676,4 b
100-20-50	4694,3	4160,0	4427,2 b
90-0-30	4322,3	4110,3	4216,3 c
69-0-0	3144,3 a	3059,0	3101,7 d
Promedio	4655,8 a	4047,4 b	3551,6
Coeficiente de variación			(%) 2,55

Fuente: Elaboración Propia.

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes Tukey (p ≤ 0,05).

Tabla 10. Análisis económico en la interacción fungicidas y fertilizantes, a la incidencia del manchado de grano en arroz de secano.

Tratamiento	Productos	Rendimiento Kg ha ⁻¹	Ingreso	Costo Total	Utilidad Neta
Tebuconazol + Sulfato de cobre	140-60-90	6014,30	2057,52	1111,9	945,60
Tebuconazol + Sulfato de cobre	120-40-70	5103,70	1746,00	1018,4	727,61
Tebuconazol + Sulfato de cobre	100-20-50	4694,30	1605,94	938,1	667,89
Tebuconazol + Sulfato de cobre	90-0-30	4322,30	1478,68	869,6	609,11
Tebuconazol + Sulfato de cobre	69-0-0	3144,30	1075,68	785,7	289,94
Iprodione + Kasugamicina	140-60-90	4658,70	1593,77	1047,2	546,52
Iprodione + Kasugamicina	120-40-70	4249,00	1453,61	966,9	486,70
Iprodione + Kasugamicina	100-20-50	4160,00	1423,16	895,0	528,16
Iprodione + Kasugamicina	90-0-30	4110,30	1406,16	835,0	571,16
Iprodione + Kasugamicina	69-0-0	3059,00	1046,50	754,5	292,00

Fuente: Elaboración Propia.

y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador. Guayaquil, EC, INIAP, Estación Experimental Litoral Sur, Departamento Nacional de Protección Vegetal, Sección Fitopatología. (Boletín Divulgativo no. 426).