







EVALUACIÓN DE ASPECTOS FITOSANITARIOS DEL CULTIVO ARROZ (*Oryza sativa* L.) Y PATÓGENOS ASOCIADOS CON LA SEMILLA Y EL GRANO

EVALUATION OF PHYTOSANITARY ASPECTS OF RICE CULTIVATION (*Oryza sativa* L.) AND PATHOGENS ASSOCIATED WITH THE SEED AND GRAIN

Gilbert Alberto Méndez¹  Horci Escalante García¹  Alexander Hernández¹ 
Pastora Josefina Querales¹  Dilcia Ulacio Osorio¹ (†)  Pedro José García-Mendoza² 

¹ Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Venezuela.

² Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT), Tayacaja, Perú.

Autor de correspondencia:
Dra. Pastora Josefina Querales
pastoraq@ucla.edu.ve

Como citar este artículo: Méndez, G., Escalante H., Hernández A., Querales P., Ulacio & D., García P. (2026). Evaluación de Aspectos Fitosanitarios del Cultivo Arroz (*Oryza Sativa* L.) y Patógenos Asociados con la Semilla y el Grano. *Revista Hatun Yachay Wasi*, 5(1), pp. 51–67. DOI: 10.57107/hyw.y 5i1.105

RESUMEN

El cultivo del arroz es atacado por numerosas enfermedades que dañan a diferentes órganos de la planta, incluyendo a la semilla, afectando negativamente la productividad y calidad del producto. El objetivo de este estudio fue evaluar las enfermedades y los patógenos asociados a semillas certificadas y granos, en plantaciones del estado Portuguesa, Venezuela, para aportar resultados de interés que ayuden a tomar medidas sanitarias dentro de las estrategias de manejo. La fase experimental se ejecutó en campo y laboratorio, utilizando variedades Payara 1 y SD20A. Se realizaron pruebas de germinación, análisis de sanidad de las semillas y aislamientos de patógenos, utilizando muestras de hojas con síntomas de las enfermedades. También, se determinó relación endofítica en plántulas de arroz de potenciales patógenos asociados a la semilla. Los resultados permitieron detectar géneros *Fusarium*, *Curvularia*, *Alternaria*, complejo *Helminthosporium* (complejo H.) y *Nigrospora* como los potenciales hongos fitopatógenos en plantas, semillas y granos; mientras que, *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. y *Mucor* sp., potenciales patógenos de almacén, pero encontrados en baja frecuencia, lo cual demostró adecuado manejo del lugar de almacenamiento. El porcentaje de germinación de las semillas de Payara 1 y SD20A fueron 84 y 85 %, respectivamente, según valores referenciales para semillas certificadas. Se encontraron *Curvularia* (6,25 %) y *Fusarium* (4,75 %) asociados a las semillas de ambas variedades. Hubo diferencias significativas entre los dos genotipos evaluados para la presencia de microorganismos endófitos; siendo que, Payara 1 mostró mayor prevalencia de *Fusarium* y *Curvularia* y SD20A, de bacterias.

Palabras clave: patógenos de semillas, arroz, hongos, variedades, almacén, *Fusarium*, *Curvularia*.

ABSTRACT

Rice cultivation is susceptible to numerous diseases that damage various plant organs, including the seed, negatively impacting productivity and product quality. The aim of this study was to evaluate diseases and pathogens associated with certified seeds and grains in



plantations in the state of Portuguesa, Venezuela, to provide relevant results that can inform sanitary measures within management strategies. The experimental phase was conducted in the field and laboratory using the Payara 1 and SD20A varieties. Germination tests, seed health analyses, and pathogen isolations were performed using leaf samples exhibiting disease symptoms. Endophytic relationships between potential seed-associated pathogens in rice seedlings were also determined. The results identified the genera *Fusarium*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Helminthosporium* complex (*H. complex*), and *Nigrospora* as potential phytopathogenic fungi in plants, seeds, and grains. While *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp., and *Mucor* sp., potential storage pathogens, were found at low frequencies, indicating adequate storage site management. The germination percentages of Payara 1 and SD20A seeds were 84 % and 85 %, respectively, according to reference values for certified seeds. *Curvularia* (6.25 %) and *Fusarium* (4.75 %) were found associated with the seeds of both varieties. There were significant differences between the two genotypes evaluated for the presence of endophytic microorganisms; Payara 1 showed a higher prevalence of *Fusarium* and *Curvularia*, and SD20A showed a higher prevalence of bacteria.

Keywords: seed pathogens, rice, fungi, varieties, storage, *Fusarium*, *Curvularia*.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos más antiguos, formando parte de la alimentación del ser humano por más de 10.000 años. A nivel mundial, después del trigo y el maíz, ocupa el segundo lugar en superficie cosechada, considerándose un cultivo importante por cuanto proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cereal (Acevedo et al., 2006). Constituye además, el alimento básico de cerca del 50 % de la población mundial, producido y consumido mayormente en Asia y sembrado con fines comerciales en al menos 100 países (Franquet & Borrás, 2010; Jiménez et al., 2009).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, en sus siglas en inglés) indica que durante el último periodo de cinco años se generaron, en promedio, 782,071,552 t, en una superficie promedio de 165,792,817 ha, lo que conlleva a un rendimiento medio aproximado de 4.717 t/ha. Este volumen de producción fue ligeramente superior al del trigo (*Triticum aestivum* L) para el mismo periodo (0,05 %), a pesar de que la

superficie dedicada al arroz fue alrededor del 24 % inferior a la destinada al trigo en dicho lapso. Este dato pone de manifiesto la mayor eficiencia productiva del arroz en comparación con el trigo, que solo es superado, en términos de superficie (cercano al 18 %) y de producción (cercano al 34 %) por el cultivo de maíz. Así, el arroz se posiciona como el segundo cultivo de mayor relevancia económica y social en el ámbito global (FAOSTAT, 2025).

En Venezuela, en el último quinquenio se han venido cultivando, en promedio 328,947 ha de arroz, generando un volumen de producción de 1,276,249 t, lo que significa un rendimiento promedio de 3.886 t/ha, siendo Portuguesa, Guárico, Barinas, Cojedes y Delta Amacuro los principales estados productores en el ámbito nacional, de los cuales los dos primeros aportan casi el 85 % del volumen total de la producción, obtenida en las dos épocas divergentes del año, ciclo de lluvias (abril-agosto) y la época seca (octubre - diciembre) (FAOSTAT, 2025). Esta producción y superficie a nivel nacional sólo es superada por el cultivo del maíz

(183,842 ha y 677,931 t de arroz en el último quinquenio; mientras que, para el maíz fue 328,947 ha y 1,276,249 t), lo que significa que, en Venezuela, el arroz es también el segundo rubro agrícola de importancia económica y social (FAOSTAT, 2025).

Sin embargo, el cultivo de arroz sufre un impacto considerable debido a plagas como los barrenadores del tallo, los saltamontes y los defoliadores. Asimismo, las enfermedades que padece el arroz, provocadas por hongos, bacterias, virus y nematodos, inciden en distintas secciones de la planta, resultando en una afectación notable en la producción (Conde et al., 2025).

El logro de un cultivo se basa, entre otros factores, en la utilización de semillas de alta calidad, las cuales constituyen el fundamento para un desarrollo adecuado y un establecimiento eficaz de las plántulas en el terreno. Por ende, es crucial considerar que la semilla es un organismo vivo que debe poseer un elevado vigor y una viabilidad óptima, de manera que se pueda ofrecer un producto que no solo garantice su calidad, sino que también sea competitivo en el mercado nacional (Flores et al., 2017).

El cultivo del arroz, a nivel mundial, es afectado por más de 70 enfermedades provocadas por hongos, bacterias, virus y nemátodos, de las cuales se estima que alrededor de una docena, limitan la producción en Latino América. En Venezuela, las enfermedades que tradicionalmente afectan la calidad de la semilla en el campo son *Pyricularia oryzae*, *Alternaria* spp, *Bipolaris oryzae*, *Curvularia* spp, *Sarocladium oryzae*, *Ustilagoidea virens*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Fusarium* spp y durante el almacenaje *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*

(Espinoza & Vivas, 2007). No obstante, en la última década los mayores problemas fitosanitarios en el cultivo arroz y que han constituido una limitante para su producción han sido las bacteriosis, dado el incremento en la intensidad de daño (Pérez & Saavedra, 2011) y sin duda alguna, que han sido diseminadas a través de la semilla.

Debido a la importancia del cultivo del arroz, a nivel mundial y en Venezuela y a la relevancia de los daños ocasionados por los patógenos asociados a la semilla de este cultivo, el objetivo de este estudio fue evaluar las enfermedades y los patógenos asociados a semillas certificadas y granos, en plantaciones del estado Portuguesa, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

La fase experimental se ejecutó en dos localidades, los ensayos de campo en el campo experimental de la Asociación de Productores de Semillas Certificadas de Arroz de los Llanos Occidentales (APROSCELLO) ubicado en el municipio Páez, parroquia Payara 1 del estado Portuguesa y los ensayos *in vitro* en el laboratorio de Micología y en casa de cultivo del Posgrado de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), en Tarabana, estado Lara, Venezuela.

Materia prima

Las semillas utilizadas en todos los ensayos correspondieron a los dos cultivares Payara 1 y SD20A, suministradas por APROSCELLO.

Detección y frecuencia de patógenos asociados en semillas de arroz (*Oryza sativa*).

Prueba de Germinación

Se realizó la prueba de germinación estándar en papel (ISTA, 1985) tomando 200 semillas al azar, las cuales se dividieron en cuatro repeticiones de 50 semillas cada

una y se colocaron por separado en bandejas de aluminio con tres hojas de papel absorbente esterilizado y humedecido con agua destilada esterilizada. Luego, se cubrieron con bolsa plástica transparente para mantener la humedad. Seguidamente, se incubaron a temperatura ambiente del laboratorio (24 ± 2 °C) y fotoperiodo de 12 h durante 14 días. A los cinco días se evaluó el porcentaje de germinación (primer conteo) tomando en cuenta el número de plantas normales y a los 14 días (segundo conteo), aunado a la evaluación anterior, se contaron las plantas anormales y las semillas muertas (Baskin & Baskin, 2001).

Análisis de la sanidad de semillas

Para la prueba de sanidad, de cada lote llevado al laboratorio, se clasificaron previamente las semillas según el tipo de manchado, siguiendo la metodología de Prabhu & Vieira, (1989): sin síntomas; presencia de puntos del tamaño de la cabeza de un alfiler; aproximadamente 25 % del área manchada y 50 % o más del área manchada. Para detectar la sanidad de las semillas se aplicó el método de "Blotter test" (International Seed Testing Association [ISTA], 2016).

De cada muestra clasificada se tomaron 200 semillas, la cual fue dividida en cuatro repeticiones, cada una de 50 semillas. Se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1 %, durante tres minutos y dejadas en papel absorbente para secado al aire por 24 h. Transcurrido este tiempo, se colocaron 10 por cápsula de Petri plásticas, contentivas de dos capas de papel absorbente húmedo, previamente esterilizado, quedando conformada cada repetición por cinco placas, las cuales se incubaron a temperatura ambiente del laboratorio (24 ± 2 °C) por siete días. Luego, se identificó un género fúngico, mediante un microscopio

óptico, según las estructuras reproductivas que presentaba. La observación de cada semilla permitió detectar la presencia y en función del total observado por repetición, determinar la frecuencia con que aparecieron cada uno de los hongos asociados a la semilla, además, mediante el análisis estadístico, verificar si el grado de manchado influyó en la presencia y/o mayor frecuencia de estos.

Aislamiento de agentes causales

Previamente se clasificaron los síntomas presentes en cada una de las hojas de arroz; posteriormente, para el aislamiento se cortaron segmentos de 0,5 cm aproximadamente de las mismas en la zona de avance de la mancha, se lavaron en hipoclorito de sodio al 3 % por un min y se enjuagaron con ADE tres veces consecutivas, para eliminar los restos de hipoclorito de sodio; luego, se secaron con papel adsorbente esterilizado. Se colocaron cinco trozos de hoja con el mismo síntoma en cápsulas de Petri con el medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (PDA) por duplicado. Las placas fueron dejadas en incubación a temperatura ambiente en el laboratorio (24 ± 2 °C) durante 5-7 días, observando periódicamente el desarrollo de colonias. Una vez observado el crecimiento micelial, se procedió a realizar la identificación con ayuda de la literatura disponible consultada.

Relación endófitas en plántulas de arroz de potenciales patógenos asociados a la semilla

Se determinó la presencia de microorganismos endófitos en plántulas de arroz, para lo cual se colocaron a germinar 50 semillas por repetición de los cultivares Payara 1 y SD20A en bandejas de aluminio con papel adsorbente esterilizado. Transcurridos 15 días después de la

siembra, se procedió a seleccionar plántulas con características y apariencia completamente sanas y se realizaron cortes en radícula, coleóptilo y primera hoja verdadera, sometiendo las secciones de corte a un proceso de desinfección con una solución jabonosa por 2 min, seguido de un triple lavado con ADE, luego se lavó con cloro al 3 % por 3 min seguido de un triple lavado con ADE y por último, desinfección con alcohol al 70 % por 1 minuto. Seguidamente se procedió a realizar pequeños cortes y sembrarlos en placas Petri con PDA, se dejaron a temperatura ambiente del laboratorio ($24 \pm 2^{\circ}\text{C}$) durante 5 - 7 días, observando periódicamente el desarrollo de colonias fúngicas y de bacterias. Una vez transcurrido el tiempo, se procedió a realizar las respectivas identificaciones con ayuda de la literatura disponible consultada.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico Infogen y los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis con nivel de significancia estadístico $p < 0,05$.

RESULTADOS

Prueba de Germinación

Las pruebas de germinación realizadas a las

semillas utilizadas en los ensayos de sanidad resultaron 84 y 85% de germinación para los cultivares Payara 1 y SD20A, respectivamente, mostrando valores dentro de los parámetros de calidad.

El análisis sanitario de las semillas de arroz de los cultivares Payara 1 y SD20A, determinó como potenciales patógenos de campo y asociados al manchado del grano a los géneros *Fusarium*, *Curvularia*, *Alternaria*, complejo *Helminthosporium* (complejo H.) (sin. *Bipolaris* spp.) y *Nigrospora*, además de, *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. y *Mucor* sp., considerados potenciales patógenos de almacén

En la Tabla 1, se muestran los resultados obtenidos del análisis de sanidad de la semilla, determinando la prevalencia de géneros de hongos potenciales patógenos de campo, asociados a semilla de arroz cultivares Payara 1 y SD20A. Para el caso específico de *Fusarium*, este exhibió la mayor prevalencia (4,75 %), cuando se asoció al cultivar Payara 1. los hongos potenciales patógenos de campo detectados en las semillas producidas por APROSCELLO, mostraron prevalencia baja al no superar el 6 % en el caso específico del género *Curvularia*.

TABLA 1

Prevalencia de hongos potenciales patógenos de campo asociados a semillas de arroz de los cultivares Payara 1 y SD20A.

Cultivar	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>	Complejo H.	<i>Alternaria</i>	<i>Nigrospora</i>
PAYARA 1	4,75	6,25	2,37	0,75	1,37 ^a
SD20A	1,50	5,37	1,12	0,25	0,75

En general, los promedios de *Fusarium* y *Curvularia* mostraron una tendencia similar entre los diferentes tipos de manchados y

para ambos cultivares (Tabla 2). El efecto de la interacción entre el tipo de manchado y el cultivar de arroz sobre la frecuencia de

hongos potenciales patógenos de campo fue significativo ($p: <0,05$) para *Fusarium*, *Curvularia* y *Nigrospora*. El mayor valor promedio de hongos, tanto en el cultivar Payara 1 como en SD20A estuvo asociada al manchado mayor al 50 % de la semilla. Por

el contrario, el complejo H. (sin. *Bipolaris* spp.) y *Alternaria* sp. no presentaron diferencias significativas ($p: >0,05$) entre los diferentes tipos de manchados analizados e incluso con semillas sanas.

TABLA 2

Efecto de la interacción del manchado de la semilla, sobre el cultivar de arroz y la frecuencia de hongos potenciales patógenos de campo

Cultivar	Manchado	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>	Complejo H.	<i>Alternaria</i>	<i>Nigrospora</i>
PAYARA 1	Sin Manchas	3,50 ^{ab}	0,00 ^a	3,50 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
	Punto de Aguja	1,50 ^a	10,50 ^b	0,50 ^a	1,00 ^a	1,50 ^{ab}
	Hasta 25 %	4,00 ^{ab}	4,50 ^{ab}	5,50 ^a	1,50 ^a	0,50 ^{ab}
	≥ 50 %	10,00 ^b	10,00 ^b	0,00 ^a	0,50 ^a	3,50 ^b
SD20A	Sin Manchas	0,50 ^a	4,50 ^{ab}	0,50 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a
	Punto de Aguja	1,00 ^a	2,50 ^a	2,50 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a
	Hasta 25 %	0,50 ^a	4,00 ^{ab}	1,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
	≥ 50 %	4,00 ^{ab}	10,50 ^b	0,50 ^a	0,00 ^a	3,00 ^b
Significancia		*	*	ns	ns	*
(p: <0,05)		0,017	0,009	0.111	0,568	0,009

Nota: *: $p: <0,05$; ns: no significativo Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En la Tabla 3 se muestran los valores promedios de géneros de hongos potenciales patógenos de almacén asociados a semilla de arroz de ambos cultivares y en la figura 2 se ilustra el desarrollo de *Cladosporium* sp, *Rhizopus* sp., y *Aspergillus* spp., evidenciando diferencias significativas ($P < 0,05$) entre cultivares para la frecuencia de *Aspergillus*,

Cladosporium, *Rhizopus*, *Mucor*, no así para *Penicillium* ($P > 0,05$). El cultivar que presentó los mayores promedios de los hongos antes mencionado, exceptuando el caso de *Cladosporium*, fue SD20A y sobre este cultivar, *Aspergillus* presentó elevada frecuencia, a pesar de haber sido el cultivar que presentó la mayor germinación.

TABLA 3

Valores promedios de hongos potenciales patógenos de almacén, asociados a semillas de arroz de los cultivares Payara 1 y SD20A

Cultivar	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Mucor</i>
PAYARA 1	2,62 ^b	1,00 ^a	6,12 ^a	0,75 ^b	0,00 ^a
SD20A	25,87 ^a	2,00 ^a	0,37 ^b	3,12 ^a	1,37 ^b
Significancia		ns	*	*	*
(p: <0,05)		0,093	0,000	0,006	0,000

Nota: *: $p: <0,05$; ns: no significativo Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

El efecto de la interacción entre el tipo de manchado de la semilla y el cultivar sobre la frecuencia de hongos potenciales patógenos de almacén se muestra en la Tabla 4. En ambos cultivares, la frecuencia más alta fue en el tipo de manchado mayor de 50 %, condición que fue similar para todos los tipos de manchados cuando se

evaluaron en el cultivar SD20A, incluso en semillas sin mancha. No hubo diferencias significativas entre las categorías sin mancha y punto de aguja para ninguno de los géneros de hongos identificados y en ningún cultivar. Hubo diferencia significativa para *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Rhizopus*.

TABLA 4

Efecto de la interacción del manchado de la semilla por cultivar sobre la frecuencia de hongos potenciales patógenos de almacén

Cultivar	Manchado	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Mucor</i>
PAYARA 1	Sin Manchas	2,00 ^{ab}	2,00 ^a	8,00 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a
	Punto de Aguja	3,00 ^{ab}	0,50 ^a	8,50 ^b	3,00 ^{ab}	0,00 ^a
	Hasta 25 %	0,00 ^a	1,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
	≥ 50 %	5,50 ^{abc}	0,50 ^a	8,00 ^b	0,00 ^a	0,00 ^a
SD20A	Sin Manchas	28,50 ^{cd}	1,50 ^a	1,00 ^a	2,50 ^{ab}	0,50 ^a
	Punto de Aguja	28,50 ^{cd}	1,00 ^a	0,00 ^a	4,00 ^b	1,50 ^a
	Hasta 25 %	15,50 ^{bcd}	2,50 ^a	0,50 ^a	0,00 ^a	1,00 ^a
	≥ 50 %	31,00 ^d	3,00 ^a	0,00 ^a	6,00 ^b	2,50 ^a
Significancia		*	ns	*	*	ns
(p:< 0,05)		0,000	0,328	0,000	0,002	0,068

Nota: *: p: <0,05; ns: no significativo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Valores promedios de hongos potenciales patógenos de campo y almacén asociados a granos de arroz en ambos cultivares, Payara 1 y SD20A.

La Tabla 5 reporta los resultados del análisis sanitario de granos de arroz de los cultivares Payara 1 y SD20A, mediante el cual, se detectaron hongos potenciales patógenos de campo y asociados a manchado, tales

como *Fusarium* sp., *Curvularia* sp., el complejo H. (sin. *Bipolaris* spp.) y *Nigrospora* sp.; se evidenciando diferencias significativas entre cultivares para *Curvularia* y *Aspergillus*, siendo los valores mayores cuando fueron asociados a SD20A. Al igual que *Fusarium*, pero en este caso, sin diferencia significativa con respecto Payara 1.

TABLA 5

Valores promedios de hongos potenciales patógenos de campo y almacén asociados a granos de arroz cultivares Payara 1 y SD20A

Cultivar	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>	Complejo H.	<i>Nigrospora</i>	<i>Aspergillus</i>
PAYARA 1	26,35 ^a	24,90 ^b	15,30 ^a	0,15 ^a	0,25 ^b
SD20A	47,65 ^a	32,15 ^a	11,10 ^a	0,00 ^a	1,45 ^a
Significancia	ns	*	ns	ns	*
(p:<0,05)	0,260	0,000	0,199	0,156	0,000

Nota: *: p: <0,05; ns: no significativo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

En la Tabla 6, se muestra los valores promedios de géneros de hongos potenciales patógenos de campo y almacén asociados al manchado de granos de arroz de los cultivares Payara 1 y SD20A, mediante el cual se detectaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de manchado, para la presencia de *Fusarium* y complejo H (sin. *Bipolaris* spp.), presentándose con mayor frecuencia el tipo

de manchado mayor al 50 %. Para esta misma variable no hubo diferencias significativas entre los géneros *Curvularia*, *Nigrospora* y *Aspergillus* (p:>0,05). Al igual que en los diferentes tipos de manchado en el caso de semillas sin manchas, también se detectaron los hongos *Fusarium*, Complejo H (sin. *Bipolaris* spp.), *Curvularia*, *Nigrospora* y *Aspergillus*, aunque en menor frecuencia que en las manchadas.

TABLA 6

Valores promedios de hongos potenciales patógenos de campo y almacén asociados a manchado de granos de arroz cultivares Payara 1 y SD20A

Manchado	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>	Complejo H.	<i>Nigrospora</i>	<i>Aspergillus</i>
Sin Manchas	14,37 ^c	29,62 ^a	6,62 ^b	0,25 ^a	0,37 ^a
Punto de Aguja	30,50 ^{bc}	27,62 ^a	13,87 ^{ab}	0,00 ^a	0,50 ^a
Hasta 25 %	48,50 ^{ab}	28,50 ^a	14,12 ^{ab}	0,00 ^a	0,37 ^a
≥ 50 %	57,87 ^a	23,87 ^a	18,25 ^a	0,00 ^a	2,00 ^a
CM	33,75 ^b	33,00 ^a	13,12 ^{ab}	0,12 ^a	1,00 ^a
Significancia	*	ns	*	ns	ns
(p:<0,05)	0,000	0,141	0,001	0,561	0,103

Nota: *: p: <0,05; ns: no significativo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Valores promedios de hongos potenciales patógenos de campo y almacén asociados a granos de arroz cultivares Payara 1 y SD20A procedente de la cosecha del ensayo de casa de cultivo. En la Tabla 7 se registran los valores promedios de los patógenos encontrados

en el análisis sanitario de los granos de arroz cultivares Payara 1 y SD20A, procedente de la cosecha del ensayo de casa de cultivo, evidenciándose que no hubo diferencia significativa entre los cultivares; y los hongos más prevalentes fueron *Curvularia*, *Helminthosporium* (complejo H) (sin.

Bipolaris spp.), lo cual era un resultado esperado, debido a que fueron inoculados como tratamientos, diferente de *Fusarium*

sp., *Nigrospora sp.* y *Cladosporium sp.* Que solo se detectaron.

TABLA 7

Valores promedios de hongos potenciales patógenos de campo y almacén asociados a granos de arroz cultivares Payara 1 y SD20A procedente del ensayo en casa de cultivo

Cultivar	<i>Curvularia</i>	<i>Helminthosporium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Nigrospora</i>	<i>Cladosporium</i>
Payara 1	62,88 ^a	19,88 ^a	4,38 ^a	8,13 ^a	25,38 ^a
SD20A	61,25 ^a	19,88 ^a	6,50 ^a	4,00 ^a	24,63 ^a
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11,86	32,58	61,32	46,23	13,82

Nota: *: p:<0,05; ns: no significativo. CV: coeficiente de variación. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Relación endófito en plántulas de arroz de potenciales patógenos asociados a la semilla. Determinación de la presencia de microorganismos endófitos.

El análisis de la presencia de microorganismos endófitos en plántulas de arroz cultivares Payara 1 y SD20A mostró diferencias significativas (p: <0,05) entre los

cultivares evaluados para los microorganismos encontrado, tales como; *Fusarium*, *Curvularia* y Bacterias, siendo el cultivar Payara 1 el que presentó la mayor frecuencia de los hongos *Fusarium* (7,31) y *Curvularia* (2,78), mientras que el cultivar SD20A presentó la mayor frecuencia de bacterias (58,33 %) (Tabla 8).

TABLA 8

Valores promedios de microorganismos endófitos presentes en plántulas de arroz cultivares Payara 1 y SD20A

Cultivar	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>	Bacterias
Payara 1	7,31 ^a	2,78 ^a	15,28 ^b
SD20A	3,52 ^b	1,20 ^b	58,33 ^a
Significancia	*	*	*
CV	39,05	46,48	19,57

Nota: *: p:<0,05; ns: no significativo. CV: coeficiente de variación. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

En relación con la presencia de microorganismos endófitos en diferentes órganos de las plántulas de arroz se evidenció que no hubo diferencias significativas para los hongos *Fusarium* y *Curvularia* presentes en los diferentes

órganos de las plantas, no así para la presencia de Bacterias las cuales hubo diferencia significativa (P<0,05) detectando a mayor frecuencia de estas en la radícula (44,17) (Tabla 9).

TABLA 9

Promedios de microorganismos endófitos presentes en diferentes órganos de plántulas de arroz

Órgano	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>	Bacterias
Radícula	5,69 ^a	3,06 ^a	44,17 ^a
Coleóptilo	4,44 ^a	1,11 ^a	30,56 ^b
Primera Hoja	6,11 ^a	1,81 ^a	35,69 ^b
Significancia	ns	ns	*
CV	39,05	46,48	19,57

Nota: *: $p < 0,05$; ns: no significativo. CV: coeficiente de variación. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DISCUSIÓN

La estrategia más efectiva para la gestión de microorganismos agrícolas se lleva a cabo mediante el uso de semillas, donde se requiere una cantidad relativamente baja de inóculo (en comparación con el suelo), lo que permite que los microorganismos se ubiquen de manera óptima, para establecerse en la plántula que brota y, posiblemente, en toda la planta a lo largo de su ciclo vital (Johnston et al., 2021).

Los hallazgos de este estudio coincidieron parcialmente con los obtenidos por Macedo et al. (2002), quienes identificaron estos mismos hongos patógenos de campo; además de, *Phoma* spp. Los autores también señalaron al género *Rhizopus*, un contaminante aislado del resto de los hongos de almacén, tales como *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp., los cuales aparecieron después de cuatro a seis meses de almacenamiento, coincidiendo con un aumento del grado de humedad de las semillas, en los lotes analizados. En general, los hongos potenciales patógenos de campo detectados en las semillas producidas por APROSCHELLO, mostraron baja frecuencia al no superar el 6 % en el caso específico del género *Curvularia* (Tabla 1). Este resultado evidenció un buen manejo para la obtención de semilla con calidad sanitaria.

Estos resultados del estudio también fueron coincidentes con los de Pineda et al. (2007) quienes encontraron los hongos potenciales patógenos en cultivos de arroz, tales como *Bipolaris oryzae*, *Curvularia oryzae*, *Drechslera oryzae*, *Nigrospora* spp. y *Fusarium* spp., determinando que en general, el porcentaje de infección de la semilla fue bajo, excepto para *C. oryzae* y *Nigrospora* sp., que no constituyen patógenos de importancia para el cultivo de arroz en el país; mientras que, entre los de importancia para el arroz, *B. oryzae* fue el hongo que presentó mayor incidencia, no así, el *D. oryzae* el cual se identificó solamente en semilla certificada; sin embargo, los autores afirmaron que los niveles de inóculo del mismo, mayores a 0,1% en la semilla, pueden producir potencialmente infección en las plantas.

La potencialidad de las semillas como agentes diseminadores de patógenos quedó evidenciada en el trabajo de Dos Santos et al. (2014) al encontrar en semillas de arroz del cultivar Bonanza 88 % de germinación, aun cuando el porcentaje de las sanas fue apenas de 32,75 y obteniendo mediante pruebas de sanidad 70 % para *C. lunata* y 1,5 % para *Fusarium* spp. El porcentaje de germinación de las semillas evaluadas en el presente trabajo para los

cultivares Payara 1 (84 %) y SD20A (85 %) fueron muy similares a lo encontrado por estos autores; sin embargo, las evaluaciones determinaron muy bajos porcentajes de *Curvularia* (6,25 %) y *Fusarium* (4,75 %) asociados a las mismas, lo cual no permite inferir sobre la relación entre las condiciones sanitarias de las semillas y el desempeño fisiológico de la semilla.

Los resultados de sanidad de semillas obtenidos no coinciden con los obtenidos por Cárdenas et al. (2003) quienes identificaron los hongos esporulados en las semillas manchadas como pertenecientes a los géneros *Helminthosporium*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Nigrospora*, entre otros y el mayor porcentaje correspondió a *Helminthosporium* spp el cual, además de participar en el complejo de hongos asociados al manchado de las glumas, se transmite también a través de la semilla y afecta al endospermo del grano.

En contraste, los resultados obtenidos por Malavolta et al. (2007) indicaron la asociación de especies de *Curvularia* spp., *Nigrospora* sp., *Fusarium* spp. y *Drechslera* spp. (miembro del complejo H.), con la mancha de los granos, en arroz de tierras altas, siendo coincidente también con Sandoval et al. (2022), quienes señalaron al género *Curvularia* un agente causal de la marchitez de la panícula y manchado del grano y en algunos casos, la coloración negruzca del grano.

Según Pineda et al. (2007), *Nigrospora* sp., *Cladosporium* sp. y *Curvularia oryzae*, no constituyen problemas de tipo patológico en arroz y muchas veces están presentes como hongos saprófitos en el tejido dañado; sin embargo, en otras regiones del mundo, estos mismos, representan fitopatógenos asociados al cultivo arroz (Pandey et al., 2000).

A pesar de que el género *Alternaria* fue detectado en muy baja frecuencia (1,50 %) en esta investigación, otros autores han encontrado que la especie *Alternaria padwickii* es el principal patógeno asociado a las semillas de arroz causando una disminución en el crecimiento y vigor de las plántulas, siendo considerado un patógeno de campo de importancia en el arroz (Lovato et al., 2015). Por su parte, Rivero et al. (2012) mencionaron que este patógeno produjo manchas de color pardo oscuro a negros en las glumas, fundamentalmente hacia los extremos del grano. Aunado a esto, cuando creció abundante micelio, formando conidióforos y conidios, las manchas se tornaron posteriormente grisáceas o blanquecinas; en algunos casos delimitadas con un borde pardo oscuro. Al invadir el grano, el patógeno penetró el endospermo y produjo un manchado negruzco en los bordes. Generalmente, los síntomas pueden extenderse hasta la mitad de la longitud del grano, reseándolo y haciéndolo quebradizo.

En este mismo contexto, Pineda et al. (2007) relacionaron la incidencia del manchado en el follaje causado por *Alternaria* spp., *D. oryzae* y *B. oryzae*. con el alto porcentaje de semillas con manchas ovaladas-centro blanco e irregulares y marrón oscuro; además de, estas especies mencionadas, Sandoval et al. (2022) incluyen a *Fusarium* sp. como patógeno de la semilla y posible agente causal del oscurecimiento y manchado del grano de arroz, mermando la germinación y provocando la muerte post emergencia; siendo los resultados de las semillas manchadas hasta un 25 % (Tabla 2). *Alternaria padwickii* se puede presentar en el campo con una alta incidencia de manchas foliares, causando reducción de los rendimientos del cultivo arroz por el manchado de los granos (Méndez & Reyes,

2009). Puede estar presente en semillas enteras, preferentemente en el endospermo, la palea y en la lema (Lovato et al., 2011).

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación con los de Batalla, (2014) se puede confirmar que los diferentes genotipos de arroz pueden exhibir distintas asociaciones fúngicas y que la microbiota que afecta al grano manchado, puede presentar variación de acuerdo con el mayor o menor grado de susceptibilidad de cada genotipo. Al respecto, se ha informado que en la cáscara de arroz están presentes aminoácidos proteicos y ácidos grasos, entre otros compuestos, que le confieren alto valor nutricional y puede favorecer el desarrollo fúngico. El fruto del arroz, compuesto por el pericarpio y la testa, esta última semipermeable, lo que posibilitaría el paso hacia el interior de microorganismos que se pueden alimentar, también de la capa de aleurona que rodea el endosperma y el embrión en la cual, se presentan proteínas, grasas y azúcares, lo que podría explicar la presencia de hongos, tanto en granos manchados, como aparentemente sanos.

En la presente investigación no se evidencia efecto negativo de la presencia y actividad de *Aspergillus* en la semilla, por cuanto, a pesar de su alta frecuencia (25,87 %), el desempeño fisiológico del cultivar SD20A estuvo dentro de los parámetros exigidos por la industria semillera. En general, la frecuencia de hongos potenciales patógenos de almacén asociados a las semillas de ambos cultivares fue baja, lo cual denota un adecuado manejo en el sitio de almacenamiento (Tabla 3).

No se detectaron diferencias significativas entre las categorías sin mancha y punto de aguja para ninguno de los géneros de hongos identificados y en ningún cultivar, lo

cual apunta a que el punto de aguja es un tipo de manchado causado por un patógeno presente en muy bajas poblaciones o con ocurrencia en determinada fase de desarrollo de la semilla y bajo condiciones ambientales muy particulares (Tabla 4). Las frecuencias más elevadas de los hongos detectados, especialmente de *Aspergillus* fue en semillas del cultivar SD20A; sin embargo, su desempeño fisiológico no fue afectado, visto por el porcentaje de germinación alcanzado en ambos cultivares. Por esta razón, se puede inferir que no ocurrió una infección de los tejidos internos causante de un posible deterioro de la semilla y si, una infección superficial probablemente por contacto durante el traslado, manipulación o almacenamiento. Autores como Pincioli et al. (2004); Sisterna et al. (2005) y Pincioli et al. (2013) estudiaron la micobiota asociada al manchado de grano, observando entre los hongos con mayor frecuencia a *Alternaria* sp., *A. padwickii*, *A. longissima*, *Curvularia lunata*, *C. protuberata*, *C. pallescens*, *Bipolaris oryzae*, *Phoma* sp., *Epicoccum* sp., *Fusarium semitectum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *Microdochium oryzae*, *Nigrospora* sp., *Cercospora oryzae*, *Cladosporium* sp., *Phyllosticta* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus flavus* y *A. niger*, siendo parcialmente coincidente con los resultados de esta investigación.

Los resultados descritos en la Tabla 6 concuerdan con los obtenidos por Cárdenas et al. (2003) quienes determinaron que el porcentaje de semillas y granos con esporulación fungosa superó a la media general del experimento en la categoría de manchados; no obstante, las semillas y granos aparentemente sanos, también presentaron fructificaciones. Cabe resaltar que en la presente investigación si se evidencian diferencias entre las frecuencias

de los géneros presentes en granos y semillas, las cuales fueron muy bajas para todos los géneros fúngicos presentes, principalmente para el caso de complejo H. (sin. *Bipolaris* spp.), resultando no significativo entre los diferentes tipos de manchado.

Briones, (2014) determinó que después de la cosecha, los microorganismos mayormente aislados de granos de arroz sin manchas en la variedad SFL 11 fueron: *Curvularia* sp., *Nigrospora* sp., *Aspergillus* sp., *A. niger*, *A. flavus*, *Penicilium* sp., *Fusarium* sp. y *Rhizopus* sp., seguida por las variedades INIAP 15 e INIAP11 (reciclada); en las que encontraron *Penicilium* sp. y *Bipolaris oryzae*, lo cual, comparado con esta investigación, muestra una asociación recurrente de los géneros *Curvularia*, *Nigrospora*, *Fusarium*, *Aspergillus* y miembros del complejo H. (sin. *Bipolaris* spp.) con el cultivo arroz.

Comparando los resultados de las frecuencias de los géneros de hongos detectados mediante el análisis sanitario de granos y semillas, se evidencian resultados similares entre los diferentes tipos de manchado; visto que, en ambos casos la mayor frecuencia se presentó en manchado mayor 50 %; mientras que, los niveles manchado punto de aguja y sin manchas no se diferenciaron (Tablas 2 y 6).

El resultado observado en la Tabla 7 guarda relación con la semilla sembrada, a la cual estaban asociadas estas especies, corroborando el papel de la semilla en la transmisión de patógenos.

Pérez et al. (2013) obtuvieron como resultados un total de 89 aislados de dos bacterias endófitas pertenecientes a las cuatro variedades, a partir de diferentes tejidos de la planta de arroz. El número de aislados y la colonización de bacterias

endófitas difirieron significativamente para variedad y tipo de tejido analizado. El análisis de varianza multifactorial de bacterias endófitas (UFC/g de tejido) mostró diferencias significativas, tanto para tejido como variedad, siendo coincidentes con esta investigación al determinar diferencias significativas entre los cultivares Payara 1 y SD20A y entre órganos de las plántulas (Tabla 8).

Estudios sobre microorganismos endófitos en el cultivo del arroz a nivel mundial se han centrado sobre bacterias diazotróficas (Verma et al., 2001), rizobial (Chaintreuil et al., 2000; Sturz & Nowa, 2000), bacterias fototróficas anóxica (Paolino & Scavino, 2004), bacterias endófitas y poblaciones de hongos y Actinomycetes, relacionado con la promoción del crecimiento, fijación potencial de nitrógeno y resistencia a enfermedades (Azevedo et al., 2000; Fernández et al., 2006; Tian et al., 2004). Según Lv et al. (2022), grupos como el género *Pantoea* spp. puede ocupar diversidad de nichos en la planta de arroz y con diversos estilos de vida y diversidad funcional como epífita, endófito, saprófitas y patógenas. En su hábito endófito se cree que tiene una relación benéfica con la planta; sin embargo, esa condición puede ser modificada por el efecto del estado fisiológico de la planta o por condiciones climáticas. Es necesario ahondar en investigaciones, principalmente sobre mejoramiento genético bajo condiciones regionales, pues no se tiene información sobre materiales genéticos del arroz resistentes a bacteriosis en Venezuela (Escalona et al., 2023) y se tiene confirmada la presencia de bacterias en campo, principalmente *Pantoea agglomerans* (González et al., 2015)

CONCLUSIONES

El análisis sanitario de las semillas de arroz de los cultivares Payara 1 y SD20A determinó como potenciales patógenos de campo y asociados al manchado a los géneros *Fusarium*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Helminthosporium* (complejo H., sin. *Bipolaris* spp.) y *Nigrospora*; además de, *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. y *Mucor* sp., considerados potenciales patógenos de almacén, encontrados en baja frecuencia, lo cual denota, un buen manejo en el sitio de almacenamiento.

El porcentaje de germinación de las semillas de los cultivares Payara 1 y SD20A evaluadas fue más del 80 %; así mismo, el análisis sanitario detectó muy bajos porcentajes de *Curvularia* y *Fusarium* asociados a las mismas, lo que, no permitió inferir en relación con el efecto negativo sobre el comportamiento fisiológico de la semilla.

La severidad del manchado foliar resultó ser un indicador del efecto de *Helminthosporium* (sin. *Bipolaris* spp.), aun en infecciones concomitante con *Curvularia* sobre la susceptibilidad del cultivo, independientemente de los cultivares evaluados.

La presencia de microorganismos endófitos en plántulas de arroz, cultivares Payara 1 y SD20A, mostró diferencias con respecto a los microorganismos encontrados, siendo el cultivar Payara 1 el que presentó la mayor frecuencia de los hongos *Fusarium* y *Curvularia*; mientras que, el cultivar SD20A presentó la mayor frecuencia de bacterias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, M., Castrillo, W., & Belmonte, U. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agroonomía Tropical*,

56(2),51-170. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001

Azevedo, J., Maccheroni, W., Pereira, J., & Araújo, W. (2000). Endophytic microorganisms: are view on insect control and recent advances on tropical plants. *Biotechnology*, 3 (1),40–65. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-34582000000100004

Baskin, C., & Baskin, J. (2001). *Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press. DOI:10.1111/j.1756-1051.2000.tb01610.x

Batalla A. (2014). Incidencia del manchado de grano en arroz. http://www.lafranqueraweb.com.ar/web/archivos/menu/Incidencia_del_manchado_de_grano_en_arroz.pdf.

Briones, G. (2014). *Calidad de semilla de arroz en función de la incidencia y severidad de enfermedades en la zona de Daule*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5243>

Cárdenas, R., González, L., Parra, Y., Rivero, D., & Cruz, A. (2003). Influencia del manchado del grano de arroz (*Oryza sativa* Lin.) en la variedad J-104. nocividad y géneros de hongos presentes. *Revista de Protección Vegetal*, 18 (2),124-128. <https://agris.fao.org/search/es/records/647246012c1d629bc9796fb3>

Chaintreuil C., Giraud, E., Prin, Y., Lorquin, J., & Gillis, M. (2000). Photosynthetic Bradyrhizobia are natural

- endophytes of the Africa wild rice *Oryza breviligulata*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (12), 5437–5447. doi: 10.1128/AEM.66.12.5437-447.2000
- Conde, S., Catarino, S., Ferreira, S., Padrão, M., & Monteiro, F. (2025). Rice Pests and Diseases Around the World: Literature-Based Assessment with Emphasis on Africa and Asia. *Agriculture*, 15, 667. <https://doi.org/10.3390/agriculture15070667>
- Dos Santos, M., Rodríguez, A., Candido, E., & dos Santos, T. (2014). Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz. *Revista Ceres*, 61(4), 511. <https://www.scielo.br/j/rceres/a/hjc zqTBgb4zrkjwBXt4btff/?lang=pt>
- Escalona, Y., González, A., Hernández, A., & Querales, P. (2023). Evaluación de lesiones foliares y síntomas del manchado del grano de arroz producidos por bacteriosis en Venezuela. *Bioagro*, 35(2), 147-158. <https://doi.org/10.51372/bioagro35 2.7>
- Espinoza, M., & Vivas, V. (2007). Manejo de enfermedades del arroz. En Manual del cultivo de arroz. No. 66. INIAP, Ecuador. 112-113.
- Fernández, M., Ferrando, L., & Fernández, A. (2006). *Molecular and functional diversity of endophytic bacteria from leaves of three rice varieties*. In: Eleventh international symposium on microbial ecology (ISME-11), Vienna, Austria, August 20–25.
- Flores, Z., Moratinos, H., Ávila, M., & González, A. (2017). Aspectos básicos sobre sistemas y formulación de un plan de producción de semillas. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. http://sian.inia.gob.ve/inia_divulga/divulga_37/rid37_flores_64-70.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025). Base de datos FAOSTAT. Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>.
- Franquet, J., & Borrás, C. (2010). Economía del arroz: Variedades y mejora. Universidad de Málaga. Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales. www.eumed.net/libros
- González, A., Franco, M., Contreras, N., Galindo, I., Jayaro Y., & Graterol, E. (2015). First Report of *Pantoea agglomerans* Causing Rice Leaf Blight in Venezuela. *Plant Disease*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-14-0736-PDN>
- International Seed Testing Association (ISTA). 2016. International rules for seed testing. Cap7, ed.2006.
- Jiménez, O., Silva, R., & Cruz, J. (2009). Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio Santa Rosalía Estado Portuguesa, Venezuela. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 27, 32-41. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/ruct/article/view/129>
- Johnston, D., Gutiérrez, J., & Becerra, L. (2021). Seed-Transmitted Bacteria

- and Fungi Dominate Juvenile Plant Microbiomes. *Frontiers in Microbiology*, 12,737616. doi: 10.3389/fmicb.2021.737616
- Lovato, E., Gutiérrez, S., & Carmona, M. (2015). Evaluación de medios de cultivos en el crecimiento de *Alternaria padwickii*. *Fitosanidad*, 19 (1),69-71. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/28618>
- Lv, L., Luo, J., Ahmed, T., Zaki, H., Tian, Y., Shahid, M., Chen, J., & Li, B. (2022). Beneficial Effect and Potential Risk of *Pantoea* on Rice Production. *Plants*, 11, 2608. <https://doi.org/10.3390/plants11192608>
- Macedo, E., Groth, D., & Soave, J. (2002). Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade sanitária de sementes de arroz. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(1), 42-50. <https://www.agrolink.com.br/downloads/147406.pdf>
- Malavolta, V., Soligo, E., Dias, D., Azzini, L., & Bastos, C. (2007). Incidência dos fungos e quantificação de danos em sementes de genótipos de arroz. *Summa Phytopathologica* 33,280-286. DOI:10.1590/S0100-54052007000300012
- Pandey, V., Agarwal, V., & Pandey, M. (2000). Location and seed transmission of fungi indiscoloured seeds of hybrid rice. *Indian Phytopathology*, 53(1),45-49. <https://epubs.icar.org.in/index.php/PPJ/article/view/19191>
- Paolino, G., & Scavino, A. (2004). *Molecular and physiological diversity of anoxygenic phototrophic bacteria in rice fields from temperate climate*. In: Abstracts of tenth International symposiumon MicrobialEcologyISME-10, “Microbial Planet: subsurface to space”, Cancun, Mexico, August: 22–27.
- Pérez, A., Pérez, C., & Chamorro, L. (2013). Diversidad de bacterias endofitas asociadas a cultivo de arroz en el departamento de Cordoba-Colombia. Estudio preliminar. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA* 5(1), 83-92. <https://doi.org/10.24188/recia.v5.n1.2013.473>
- Pérez, C., & Saavedra, E. (2011). Avances en el manejo integrado de la bacteria *B. glumae* en el cultivo del arroz en el Caribe Colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 3(1), 111-124. DOI <https://doi.org/10.24188/recia.v3.n1.2011.344>
- Pincirolí, M., Sisterna, M., Bezus, R., & Vidal, A. (2004). Manchado del arroz: efecto de la fertilización nitrogenada. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 105 (2): 88-96. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2007392>
- Pincirolí, M., Gribaldo, A., Vidal, A., Bezus, R., & Sisterna, M. (2013). Mycobiota evolution during storage of paddy, brown and milled rice in different genotypes. *Summa Phytopathologica*, 39 (3),157-161. DOI: 10.1590/S0100-54052013000300002
- Pineda J., Colmenárez, O., Méndez, N., & Gutiérrez, L. (2007). Niveles de inóculo de hongos fitopatógenos

- asociados a la semilla de arroz (*Oryza sativa*). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 24, 481-500. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000300006
- Prabhu, A., & Vieira, N. (1989). *Sementes de arroz infectadas por Drechslera oryzae: Germinação, transmissão e controle*. Boletim de Pesquisa N°7. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA. 39 p.
- Rivero, G., Cruz, T., Rodríguez, P., Echevarría, H., & Martínez, C. (2012). Hongos asociados al manchado del grano en la variedad de arroz INCA LP-5 (*Oryza sativa* L.) en Cuba. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología* 32,131-1. <http://www.redalyc.org/pdf/1994/199425417013.pdf>
- Sandoval, M., Osnaya, M., Soto, L., & Nava, C. (2022). Hongos asociados al manchado del grano del arroz: una revisión. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45 (4), 509-517. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.4.509>
- Sisterna, M., Pincirolì, M., Bezus, R., & Vidal, A. (2005). *Manchado del grano de arroz (cáscara e integral): microflora asociada bajo dos sistemas de manejo de agua*. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. Libro de Resúmenes.
- Sturz, A., & Nowak, J. (2000). An endophytic community of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. *Applied Soil Ecology*, 15 (2),183–190. DOI:10.1016/S0929-1393(00)00094-9
- Tian, X., Cao, L., Tan, H., Zeng, Q., Jia, Y., & Han, W. (2004). Study on the communities of endophytic fungi and endophytic actinomycetes from rice and their antipathogenic activities *in vitro*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20(3), 303-309. DOI:10.1023/B:WIBI.0000023843.83692.3f
- Verma, S., Ladha, J., & Tripathi, Y. (2001). Evaluation of plant growth promoting and colonization ability of endophytic diazotrophs from deep water rice. *Journal of Biotechnology*, 91(2-3), 127- 41. doi: 10.1016/s0168-1656(01)00333-9