

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i4.1712>

Fertilización química combinada con enmienda húmica nitrogenada granulada, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

*Chemical fertilization combined with granulated nitrogen humic amendment on the yield of rice (*Oryza sativa* L.) crop*

Mabel Ariana Martínez Naranjo

mabelmartinez15@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-9983-9453>

Ingeniera Agrónoma
Técnico Independiente
Ecuador

Guillermo Enrique García Vásquez

ggarcia@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1782-6573>

Universidad Técnica de Babahoyo
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Ecuador

Alejandro Jair Coello Mieles

jaircoello1968@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-7120-7060>

Superintendente de Producción
Compañía Azsulaza
Ecuador

Carlos Anthuan Touma Henríquez

ctoumah@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4855-119X>

Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Javier Alberto Landívar Lucio

javierlandivar9@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1157-2672>

Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Artículo recibido: 18 septiembre 2025 -Aceptado para publicación: 28 octubre 2025
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización química combinada con enmienda húmica nitrogenada granulada, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Como material de siembra se utilizaron las variedades de arroz SFL 11 e INIAP FL Arenillas,

interaccionadas con tres dosis de una enmienda húmica nitrogenada granulada llamada Humiq NG, con el objetivo de evaluar sus efectos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas, con 2 tratamientos (variedades), 5 subtratamientos (3 dosis de enmienda y 2 testigos) y 3 repeticiones. La evaluación y comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades. Para el adecuado crecimiento del cultivo se realizaron las siguientes labores culturales: preparación del terreno, siembra, control de malezas, control fitosanitario, riego, fertilización y cosecha. Al final del ciclo del cultivo se evaluaron las siguientes variables: altura de planta, macollos y panículas/m², longitud de panícula, granos por panícula, peso de 1000 granos, días a floración, días a maduración fisiológica de grano, relación grano – paja, rendimiento por hectárea y análisis económico. Los resultados determinaron que la interacción entre la variedad SFL 11 junto con la aplicación de Humiq NG (30 kg/ha) presentó mayor cantidad de macollos y panículas/m², número de granos por panícula y relación grano – paja; mientras que la interacción entre la variedad INIAP FL Arenillas más la aplicación de Humiq NG en dosis de 30 kg/ha obtuvo mayor altura de planta, longitud de panícula y peso de 1000 granos. El testigo absoluto de la variedad SFL 11 fue el más precoz en florecer, mientras que ambas variedades demoraron más en su maduración con la dosis de Humiq NG de 30 kg/ha. La variedad SFL 11 más la aplicación de Humiq NG en dosis de 30 kg/ha, permitió obtener el mayor rendimiento (5989,61 kg/ha) y el beneficio/costo más alto (\$687,94).

Palabras claves: arroz, rendimiento, enmienda, húmica, nitrogenada

ABSTRACT

The present investigation aimed to evaluate the effect of chemical fertilization combined with granulated humic nitrogen amendment on rice crop yield (*Oryza sativa* L.). The rice varieties SFL 11 and INIAP FL Arenillas were used as planting material, interacted with three doses of a granulated humic nitrogen amendment called Humiq NG, with the aim of evaluating their effects on rice crop yield. The experimental design used was split-plots, with 2 treatments (varieties), 5 sub-treatments (3 amendment doses and 2 controls) and 3 replications. The evaluation and comparison of media was carried out using the Tukey test at 95% probability. For adequate crop growth, the following cultural tasks were carried out: land preparation, sowing, weed control, phytosanitary control, irrigation, fertilization and harvest. At the end of the crop cycle, the following variables were evaluated: plant height, tillers and panicles/m², panicle length, grains per panicle, weight of 1000 grains, days to flowering, days to physiological grain maturation, grain-straw ratio, yield per hectare and economic analysis. The results determined that the interaction between the SFL 11 variety and the application of Humiq NG (30 kg/ha) resulted in higher tiller and panicle counts/m², grain counts per panicle, and grain-to-straw ratios; while the interaction between the INIAP FL Arenillas variety and the application of Humiq NG at 30 kg/ha resulted in greater plant height, panicle length, and 1000-grain weight. The

absolute control variety, SFL 11, flowered earliest, while both varieties took longer to mature with the Humiq NG dose of 30 kg/ha. The SFL 11 variety and the application of Humiq NG at 30 kg/ha yielded the highest yield (5989.61 kg/ha) and the highest benefit/cost ratio (\$687.94).

Keywords: rice, yield, amendment, humic, nitrogen

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*. Es el cultivo de mayor importancia desde el punto de vista social y económico a nivel mundial debido a que este cereal es la base para la alimentación de más de la mitad de la población mundial y el más importante en superficie cultivada; después del trigo, ocupa el segundo lugar en superficie cosechada. La producción mundial de arroz supera los 500 millones de toneladas, teniendo en cuenta que sólo los países asiáticos obtienen el 90% de la producción (FAO, 2023).

En nuestro país, en el año 2022 se cosecharon aproximadamente 315 976 hectáreas, con una producción de 1772 929 toneladas métricas y un rendimiento promedio de 5,61 t/ha. Las provincias que más participaron en la producción nacional fueron Guayas con 74,52 %, Los Ríos 20,22 %, Manabí 2,73 %, Loja 2,15 % y El Oro 0,38 %. Loja fue la provincia que alcanzó el mayor rendimiento promedio con 9,65 t/ha, por otro lado, que Los Ríos alcanzó 4,52 t/ha. (ESPAC, 2022).

En la actualidad la productividad media nacional de arroz en varios países de Latinoamérica está estancada en menos de 50 % de su potencial productivo. No hay un factor limitante, sino un conjunto de factores acumulados que reducen el rendimiento. Todos los factores de la producción deben ser considerados para aspirar a altos rendimientos y dentro de ellos la fertilización es un factor clave para incrementar los rendimientos. Además de N, P y K, las plantas necesitan de otros elementos del suelo, los cuales son requeridos en mayor o menor cantidad según su etapa fenológica. Entre ellos, los más utilizados son el Calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S), además de microelementos que pueden ser incorporados al suelo, los cuales regulan ciertos procesos químicos y fisiológicos de la planta, y en ciertos en ciertos casos mejorando las condiciones de mineralización de otros (Quintero, 2017).

Su rendimiento depende en gran medida de la disponibilidad y eficiencia de nutrientes, especialmente del nitrógeno (N), que es el macronutriente más limitante para el crecimiento y la productividad (Jiang et al., 2024). Sin embargo, el uso ineficiente del fertilizante nitrogenado en los sistemas arroceros tradicionales genera pérdidas significativas por volatilización y lixiviación, además de impactos ambientales como emisiones de óxidos de nitrógeno (Sun et al., 2019).

La nutrición de cultivos es un eje central en la producción agrícola, sin embargo, en ocasiones la adición de fertilizantes no corresponde a las condiciones edáficas del área de cultivo, ni a los requerimientos por parte de la planta; este inadecuado manejo de la fertilidad degrada el suelo, disminuye el rendimiento y aumenta los costos de producción. Una alternativa para conservar los suelos, es la aplicación de enmiendas orgánicas, las cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes y dan lugar a la recuperación de suelos. La función principal atribuida a las enmiendas orgánicas es el aporte de materia orgánica al suelo, con el fin de generar humus para mejorar la fertilidad del mismo (Bautista et al., 2017).

La fertilización química basada en urea o nitratos es una práctica generalizada para

maximizar la producción de arroz. No obstante, la eficiencia de uso del nitrógeno (EUN) rara vez supera el 40 % en suelos inundados, debido a pérdidas gaseosas y baja sincronización entre suministro y demanda del cultivo (Ma et al., 2024).

La dependencia exclusiva de fertilizantes minerales puede afectar la estructura del suelo, reducir la materia orgánica y deteriorar el microbiota edáfico. Por tanto, es necesario adoptar estrategias que integren fuentes químicas con enmiendas orgánicas o bioestimulantes naturales que mejoren la eficiencia del uso de los nutrientes (Bera et al., 2024).

Las sustancias húmicas (SH) son compuestos orgánicos de alto peso molecular formados durante la descomposición de residuos vegetales y animales. Incluyen ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, los cuales influyen en la disponibilidad de nutrientes, la estructura del suelo y la actividad fisiológica de las plantas (Ampong et al., 2022).

Los ácidos húmicos, en particular, actúan como agentes quelantes que mejoran la solubilidad y movilidad de elementos esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Además, estimulan la respiración celular y el desarrollo radicular mediante la activación de la bomba de protones H^+ -ATPasa en las membranas celulares, lo que favorece la absorción iónica (Tavares et al., 2019).

Diversos estudios han demostrado que las aplicaciones de ácidos húmicos incrementan la eficiencia del fertilizante nitrogenado, mejoran la fotosíntesis y estimulan el crecimiento del sistema radicular, lo que se traduce en mayores rendimientos de grano (Zheng et al., 2022).

Las enmiendas húmicas mejoran las propiedades físicas del suelo, de manera que reducen su capacidad cementante y mejoran la retención del agua y la reducción que conlleva en conductividad eléctrica y salinidad. Además, participan en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo con la activación de la flora microbiana, el aumento de la mineralización y el favorecimiento del desarrollo radicular. También se mejora el grado de transformación y estabilidad del humus, con un mejor equilibrio en el porcentaje de distintas sales minerales, mejorando su absorción. Las enmiendas desbloquean los minerales e incrementan la asimilación de los mismos por parte de los cultivos. Finalmente, no nos podemos olvidar de la ventaja que supone la mejora cuantitativa en el porcentaje de materia orgánica y la comodidad de manejo y rapidez de acción y persistencia de este tipo de enmiendas (Agrobeta, 2017).

Reyes et al (2021) sostiene que los ácidos húmicos pueden ser aplicados al suelo o foliarmente. La aplicación de ácidos húmicos ayuda a mejorar la absorción de macro y micro nutrientes, a través de un proceso de quelatación, produciendo un mayor crecimiento de la planta, incluyendo una mayor formación de raíces como ya se ha pronunciado anteriormente.

Las enmiendas húmicas nitrogenadas granuladas representan una innovación tecnológica en la fertilización agrícola. Estas formulaciones combinan sustancias húmicas con fuentes nitrogenadas (urea, sulfato de amonio o nitrato de amonio) en forma granulada, permitiendo una liberación gradual del nitrógeno y un mayor tiempo de disponibilidad en el suelo (Yu et al., 2024).

Este tipo de enmiendas mejora la retención de nitrógeno en la zona radicular, reduce pérdidas por volatilización y lixiviación, y favorece la eficiencia agronómica del N. Asimismo, los gránulos húmicos contribuyen a la agregación del suelo y al incremento del contenido de carbono orgánico total, lo cual repercute positivamente en la estructura y capacidad de intercambio catiónico (Hartina et al., 2025).

Estudios recientes evidencian que la combinación de fertilizante químico y húmico granular puede aumentar el rendimiento del arroz entre un 10 y 20 %, además de reducir las dosis necesarias de N sin afectar la productividad (Sunarya et al., 2016; Ma et al., 2024).

El Humiq NG es una sal del Ácido Húmico, un fertilizante húmico nitrogenado orgánico granulado sólido, de degradación controlada, concentrado al 50% en materia orgánica humificada y 22 % de Nitrógeno (N) mínimo, más oligoelementos. Puede ser aplicado a todo tipo de cultivo donde se requiera incrementar niveles de fertilidad. Se trata de una especie de alto polímero aromático heterogéneo, contiene grupos hidroxilos, carboxílicos y otros activos con la función de intercambio iónico, absorbente, quelante, complejante, floculante, dispersión y cohesión, etc (Lignoquim, 2019).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización química combinada con enmienda húmica nitrogenada granulada, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

METODOLOGÍA

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “Palmar”, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en Km. 10,5 de la vía Babahoyo – Montalvo, con coordenadas geográficas UTM 672 794 – 9 797 177. Esta zona experimental posee un clima tropical húmedo, con temperatura promedio anual de 25 °C, precipitación anual de 1845 mm, humedad relativa de 74 % y altura de 8 msnm. Se utilizaron diferentes materiales de campo y material de siembra: variedades de arroz SFL11 e INIAP FL Arenillas. Se estudiaron dos factores: a) rendimiento del cultivo de arroz; b) fertilización química combinada con una enmienda húmica nitrogenada granulada. Se evaluaron los siguientes tratamientos:

Tabla 1
*Tratamientos evaluados en los efectos de la fertilización química combinada con enmienda húmica nitrogenada granulada, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)*

Tratamientos (Variedades)	Subtratamientos (Dosis kg/ha de Humiq	Época de aplicación (d.d.t)
	NG por aplicación)	
SFL 11	10	0 - 15 - 30
	20	
	30	
	Testigo químico	

INIAP FL ARENILLAS	Testigo absoluto		0 - 15 - 30
	10		
	20		
	30		
	Testigo químico		
	Testigo absoluto		

d.d.t: días después del trasplante

Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas, con 2 tratamientos (variedades), 5 subtratamientos (dosis de enmienda y testigos) y 3 repeticiones. La evaluación y comparación de medias de los tratamientos, se realizó mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

Manejo del ensayo

Para la ejecución del ensayo se llevaron a cabo todas las prácticas y labores agrícolas que el cultivo requirió para su normal desarrollo. Se realizó un pase de romplow, para luego inundar el terreno y se procedió a la labor de fangueo, con el fin de proveer una adecuada cama para el trasplante. La siembra se realizó con el método de trasplante, para lo cual se estableció el semillero, y luego de 21 días de sembrado, se procedió a realizar el trasplante a una distancia de 0,25 m. entre hilera por 0,25 m. entre plantas. Para el control de malezas en preemergencia se aplicó Omega (Pendimetalin) en dosis de 3,0 L/ha a los 5 días después del trasplante. En posemergencia se utilizó Atalar (Propanil + Triclorpyr) con dosis de 3,0 L/ha + Cheker (Pyrazosulfuron ethyl) con dosis de 300 g/ha a los 22 días después del trasplante. Para el control de caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) se aplicó Tryclan (Thiocylam hydrogen oxalate) en dosis 500 g/ha a los 5 días después del trasplante. Posteriormente a los 22 días después del trasplante se utilizó Zero (Lambdacihalotrina) con una dosis de 0,3 L/ha para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*). Luego, a los 35 días después del trasplante se aplicó Sensei (Imidacloprid) con una dosis de 0,3 L/ha + Match (Lufenuron) en dosis de 0,3 L/ha + Amistar top (Azoxistrobina + Difenconazole) con dosis de 0,35 L/ha, lo cual se realizó para el control de minador de la hoja (*Hydrellia sp.*), sogata (*Tagosodes oryzae*), enrollador de la hoja (*Syngamia sp.*) y quemazón del arroz (*Pyricularia oryzae*). Después, a los 60 días después del trasplante se aplicó Harvest (Acephate) con una dosis de 0,6 kg/ha para el control del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*). Finalmente, a los 80 días después del trasplante se utilizó Diazol (Diazinon) con una dosis 0,8 L/ha + Glory (Azoxistrobina + Mancozeb) en dosis de 1,5 kg/ha, para el control del chinche de la panícula (*Oebalus ornatus*) y prevención del complejo manchado de grano.

En base a las recomendaciones del INIAP y al cuadro de tratamientos, la fertilización se realizó de la siguiente manera: 160 kg. de Nitrógeno por hectárea, 70 kg. de Fósforo por hectárea, 90 kg. de Potasio por hectárea y 36 kg. de Azufre por hectárea (INIAP 2013). Como fuente de Nitrógeno se utilizó urea (46 %), el Fósforo se aportó en forma de DAP (18 % N – 46 % P₂O₅),

como fuente de Potasio se aplicó muriato de potasio (60 % K₂O) y el Azufre fue aportado mediante sulfato de amonio (24 % S – 21 % N). El Fósforo y el Potasio se aplicaron en su totalidad al momento del trasplante, mientras que el Nitrógeno y el Azufre se aplicaron juntos fraccionados a los 15 y 30 días después del trasplante. En los subtratamientos donde se aplicó las diferentes dosis del Humiq NG, estos fueron mezclados y aplicados con los fertilizantes químicos a los 0,15 y 30 días después del trasplante. Además, se aplicó Green Master en dosis de 1 L/ha a los 35 y 60 días después del trasplante y Metalosate de boro en dosis de 1 L/ha a los 35 días después del trasplante.

El riego fue proporcionado por las precipitaciones propias de la época lluviosa, sin embargo, fue necesario realizar un riego por gravedad con la ayuda de una bomba. Cuando las plantas llegaron a la madurez fisiológica, se procedió a realizar la cosecha de forma manual y por tratamiento.

Variables evaluadas

Altura de planta a cosecha

Se tomaron al azar 10 plantas en un metro cuadrado, cada unidad experimental y su lectura se registró en centímetros. La altura comprendió desde el nivel del suelo hasta el ápice la panícula más sobresaliente. Se evaluó a la cosecha del cultivo.

Número de macollos por metro cuadrado

En un metro cuadrado dentro del área útil de cada unidad experimental, se procedió a contabilizar el número de macollos presentes al momento de la cosecha.

Número de panículas por metro cuadrado

Dentro del mismo metro cuadrado que se utilizó para evaluar el número macollos, se contabilizó las panículas al momento de la cosecha.

Longitud de panícula

Se tomó al azar en 10 panículas de cada parcela experimental y su longitud se expresó en centímetros. Estuvo determinada por la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula.

Número de granos por panícula

Se escogió al azar 10 panículas de cada parcela experimental y se procedió a contar el número de granos llenos presentes en la misma.

Peso de mil granos

Se tomó de cada parcela experimental 1000 granos, los mismos que estuvieron en buen estado sin defectos. Posteriormente se pesaron en una balanza de precisión y su promedio se expresó en gramos.

Días a la floración

Se contabilizaron los días desde la siembra del semillero, hasta cuando las plantas presentaron el 50 % de panículas emergidas.

Días a maduración fisiológica de grano

El número de días a maduración, se registró semanalmente a partir de los 90 días hasta que

los granos presentaron madurez fisiológica (cosecha).

Relación grano – paja

Para la evaluación de la relación grano-paja se tomó al azar en un metro cuadrado en cada unidad experimental y se registró el rendimiento de esta sección, y luego se lo dividió para el peso de la materia seca obtenida.

Rendimiento por Hectárea

El rendimiento se obtuvo por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, uniformizando al 14 % de humedad y transformado en kg/ha. Para uniformizar los pesos se empleó la siguiente fórmula: (Azcon-Bieto y Talon 2003).

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)$$

Dónde:

Pu = Peso uniformizado Pa = Peso actual

ha = Humedad actual hd = Humedad deseada

Análisis Económico

El análisis económico, se realizó en función del nivel de rendimiento de grano en kg/ha., respecto del costo económico de los tratamientos en relación al beneficio/costo.

RESULTADOS

Altura de planta a cosecha.

Los valores promedios que corresponden a altura de planta a cosecha, que se expresan en la Tabla 2, muestran por medio del análisis de varianza significancia estadística en el factor (A) variedad, alta significancia estadística para el factor B (dosis), no presentando significancia estadística en las interacciones. El coeficiente de variación fue de 3,00 % En cuanto el factor A (variedades), la mayor altura de planta a cosecha se presentó en la variedad INIAP FL Arenillas con 130,31 cm. siendo así estadísticamente superior a la variedad SFL 11 con 129,28 cm. En cuanto al factor B (dosis) el Humiq NG (30 kg/ha) presentó 141,30 cm. siendo estadísticamente igual a Humiq NG (20 kg/ha) con 133,67 cm y superiores estadísticamente a las demás dosis, teniendo el menor valor el testigo absoluto con 117,83 cm. En las interacciones, se observó que la mayor altura la presentó la variedad INIAP FL Arenillas junto al Humiq NG (30 kg/ha) con 143,43 cm y el menor valor fue el testigo absoluto de la variedad SFL 11 con 115,33 cm.

Número de macollos por metro cuadrado

Los valores promedios que corresponden a macollos/m², que se expresan en la Tabla 2, demuestran por medio del análisis de varianza alta significancia estadística en el factor B (dosis) e interacciones, no presentando significancia estadística en el factor A (variedades). El coeficiente de variación fue de 8,20 %. Respecto al número de macollos/ m² en el factor A (variedades), SFL 11 presentó el mayor número con 370,80, mientras que la variedad INIAP FL Arenillas fue menor con 353,87. En relación al factor B (dosis), el Humiq NG (30 kg/ha) presentó el mayor número macollos/

m² con 429,83, siendo estadísticamente igual al Humiq NG (20 kg/ha) con 405,50 macollos/ m² y superiores estadísticamente a las demás dosis, teniendo el menor valor el testigo absoluto con 289,17 macollos/ m². En las interacciones, la que presentó mayor número de macollos/ m² fue la variedad SFL 11 con las dosis de Humiq NG (30 kg/ha) con 461,67, siendo estadísticamente igual a la misma variedad con Humiq NG (20 kg/ha) con 427,33 macollos/ m² y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, teniendo el menor valor el testigo absoluto de la variedad SFL 11 con 274,00 macollos/ m².

Tabla 2

Altura de planta a cosecha y número de macollos/m² en variedades de arroz como respuesta a diferentes dosis de una enmienda húmica nitrogenada

Variedades	Enmienda	Dosis (kg/ha)	Altura de planta (cm.)	Macollos/m ²
SFL 11			129,28 b	370,80
INIAP FL			130,31 a	353,87
Arenillas				
	Humiq NG	10	132,85 b	358,00 bc
	Humiq NG	20	133,67 ab	405,50 ab
	Humiq NG	30	141,30 a	429,83 a
	Testigo químico	-	123,32 c	329,17 cd
	Testigo absoluto	-	117,83 c	289,17 d
	Humiq NG	10	134,83	368,33 cde
	Humiq NG	20	133,60	427,33 ab
SFL 11	Humiq NG	30	139,17	461,67 a
	Testigo químico	-	123,47	322,67 ef
	Testigo absoluto	-	115,33	274,00 g
	Humiq NG	10	130,87	347,67 def
INIAP FL	Humiq NG	20	133,73	383,67 bcd
Arenillas	Humiq NG	30	143,43	398,00 bc
	Testigo químico	-	123,17	335,67 ef
	Testigo absoluto	-	120,33	304,33 fg
Promedio general			129,79	362,33
Significancia estadística	Variedades Dosis		*	ns
	Variedades*Dosis		** ns	**
				**
Coefficiente de variación (%)			3,00	8,20

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

* Significativo al 95 % ($p < 0,05$), ** significativo al 99 % ($p < 0,01$), ns: No significativo.

*

Número de panículas por metro cuadrado

En cuanto a los valores promedios que corresponden a panículas/ m², que se expresan en la Tabla 3, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística en el factor B (dosis), mientras

que en factor A (variedades) en interacciones no presentaron significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 14,70 %. En relación al factor A (variedades), la variedad SFL 11 presentó el mayor número con 309,73 panículas/ m², mientras que la variedad INIAP FL Arenillas mostró el menor número con 280,13 panículas/ m². En el factor B (dosis) se observó que el tratamiento Humiq NG (30 kg/ha) expresó el mayor número con 367,17 panículas/ m² siendo igual estadísticamente al Humiq NG (10 kg/ha) con 295,00 panículas/ m² y al Humiq NG (20 kg/ha) con 333,50 panículas/ m², y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, teniendo el menor valor el testigo absoluto con 206,50 panículas/ m². En las interacciones se observó que la variedad SFL 11 con Humiq NG en dosis de 30 kg/ha presentó el mayor número con 384,67 panículas/m², mientras que el menor número fue para el testigo absoluto de la misma variedad con 201,00 panículas/m².

Longitud de panícula

En cuanto a los valores promedios que corresponden a longitud de panícula, que se expresan en la Tabla 3, los cuales por medio del análisis de varianza reportaron significancia estadística en el factor A (variedades) y alta significancia estadística para el factor B (dosis), mientras que las interacciones no presentaron significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 1,80 %. Respecto al factor A (variedades), el mayor valor fue obtenido en la variedad INIAP FL Arenillas con 28,25 cm, siendo superior estadísticamente a la variedad SFL 11 con 27,50 cm. En cuanto a el factor B (dosis) a, donde se aplicó Humiq NG (30 kg/ha) presentó 30,27 cm., siendo superior estadísticamente a las demás dosis, teniendo el menor valor el testigo absoluto con 25,45 cm. En las interacciones, la que presentó una longitud de panícula mayor fue la variedad INIAP FL Arenillas con Humiq NG (30 kg/ha) con 30,65 cm, y el menor valor registrado fue en el testigo absoluto de la variedad SFL 11 con 25,31 cm.

Tabla 3

Panículas/m² y longitud de panícula en variedades de arroz como respuesta a diferentes dosis de una enmienda húmica nitrogenada

Variedades	Enmienda	Dosis (kg/ha)	Panículas/m ²	Longitud de panícula (cm.)
SFL 11			309,73	27,50 b
INIAP FL Arenillas			280,13	28,25 a
	Humiq NG	10	295,00 ab	28,35 b
	Humiq NG	20	333,50 ab	28,64 b
	Humiq NG	30	367,17 a	30,27 a
	Testigo químico	-	272,50 bc	26,66 c
	Testigo absoluto	-	206,50 c	25,45 d
	Humiq NG	10	319,67	28,03
	Humiq NG	20	368,00	28,22
SFL 11	Humiq NG	30	384,67	29,90
	Testigo químico	-	275,33	26,03

	Testigo absoluto	-	201,00	25,31
	Humiq NG	10	270,33	28,68
INIAP FL	Humiq NG	20	299,00	29,07
Arenillas	Humiq NG	30	349,67	30,65
	Testigo químico	-	269,67	27,28
	Testigo absoluto	-	212,00	25,59
Promedio general			249,93	27,87
Significancia estadística	Variedades Dosis		ns	*
	Variedades*Dosis		** ns	** ns
Coeficiente de variación (%)			14,70	1,80

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

* Significativo al 95 % ($p < 0,05$), ** significativo al 99 % ($p < 0,01$), ns No significativo ($p > 0,05$).

Número de granos por panícula.

Respecto a los valores promedios que corresponden a granos por panícula, que se expresan en la Tabla 4, muestran que el análisis de varianza reportó alta significancia estadística en el factor B (dosis), mientras que el factor A (variedades) e interacciones no presentaron significancia. El coeficiente de variación fue 2,00 %. En cuanto al factor A (variedades), el que presentó mayor valor fue la variedad SFL 11 con 145,11 granos por panícula, mientras que el menor valor fue expresado en la variedad INIAP FL Arenillas con 144,48 granos por panícula. Por otra parte, en el factor B (dosis), el Humiq NG (30 kg/ha) fue el que registró el mayor número con 158,83 granos por panícula, siendo superior estadísticamente a las demás dosis, teniendo el menor valor el testigo absoluto con 128,90 granos por panícula. En las interacciones se observó que el mayor número de granos por panícula se obtuvo en la variedad SFL 11 con Humiq NG (30 kg/ha) con 160,03; mientras que el menor número fue para el testigo absoluto de la misma variedad con 128,40 granos por panícula.

Peso de mil granos

Los valores promedios que corresponden al peso de 1000 granos, se expresan en la Tabla 4, los cuales por medio del análisis de varianza reportaron alta significancia estadística en el factor B (dosis), mientras que el factor A (variedades) e interacciones no presentaron significancia estadística. El coeficiente de variación fue 5,20 %. En cuanto al factor A (variedades), el que registró mayor peso de 1000 granos fue la variedad INIAP FL Arenillas con 27,53 g., mientras que el menor valor se lo encontró en la variedad SFL 11 con 26,67 g. Respecto al factor B (dosis), el Humiq NG (30 kg/ha) fue el que presentó el mayor peso con 30,03 g., siendo igual estadísticamente al que se aplicó Humiq NG (10 kg/ha) con 27,22 g. y Humiq NG (20 kg/ha) con 28,33 g., siendo superiores estadísticamente a los demás tratamientos, obteniendo el menor valor el testigo absoluto con 24,08 g. En las interacciones quien presentó el mayor peso de 1000 granos fue la variedad INIAP FL Arenillas junto con el Humiq NG (30 kg/ha) con 30,90 g., mientras que el menor peso que se registró pertenece al

testigo absoluto de la variedad SFL 11 con 23,80 g.

Tabla 4

Granos por panícula y peso de 1000 granos en variedades de arroz como respuesta a diferentes dosis de una enmienda húmica nitrogenada

Variedades	Enmienda	Dosis (kg/ha)	Granos por panícula	Peso de 1000 granos (g.)
SFL 11			145,11	26,67
INIAP FL			144,48	27,53
Arenillas				
	Humiq NG	10	145,75 b	27,22 ab
	Humiq NG	20	150,67 b	28,33 ab
	Humiq NG	30	158,83 a	30,03 a
	Testigo químico	-	139,85 c	25,82 bc
	Testigo absoluto	-	128,90 d	24,08 c
	Humiq NG	10	145,97	27,10
	Humiq NG	20	151,23	27,90
SFL 11	Humiq NG	30	160,03	29,17
	Testigo químico	-	139,93	25,37
	Testigo absoluto	-	128,40	23,80
	Humiq NG	10	145,53	27,33
INIAP FL	Humiq NG	20	150,10	28,77
Arenillas	Humiq NG	30	157,63	30,90
	Testigo químico	-	139,77	26,27
	Testigo absoluto	-	129,40	24,37
Promedio general			144,80	27,10
Significancia estadística	Variedades Dosis		ns	ns
	Variedades*Dosis		** ns	** ns
Coeficiente de variación (%)			2,00	5,20

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

* Significativo al 95 % ($p < 0,05$), ** significativo al 99 % ($p < 0,01$), ns No significativo ($p > 0,05$)

*

Días a la floración

En cuanto a la variable días a floración que se muestran en la Tabla 5, por medio del análisis de varianza no registraron significancia estadística para el factor A (variedades), factor B (dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 3,30 %. En relación al factor A (variedades), el número mayor de días a floración se expresó en la variedad INIAP FL Arenillas con 90,87 días, mientras el menor número de días se registró en la variedad SFL 11 con 90,00 días. Por otra parte, en cuanto al factor B (dosis), la que presentó el mayor número de días a la floración fue el Humiq NG (30 kg/ha) con 92,00, mientras que el número menor de días pertenece al testigo absoluto con 89,67 días. En las interacciones se observó que el mayor número de los días a floración lo obtuvo la variedad INIAP FL Arenillas con dosis de Humiq NG (30 kg/ha) con 93,00, y el menor número de días a floración pertenece al testigo absoluto de la variedad SFL 11 con 89,00.

Días a maduración fisiológica de grano

En cuanto a la variable días a maduración fisiológica, que se muestra en la Tabla 5, se observa que por medio del análisis de varianza se registró alta significancia estadística en el factor B (dosis), mientras que el factor A (variedades) e interacciones no registraron significancia estadística. El coeficiente de variación fue 0,60 %. En relación al factor A (variedades), el mayor número de días a maduración se expresó en la variedad SFL 11 con 121,60, mientras que el menor número se registró en la variedad INIAP FL Arenillas con 121,33 días a maduración. Por otra parte, en cuanto al factor B (dosis), la que presentó el mayor número de días a maduración fue donde se aplicó Humiq NG (30 kg/ha) con 124,00, siendo igual estadísticamente al que se aplicó Humiq NG (20 kg/ha) con 122,67 días, y el menor número pertenece al testigo absoluto con 119,33 días a maduración. En las interacciones se observó que el mayor número de los días a maduración lo obtuvieron la variedad INIAP FL Arenillas con dosis de Humiq NG (30 kg/ha) y la variedad SFL 11 con dosis de Humiq NG (30 kg/ha) con 124,00 días, y el menor número de días a maduración pertenece al testigo absoluto de la variedad SFL 11 con 119,00.

Tabla 5

Días a floración y días a maduración en variedades de arroz como respuesta a diferentes dosis de una enmienda húmica nitrogenada

Variedades	Enmienda	Dosis (kg/ha)	Días a floración	Días de maduración
SFL 11			90,00	121,60
INIAP FL				
Arenillas			90,87	121,33
	Humiq NG	10	89,83	121,50 b
	Humiq NG	20	90,50	122,67 ab
	Humiq NG	30	92,00	124,00 a
	Testigo químico	-	90,17	119,83 c
	Testigo absoluto	-	89,67	119,33 c
	Humiq NG	10	89,67	122,00
	Humiq NG	20	90,67	123,33
SFL 11	Humiq NG	30	91,00	124,00
	Testigo químico	-	89,67	119,67
	Testigo absoluto	-	89,00	119,00
	Humiq NG	10	90,00	121,00
INIAP FL	Humiq NG	20	90,33	122,00
Arenillas	Humiq NG	30	93,00	124,00
	Testigo químico	-	90,67	120,00
	Testigo absoluto	-	90,33	119,67
Promedio general			90,43	121,47
Significancia estadística Variedades Dosis			ns ns	ns
Variedades*Dosis			ns	** ns
Coeficiente de variación (%)			3,30	0,60

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

* Significativo al 95 % ($p < 0,05$), ** significativo al 99 % ($p < 0,01$), ns No significativo ($p > 0,05$)

Relación grano - paja

Los valores promedios que corresponden a la relación grano - paja, que se presentaron en la Tabla 6, por medio del análisis de varianza reportaron alta significancia estadística en el factor B (dosis), mientras que el factor A (variedades) e interacciones no presentaron significancia estadística. El coeficiente de variación fue 7,80 %. En cuanto al factor A (variedades), el que presentó mayor número en relación grano - paja fue la variedad SFL 11 con 0,23, mientras que el menor número se encontró en la variedad INIAP FL Arenillas con 0,22. Por otra parte, en el factor B (dosis), el mayor número de la relación grano - paja se encontró con el Humiq NG (30 kg/ha) con 0,29, siendo superior estadísticamente al resto de las dosis aplicadas, y el menor número fue para el testigo químico con 0,16. En las interacciones, se observó que el mayor número de relación grano - paja lo alcanzó la variedad SFL 11 con el Humiq NG (30 kg/ha) con 0,31, mientras que el menor número relación grano - paja se presentó en el testigo químico de la variedad INIAP FL Arenillas con 0,16.

Rendimiento por Hectárea

Los valores promedios que corresponden al rendimiento por hectárea, que se presentan en la Tabla 6, por medio del análisis de varianza reportaron alta significancia estadística en el factor B (dosis), mientras que el factor A (variedades) e interacciones no presentaron significancia estadística. El coeficiente de variación fue 3,00 %. En cuanto al factor A (variedades), el que presentó mayor rendimiento de arroz fue la variedad SFL 11 con 5118,29 kg/ha, mientras que el menor número se encontró en la variedad INIAP FL Arenillas con 5051,37 kg/ha. Por otra parte, en el factor B (dosis), el mayor rendimiento se registró con el Humiq NG (30 kg/ha) con 5929,97 kg/ha, siendo superior estadísticamente a las demás dosis, y el menor rendimiento fue para el testigo absoluto con 4026,87 kg/ha. En las interacciones, el mayor rendimiento se registró con la variedad SFL 11 junto con Humiq NG (30 kg/ha) obteniendo 5989,61 kg/ha; mientras que el menor rendimiento lo presentó el testigo absoluto de la variedad SFL11 con 3998,94 kg/ha.

Tabla 6

Relación grano - paja y Rendimiento (kg/ha) en variedades de arroz como respuesta a diferentes dosis de una enmienda húmica nitrogenada

Variedades	Enmienda	Dosis (kg/ha)	Relación paja	granodimiento (kg/ha)
SFL 11			0,23	5118,29
INIAP FL Arenillas			0,22	5051,37
	Humiq NG	10	0,22 bc	5118,30 c
	Humiq NG	20	0,25 b	5517,62 b
	Humiq NG	30	0,29 a	5929,97 a
	Testigo químico	-	0,16 d	4831,39 c
	Testigo absoluto	-	0,20 c	4026,87 d
	Humiq NG	10	0,22	5245,07
	Humiq NG	20	0,25	5510,92
SFL 11	Humiq NG	30	0,31	5989,61
	Testigo químico	-	0,17	4846,90
	Testigo absoluto	-	0,21	3998,94

	Humiq NG	10	0,23	4991,54
INIAP FL	Humiq NG	20	0,26	5524,31
Arenillas	Humiq NG	30	0,28	5870,33
	Testigo químico	-	0,16	4815,89
	Testigo absoluto	-	0,20	4054,79
Promedio general			0,23	5084,83
Significancia estadística Variedades Dosis			ns	ns
Variedades*Dosis			** ns	** ns
Coeficiente de variación (%)			7,80	3,00

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

* Significativo al 95 % ($p < 0,05$), ** significativo al 99 % ($p < 0,01$), ns, No significativo ($p > 0,05$)

Análisis Económico

En la Tabla 7, se observan los valores del análisis económico realizado a los tratamientos, analizando ingresos, egresos y beneficio/costo. La mayor ganancia se obtuvo con la variedad SFL 11 junto con el Humiq NG en dosis de 30 kg/ha, con un beneficio/costo de \$687,94, mientras que el menor ingreso se reportó en el testigo absoluto de la variedad SFL 11 con \$ 307,57.

Tabla 7

Análisis Económico en variedades de arroz como respuesta a diferentes dosis de una enmienda húmica nitrogenada

						Costos			
Tratamientos (Variedades)	Subtratamientos (Dosis kg/ha de Humiq NG por aplicación)	Rendimie nto kg/ha	Sacas 210 libras/ha	Ingresos (USD)	Costos Fijos (USD)	Variables	Cosecha +		Beneficio Costo (USD)
						Costo de Humiq NG (USD)	Transporte (USD)	Costo Total (USD)	
SFL 11	10	5245,07	54,95	2143,09	1179,73	120,00	192,33	1492,06	651,03
	20	5510,92	57,74	2251,71	1179,73	240,00	202,08	1621,81	629,91
	30	5989,61	62,75	2447,30	1179,73	360,00	219,63	1759,36	687,94
	Testigo químico	4846,90	50,78	1980,40	1179,73	0,00	177,73	1357,46	622,94
	Testigo absoluto	3998,94	41,90	1633,93	1179,73	0,00	146,63	1326,36	307,57
INIAP FL	10	4991,54	52,29	2039,50	1179,73	120,00	183,03	1482,76	556,74
	20	5524,31	57,88	2257,18	1179,73	240,00	202,57	1622,30	634,89
	30	5870,33	61,50	2398,56	1179,73	360,00	215,26	1754,99	643,58
ARENILLAS	Testigo químico	4815,89	50,45	1967,73	1179,73	0,00	176,59	1356,32	611,41
	Testigo absoluto	4054,79	42,48	1656,75	1179,73	0,00	148,68	1328,41	328,34

Precio de los 10 kg de Humiq NG: \$ 40,00

Precio de la saca de 210 libras: \$ 39,00 Cosecha y transporte por saca: \$ 3,50

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que la aplicación de la enmienda húmica nitrogenada Humiq NG combinada con fertilización química influyó de manera positiva en el

comportamiento agronómico y el rendimiento del cultivo de arroz. En general, las dosis crecientes de Humiq NG incrementaron la altura de planta, el número de macollos y panículas/m², la longitud de panícula, el número de granos por panícula, el peso de 1000 granos, la relación grano-paja y el rendimiento final, siendo la dosis de 30 kg/ha la que produjo los mejores resultados.

El incremento en altura de planta observado con Humiq NG (30 kg/ha) podría atribuirse a la mejora en la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes esenciales en la rizosfera, producto de la liberación gradual del N y la acción quelante de los ácidos húmicos. Esto coincide con lo señalado por Hartina et al. (2025), quienes evidenciaron que la coaplicación de sustancias húmicas y fuentes de calcio o yeso mejora la absorción de fósforo y la eficiencia del uso de nitrógeno en suelos ácidos, lo cual repercute en una mayor biomasa aérea. Asimismo, Tavares et al. (2019) demostraron que los ácidos húmicos activan la bomba H⁺-ATPasa de las raíces, favoreciendo la absorción de iones y promoviendo un crecimiento más vigoroso.

En cuanto al número de macollos y panículas por metro cuadrado, la interacción entre la variedad SFL 11 y Humiq NG (30 kg/ha) presentó los valores más altos. Este resultado indica que la enmienda húmica promovió una mayor actividad fotosintética y una eficiente partición de asimilados hacia los órganos vegetativos, generando un mayor potencial reproductivo. Estudios previos coinciden en que la aplicación de ácidos húmicos estimula la proliferación de macollos y la diferenciación de panículas, aumentando el número de granos por unidad de área (Zheng et al., 2022; Ma et al., 2024). Del mismo modo, Bera et al. (2024) reportaron que el uso de enmiendas húmicas mejora la estructura del suelo y la actividad microbiana, creando condiciones favorables para el desarrollo radicular y la formación de macollos fértiles.

En la variable longitud de panícula, la variedad INIAP FL Arenillas combinada con la dosis de 30 kg/ha de Humiq NG alcanzó los mayores valores. Esto sugiere que esta variedad presenta una mejor respuesta morfológica al incremento de nutrientes disponibles. Ampong et al. (2022) explican que los ácidos húmicos mejoran la asimilación de nitrógeno y fósforo, promoviendo un mayor desarrollo del sistema vascular y de los órganos reproductivos. La mejora en la longitud de panícula puede relacionarse directamente con una mayor capacidad de llenado de granos y, por ende, con un incremento del rendimiento.

El número de granos por panícula también mostró una tendencia ascendente conforme aumentó la dosis de Humiq NG, alcanzando su máximo en la variedad SFL 11 con 160,03 granos. Este efecto puede deberse a que las sustancias húmicas incrementan la tasa de fotosíntesis y la eficiencia en el transporte de carbohidratos hacia los órganos reproductivos (Sun et al., 2019). Además, Reyes-Pérez et al. (2021) indicaron que la aplicación de ácidos húmicos, combinada con otros bioestimulantes, mejora la floración y el llenado de granos en especies hortícolas y cereales, lo cual coincide con los hallazgos de este estudio.

Respecto al peso de mil granos, la variedad INIAP FL Arenillas junto con la dosis de 30 kg/ha alcanzó el valor más alto (30,90 g), lo que podría explicarse por una mejor eficiencia de uso del

nitrógeno y un mayor llenado del grano. Este resultado está respaldado por Yu et al. (2024), quienes señalaron que los fertilizantes de liberación controlada basados en compuestos húmicos mejoran la calidad y el peso del grano en arroz al mantener una liberación sostenida de N durante el ciclo del cultivo.

En cuanto a la relación grano-paja y el rendimiento por hectárea, se observó un incremento progresivo con las dosis crecientes de Humiq NG, alcanzando un máximo con la combinación SFL 11 + 30 kg/ha, con un rendimiento de 5989,61 kg/ha. Este aumento representa una mejora notable frente al testigo absoluto (3998,94 kg/ha), evidenciando que el uso conjunto de fertilizantes químicos y húmicos aumenta la eficiencia agronómica del nitrógeno y reduce pérdidas por lixiviación o volatilización (Sunarya et al., 2016; Ma et al., 2024). De acuerdo con Zheng et al. (2022), las formulaciones húmicas favorecen la formación de agregados estables del suelo, incrementan la retención de agua y mejoran el microambiente radicular, factores que se reflejan directamente en la productividad.

El análisis económico complementa estos resultados al demostrar que la aplicación de 30 kg/ha de Humiq NG junto a la variedad SFL 11 generó el mayor beneficio/costo (\$687,94). Este resultado concuerda con lo planteado por Lignoquim (2019), quien reporta que el Humiq NG, al ser un fertilizante orgánico granulado con 22 % de nitrógeno y 50 % de materia orgánica humificada, permite reducir el gasto en fertilizantes convencionales manteniendo la rentabilidad productiva.

CONCLUSIONES

Mediante los resultados obtenidos en el estudio, se logró determinar las siguientes conclusiones:

El uso del Humiq NG influyó de manera positiva en el comportamiento agronómico y rendimiento de las variedades de arroz.

La variedad SFL 11 alcanzó mejores promedios en las variables macollos y panículas/m², número de granos por panícula y relación grano-paja; mientras que la variedad INIAP FL Arenillas obtuvo mayores valores en altura de planta a cosecha, longitud de panícula y peso de 1000 granos.

En cuanto a las dosis del Humiq NG, la que presentó mejores promedios en todas las variables evaluadas fue la de 30 kg/ha.

La interacción entre la variedad SFL 11 junto con la aplicación de Humiq NG (30 kg/ha) presentó mayor cantidad de macollos y panículas/m², número de granos por panícula y relación grano - paja.

La interacción entre la variedad INIAP FL Arenillas más la aplicación de Humiq NG en dosis de 30 kg/ha, obtuvo mayor altura de planta, longitud de panícula y peso de 1000 granos.

El testigo absoluto de la variedad SFL 11 fue el más precoz en florecer, mientras que ambas variedades demoraron más en su maduración con la dosis de Humiq NG de 30kg/ha.

La variedad SFL 11 más la aplicación de Humiq NG en dosis de 30 kg/ha, permitió obtener el mayor rendimiento (5989,61 kg/ha) y el beneficio/costo más alto (\$687,94).

REFERENCIAS

- Agrobeta. (2017). *Beneficios y características de las enmiendas orgánicas y húmicas* | Blog de AGROBETA. <https://www.agrobeta.com/agrobetablog/2017/01/beneficios-y-caracteristicas-de-las-enmiendas-organicas-y-humicas/>
- Ampong, K., Thilakaranthna, M. S., & Gorim, L. Y. (2022). Understanding the role of humic acids on crop performance and soil health. *Frontiers in Agronomy*. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.848621>
- Bautista Zamora, DM; Chavarro Rodriguez, CL; Cáceres-Zambrano, J; Buitrago-Mora, S. (2017). Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA CERINZA. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 122-132. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5496>
- Bera, B., Bokado, K., Singh, B., & Arambam, S. (2024). Effect of humic acid on growth, yield and soil properties in rice: A review. *International Journal of Plant & Soil Science*, 36(6), 26–35. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2024/v36i64603>
- ESPAC. (2022). Superficie y producción de Arroz. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/arroz>
- FAO. (2023). *Rice Market Monitor – March 2023*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hartina, H., et al. (2025). Coapplication of humic acid and gypsum affects soil chemical properties, rice yield, and phosphorus use efficiency in acidic paddy soils. *Scientific Reports*, 15, 4350. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89132-8>
- Lignoquim. (2019). HUMIQ NG.pdf. s.l., s.e.
- Ma, Y., Cheng, X., & Zhang, Y. (2024). The impact of humic acid fertilizers on crop yield and nitrogen use efficiency: A meta-analysis. *Agronomy*, 14(12), 2763. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122763>
- Quintero, C. (2017). *Fertilización para altos rendimientos de Arroz*. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altos-rendimientos-arroz-t40444.htm>
- Reyes-Pérez, Juan José, Rivero-Herrada, Marisol, Solórzano-Cedeño, Arturo Eneidito, Carballo-Méndez, Fernando de Jesús, Lucero-Vega, Gregorio, & Ruiz-Espinoza, Francisco Higinio. (2021). Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana*, 39, e833. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833>
- Sun, L., et al. (2019). The combined effects of nitrogen fertilizer, humic acid, and gypsum on greenhouse gas emissions and rice yield in coastal saline fields. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05363-z>
- Sunarya, Y., Suhardjadinata, A., & Tedjaningsih, T. (2016). Increasing nitrogen fertilizer efficiency

- on wetland rice by application of humic acid. *Tropical Soil Science Journal*.
- Tavares, O. C. H., et al. (2019). Humic acid as a biotechnological alternative to increase N-uptake kinetics and nitrogen metabolism in rice plants. *Plant Physiology Reports*, 24(2), 120–129.
- Yu, Z., et al. (2024). Effects of controlled-release nitrogen fertilizer at different durations on rice yield and quality. *Agronomy*, 14(8), 1685. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081685>
- Zheng, E., et al. (2022). Humic acid fertilizer incorporation increases rice yield and biomass. *Agriculture*, 12(5), 653. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050653>