

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i3.2588>

Evaluación de complejos húmicos edáficos sobre el comportamiento agronómico en el cultivo de arroz en la Provincia del Guayas

Evaluation of soil humic complexes on the agronomic performance of rice crops in Guayas Province

Billy Nelson Mera Moncayo

meramoncayobilly@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-3780-1095>

RTC de Quimasa
Manuchar, Ecuador

Adrian Rafael Delgado Coello

adelgadoc@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-4062-1545>

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Juan Mariano Ortiz Dicado

jortizd@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-8532-4842>

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Julissa Jessenia López Fernández

Julissalopezfernandez@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-3393-9213>

Investigador Independiente
Ecuador

Sandro Daniel Triana Fernández

sandro triana@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-6824-2236>

Ecuquímica
Ecuador

Artículo recibido: 10 agosto 2026- Aceptado para publicación: 16 septiembre 2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

La investigación evaluó el efecto de tres complejos húmicos edáficos sobre el comportamiento agronómico y económico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), variedad INIAP-14, en la finca San Sebastián, provincia del Guayas. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones. Los productos Humicrop, Ihum-X DG y Acid Humic se aplicaron en dosis de 100, 200 y 300 kg/ha, además de un tratamiento control. Se analizaron variables relacionadas con crecimiento, productividad, ciclo fenológico y rentabilidad. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de Tukey al 5 %, confirmando la respuesta diferencial

de los tratamientos. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Humicrop a 200 kg/ha presentó el mejor desempeño general, alcanzando 135,67 cm de altura, 612,67 macollos/m², 490 panículas/m², 33,33 cm de longitud de panícula, 122,67 granos por panícula y 33,87 g en el peso de mil granos. Este tratamiento obtuvo el mayor rendimiento, con 6097,33 kg/ha, equivalente a un incremento aproximado del 26,2 % respecto al control. Ihum-X DG a 300 kg/ha alcanzó 5890,33 kg/ha y fue estadísticamente similar en rendimiento. La aplicación de complejos húmicos también redujo los días a floración y cosecha frente al control. En el análisis económico, Humicrop a 200 kg/ha registró la mayor utilidad neta, con USD 700,04, y una relación beneficio/costo de 1,52. Se concluye que los complejos húmicos pueden mejorar el crecimiento, rendimiento y rentabilidad del arroz, aunque su eficacia depende del producto, la dosis y las condiciones edáficas y ambientales.

Palabras clave: Complejos húmicos, crecimiento, rendimiento, rentabilidad, arroz

ABSTRACT

The study evaluated the effect of three soil-applied humic complexes on the agronomic and economic performance of rice (*Oryza sativa* L.), variety INIAP-14, at the San Sebastián farm in Guayas province. A randomized complete block design with ten treatments and three replications was used. The products Humicrop, Ihum-X DG, and Acid Humic were applied at rates of 100, 200, and 300 kg/ha, alongside a control treatment. Variables related to growth, productivity, phenological cycle, and profitability were analyzed. Data were subjected to analysis of variance and Tukey's test (at the 5% level), confirming differential responses among treatments. Results showed highly significant differences between treatments. Humicrop at 200 kg/ha exhibited the best overall performance, achieving a plant height of 135.67 cm, 612.67 tillers/m², 490 panicles/m², a panicle length of 33.33 cm, 122.67 grains per panicle, and a thousand-grain weight of 33.87 g. This treatment achieved the highest yield at 6,097.33 kg/ha, representing an approximate 26.2% increase compared to the control. Ihum-X DG at 300 kg/ha achieved a yield of 5,890.33 kg/ha, which was statistically similar. The application of humic complexes also reduced the time to flowering and harvest compared to the control. In the economic analysis, Humicrop at 200 kg/ha recorded the highest net profit (USD 700.04) and a benefit-cost ratio of 1.52. It is concluded that humic complexes can improve rice growth, yield, and profitability, although their efficacy depends on the product, the application rate, and soil and environmental conditions.

Keywords: Humic complexes, growth, yield, profitability, rice

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.) constituye uno de los cereales de mayor importancia para la alimentación humana y representa un componente estratégico para la seguridad alimentaria. Su productividad depende de factores genéticos, climáticos y edáficos, así como del manejo eficiente de la fertilización, el agua y la materia orgánica. En sistemas intensivos de producción, el mantenimiento de la fertilidad del suelo resulta fundamental para sostener altos rendimientos y evitar pérdidas de nutrientes asociadas con prácticas inadecuadas de fertilización (Pérez et al., 2025).

En Ecuador, la importancia del cultivo es especialmente marcada en la región Costa. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2025), durante 2024 se cosecharon 402.235 ha de arroz, con una producción nacional cercana a 1,9 millones de toneladas. Además, Guayas concentró aproximadamente el 67,7 % de la producción nacional, situación que evidencia la importancia económica y productiva de estudiar alternativas orientadas a incrementar la eficiencia del manejo nutricional del cultivo en esta provincia.

El rendimiento del arroz se encuentra estrechamente relacionado con la capacidad de la planta para absorber y utilizar nutrientes durante las diferentes etapas de crecimiento. El nitrógeno desempeña un papel esencial en el desarrollo de la superficie foliar, fotosíntesis, macollamiento, formación de panículas y llenado de los granos. Sin embargo, una mayor aplicación de fertilizantes minerales no necesariamente produce incrementos proporcionales del rendimiento; por esta razón, las estrategias actuales de nutrición buscan aumentar la eficiencia con la que la planta aprovecha los nutrientes disponibles en el suelo (Machado, 2025).

Las sustancias húmicas forman parte de la fracción orgánica estable del suelo y participan en numerosos procesos que determinan su fertilidad. Su importancia agrícola radica en la capacidad de interactuar con minerales, agua, nutrientes y microorganismos, generando condiciones favorables para el desarrollo de las plantas. Los ácidos húmicos y fúlvicos presentan grupos funcionales capaces de formar asociaciones con diferentes elementos minerales, lo que puede contribuir a mantenerlos disponibles en la solución del suelo (Yang et al., 2021).

En el arroz la respuesta a los ácidos húmicos no se limita al mejoramiento de las propiedades del suelo, ya que también se han identificado cambios directamente relacionados con la fisiología vegetal. Un sistema radicular con mayor capacidad de exploración permite a la planta aprovechar mejor el agua y los nutrientes presentes en el perfil del suelo, aspecto especialmente importante durante las primeras etapas del cultivo. En plantas de arroz los ácidos húmicos pueden modificar el metabolismo del nitrógeno y la actividad fotosintética, promoviendo mayor crecimiento radicular, acumulación de carbohidratos y producción de biomasa (De Castro et al., 2021).

La acción de las sustancias húmicas sobre las plantas depende, en buena medida, de sus características químicas. No todos los productos húmicos poseen la misma composición ni generan una respuesta idéntica, puesto que intervienen factores como su origen, tamaño molecular, concentración, hidrofobicidad y distribución de los grupos funcionales. Estos componentes pueden estimular transportadores de nutrientes, actividad de la H^+ -ATPasa de la membrana plasmática, metabolismo del nitrógeno, división celular y rutas relacionadas con hormonas vegetales. Por ello, los complejos húmicos deben considerarse materiales biológicamente activos cuya eficiencia depende de su composición y de las condiciones en las que son aplicados (Nardi et al., 2021).

La relación que las sustancias húmicas establecen con los microorganismos presentes en la rizosfera. Las raíces, la materia orgánica y las comunidades microbianas forman un sistema dinámico que interviene en la transformación y disponibilidad de los nutrientes. Las sustancias húmicas pueden estimular el crecimiento del sistema radicular, favorecer la absorción de nutrientes y facilitar la interacción de las plantas con microorganismos promotores del crecimiento (Da Silva et al., 2021).

El efecto de los ácidos húmicos sobre el desempeño de los cultivos también guarda relación con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La aplicación de estos materiales puede modificar la capacidad de retención de agua, estabilidad estructural, capacidad de intercambio catiónico y disponibilidad de determinados nutrientes. Además, los ácidos húmicos pueden favorecer la estructura del suelo, la actividad enzimática, la dinámica del nitrógeno y la absorción de nutrientes por las plantas (Ampong et al., 2022).

Dentro del manejo agrícola en la agricultura moderna, las sustancias húmicas han adquirido importancia como complemento de los programas de fertilización. Su incorporación no implica necesariamente reemplazar los fertilizantes minerales, sino favorecer condiciones que permitan aprovecharlos con mayor eficiencia. Las sustancias húmicas como materiales capaces de intervenir en la movilidad y biodisponibilidad de macro y micronutrientes, además de favorecer la retención de humedad, aireación, actividad microbiana y arquitectura radicular (Roulia, 2022).

Zheng et al. (2022) realizaron un ensayo de campo durante dos años y observaron que determinadas combinaciones de fertilización con ácido húmico modificaron el índice de área foliar, contenido relativo de clorofila, eficiencia de utilización de la radiación, acumulación de biomasa y rendimiento del grano. Los resultados son importantes porque evidencian que el efecto de estos compuestos puede manifestarse durante diferentes etapas del ciclo del arroz y terminar reflejándose en la productividad final.

Tahoun et al. (2022) encontraron que la aplicación edáfica de ácido húmico mejoró propiedades estructurales e hidráulicas de un suelo arenoso con baja fertilidad, además de producir respuestas positivas en crecimiento y productividad vegetal. Desde el punto de vista agronómico, estos hallazgos respaldan la necesidad de valorar los productos húmicos no solamente por su

efecto directo sobre la planta, sino también por los cambios que pueden generar en el ambiente donde se desarrollan las raíces.

Tiwari et al. (2023) indican que la incorporación de sustancias húmicas puede mejorar el suministro de elementos esenciales, contribuir al aumento de la biomasa y favorecer la conservación de la salud del suelo. Esta función adquiere especial relevancia en sistemas agrícolas intensivos, en los cuales la reducción progresiva de materia orgánica puede afectar la capacidad productiva del suelo.

Wang et al. (2023) estudiaron la producción de ácido húmico soluble a partir de paja de arroz mediante procesos de humificación artificial y demostraron la posibilidad de obtener materiales húmicos a partir de este residuo agrícola. La utilización de estas fuentes abre nuevas posibilidades para desarrollar fertilizantes y acondicionadores orgánicos que aprovechen residuos generados dentro de los propios sistemas productivos.

Shukry et al. (2023) observaron que la aplicación de ácido húmico en arroz sensible a la salinidad produjo respuestas relacionadas con el crecimiento, mecanismos fisiológicos de tolerancia y sistemas antioxidantes. Estos resultados indican que el efecto de los compuestos húmicos puede ir más allá de la nutrición, al participar en mecanismos que ayudan a la planta a responder frente a condiciones de estrés.

Jin et al. (2024) señalan que las sustancias húmicas exógenas pueden mejorar la retención de agua, capacidad de intercambio catiónico y utilización de nutrientes, además de interactuar con los microorganismos responsables de las transformaciones del nitrógeno. En consecuencia, su aplicación puede influir tanto en los procesos que ocurren en el suelo como en la capacidad de las raíces para absorber los nutrientes disponibles.

Canellas et al. (2024) consideran que las sustancias húmicas se encuentran entre los bioestimulantes de mayor utilización agrícola y destacan su participación en procesos relacionados con absorción y eficiencia de nutrientes, desarrollo vegetal y adaptación frente a sequía, salinidad y otras condiciones de estrés abiótico. Estos mecanismos pueden ser especialmente útiles en ambientes donde el cultivo está expuesto a variaciones importantes en las condiciones de suelo y clima.

Ma et al. (2024), después de evaluar 120 estudios y 479 pares de observaciones, encontraron que la aplicación de ácido húmico produjo, en promedio, incrementos del 12 % en rendimiento, 27 % en eficiencia de uso del nitrógeno y 17 % en absorción de este nutriente. Sin embargo, los autores demostraron que la respuesta cambia según la temperatura, precipitación, pH, contenido de nitrógeno y carbono orgánico del suelo y manejo de la fertilización. Esto confirma que la selección de una dosis debe realizarse teniendo en cuenta las características particulares del sitio y no únicamente la cantidad de producto aplicada.

Hartina et al. (2025) evaluaron la aplicación conjunta de ácido húmico y yeso en suelos arroceros ácidos y encontraron modificaciones favorables en propiedades químicas del suelo,

rendimiento y eficiencia de utilización del fósforo. Estos resultados muestran que los compuestos húmicos pueden complementar otras prácticas de manejo y que su efecto depende de la interacción entre la enmienda, la condición inicial del suelo y la nutrición del cultivo. En consecuencia, resulta pertinente evaluar diferentes fuentes y dosis de complejos húmicos bajo condiciones locales antes de establecer recomendaciones para los productores.

La investigación evaluó el efecto de complejos húmicos edáficos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), con la finalidad de buscar nuevas alternativas de nutrición, que mejoren el aspecto agronómico y productivo del cultivo de arroz.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en los terrenos de la finca “San Sebastián” propiedad del Sr. Billy Mera, ubicada en Km 8,5 de la vía Jujan - Simón Bolívar. La zona presenta un clima tropical húmedo, las coordenadas UTM son 679311 E y 9778615 N, con una altura de 17 msnm. El lugar presenta una precipitación de 1760,3 mm, con temperatura de 25,03 °C promedio anual. El suelo presentó topografía plana, textura arcillosa y drenaje regular. El tipo de investigación que se realizó es experimental, donde se evaluó dosis de complejos húmicos edáficos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de arroz. Se utilizaron productos comerciales de complejos húmicos edáficos tales como: Humicrop, Ihum-X DG y Acid Humic. Se utilizó como material de siembra la variedad de arroz INIAP-14. Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza, para determinar la significancia estadística. Los promedios de los resultados se compararon entre sí con la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Tratamientos

Tabla 1

Tratamientos estudiados en el ensayo

Producto	Dosis kg/ha	Época de aplicación (d.d.t)
Humicrop	100	0-20
	200	0-20
	300	0-20
Ihum-X DG	100	0-20
	200	0-20
	300	0-20
Acid Humic	100	0-20
	200	0-20
	300	0-20
Control (*)	Sin aplicación de productos	

(*) Días después del trasplante.

(*) Programa de fertilización utilizado por el agricultor de la zona, calibrado con A.S.

Manejo del ensayo

En la preparación del suelo se hizo un pase de Rome-plow y después se procedió a fanguear el terreno por un tiempo de 30 minutos, una vez terminado se niveló el terreno, con esto se logró uniformidad del área para proceder al trasplante del cultivo.

Para realizar el análisis de suelo se tomó una muestra de suelos antes del fangueo en los primeros 30 cm del terreno, la cual fue llevada a laboratorio para realizar el análisis químico y físico del mismo.

La siembra se realizó por el método de “trasplante”, después de haberse asentado el suelo fangueado. Las plántulas fueron colocadas en grupos de 5, con un distanciamiento de 0,3 m x 0,3 m, entre hileras y plantas.

Para el control de malezas posterior al fangueo se aplicó el herbicida preemergente Clomazone (Gamit), en dosis de 1,3 L/ha. Cuando el cultivo tuvo 30 días se aplicó para el control de gramíneas Bispiribac sodium (Design) 100 cc/ha y Pyrasulfuron 250 g/ha (Cheker). Se realizó una aplicación dirigida con Cyhalafop 1,0 L/ha (Cleaner), a los 50 días después del trasplante. Además, se hicieron dos deshierbas manuales a los 75 y 90 días después del trasplante, para eliminar malezas presentes. En las aplicaciones se empleó un aspersor de mochila manual CP-3 a presión de 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

Para la aplicación de los fertilizantes y su calibración se empleó el análisis de suelos realizado previo a la siembra, logrando un requerimiento de 145 kg/ha de nitrógeno, 23 kg/ha de fósforo, 90 kg/ha de potasio y 24 kg/ha de azufre. Para la aplicación se utilizó el método de voleo. Las dosis de nitrógeno fueron colocadas como Urea (46%) en dosis de 250 kg/ha, aplicadas en partes iguales a los 10-25-45 días después del trasplante. El azufre se aplicó en las mismas fechas como Sulfato de amonio en dosis de 100 kg/ha. El fósforo se puso al suelo con el producto DAP (50 kg/ha) al momento del trasplante. El potasio se colocó en forma de Muriato de potasio (150 kg/ha), fraccionando la dosis 50 % al trasplante y 50 % a los 20 días posteriores. Los complejos húmicos edáficos fueron aplicados en el suelo en las dosis y épocas que se detallan en el cuadro de tratamientos, fraccionando la dosis en partes iguales, con el método del voleo.

Este ensayo fue realizado bajo condiciones de riego, manteniendo una lámina de agua permanente de 5 cm, para favorecer el desarrollo del cultivo. Los riegos para completar el agua fueron mediante inundación con una frecuencia de 3 horas e intervalo de 15 días.

Las plagas se controlaron con la aplicación de Karate Zeon (lambdacihalotrina) en dosis de 300 cc/ha a los 25 días después del trasplante, Curacron (profenofos) 500 cc/ha 20 días después y Actellic (fipronil) 300 cc/ha (65 días después del trasplante). Con estas aplicaciones se controló la presencia de *Rupella albinella*, *Nezara spp.* y *Spodoptera frugiperda*, en el cultivo.

Las enfermedades se controlaron con la aplicación de Silvacur en dosis de 0,75 L/ha a los 20 días después del trasplante y Amistar top 300 cc/ha a los 50 días después del trasplante.

La cosecha fue realizada cuando en cada unidad experimental, se alcanzó el 90 % de

maduración de grano. Fue hecha manualmente con hoz y chicoteo.

Variables evaluadas

Altura de planta

Se evaluó al azar en un metro cuadrado, siendo medida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más sobresaliente en diez plantas de cada unidad experimental. Se registró en cm al momento de la cosecha.

Número de macollos

Se colectó en un m² de cada unidad experimental al momento de la cosecha, tomando solo macollos efectivos. Para esto se lanzó al azar un marco de madera que tuvo 1 m².

Número de panículas

En el mismo lugar donde se evaluó macollos, también se enumeró las panículas al momento de la cosecha.

Longitud de panícula

Se procedió a evaluar en 10 panículas tomadas al azar en cada unidad experimental, midiendo desde su base hasta la punta apical de las mismas.

Número de granos por panícula

Se determinó en 10 panículas escogidas al azar, en cada unidad experimental y se procedió a contar el número de granos llenos presentes en la misma.

Peso de mil granos

Se pesaron 1000 granos provenientes de cada unidad experimental, estos no tuvieron defectos de forma o daños. Para el efecto se utilizó una balanza de precisión y su promedio fue expresado en gramos.

Días a la floración

Se contabilizó en número de días desde la siembra del semillero, hasta cuando las plantas presentaron al menor el 50 % de panículas salientes una vez trasplantadas.

Días a la cosecha

Fue evaluado desde la siembra en el semillero, hasta cuando el cultivo alcanzó un 90 % de maduración en grano por tratamiento.

Rendimiento por hectárea

El rendimiento fue tomado a través del peso de los granos provenientes del área útil de cada unidad experimental, este se uniformizó al 13 % de humedad y transformado en kg/ha. Con el fin de realizar esta actividad se empleó la siguiente ecuación⁴:

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

Pu= Peso uniformizado.

Pa= Peso actual.

ha= Humedad actual.

hd= Humedad deseada.

Análisis económico

El análisis económico se determinó en función del rendimiento de grano en kg/ha obtenido y los costos de manejo del cultivo. Además, se calculó la relación beneficio/costo.

RESULTADOS

Altura de planta

Los valores de altura de planta alcanzados en el ensayo, se presentan en la tabla 2. Los datos presentaron alta significancia estadísticas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 3,26 %. Con la aplicación de Ihum-X DG 300 kg/ha (136,0 cm) y Humicrop 200 kg/ha (135,67 cm) se reportan plantas con una mayor altura, siendo estos estadísticamente iguales entre sí, igual que Humicrop 100 kg/ha (122,67 cm), pero superiores al resto de tratamientos. El Control tuvo el menor promedio con 101,0 cm.

Tabla 2

Altura de planta con la aplicación de complejos húmicos edáficos, en el cultivo de arroz. Simón Bolívar, Guayas

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Altura (cm)
Humicrop	100	122,67 ab
Humicrop	200	135,67 a
Humicrop	300	121,67 b
Ihum-X DG	100	113,33 bcd
Ihum-X DG	200	106,00 cd
Ihum-X DG	300	136,00 a
Acid Humic	100	114,67 bcd
Acid Humic	200	116,67 bc
Acid Humic	300	119,00 bc
Control	N.A.	101,00 d
Promedio general		118,67
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,26

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.

** : Altamente significativa

Número de macollos

Los promedios de número de macollos/m², presentaron alta significancia estadística, con la aplicación de los tratamientos (Tabla 3). El coeficiente de variación fue 1,39 %. Las plantas tratadas con Humicrop en dosis de 200 kg/ha, mostraron mayor cantidad de macollos (612,67/m²), siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, teniendo en el Control

(288,0 macollos/m²) el menor registro.

Número de panículas

En la tabla 3 presenta los promedios del número de panículas/m², en el cual se alcanzó alta significancia estadística aplicando complejos húmicos edáficos. El coeficiente de variación fue 1,41 %. Las plantas tratadas con Humicrop en dosis de 200 kg/ha, mostraron mayor cantidad de panículas (490,0 panículas/m²), siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, teniendo en el Control (230,33 panículas/m²) el menor registro.

Tabla 3

Número de macollos y panículas por metro cuadrado con la aplicación de complejos húmicos edáficos, en el cultivo de arroz. Simón Bolívar, Guayas

Tratamientos	Dosis kg/ha	Macollos (m ²)	Panículas (m ²)
Humicrop	100	327,33 d	262,00 d
Humicrop	200	612,67 a	490,00 a
Humicrop	300	556,67 c	445,33 c
Ihum-X DG	100	292,00 e	233,33 e
Ihum-X DG	200	306,00 e	244,67 e
Ihum-X DG	300	584,00 b	467,33 b
Acid Humic	100	303,33 e	242,67 e
Acid Humic	200	290,67 e	232,67 e
Acid Humic	300	303,33 e	243,00 e
Control	0	288,00 e	230,33 e
Promedio general		386,40	309,13
Significancia estadística		**	**
Coeficiente de variación (%)		1,39	1,41

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.

** : Altamente significativa

Longitud de panícula

Los datos referentes a la longitud de panícula (Tabla 4), tuvieron alta significancia estadística en la evaluación realizada, lográndose un coeficiente de variación de 4,50 %. La aplicación de Humicrop 200 kg/ha (33,33 cm) fue estadísticamente igual a Ihum-X DG 300 kg/ha (32,67 cm) y Acid Humic 200 kg/ha (32, 0 cm), pero superior al resto de tratamientos. El tratamiento Acid Humic 100 kg/ha presentó menor la longitud (24,67 cm).

Número de granos por panícula

Los promedios de número de granos tuvieron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 3,09 % (Tabla 4). Con la aplicación de Humicrop 200 kg/ha (122,67 granos) y Ihum-X DG 300 kg/ha (118,67 granos) se logró mayor cantidad de grano, siendo estadísticamente iguales entre sí, al igual que Humicrop 300 kg/ha (112,0 granos), pero superiores

al resto de tratamientos. El Control tuvo menor número de granos (90,0 granos).

Tabla 4

Longitud de panículas y número de granos por panícula, con la aplicación de complejos húmicos edáficos en el cultivo de arroz. Simón Bolívar, Guayas

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Longitud (cm)	Granos/Panículas
Humicrop	100	26,67 d	94,67 cde
Humicrop	200	33,33 a	122,67 a
Humicrop	300	27,33 d	112,00 ab
Ihum-X DG	100	27,67 cd	93,33 de
Ihum-X DG	200	25,33 d	102,00 bcd
Ihum-X DG	300	32,67 ab	118,67 a
Acid Humic	100	24,67 d	91,67 de
Acid Humic	200	32,00 abc	105,33 bc
Acid Humic	300	28,67 bcd	101,33 bcde
Control	0	26,33 d	90,00 e
Promedio general		28,47	103,17
Significancia estadística		**	**
Coeficiente de variación (%)		4,50	3,09

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.

** : Altamente significativo

Días a floración

Los valores tuvieron diferencias altamente significativas, presentándose un coeficiente de variación de 1,30 % (Tabla 5). Las plantas tratadas con Humicrop 100 kg/ha (75,33 días), 200 kg/ha (75,67 días), 300 kg/ha (76,33 días), Ihum-X DG 100 kg/ha (75,33 días), Ihum-X DG 200 kg/ha (76,00 días), Ihum-X DG 300 kg/ha (76,67 días), Acid Humic 100 kg/ha (76,33 días), Acid Humic 200 kg/ha (78,33 días) y Acid Humic 300 kg/ha (77,67 días) florecieron prematuramente, siendo estadísticamente iguales entre si y superiores al Control que tardó más tiempo en florecer (80,33 días).

Días a cosecha

En la tabla 5 se detallan los promedios del número de días a la cosecha. Se encontró alta significancia estadística entre los tratamientos, con coeficiente de variación de 1,00 %. Las plantas tratadas con Humicrop 100 kg/ha (112,33 días), 200 kg/ha (112,67 días), 300 kg/ha (113,33 días), Ihum-X DG 100 kg/ha (112,33 días), Ihum-X DG 200 kg/ha (113,00 días), Ihum-X DG 300 kg/ha (113,67 días), Acid Humic 100 kg/ha (113,33 días), Acid Humic 200 kg/ha (115,33 días) y Acid Humic 300 kg/ha (114,67 días) maduraron prematuramente, siendo estadísticamente iguales entre si y superiores al Control que tardó más tiempo en ser cosechado (121,67 días).

Tabla 5

Días a floración y cosecha, con la aplicación de complejos húmicos edáficos en el cultivo de arroz. Simón Bolívar, Guayas

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Días Floración	Días Cosecha
Humicrop	100	75,33 a	112,33 a
Humicrop	200	75,67 a	112,67 a
Humicrop	300	76,33 a	113,33 a
Ihum-X DG	100	75,33 a	112,33 a
Ihum-X DG	200	76,00 a	113,00 a
Ihum-X DG	300	76,67 a	113,67 a
Acid Humic	100	76,33 a	113,33 a
Acid Humic	200	76,33 ab	115,33 a
Acid Humic	300	77,67 ab	114,67 a
Control	0	80,33 b	121,67 b
Promedio general		76,80	114,23
Significancia estadística		**	**
Coeficiente de variación (%)		1,30	1,00

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.

** : Altamente significativa

Peso de 1000 granos

Mediante el análisis de varianza se encontró alta significancia estadística, en la evaluación realizada. El coeficiente de variación fue 1,73 % (Cuadro 5). El tratamiento Humicrop en dosis de 200 y 300 kg/ha (33,87 g y 33,67 g, respectivamente) presentaron granos con mayor peso, siendo estadísticamente iguales entre si y superiores al resto de tratamientos. Se observó el menor peso con la aplicación de Ihum-X DG 200 kg/ha (28,03 g).

Rendimiento por hectárea

En la tabla 6, se presenta los promedios del rendimiento por hectárea. Esta variable presentó alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 1,75 %. Con la aplicación de Humicrop 200 kg/ha (6097,33 kg/ha) y Ihum-X DG 300 kg/ha (5890,33 kg/ha) se logró mayor rendimiento, siendo estos estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos. El Control (4833,33 kg/ha) tuvo la menor producción.

Tabla 6

Peso de grano y rendimiento por hectárea, con la aplicación de complejos húmicos edáficos en el cultivo de arroz. Simón Bolívar, Guayas

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Peso de grano (g)	Rendimiento (kg/ha)
Humicrop	100	30,87 bc	5025,33 cd
Humicrop	200	33,87 a	6097,33 a
Humicrop	300	33,67 a	5383,33 b
Ihum-X DG	100	29,9 bcd	4997,33 cd
Ihum-X DG	200	28,03 d	4977,00 cd
Ihum-X DG	300	31,63 b	5890,33 a
Acid Humic	100	29,3 cd	5186,33 bc
Acid Humic	200	28,93 bcd	5293,67 bc
Acid Humic	300	29,87 d	5020,00 cd
Control	0	29,9 bcd	4833,33 d
Promedio general		30,59	5270,40
Significancia estadística		**	**
Coefficiente de variación (%)		1,73	1,75

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.

** : altamente significativo

Evaluación económica

En la tabla 7, se presentan los resultados de la evaluación económica realizada en el ensayo, basada en el ingreso por producción y costos. Aplicando Humicrop 200 kg/ha se reportó la mayor utilidad \$700,04 y la mejor relación B/C con 1,52. El menor ingreso se tuvo con el uso de Ihum-X DG 200 kg/ha con \$215,09 (B/C 1,15).

Tabla 7

Análisis económico de los tratamientos

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	kg/ha	Ingreso	Costo 1	Costo 2	Costo 3	Costo 4	Costo Total	Utilidad Neta	B/C
Humicrop	100	5025,33	1679,52	708,30	269,00	110,00	132,25	1219,5	459,97	1,38
Humicrop	200	6097,33	2037,79	708,30	269,00	200,00	160,46	1337,8	700,04	1,52
Humicrop	300	5383,33	1799,17	708,30	269,00	290,00	141,67	1409,0	390,20	1,28
Ihum-X DG	100	4997,33	1670,16	708,30	269,00	180,00	131,51	1288,8	381,35	1,30
Ihum-X DG	200	4977,00	1663,37	708,30	269,00	340,00	130,97	1448,3	215,09	1,15
Ihum-X DG	300	5890,33	1968,61	708,30	269,00	500,00	155,01	1632,3	336,30	1,21
Acid Humic	100	5186,33	1733,33	708,30	269,00	120,00	136,48	1233,8	499,54	1,40
Acid Humic	200	5293,67	1769,20	708,30	269,00	220,00	139,31	1336,6	432,59	1,32
Acid Humic	300	5020,00	1677,74	708,30	269,00	320,00	132,11	1429,4	248,33	1,17
Control	0	4833,33	1615,35	708,30	269,00	0,00	127,19	1104,5	510,86	1,46

C1: Costos Fijos Agroquímicos Anexo 1

C2: Costo Fertilización Anexo 2

C3: Costo tratamientos Humicrop 50 kg: \$45 Ihum-X DG 50 kg: \$80 Acid Humic 50 kg: \$50 Costo de aplicación: \$20

C4: Costo cosecha Saca 95 kg Trillada: \$2,0 Transporte: \$0,50; Saca Arroz 95 kg: \$31,75

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de complejos húmicos edáficos produjo cambios importantes en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz, aunque la magnitud de la respuesta dependió tanto del producto como de la dosis utilizada. En términos generales, Humicrop a 200 kg/ha presentó el comportamiento más favorable, al sobresalir en variables de crecimiento, componentes del rendimiento, producción final y rentabilidad. Este comportamiento confirma que la respuesta de las plantas a las sustancias húmicas no depende únicamente de incrementar la cantidad aplicada, sino también de las características químicas y biológicas del producto y de su interacción con las condiciones del suelo. En este sentido, Nardi et al. (2021) explican que la actividad biológica de las sustancias húmicas se encuentra condicionada por su estructura, composición molecular y grupos funcionales, factores que determinan su capacidad para estimular procesos relacionados con el crecimiento y la nutrición vegetal.

En la altura de las plantas se observó que Ihum-X DG a 300 kg/ha alcanzó 136,00 cm y Humicrop a 200 kg/ha obtuvo 135,67 cm, mientras que el control registró 101,00 cm. Este resultado evidencia una respuesta favorable del crecimiento vegetativo ante determinados tratamientos húmicos. Una posible explicación se encuentra en la capacidad de estas sustancias para estimular el desarrollo radicular y mejorar el aprovechamiento de nutrientes. De Castro et al. (2021), al estudiar plantas de arroz, determinaron que los ácidos húmicos pueden inducir modificaciones en la fotosíntesis y el metabolismo del nitrógeno que favorecen el crecimiento de las raíces. De manera complementaria, Ampong et al. (2022) señalan que los ácidos húmicos pueden contribuir al mejoramiento de las propiedades del suelo y a una mayor disponibilidad y absorción de nutrientes. Aunque estos mecanismos no fueron medidos directamente en el presente experimento, ofrecen una explicación fisiológica razonable para las diferencias observadas entre las plantas tratadas y el control.

Humicrop a 200 kg/ha alcanzó 612,67 macollos/m² y 490,00 panículas/m², mientras que el control presentó solamente 288,00 macollos/m² y 230,33 panículas/m². Desde el punto de vista agronómico, este resultado tiene especial importancia, debido a que una mayor formación de macollos efectivos y panículas incrementa el potencial productivo del cultivo. Zheng et al. (2022) encontraron que la incorporación de fertilizantes con ácido húmico en arroz favoreció variables relacionadas con el crecimiento, acumulación de biomasa, utilización de la radiación y rendimiento del grano. Asimismo, Yang et al. (2021) sostienen que las sustancias húmicas pueden interactuar con minerales, nutrientes, agua y microorganismos del suelo, creando condiciones

favorables para la nutrición de las plantas. Por tanto, la mayor formación de estructuras productivas encontrada con Humicrop podría estar vinculada con una utilización más eficiente de los recursos disponibles durante las etapas iniciales de desarrollo.

Humicrop a 200 kg/ha produjo panículas de 33,33 cm y 122,67 granos por panícula, mientras que Ihum-X DG a 300 kg/ha alcanzó 32,67 cm y 118,67 granos. En contraste, el control obtuvo 90 granos por panícula. Estos resultados indican que el efecto de los complejos húmicos no quedó restringido al crecimiento vegetativo, sino que se manifestó posteriormente en componentes directamente relacionados con la productividad. Esta respuesta coincide con Zheng et al. (2022), quienes comprobaron en condiciones de campo que la incorporación de ácido húmico puede influir sobre la acumulación de biomasa y el rendimiento final del arroz. De igual manera, el metaanálisis realizado por Ma et al. (2024), que integró 120 estudios y 479 pares de observaciones, encontró incrementos promedio en el rendimiento, eficiencia de uso del nitrógeno y absorción de este nutriente después de la aplicación de fertilizantes con ácido húmico.

Las plantas que recibieron complejos húmicos alcanzaron la floración y la cosecha en menor tiempo que el control, el cual necesitó 80,33 días para llegar a la floración y 121,67 días para la cosecha. Este comportamiento sugiere que las plantas tratadas alcanzaron más rápidamente determinadas etapas fenológicas. Tal respuesta podría relacionarse con mejores condiciones nutricionales durante las fases iniciales del cultivo, debido a que un suministro adecuado de nutrientes favorece el desarrollo y la formación de estructuras reproductivas. Jin et al. (2024) señalan que las sustancias húmicas pueden participar en procesos relacionados con la retención, transformación y utilización del nitrógeno dentro del sistema suelo-planta. Canellas et al. (2024), por su parte, destacan que estos compuestos actúan como bioestimulantes relacionados con la absorción de nutrientes, el desarrollo vegetal y la adaptación de las plantas a diferentes condiciones ambientales. No obstante, debido a que en este estudio no se evaluaron directamente variables fisiológicas o metabólicas, la reducción del tiempo hasta floración y cosecha debe interpretarse como una respuesta agronómica observada y no como demostración directa de un mecanismo fisiológico específico.

En cuanto al peso de mil granos, Humicrop a 200 y 300 kg/ha presentó los valores más altos, con 33,87 y 33,67 g, respectivamente. Sin embargo, esta respuesta no se tradujo de la misma manera en el rendimiento, ya que Humicrop a 200 kg/ha alcanzó 6097,33 kg/ha, mientras que la dosis de 300 kg/ha produjo 5383,33 kg/ha. Ihum-X DG a 300 kg/ha también presentó un rendimiento elevado, con 5890,33 kg/ha, estadísticamente similar al obtenido con Humicrop a 200 kg/ha, mientras que el control registró 4833,33 kg/ha. La mayor producción obtenida con determinados tratamientos concuerda con Ma et al. (2024), quienes reportaron un incremento promedio del 12 % en el rendimiento de los cultivos después de la aplicación de ácido húmico. Del mismo modo, Zheng et al. (2022) comprobaron incrementos en el crecimiento y rendimiento del arroz mediante la incorporación de fertilizantes con ácido húmico.

Humicrop a dosis de 200 kg/ha fue superior a 300 kg/ha en rendimiento y en varias de las características evaluadas; en cambio, Ihum-X DG mostró su mejor respuesta con 300 kg/ha. Los tratamientos con Acid Humic también presentaron respuestas variables y no alcanzaron el comportamiento general observado con Humicrop a 200 kg/ha. Esta situación demuestra que no puede asumirse que una mayor cantidad de sustancias húmicas necesariamente genere un mayor rendimiento. Nardi et al. (2021) señalan que la eficacia de estos materiales depende de su composición química, origen, tamaño molecular y distribución de grupos funcionales. De forma similar, Ma et al. (2024) encontraron que los efectos de los fertilizantes húmicos varían según el pH, temperatura, precipitación, contenido de nitrógeno, carbono orgánico y manejo de la fertilización. Por ello, los resultados obtenidos respaldan la necesidad de definir dosis específicas para cada producto y condición edáfica.

La evaluación económica complementó los resultados agronómicos y permitió observar que el tratamiento con mayor rendimiento también fue el más conveniente desde el punto de vista financiero. Humicrop a 200 kg/ha generó una utilidad neta de USD 700,04 y una relación beneficio/costo de 1,52, la más alta entre los tratamientos estudiados. Este resultado adquiere mayor relevancia al considerar que Ihum-X DG a 300 kg/ha obtuvo un rendimiento estadísticamente similar, pero presentó una relación beneficio/costo de apenas 1,21, debido principalmente al mayor costo asociado al tratamiento. Por consiguiente, la selección de un complejo húmico no debería realizarse exclusivamente considerando el incremento de la producción, sino también el costo necesario para alcanzar dicho rendimiento. Roulia (2022) sostiene que las sustancias húmicas pueden incorporarse como complementos dentro de programas de fertilización orientados a mejorar el aprovechamiento de los nutrientes, pero su aplicación debe responder a criterios técnicos que permitan hacer un uso eficiente de los insumos.

Los resultados confirman que los complejos húmicos poseen potencial para mejorar el desempeño del arroz bajo las condiciones edafoclimáticas de Simón Bolívar, provincia del Guayas, pero también muestran que dicho beneficio depende de una combinación adecuada entre fuente, dosis y condiciones locales. Esta interpretación coincide con Hartina et al. (2025), quienes encontraron que la respuesta del arroz a la aplicación de ácido húmico depende de su interacción con las características químicas iniciales del suelo y el manejo nutricional. Del mismo modo, Ma et al. (2024) advierten que los beneficios de estos productos presentan una marcada variabilidad entre ambientes y sistemas de manejo. Por esta razón, los resultados de este ensayo no deben interpretarse como evidencia de que cualquier complejo húmico o cualquier dosis producirá una respuesta semejante.

CONCLUSIONES

La aplicación de complejos húmicos edáficos influyó significativamente en el comportamiento agronómico del arroz variedad INIAP-14. La respuesta dependió del producto y

de la dosis aplicada, evidenciándose que el incremento de la dosis no produjo necesariamente una mejora proporcional de las variables evaluadas.

Humicrop a 200 kg/ha presentó la respuesta agronómica más relevante con 612,67 macollos/m², 490 panículas/m², 33,33 cm de longitud de panícula, 122,67 granos por panícula y 33,87 g de peso de mil granos. Asimismo, alcanzó el mayor rendimiento con 6097,33 kg/ha, equivalente a un incremento aproximado del 26,2 % respecto al control.

Ihum-X DG a 300 kg/ha alcanzó 5890,33 kg/ha y fue estadísticamente similar a Humicrop a 200 kg/ha en rendimiento. Sin embargo, Humicrop a 200 kg/ha presentó una mayor eficiencia económica, con una utilidad neta de USD 700,04 y una relación beneficio/costo de 1,52, constituyéndose en el tratamiento de mejor desempeño.

Los complejos húmicos también modificaron la duración del ciclo productivo. El control presentó los mayores valores de días a floración y cosecha, mientras que los tratamientos con complejos húmicos mostraron una menor duración del ciclo.

Humicrop a 200 kg/ha constituye la dosis con mayor potencial agronómico entre los tratamientos estudiados. No obstante, su recomendación debe aplicarse bajo las condiciones semejantes a las del presente ensayo y validarse en diferentes ambientes y ciclos de producción.

REFERENCIAS

- About Tahoun, A. M. M., Abou El-Enin, M. M., Mancy, A. G., Sheta, M. H., & Shaaban, A. (2022). Integrative soil application of humic acid and foliar plant growth stimulants improves soil properties and wheat yield and quality in nutrient-poor sandy soil of a semiarid region. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22, 2857–2871. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00851-7>
- Ampong, K., Thilakaranthna, M. S., & Gorim, L. Y. (2022). Understanding the role of humic acids on crop performance and soil health. *Frontiers in Agronomy*, 4, 848621. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.848621>
- Canellas, L. P., da Silva, R. M., Busato, J. G., & Olivares, F. L. (2024). Humic substances and plant abiotic stress adaptation. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 11, 66. <https://doi.org/10.1186/s40538-024-00575-z>
- Da Silva, M. S. R. A., dos Santos, B. M. S., da Silva, C. S. R. A., da Silva, C. S. R. A., Antunes, L. F. S., dos Santos, R. M., Santos, C. H. B., & Rigobelo, E. C. (2021). Humic substances in combination with plant growth-promoting bacteria as an alternative for sustainable agriculture. *Frontiers in Microbiology*, 12, 719653. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.719653>
- De Castro, T. A. V. T., Berbara, R. L. L., Tavares, O. C. H., Mello, D. F. G., Pereira, E. G., de Souza, C. C. B., Espinosa, L. M., & García, A. C. (2021). Humic acids induce a eustress state via photosynthesis and nitrogen metabolism leading to a root growth improvement in rice plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 162, 171–184. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.02.043>
- Hartina, Monkham, T., Vityakon, P., & Sukitprapanon, T.-S. (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>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2025). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2024: Boletín técnico*. INEC
- Jin, Y., Yuan, Y., Liu, Z., Gai, S., Cheng, K., & Yang, F. (2024). Effect of humic substances on nitrogen cycling in soil-plant ecosystems: Advances, issues, and future perspectives. *Journal of Environmental Management*, 351, 119738. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119738>
- 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>
- Machado, M. (2025). *Efecto de la aplicación de bioestimulantes en diferentes etapas fenológicas*

para el rendimiento de *Oryza sativa* (arroz) cv. HP102FL – el valor, bajo riego en Tingo María (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Nicaragua). <https://repositorio.unas.edu.pe/items/f97ea5a5-69d2-4505-a113-d958aa7604d8>

- Nardi, S., Schiavon, M., & Francioso, O. (2021). Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters. *Molecules*, 26(8), 2256. <https://doi.org/10.3390/molecules26082256>
- Pérez, J. D. C., Oyague, A. M. V., Cedeño, L. F. M., & Arias, M. S. B. (2025). Influencia de las tecnologías agrícolas en la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista Científica ECOCIENCIA*, 12(4), 19-39. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.124.1126>
- Roulia, M. (2022). Humic substances: A novel eco-friendly fertilizer. *Agronomy*, 12(4), 754. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040754>
- Shukry, W. M., Abu-Ria, M. E., Abo-Hamed, S. A., Anis, G. B., & Ibraheem, F. (2023). The efficiency of humic acid for improving salinity tolerance in salt sensitive rice (*Oryza sativa*): Growth responses and physiological mechanisms. *Gesunde Pflanzen*, 75, 2639–2653. <https://doi.org/10.1007/s10343-023-00885-6>
- Tiwari, J., Ramanathan, A. L., Bauddh, K., & Korstad, J. (2023). Humic substances: Structure, function and benefits for agroecosystems—A review. *Pedosphere*, 33(2), 237–249. <https://doi.org/10.1016/j.pedsph.2022.07.008>
- Wang, R., Li, D., Zheng, G., Cao, Z., & Deng, F. (2023). Co-production of water-soluble humic acid fertilizer and crude cellulose from rice straw via urea assisted artificial humification under room temperature. *Chemical Engineering Journal*, 455, 140916. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140916>
- Yang, F., Tang, C., & Antonietti, M. (2021). Natural and artificial humic substances to manage minerals, ions, water, and soil microorganisms. *Chemical Society Reviews*, 50, 6221–6239. <https://doi.org/10.1039/D0CS01363C>
- Zheng, E., Qin, M., Zhang, Z., & Xu, T. (2022). Humic acid fertilizer incorporation increases rice radiation use, growth, and yield: A case study on the Songnen Plain, China. *Agriculture*, 12(5), 653. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050653>