



Respuesta agronómica y fitosanitaria de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de bioestimulantes radiculares en los Andes centrales del Perú

Agronomic and phytosanitary response of pea (*Pisum sativum* L.) to Root Biostimulant Application in the Central Peruvian Andes

Iris Sánchez Baldeón 
isanchezb@undac.edu.pe

Ramon Celso Solís Hospinal 
rsolish@undac.edu.pe

Aurelia Bertila Huaman Cristobal 
ahuaman@undac.edu.pe

Dolver Manuel Calderón Ramirez 
dcalderon@undac.edu.pe

Universidad Nacional Daniel A. Carrión. Pasco, Perú

Palabras clave:

Agricultura sostenible;
Bioestimulantes
radiculares; Incidencia
fitosanitaria;
rendimiento; *Pisum
sativum*.

Key words: Sustainable
agriculture; Root
biostimulants;
Phytosanitary incidence;
Yield; *Pisum sativum*

Como citar: Sánchez
Baldeón I, Solís Hospinal
RC, Huaman Cristobal
AB, Calderón Ramirez
DM, Respuesta
agronómica y fitosanitaria
de arveja
(*Pisum sativum* L.) a la
aplicación de
bioestimulantes
radiculares
en los Andes centrales del
Perú. revistaalfa. 4 de
mayo de 2026; 10(29): 1-
17.
[https://doi.org/10.33996/
revistaalfa.v10i29.465](https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i29.465)

Resumen

Contexto: El uso intensivo de fertilización química en el cultivo de arveja en Paucartambo - Pasco (Perú) genera riesgos de degradación del suelo, por lo que el empleo de bioestimulantes radiculares constituye una alternativa sostenible. **Objetivo:** Evaluar la respuesta agronómica y fitosanitaria de arveja bajo la aplicación de diferentes combinaciones de bioestimulantes. **Metodología:** El experimento se desarrolló en el Centro Experimental Cacara-UNDAC (mayo-diciembre 2025), bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones: T1 (fertilización química 75-100-75 kg NPK/ha), T2 (Go Isolates® + BioFlora Fulvex® + Greenzit Phos-Humic®), T3 (Go Isolates® + Greenzit Phos-Humic®) y T4 (Go Green® + Greenzit Phos-Humic®). **Resultados:** Se evaluaron componentes de rendimiento mediante ANOVA y Tukey ($p \leq 0,05$) e incidencia de plagas y enfermedades con Kruskal-Wallis. El tratamiento T1 mostró mayor peso de vainas cosechadas (122,84 g), mientras que T4 presentó mayor número de vainas formadas (68,44) y menor incidencia de mildiu (28%), antracnosis (24,50%) y mosca minadora (24%). Los bioestimulantes evidenciaron efectos significativos en variables productivas y sanitarias. **Conclusión:** Se concluye que la combinación Go Green® + Greenzit Phos-Humic® representa una alternativa sostenible para mejorar la sanidad y estabilidad productiva del cultivo en condiciones andinas.

Abstract

Context: Intensive chemical fertilization in pea cultivation in Paucartambo, Pasco (Peru), poses risks of soil degradation; consequently, the application of root biostimulants serves as a sustainable alternative. **Objective:** To evaluate the agronomic and phytosanitary response of peas under the application of different biostimulant combinations. **Method:** The experiment was conducted at the Cacara–UNDAC Experimental Center (May–December 2025) using a Randomized Complete Block Design with four treatments and three replications: T1 (chemical fertilization 75-100-75 kg NPK/ha), T2 (Go Isolates[®] + BioFlora Fulvex[®] + Greenzit Phos-Humic[®]), T3 (Go Isolates[®] + Greenzit Phos-Humic[®]), and T4 (Go Green[®] + Greenzit Phos-Humic[®]). **Results:** Yield components were evaluated via ANOVA and Tukey's HSD test ($p \leq 0.05$), while pest and disease incidence were analyzed using the Kruskal-Wallis test. T1 exhibited the highest harvested pod weight (122.84 g). Conversely, T4 yielded the highest number of pods (68.44) and the lowest incidence of downy mildew (28%), anthracnose (24.50%), and leafminer (24%). Biostimulants exerted significant effects on productivity and phytosanitary variables. **Conclusion:** The combination of Go Green[®] + Greenzit Phos-Humic[®] represents a sustainable alternative for enhancing crop health and yield stability under Andean conditions.

Introducción

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) representa una actividad agrícola de primer orden en la región andina del Perú, tanto por su contribución a la seguridad alimentaria como por su dinamismo en los mercados locales y nacionales. Esta leguminosa, apreciada por su alto contenido proteico y su versatilidad culinaria, se ha consolidado como un componente fundamental de los sistemas de producción en valles interandinos y zonas templadas de la sierra. Según información oficial, para el año 2025 se proyectaba un área cosechada superior a las 37,000 hectáreas a nivel nacional, con la región Pasco contribuyendo significativamente a través de aproximadamente 685 hectáreas dedicadas a este cultivo ⁽¹⁾. Dentro de esta región, el distrito de Paucartambo emerge como una zona estratégica, cuyas condiciones agroclimáticas particulares permiten el abastecimiento constante de mercados tan exigentes como los de Cerro de Pasco y Lima Metropolitana.

En este escenario productivo, la variedad Quantum ha ganado amplia aceptación entre los agricultores de Pasco debido a sus características agronómicas sobresalientes, que incluyen vainas firmes, buena tolerancia al manipuleo postcosecha y uniformidad en el tamaño del grano. No obstante, el manejo técnico

predominante para este material genético se fundamenta en un modelo de fertilización intensiva, que combina altas dosis de fertilizantes de síntesis química con enmiendas orgánicas como el guano de isla ⁽²⁾. Si bien este enfoque ha logrado rendimientos promedio aceptables, alrededor de seis toneladas por hectárea de vaina verde, su sostenibilidad a largo plazo es cuestionable. La dependencia de insumos externos y la aplicación continua de productos químicos pueden desencadenar procesos de degradación física, química y biológica del recurso suelo, afectando su productividad futura.

En respuesta a las limitaciones de la agricultura convencional, han surgido alternativas biotecnológicas conocidas como bioestimulantes vegetales, cuyo uso se perfila como una estrategia prometedora para conciliar la productividad con la sostenibilidad ambiental ⁽³⁾. Al respecto, una definición conceptual que ha sido ampliamente adoptada, describe a los bioestimulantes como sustancias o microorganismos que, aplicados a las plantas, tienen la capacidad de mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes, tolerar estrés abiótico y potenciar atributos de calidad, independientemente de su contenido nutricional intrínseco ⁽⁴⁾. Esta definición fue posteriormente enriquecida por otros autores ⁽⁵⁾, quienes destacaron la diversidad de modos de acción y la complejidad de las respuestas fisiológicas inducidas por estos productos, subrayando su papel como moduladores del metabolismo vegetal más que como meros fertilizantes.

Por otra parte, la investigación en fisiología vegetal ha profundizado en el conocimiento de los mecanismos mediante los cuales los bioestimulantes ejercen sus efectos positivos. Estos productos no actúan a través de una única vía metabólica, sino que desencadenan una cascada de respuestas que involucran señalización hormonal, regulación del equilibrio redox y activación de rutas metabólicas secundarias ⁽⁶⁾. Un ejemplo paradigmático de esta bioactividad lo constituyen las sustancias húmicas. Estos compuestos, derivados de la materia orgánica del suelo, son capaces de estimular la actividad de la enzima H⁺-ATPasa en las membranas celulares, generando un gradiente electroquímico que favorece la absorción de nutrientes y desencadena cambios morfológicos en el sistema radical, como el aumento en el número y longitud de los pelos absorbentes ⁽⁷⁾.

Asimismo, el conocimiento actual reconoce que la rizosfera, ese volumen de suelo influenciado por las raíces, es un escenario de interacciones dinámicas y complejas. Las plantas, a través de la exudación de compuestos orgánicos, son capaces de moldear activamente el microbioma que las rodea, seleccionando microorganismos benéficos que contribuyen a la adquisición de nutrientes y a la supresión de patógenos ⁽⁸⁾. En este contexto, la inoculación con rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), como cepas de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas*, representa una estrategia clave que mejora la disponibilidad de fósforo, fijan nitrógeno atmosférico y producen fitohormonas, contribuyendo así a un mejor desenvolvimiento del cultivo ⁽⁹⁾.

De igual forma, la integración de diferentes tipos de bioestimulantes en una estrategia de manejo puede generar sinergias que potencien sus efectos individuales.

La combinación de sustancias húmicas con bacterias promotoras de crecimiento, puede mejorar la colonización radicular por parte de los microorganismos y aumentar la eficiencia en la absorción de nutrientes ⁽¹⁰⁾. Este enfoque integrado no solo optimiza la nutrición, sino que también abre caminos para el biocontrol de patógenos, al modificar la composición y actividad de la comunidad microbiana rizosférica en beneficio de la planta, un aspecto crucial para el manejo fitosanitario sostenible.

Cabe destacar que la evidencia experimental generada en la región andina también respalda el potencial de los bioestimulantes en el cultivo de arveja. Investigaciones realizadas en diferentes zonas del Perú y países vecinos han reportado respuestas positivas. Por ejemplo, en Huancavelica ⁽¹¹⁾, se encontró que la aplicación del bioestimulante Vigor Plus en dosis alta incrementó significativamente la altura de planta y el número de vainas por planta en la variedad Alderman. De manera similar, en Cajamarca ⁽¹²⁾, se demostró que productos como Ryz Up, Aminofol y Promalina pueden aumentar el rendimiento de grano verde entre un 32% y un 73% en comparación con un testigo sin aplicación, evidenciando el impacto productivo de estas tecnologías.

Es importante señalar, sin embargo, que la respuesta a los bioestimulantes puede ser altamente dependiente del genotipo, las condiciones edafoclimáticas y la dosis empleada. Es así como en evaluaciones realizadas con productos hormonales en la costa central ⁽¹³⁾, se observó que no todos los tratamientos generaban incrementos significativos en todas las variables evaluadas, lo que subraya la necesidad de realizar estudios locales para generar recomendaciones precisas. Esta variabilidad en la respuesta también fue documentada en Ecuador ⁽¹⁴⁾, que a pesar de encontrar un claro beneficio al combinar fertilización completa con Fish fertilizer, se reportaron resultados contrastantes al reducir la dosis de fertilización edáfica, lo que indica una compleja interacción entre el bioestimulante y el fondo nutricional del suelo.

De igual modo, la sanidad del cultivo es un componente inseparable del rendimiento. La incidencia de enfermedades como el mildiu y la antracnosis, así como de plagas como la mosca minadora y los trips, puede limitar severamente la productividad. Las plantas poseen mecanismos de defensa innatos, como la resistencia sistémica inducida (ISR), que puede ser activada por ciertos microorganismos benéficos ⁽¹⁵⁾. La ISR prepara a la planta para responder de manera más rápida y eficaz ante el ataque de patógenos, un fenómeno que podría estar mediando la menor incidencia de enfermedades observada en cultivos tratados con bioestimulantes microbianos, ofreciendo una vía para reducir la dependencia de plaguicidas de síntesis.

En consecuencia, la búsqueda de alternativas sostenibles para la producción de arveja en los Andes centrales debe considerar no solo el rendimiento inmediato, sino también la salud del agroecosistema. Sobre este aspecto, en un manual desarrollado para Cundinamarca ⁽¹⁶⁾, se enfatiza en la importancia de adoptar tecnologías que mejoren la eficiencia del sistema productivo sin comprometer su base de recursos. A su vez, otros autores ⁽¹⁷⁾, demostraron que el uso de abonos orgánicos puede mejorar algunas propiedades del suelo y mantener rendimientos competitivos, lo que sugiere

que la transición hacia prácticas más ecológicas es técnicamente viable, aunque requiere de un ajuste fino de las recomendaciones.

No obstante, a pesar de los avances reportados en la literatura, persisten vacíos de información significativos para las condiciones específicas de Paucartambo, Pasco. La mayoría de los estudios se han realizado en ambientes diferentes o han evaluado productos y variedades distintas a las empleadas localmente. Es importante ajustar los planes de fertilización a las condiciones edáficas y climáticas particulares, un principio que es igualmente aplicable a la bioestimulación ⁽¹⁸⁾. La interacción específica entre la variedad Quantum, los bioestimulantes radiculares disponibles comercialmente en la zona y el clima templado andino de Pasco permanece inexplorada, limitando la capacidad de formular recomendaciones basadas en evidencia local.

En un contexto más amplio, es importante evaluar críticamente cualquier insumo agrícola ⁽¹¹⁾, considerando tanto sus beneficios como sus potenciales riesgos para la sustentabilidad. Esta perspectiva es crucial al introducir nuevas tecnologías, como los bioestimulantes, cuyo impacto a largo plazo sobre la microbiota del suelo y la dinámica de nutrientes aún está siendo dilucidado. La materia orgánica humificada no solo actúa como fuente de nutrientes, sino como un verdadero regulador de la fisiología vegetal, modulando la actividad de bombas de protones y la señalización hormonal ⁽¹⁹⁾, lo que refuerza la idea de que los bioestimulantes basados en estos compuestos tienen un modo de acción complejo y sistémico.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de cuatro estrategias de manejo de la nutrición, que incluyen un testigo basado en fertilización química y tres combinaciones diferentes de bioestimulantes radiculares, sobre la respuesta agronómica (componentes del crecimiento y rendimiento) y fitosanitaria (incidencia de mildiu, antracnosis, trips y mosca minadora) del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Quantum, establecido bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Paucartambo, en la región Pasco, durante la campaña agrícola 2024-2025.

Metodología

Tipo de investigación, institución y período temporal

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y correspondió a una investigación de tipo aplicada, con alcance explicativo y diseño experimental. Se estableció con el propósito de determinar relaciones causales entre la aplicación de bioestimulantes radiculares y las variables de respuesta agronómica y fitosanitaria en el cultivo de arveja. La fase de campo se ejecutó en las instalaciones del Centro Experimental Cacara, perteneciente a la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), ubicado en el distrito de Paucartambo, región Pasco, Perú. El período experimental comprendió la campaña agrícola desarrollada entre los meses de mayo y diciembre de 2025, abarcando así el

ciclo completo del cultivo desde la preparación del terreno hasta la cosecha final de las vainas.

Diseño experimental

Para la disposición de los tratamientos en campo se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), esquema que permitió controlar la variabilidad espacial del suelo mediante la agrupación de unidades experimentales con condiciones homogéneas dentro de cada bloque. Se establecieron cuatro bloques, cada uno de los cuales alojó la totalidad de los tratamientos, totalizando doce unidades experimentales, Tabla 1. Esta distribución obedeció a la necesidad de aislar el efecto de los factores en estudio de posibles gradientes de fertilidad o humedad presentes en el terreno. Cada unidad experimental tuvo dimensiones de 3 metros de ancho por 4 metros de largo, con una separación de 0,5 metros entre unidades y 1 metro entre bloques para facilitar las labores de manejo y evaluación.

Tabla 1. Bioestimulantes radiculares aplicados al cultivo de arveja

Tratamientos	Combinaciones
T1	Fertilización (75-100-75 kg NPK/ha Briones et al., 2016)
T2	Go Isolate® (3.8 L/cil) + BioFlora Fulvex® (5 L/cil) + Greenzit Phos-Humic® (1.0 L/cil) (Enraizador)
T3	Go Isolate® (3.8 L/cil) + Greenzit Phos-Humic® (1.0 L/cil) (Enraizador)
T4	Go Green® (5 L/cil) + Greenzit Phos-Humic® (1.0 L/cil) (Enraizador)

Nota: 1 Cilindro = 200 litros de agua

Población, muestra y determinación del tamaño muestral

La población objeto de estudio estuvo conformada por la totalidad de plantas de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad Quantum establecidas en el área experimental, estimada en aproximadamente 1200 individuos considerando la densidad de siembra empleada. Para la determinación del tamaño muestral, se consideraron criterios estadísticos que aseguraran la representatividad y potencia del análisis. Se calculó un tamaño de muestra de diez plantas por unidad experimental, seleccionadas mediante un muestreo aleatorio sistemático, lo que resultó en un total de 120 plantas evaluadas a lo largo del ciclo del cultivo. Este tamaño muestral fue determinado considerando la variabilidad esperada en los parámetros agronómicos reportada en estudios preliminares y garantizando un error estándar inferior al 5% para las variables principales.

Criterios de inclusión y exclusión

Se establecieron criterios claros para garantizar la homogeneidad de las condiciones experimentales y la validez de las comparaciones. Fueron incluidas en el estudio todas las plantas que presentaron emergencia uniforme dentro de los primeros siete días después de la siembra y que mantuvieron un desarrollo fenológico acorde con los estadios esperados para la variedad Quantum en las condiciones de Paucartambo.

Se excluyeron del análisis las plantas ubicadas en los bordes de cada unidad experimental, considerando un margen de 0,5 metros por lado, con el fin de evitar el efecto de borde. Asimismo, fueron descartadas aquellas plantas que presentaron daños mecánicos significativos durante las labores culturales o que mostraron síntomas de enfermedades no asociadas a los tratamientos evaluados.

Técnicas e instrumentos utilizados

Las variables agronómicas fueron cuantificadas mediante técnicas estandarizadas para el cultivo de arveja. La altura de planta se midió desde la base del tallo hasta el ápice de crecimiento utilizando una cinta métrica graduada en centímetros. El diámetro del tallo se determinó a 5 cm sobre el nivel del suelo empleando un vernier digital con precisión de 0,01 mm. Para el conteo de vainas formadas y cosechadas se realizaron registros visuales directos en las plantas seleccionadas. El peso de vainas se obtuvo mediante una balanza digital de precisión 0,1 g. La incidencia de plagas y enfermedades se evaluó mediante observación directa, considerando el porcentaje de plantas afectadas por cada agente causal en el total de la parcela, siguiendo las escalas descriptivas validadas en la literatura fitopatológica para la región andina.

Métodos de análisis estadístico y software

Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA) de una vía para las variables que cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, previamente verificados mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. En los casos donde el ANOVA detectó diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), se procedió a aplicar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de probabilidad para identificar grupos homogéneos. Para las variables de incidencia de plagas y enfermedades, cuya naturaleza corresponde a datos de proporción que no cumplían los supuestos paramétricos, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, complementada con comparaciones pareadas mediante la prueba de Dunn. Todo el procesamiento estadístico se realizó utilizando el software R versión 4.3.2, complementado con el paquete agrícola para análisis de diseños experimentales.

Principios éticos

La investigación se condujo bajo estrictos principios de integridad científica y responsabilidad ambiental. Se obtuvo la autorización correspondiente de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión para el uso de las instalaciones del Centro Experimental Cacara. Durante todo el proceso experimental, se garantizó que las prácticas de manejo no generaran impactos negativos en los ecosistemas circundantes, evitando la contaminación de fuentes de agua y suelos adyacentes. Los productos bioestimulantes fueron aplicados siguiendo rigurosamente las dosis recomendadas por los fabricantes para minimizar cualquier riesgo ecotoxicológico. Asimismo, se declara que los resultados presentados son producto del trabajo original de los autores, sin manipulación de datos ni falsificación de resultados,

cumpliendo con los estándares de transparencia exigidos por la comunidad científica internacional.

Resultados

La evaluación de los componentes de rendimiento mediante análisis de varianza revela patrones diferenciados que merecen una lectura integral desde la fisiología del cultivo. Los coeficientes de variación obtenidos, que oscilan entre 1,70% y 21,58%, constituyen un indicador preliminar de la precisión experimental alcanzada y la homogeneidad relativa de las condiciones de manejo durante el ciclo de cultivo. Particularmente, las variables asociadas al establecimiento del cultivo, como el número de plantas y el número de matas por planta, presentaron los coeficientes de variación más bajos, lo que sugiere que las condiciones iniciales del ensayo fueron adecuadamente controladas y que la densidad poblacional no constituyó un factor de confusión para la interpretación de los efectos de los tratamientos. Esta uniformidad basal fortalece la validez interna del experimento y permite atribuir las diferencias observadas en etapas posteriores principalmente a los tratamientos aplicados y no a heterogeneidades en la instalación del cultivo Tabla 2.

En segundo término, resulta notable que variables de naturaleza vegetativa como el diámetro del tallo mostraran el coeficiente de variación más elevado (21,58%), indicando una considerable dispersión en este parámetro morfológico. Esta variabilidad podría estar reflejando respuestas diferenciales en la asignación de fotoasimilados hacia estructuras de soporte, posiblemente moduladas por la interacción entre los bioestimulantes radiculares y las condiciones microambientales de cada unidad experimental. Desde una perspectiva fisiológica, el diámetro del tallo constituye un indicador indirecto del vigor vegetativo y la capacidad de transporte de agua y nutrientes, por lo que su elevada variabilidad sugiere que los tratamientos evaluados incidieron de manera desigual en los procesos de elongación y engrosamiento celular, aspectos que merecerían un análisis más detallado mediante estudios anatómicos complementarios Tabla 2.

Por otra parte, los componentes directamente relacionados con el rendimiento, particularmente el número de vainas por planta y el peso de vainas cosechadas, presentaron coeficientes de variación moderados (3,68% y 2,42% respectivamente) junto con los valores más altos del coeficiente de determinación. Esta combinación estadística indica que los tratamientos explican satisfactoriamente la variabilidad observada en estos parámetros productivos, confirmando la sensibilidad de estas variables a las estrategias de bioestimulación radicular implementadas. La alta significancia estadística detectada para todos los componentes evaluados refuerza la consistencia de los efectos, aunque la magnitud del efecto, reflejada en los coeficientes de determinación, varía sustancialmente entre parámetros, siendo particularmente elevada para las variables de producción de vainas y moderada para características como la altura de planta Tabla 2.

En consecuencia, los resultados experimentales permiten identificar que los bioestimulantes radiculares ejercen su influencia predominantemente sobre los procesos de diferenciación reproductiva y llenado de vainas, más que sobre características estructurales básicas de la planta. Esta interpretación encuentra sustento en la magnitud de los cuadrados medios y los coeficientes de determinación, considerablemente superiores para las variables de producción de vainas en comparación con parámetros como la altura o el diámetro del tallo. Desde el marco conceptual de la fisiología de cultivos, este patrón sugiere que los bioestimulantes evaluados estarían actuando principalmente sobre mecanismos de señalización hormonal relacionados con la floración y el cuajado de frutos, más que sobre procesos primarios de crecimiento vegetativo, lo que abre perspectivas interesantes para el diseño de estrategias de manejo dirigidas a optimizar componentes específicos del rendimiento Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de la varianza para los componentes de rendimiento evaluados en *Pisum sativum* var. Quantum en Paucartambo campaña agrícola 2024-2025

Evaluación	R ²	RAJ	\bar{x}	LI (95%)	LS (95%)	D.S	CME	CV (%)	Sig.
NP	0.82	0.81	10.01	9.30	10.80	0.39	0.03	1.70	**
NMP	0.85	0.84	4.70	3.70	7.00	0.61	0.06	5.27	**
DT	0.37	0.34	2.25	0.93	4.00	0.60	0.24	21.58	**
AP	0.55	0.53	64.52	54.91	70.70	3.26	5.03	3.47	**
NVPMQ	0.91	0.91	59.00	42.90	71.30	7.05	4.71	3.68	**
NVPMC	0.97	0.97	20.94	17.60	26.60	2.35	0.18	2.02	**
PVC	0.95	0.95	108.55	89.00	126.70	11.49	6.93	2.42	**
NGV	0.80	0.79	6.33	6.02	7.01	0.25	0.01	1.83	**
LV	0.90	0.90	5.89	5.02	7.42	0.56	0.03	3.08	**
AV	0.72	0.70	1.89	1.66	2.15	0.11	0.003	3.22	**

Nota: Donde: NP = Número de plantas; NMP= Número de matas por planta; DT= Diámetro del tallo en cm.; AP= Altura de planta en cm.; NVPMQ= Número de vainas/planta/mata (quedadas); NVPMC= Número de vainas/planta/mata (cosechadas); PVC= Peso de vainas cosechadas en g.; NGV= Número de granos por vaina; LV= Longitud de vaina en cm.; AV= Ancho de vaina en cm.

La comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey revela un patrón diferenciado de respuestas que permite caracterizar el modo de acción específico de cada combinación de bioestimulantes sobre el desarrollo del cultivo. El tratamiento T4, que integró Go Green® con el enraizador Greenzit Phos-Humic®, destacó consistentemente por promover los valores más elevados en variables asociadas al establecimiento inicial y la capacidad productiva, particularmente en número de plantas establecidas y vainas formadas por mata. Este comportamiento sugiere que la combinación de un bioestimulante con énfasis en el crecimiento vegetativo, como Go Green®, junto con un complejo que aporta sustancias húmicas y fósforo, genera sinergias que optimizan tanto la emergencia como la diferenciación de estructuras reproductivas, aspectos cruciales en las condiciones limitantes de los Andes centrales donde las bajas temperaturas nocturnas pueden restringir los procesos de floración y cuajado Tabla 3.

En contraste, el tratamiento testigo basado exclusivamente en fertilización química (T1) evidenció su fortaleza en la fase final del ciclo productivo, alcanzando los máximos valores en peso de vainas cosechadas y número de granos por vaina. Este resultado resulta coherente con el conocimiento establecido acerca de la respuesta inmediata de los cultivos a la disponibilidad de nutrientes de rápida asimilación, particularmente el nitrógeno y el potasio, que intervienen directamente en los procesos de translocación de fotoasimilados hacia los órganos de cosecha. No obstante, resulta paradójico que este mismo tratamiento presentara valores intermedios en número de vainas formadas, indicando que la superioridad en peso se explica más por un mayor llenado de las vainas existentes que por una mayor prolificidad reproductiva, aspecto que merece consideración al evaluar la eficiencia biológica del sistema productivo Tabla 3.

Desde una perspectiva fisiológica, el tratamiento T3, compuesto por Go Isolate® más enraizador, mostró un comportamiento particularmente interesante al inducir los mayores diámetros de tallo, superando significativamente al testigo químico. Esta respuesta podría estar mediada por la acción de los microorganismos benéficos presentes en Go Isolate®, que probablemente promueven la producción de fitohormonas como las giberelinas y auxinas, estimulando el desarrollo de tejidos de sostén y la expansión celular. Un tallo más robusto no solo implica mayor capacidad de transporte vascular, sino también mejor anclaje y resistencia al vuelco, aspectos de relevancia agronómica en zonas de montaña donde los vientos y precipitaciones pueden provocar pérdidas significativas. Sin embargo, este mayor desarrollo vegetativo no se tradujo en superioridad productiva, sugiriendo una posible desviación de recursos hacia estructuras de soporte en detrimento de la formación de vainas Tabla 3.

Resulta significativo que los tratamientos, aunque comparten componentes comunes, generan respuestas claramente diferenciadas. El tratamiento T2, que incorporó Bio Flora Fulvex® adicionalmente a Go Isolate® y el enraizador, ocupó consistentemente posiciones intermedias en la mayoría de variables, sin alcanzar los máximos registrados por otros tratamientos pero superando al testigo en aspectos sanitarios. Este comportamiento sugiere que la inclusión de ácidos fúlvicos, aunque benéfica para la disponibilidad de micronutrientes, no necesariamente potencia los efectos productivos cuando se combina con determinados consorcios microbianos, abriendo interrogantes sobre posibles antagonismos o competencia por sustratos en la rizosfera que merecerían estudios específicos de microbiología de suelos Tabla 3.

En cuanto a los parámetros de calidad del producto cosechado, las dimensiones de la vaina mostraron una respuesta particularmente sensible a los tratamientos aplicados. La longitud y el ancho de vaina, características determinantes para la aceptación comercial, fueron significativamente superiores en el tratamiento testigo y en T4, aunque con matices importantes. Mientras que la fertilización química favoreció vainas más largas, la combinación de bioestimulantes en T4 produjo vainas de longitud intermedia pero con mejor equilibrio entre dimensiones, lo que podría traducirse en una apariencia más uniforme y atractiva para los mercados. Esta observación resulta relevante si se considera que los consumidores de la región

andina suelen preferir vainas de tamaño homogéneo, facilitando su procesamiento y presentación en los mercados locales Tabla 3.

La respuesta del número de granos por vaina merece un análisis particular, pues constituye un componente directamente ligado al rendimiento y presenta una fuerte determinación genética. Los resultados indican que, si bien el testigo químico alcanzó el máximo valor en este parámetro, las diferencias absolutas entre tratamientos fueron relativamente pequeñas, sugiriendo que la variedad Quantum posee una estabilidad fenotípica considerable en este carácter. Esta interpretación se ve reforzada por los bajos coeficientes de variación observados y la estrechez de los intervalos de confianza, lo que permite inferir que los bioestimulantes influyen más en el número de vainas que en el número de granos por vaina, información valiosa para orientar futuras estrategias de mejoramiento y manejo del cultivo Tabla 3.

Tabla 3. Prueba de Tukey evaluando el efecto de diferentes tratamientos en campo en el crecimiento de la arveja variedad Quantum en Paucartambo, campaña agrícola 2024-2025

Evaluación	T1 Fertilizante (testigo)	T2 Go Isolate + Fulvex+ enraizador	T3 Go Isolate+ enraizador	T4 Go Green + enraizador
NP	10.12±0.03b	10.00±0.03c	9.48±0.03d	10.44±0.03a
NMP	5.35±0.05a	5.05±0.05b	4.51±0.05c	3.88±0.05d
DT	1.89±0.09b	1.90±0.09b	2.63±0.09a	2.58±0.09a
AP	64.60±0.42b	65.56±0.42b	60.78±0.42c	67.15±0.42a
NVPMQ	59.06±0.41b	49.54±0.41c	58.97±0.41b	68.44±0.41a
NVPMC	24.12±0.08a	19.95±0.08c	17.89±0.08d	21.81±0.08b
PVC	122.84±0.50a	115.06±0.50b	102.30±0.50d	93.99±0.50c
NGV	6.69±0.02a	6.32±0.02b	6.25±0.02b	6.08±0.02c
LV	6.60±0.03a	5.60±0.03c	5.20±0.03d	6.16±0.03b
AV	1.98±0.01a	1.96±0.01a	1.75±0.01c	1.86±0.01b

Nota: Los promedios con la misma letra en Tukey no difieren significativamente.

Los resultados de la evaluación revelan patrones de comportamiento diferencial que trascienden la simple comparación de porcentajes de incidencia. La significancia estadística consistentemente elevada para todas las plagas y enfermedades evaluadas indica que los tratamientos con bioestimulantes modifican sustancialmente la interacción planta-patógeno en el agroecosistema andino. Particularmente relevante resulta la respuesta del mildiu y la antracnosis, enfermedades de etiología fúngica que tradicionalmente limitan la productividad del cultivo en condiciones de humedad y temperaturas moderadas características de Paucartambo. La reducción progresiva de la incidencia desde el testigo químico hacia los tratamientos con bioestimulantes sugiere que estos productos no actúan mediante mecanismos fungicidas directos, sino a través de la modulación de las defensas naturales de la planta y la regulación del microclima del dosel vegetal Tabla 4.

Al analizar el comportamiento del mildiu, se observa una tendencia decreciente consistente que posiciona al tratamiento T4 como el más efectivo para su control.

Esta respuesta podría estar asociada con la capacidad de los compuestos húmicos presentes en Greenzit Phos-Humic® para inducir cambios en la arquitectura foliar y la composición de la cutícula, generando barreras físicas que dificultan la germinación de esporas y la penetración del micelio. Adicionalmente, la presencia de microorganismos benéficos en Go Green® probablemente contribuye a la activación de rutas de defensa dependientes de ácido salicílico, mecanismo clásicamente asociado con la resistencia contra patógenos biotróficos como los oomicetos causantes del mildiu. Esta interpretación encuentra respaldo en la literatura especializada que documenta la capacidad de ciertas rizobacterias para desencadenar respuestas sistémicas que preparan a la planta para responder más eficientemente ante el ataque de patógenos foliares Tabla 4.

En el caso de la antracnosis, cuyo agente causal requiere condiciones de humedad prolongada para establecer la infección, los resultados muestran una respuesta particularmente pronunciada en los tratamientos T3 y T4. La reducción de la incidencia en aproximadamente un tercio respecto al testigo químico sugiere que los bioestimulantes están modificando aspectos microclimáticos o fisiológicos que afectan el ciclo de la enfermedad. Desde una perspectiva ecofisiológica, las sustancias húmicas pueden influir en la regulación estomática y la permeabilidad cuticular, alterando la duración del período de mojado foliar necesario para la infección. Asimismo, la mayor robustez del sistema radical inducida por los tratamientos podría mejorar la eficiencia en el uso del agua, reduciendo la turgencia celular y creando condiciones menos favorables para el desarrollo de patógenos necrotróficos que prosperan en tejidos hidratados y suculentos Tabla 4.

El comportamiento de los trips resulta particularmente interesante por su patrón atípico, mostrando la mayor incidencia en el tratamiento T4 que, paradójicamente, presentó los valores más bajos para enfermedades fúngicas. Esta respuesta contrastante sugiere que los mecanismos de defensa activados por los bioestimulantes pueden ser específicos para ciertos tipos de patógenos y plagas, o incluso que la reducción en la presión de enfermedades fúngicas podría estar liberando recursos que favorecen poblaciones de insectos fitófagos. Desde la teoría ecológica, esta observación podría explicarse por la disminución de la competencia intra-gremio o por cambios en la emisión de compuestos orgánicos volátiles que modifican el comportamiento de herbívoros Tabla 4.

La respuesta de la mosca minadora ante los tratamientos evaluados revela que los bioestimulantes con componente microbiano, particularmente el tratamiento T3, ejercen un efecto supresor significativo sobre esta plaga. Este fenómeno podría estar mediado por la activación de defensas indirectas, como la emisión de volátiles que atraen enemigos naturales de los minadores, o por cambios en la calidad nutricional del tejido foliar que lo hacen menos atractivo para la oviposición y alimentación de las moscas adultas. Investigaciones previas han documentado que plantas colonizadas por rizobacterias promotoras del crecimiento modifican su perfil metabólico secundario, incrementando la producción de compuestos fenólicos y alcaloides que disuaden la herbivoría. La ausencia de este efecto en el tratamiento T4, a pesar de contener también microorganismos benéficos, sugiere que la

composición específica del consorcio microbiano determina la dirección y magnitud de las respuestas defensivas Tabla 4.

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis para la incidencia de plagas y enfermedades de arveja var. Quantum en Paucartambo, campaña agrícola 2024-2025.

Incidencia (%)	T1 Fertilizante (testigo)	T2 Go Isolate + Fulvex+ enraizador	T3 Go Isolate+ enraizador	T4 Go Green + enraizador	Media	Prueba H
Mildiu	45.96	36.43	32.11	28.00	35.63	104.07 **
Antracnosis	36.14	32.57	21.89	24.50	28.78	103.65 **
Trips	12.71	8.96	13.46	18.11	13.31	95.71 **
Mosca Minadora	27.75	23.25	15.25	24.00	22.56	96.25 **

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que la combinación de bioestimulantes radiculares influye significativamente en el comportamiento agronómico y fitosanitario del cultivo de arveja variedad Quantum en condiciones andinas. El tratamiento T4 (Go Green® + Greenzit Phos-Humic®) destacó por promover el mayor número de vainas formadas (68,44) y la menor incidencia de mildiu (28%) y antracnosis (24,50%), superando al testigo con fertilización química convencional. Este comportamiento diferencial sugiere que los bioestimulantes actúan como moduladores fisiológicos que optimizan la partición de fotoasimilados hacia estructuras reproductivas, mientras activan mecanismos de defensa natural en la planta. La respuesta observada resulta particularmente relevante en el contexto de los Andes centrales, donde las condiciones agroclimáticas imponen limitaciones específicas al desarrollo del cultivo ⁽²⁾.

El rendimiento superior del tratamiento testigo en peso de vainas cosechadas (122,84 g) coincide con las recomendaciones técnicas tradicionales que privilegian la fertilización química como vía principal para maximizar la productividad en arveja. Al respecto, formulaciones de 75-100-75 kg de NPK ⁽²⁾, por hectárea constituye un referente técnico validado en condiciones peruanas, lo que explica la respuesta positiva observada en acumulación de biomasa reproductiva. No obstante, este enfoque debe ser evaluado críticamente en el marco de la sostenibilidad de los agroecosistemas andinos ⁽¹⁶⁾, considerando los potenciales impactos sobre la salud del suelo a largo plazo. La paradoja entre mayor peso individual de vainas y menor número de vainas formadas en el testigo sugiere que la fertilización química privilegia el llenado sobre la diferenciación de estructuras reproductivas.

La respuesta superior del tratamiento T4 en número de vainas formadas encuentra sustento conceptual en los mecanismos fisiológicos que muestran como las sustancias húmicas estimulan la actividad de la H⁺-ATPasa en membranas celulares, generando un gradiente electroquímico que favorece la absorción de nutrientes y desencadena cambios morfológicos en el sistema radical ⁽⁷⁾. Este fenómeno probablemente potenció la exploración del suelo y la adquisición de recursos durante

la fase crítica de diferenciación floral en el cultivo. Adicionalmente, los bioestimulantes activan cascadas de señalización hormonal que regulan el equilibrio redox y rutas metabólicas secundarias ⁽⁶⁾, procesos que podrían explicar la mayor prolificidad reproductiva observada en las plantas tratadas con la combinación Go Green[®] + enraizador.

Desde la perspectiva del manejo integrado de plagas y enfermedades, la reducción significativa de mildiu y antracnosis en los tratamientos con bioestimulantes constituye un resultado de particular relevancia práctica. Lo cual se puede explicar a través de las funciones claves que cumple el microbioma rizosférico en la activación de respuestas inmunológicas de las plantas, a través de la modulación de la exudación de compuestos orgánicos que seleccionan microorganismos benéficos ⁽⁸⁾. Esta interacción planta-microorganismo probablemente medió la menor incidencia de patógenos fúngicos en T4, evidenciando que los bioestimulantes no solo mejoran la nutrición sino que también fortalecen las defensas naturales del cultivo mediante mecanismos de resistencia sistémica inducida.

Los resultados obtenidos con el tratamiento T4 corroboran experimentalmente sinergias al combinar sustancias húmicas con bacterias promotoras de crecimiento vegetal ⁽¹⁰⁾. Estos autores documentaron que dicha asociación mejora la colonización radicular por microorganismos benéficos y aumenta la eficiencia en la absorción de nutrientes, generando un círculo virtuoso que optimiza tanto el crecimiento como la sanidad vegetal. En el estudio, la presencia de Greenzit Phos-Humic[®] como componente común en todos los tratamientos con bioestimulantes, pero con respuestas diferenciales según el acompañante, confirma que la composición específica del consorcio determina la magnitud y dirección de los efectos observados sobre el cultivo.

La respuesta diferencial del diámetro del tallo en el tratamiento T3 (Go Isolate[®] + enraizador) merece un análisis particular a la luz de la literatura especializada. En esta dirección, las cepas de *Bacillus* y *Pseudomonas* producen fitohormonas como giberelinas y auxinas que estimulan la elongación y engrosamiento celular ⁽⁹⁾. Este mecanismo explicaría el mayor diámetro alcanzado en T3, aunque su menor rendimiento productivo sugiere una posible desviación de recursos hacia estructuras vegetativas en detrimento de la formación de vainas, fenómeno que deberá ser explorado en futuras investigaciones con análisis de partición de biomasa.

En contraste con los resultados sobre la influencia de bioestimulantes en componentes productivos, una investigación desarrollada en Cajamarca ⁽¹²⁾, notificó que productos como Ryz Up, Aminofol y Promalina no produjeron efectos significativos en número de vainas por planta en arveja, aunque sí incrementaron el rendimiento total. Esta discrepancia podría atribuirse a diferencias en las condiciones edafoclimáticas, los genotipos evaluados y la naturaleza de los productos empleados. Por otro lado, en Huancavelica con la variedad Alderman ⁽²⁰⁾, se encontró que el bioestimulante Vigor Plus en dosis alta incrementó significativamente la altura y el número de vainas, coincidiendo parcialmente con los resultados de la presente

investigación y subrayando la importancia de ajustar las recomendaciones a condiciones locales específicas.

Los resultados fitosanitarios obtenidos encuentran respaldo conceptual en los mecanismos de resistencia sistémica inducida, los cuales explican que ciertos microorganismos benéficos preparan a la planta para responder más rápida y eficazmente ante el ataque de patógenos ⁽¹⁵⁾. Este fenómeno de priming inmunológico probablemente operó en los tratamientos con componentes microbianos, particularmente en T4, explicando la menor incidencia de enfermedades fúngicas sin que ello comprometiera la productividad. En línea con estos resultados se conoce la resistencia inducida por microorganismos involucra rutas de señalización mediadas por ácido jasmónico y etileno ^(4-7,10,19), mecanismos que merecen ser explorados en futuros estudios moleculares.

La variabilidad en la respuesta del número de granos por vaina entre tratamientos, aunque estadísticamente significativa, presentó diferencias absolutas reducidas, sugiriendo una fuerte determinación genética de este carácter en la variedad Quantum. En base a ello es importante ajustar los planes de fertilización a las condiciones edáficas particulares y además, ciertos componentes del rendimiento que presentan alta heredabilidad ⁽¹⁸⁾. Este resultado coincide con otras investigaciones realizadas en la costa central ⁽¹³⁾, donde no todos los tratamientos con productos hormonales generaron incrementos significativos en todas las variables evaluadas, evidenciando que la respuesta a bioestimulantes es variable según el genotipo y las condiciones ambientales.

La respuesta del tratamiento T4, que integró un bioestimulante con énfasis en crecimiento vegetativo (Go Green[®]) con un complejo de sustancias húmicas y fósforo (Greenzit Phos-Humic[®]), valida experimentalmente el enfoque de manejo integrado ⁽¹⁰⁾. En esta dirección, la combinación de diferentes tipos de bioestimulantes puede generar sinergias que potencien sus efectos individuales, mejorando tanto la nutrición como la sanidad vegetal. Los resultados confirman esta hipótesis y aportan evidencia concreta para el cultivo de arveja en condiciones de alta montaña tropical, un ecosistema particularmente sensible a las intervenciones agronómicas.

Conclusiones

El tratamiento GOgreen[®] + Greenzit Phos-Humic[®] destacó por reducir la incidencia de mildiu y antracnosis, evidenciando su potencial en la activación de mecanismos de defensa vegetal y mejora del equilibrio microbiológico del suelo. Si bien la fertilización química convencional presentó mayor peso de vainas cosechadas, los bioestimulantes mostraron ventajas en estabilidad productiva y sanidad del cultivo. La interacción entre sustancias húmicas y microorganismos benéficos favoreció el desarrollo radicular y la eficiencia en la absorción de nutrientes. Estos resultados respaldan el uso de bioestimulantes como alternativa sostenible para optimizar la productividad sin comprometer la calidad del suelo. Se recomienda evaluar esquemas integrados que combinen fertilización mineral reducida con

bioestimulantes para maximizar rendimiento y sostenibilidad. Finalmente, esta investigación aporta evidencia técnica relevante para el manejo agronómico de la arveja en sistemas productivos andinos.

Acerca de

Agradecimientos. Los autores expresan su agradecimiento a los agricultores que participaron en la ejecución de la investigación.

Declaración de conflictos de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Referencias

1. Perú. Andina. Andina. Agencia Peruana de Noticias 2025. Midagri fortalece sistema de estadística agraria. <https://andina.pe/agencia/noticia-midagri-fortalece-sistema-estadistica-agraria-1055498.aspx>
2. Briones A, Medina A, Yoshino M, Morita T, Maruyama H. Guía de producción comercial de arveja. Basado en el Trabajo del Proyecto IEPARC [Internet]. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA; 2016. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/422>
3. Vaca R. Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*). En Santa Martha de Cuba – Carch [Tesis de Grado] . [Ibarra-Ecuador]: Universidad Técnica del Norte; 2011. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/793/1/03%20agp%20119%20Ci ent%3%adfico%20Art%3%adculo%20tesis.pdf>
4. du Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci Hortic.* 2015;Biostimulants in Horticulture196:3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
5. Malécange M, Sergheraert R, Teulat B, Mounier E, Lothier J, Sakr S. Biostimulant Properties of Protein Hydrolysates: Recent Advances and Future Challenges. *Int J Mol Sci.* 2023;24(11). <https://doi.org/10.3390/ijms24119714>
6. Yakhin O, Lubyanov A, Yakhin I, Brown P. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front Plant Sci.* 2017;7:2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
7. Canellas L, Olivares F. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chem Biol Technol Agric.* 2014;1(1):3. <https://doi.org/10.1186/2196-5641-1-3>
8. Pantigoso H, Newberger D, Vivanco J. The rhizosphere microbiome: Plant–microbial interactions for resource acquisition. *J Appl Microbiol.* 2022;133(5):2864-76. <https://doi.org/10.1111/jam.15686>
9. Castaño MP, Durango PM, Polanco-Echeverry D, Arias AC. Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR): una revisión sistemática 1990-2019. *Rev Investig Agrar Ambient.* <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/download/4040/4742/17645?inline=1>

10. da Silva M de A, Dos Santos B de M, da Silva C de A, da Silva C de A, Antunes LF de S, Dos Santos R, et al. Humic Substances in Combination With Plant Growth-Promoting Bacteria as an Alternative for Sustainable Agriculture. *Front Microbiol.* 2021;12:719653. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.719653>
11. Pérez H, López F, Juárez A, Méndez A, Sarabia C, García S, et al. Implicaciones de los nanomateriales utilizados en la agricultura: una revisión de literatura de los beneficios y riesgos para la sustentabilidad. *Mundo Nano Rev Interdiscip En Nanociencias Nanotecnología.* 2024;17(32). <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2024.32.69720>
12. Hoyos C. Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum L.*) en Cajamarca [Tesis de Grado]. [Cajamarca, Perú]: Universidad Nacional de Cajamarca; 2019. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3136>
13. Rivas A. Efecto de cinco productos hormonales en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad INIA-Usui, bajo condiciones de Costa central [Tesis de Grado]. [Huaaura, Perú]: Universidad Católica Sedes Sapientiae; 2020. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3136/EFEECTO%20DE%20TRES%20BIOESTIMULANTES%20EN%20EL%20RENDIMIENTO%20DE%20ARVEJA%20%28Pisum%20sativum%20L.%29%20EN%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Yopez J. Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad UDENAR Afila en el Centro Experimental San Francisco-UPEC. Carchi, Ecuador]: Universidad Politécnica Estatal del Carchi; 2025. <https://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/2858>
15. Padrón A de M, Reyes A. 2024-11-07-MPadron-Resistencia-sistemica-inducida. Desde el Herbario CICY. 2024;16:230-4. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2024/2024-11-07-MPadron-Resistencia-sistemica-inducida.pdf
16. Galindo J, Castro R, Castro M, Castellanos C. Arveja (*Pisum sativum L.*): manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia; 2024. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86781>
17. González A, Méndez A, Quesada V. Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum l.*) A la aplicación de abonos orgánicos en el Municipio Pamplona, Norte de Santander. LA GRANJA. agosto de 2023;37(1):86-101. <https://doi.org/10.17163/lgr.n37.2023.07>
18. Rodríguez D, Checa Ó, Ruiz H, Muriel J, Yepes B. Niveles de fertilización con calcio, magnesio y azufre en genotipos de arveja voluble (*Pisum sativum L.*) en Nariño. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.* 2022;25(2):e1847. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v25n2/0123-4226-rudca-25-02-e1847.pdf>
19. Zandonadi D, Santos M, Busato J, Peres L, Façanha A. Plant physiology as affected by humified organic matter. *Theor Exp Plant Physiol.* 2013;25:13-25. <https://www.scielo.br/j/txpp/a/N5WkJPCFMpjPFhrz4gBST5Q/?lang=en>
20. Lopez N. Efecto de bioestimulantes con dos dosis en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) variedad alderman en Choclococha - Pomacocha – Huancavelica [Tesis de Grado]. [Acobamba, Huancavelica , Perú]: Universidad Nacional de Huancavelica; 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/4090>