

Efecto de la fertilización sobre la entomofauna fitófaga asociada al cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Effect of fertilization on the phytophagous entomofauna associated with the bean crop (*Phaseolus vulgaris*)

Silva-Illescas P. F.¹, Lindo-Granados E. I.¹, Mendoza-López G. M.¹

 Silva-Illescas P. F.
pedro.silva@ev.unanleon.edu.ni

 Lindo-Granados E. I.
Ivettelindo99@gmail.com

 Mendoza-López G. M.
gloritama444@gmail.com

Autor de correspondencia: pedro.silva@ev.unanleon.edu.ni

¹Área de Conocimiento de Ciencias Agrarias y Veterinaria,
Área específica de Agroecología y Agronegocios, Universidad
Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Nicaragua.

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua

ISSN-e: 2410-7980

Periodicidad: Semestral

vol.10, núm.19, 2024

conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni

Recepción: 31 Julio, 2024

Aprobación: 26 Noviembre, 2024

URL: <https://revistas.unanleon.edu.ni/index.php/REBICAMCLI/article/view/1070>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v10i19.19638>

Copyright © 2024 Rev. iberoam. bioecon. cambio clim. Universidad
Nacional Autónoma de Nicaragua León (UNAN-León), Área de
Conocimiento de ciencias agrarias y veterinarias/ Área Específica
de Agroecología y agronegocios /Centro de Investigación Ciencias
Agrarias y Veterinarias. Dirección Académica. Departamento
de Investigación. Unidad de publicaciones y eventos científicos.



Esta obra está bajo una licencia internacional.
Creative Commons Atribución No Comercial Compartir igual 4.0

Resumen

Antecedentes: las plantas proporcionan alimento y refugio a la mayoría de los insectos tanto fitófagos, como a depredadores y parasitoides a los que les brindan servicio de refugio, néctar y polen. Las plantas fertilizadas con fertilizantes sintéticos tienden a ser más susceptibles a los ataques de insectos debido a la savia que contiene más aminoácidos libres y azúcares. **Objetivo:** El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la fertilización sobre la entomofauna fitófaga asociada al cultivo de frijol. **Metodología:** se realizó un estudio experimental con cuatro tratamientos (fertilización sintética, orgánica, mixta y testigo) y seis repeticiones con un total de 24 plantas de frijol muestreadas por tratamiento a las cuales se evaluaron incidencia de insectos, diversidad, abundancia, riqueza y tasa de reproducción. **Resultados:** la mayor abundancia de insectos se presentó el tratamiento sintético de 14.4, el mayor promedio de riqueza lo obtuvo el tratamiento orgánico con 1.46, y presentó mayor incidencia de áfidos con 96.3 insectos por planta. La población de áfidos incrementó a través del tiempo en el tratamiento testigo y se presentó una variabilidad en las poblaciones de insectos. Hubo diferencia significativa en la variable incidencia y no hubo diferencia en las variables incremento y abundancia entre los tratamientos. **Conclusiones:** basado en los resultados obtenidos se recomienda evitar el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados para impedir que se cree un desbalance nutricional en las plantas el cual podría favorecer el desarrollo de los insectos y optar por fertilizantes orgánicos ya que tienen menos impactos negativos.

Palabras claves: Fertilización, insectos, desequilibrios de nutrientes, abono orgánico, *Aphis* spp.

Abstract

Background: Plants provide food and shelter to most phytophagous insects, as well as to predators and parasitoids that provide them with shelter, nectar and pollen. Plants fertilized with synthetic fertilizers tend to be more susceptible to insect attacks because their sap contains more free amino acids and sugars. The objective of this research is to evaluate the effect of fertilization on the phytophagous entomofauna associated with the bean crop.

Methodology: an experimental study was carried out with four treatments (synthetic, organic, mixed and control fertilization) and six replicates with a total of 24 bean plants sampled per treatment, which were evaluated for insect incidence, diversity, abundance, richness and reproduction rate. **Results:** the highest abundance of insects was presented by the synthetic treatment with 14.4, the highest average richness was obtained by the organic treatment with 1.46, and presented the highest incidence of aphids with 96.3 insects per plant. The aphid population increased over time in the control treatment and there was variability in the insect populations. There was a significant difference in the incidence variable and no difference in the increment and abundance variables between treatments. **Conclusions:** Based on the results obtained, it is recommended to avoid the excessive use of nitrogen fertilizers to prevent the creation of a nutrient imbalance

Keywords: Fertilization, insects, nutrient imbalances, organic fertilizer, *Aphis* spp

Introducción

Las plantas proporcionan alimento y refugio a la mayoría de los insectos, tanto fitófagos que se alimentan de la misma como a depredadores y parasitoides a los que les brindan servicio de refugio, néctar y polen. Las relaciones entre los insectos y las plantas, así como la relación de insecto benéfico-fitófago se ve afectada por el tipo de fertilización y los desbalances nutricionales que se puedan presentar ([Garratt et al., 2011](#); [Hussain, 2017](#)). Se ha evidenciado que la aplicación de fertilizantes sintéticos reduce la resistencia de las plantas al ataque de fitófagos y fomenta el incremento de estos ([Simpson & Simpson, 1990](#); [Yardim & Edwards, 2003](#)).

El incremento de nutrientes en el suelo enriquece el desarrollo de las plantas. Sin embargo, el crecimiento vegetativo mejorado, hace que a los insectos les sean más atractivas las plantas con una alta tasa de fotosíntesis. Las plantas fertilizadas con fertilizantes sintéticos tienden a ser más susceptibles a los ataques de insectos porque su savia contiene más aminoácidos libres y azúcares ([Huber et al., 2012](#); [Idriss et al., 2015](#)). El incremento de dosis de fertilizantes nitrogenados ha sido reportado el incremento de insectos fitófagos ([Samota et al., 2017](#)).

La fertilización de cultivos regulada y equilibrada puede ser útil para alterar la susceptibilidad de la planta huésped a las plagas de insectos chupadores ([Bala et al., 2018](#)). Los herbívoros del orden Hemíptera son sensibles a la alteración en la nutrición de la planta huésped. Las defensas principales de las plantas contra las plagas, como las propiedades bioquímicas, físicas y mecánicas, se puede mejorar mediante una fertilización equilibrada con nutrientes para las plantas ([Singh & Sood, 2017](#)).

Una fertilización equilibrada, mejora las barreras de las plantas contra los insectos fitófagos, de modo que estos reducen el daño causado y sus poblaciones. Sin embargo, en Nicaragua no se han llevado a cabo estudios que logren validar esta situación bajo las condiciones que tiene el país para el cultivo de frijol; por lo tanto, es necesario generar información acerca de los distintos sistemas productivos con las principales plagas que afectan este cultivo. Esta investigación tiene como objetivo generar información referente al cultivo de frijol y las dinámicas de insectos fitófagos y benéficos según el tipo de fertilización implementada.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el Campus Agropecuario de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León). En un suelo franco arenoso con una topografía e inclinación del 1% ubicado a una altitud de 90 msnm y latitud norte 12°25'22" y longitud oeste 86°53'12" con una temperatura de 28.40°, humedad relativa promedio 72% ([Bárcenas et al., 2017](#)).

Tipo de estudio

Se realizó un estudio cuantitativo experimental, con un Diseño Completamente Aleatorio (DCA), donde se evaluaron tres tratamientos (fertilización química sintética, fertilización orgánica y mixto) más un testigo. En el tratamiento sintético se aplicó 18-46-0 el cual tiene una composición de 18% nitrógeno y 46% fósforo que en base a las recomendaciones del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA] se aplica 2 qq por mz. Se realizaron los cálculos respecto a la densidad de plantas y se obtuvo una dosis de 0.76 g por planta ([INTA, 2017](#)). En el tratamiento Orgánico se aplicó Bokashi el cual tiene una composición de 2.06% de nitrógeno según análisis químico realizado; la dosis por planta fue 16 g. En el tratamiento mixto se aplicó la mitad de la dosis de 18-46-0 (0.36 g por planta) y del Bokashi se aplicó la mitad de la dosis que es de 8g por planta. En el tratamiento testigo no se aplicó ningún fertilizante. Se establecieron, en condiciones de ambiente protegido, 24 plantas por 4 tratamientos para un total de 96 plantas.

Descripción del muestreo

Se realizó un censo en el recuento de individuos de las 96 plantas de frijol que fueron establecidas en un área de 30 m², debido a que la población es pequeña muestreamos toda la población en general. Los censos se efectuaron dos veces por semana en cada tratamiento establecido a partir de que la planta tenga hojas verdaderas hasta que terminó el ciclo del cultivo (90 días).

Manejo del ensayo

El ensayo se estableció en ambiente protegido en un túnel de 30 m² recubierto de maya antivirus. Se realizó la preparación de suelo removiendo a 20 cm de profundidad con un azadón. La aplicación del fertilizante orgánico se realizó una semana antes de la siembra de las plantas. Finalmente, para el establecimiento del cultivo se realizó una siembra de semillas en bandejas para su posterior trasplante una semana después con el objetivo de iniciar el ensayo con una población homogénea. No se realizó ninguna aplicación de pesticidas a las plantas para evitar perturbar las poblaciones de insectos.

Variables evaluadas

Incidencia. Indica la cantidad de plantas dañadas con respecto a la totalidad de plantas evaluadas. Para calcular la incidencia de cada insecto se contabilizo el total de plantas por replicas, luego se contabilizo el total de plantas infestada, posteriormente se procedió a aplicar la fórmula.

Donde:

I: incidencia

TPI: total de plantas infestadas

TP: total de plantas

$$I = \frac{TPI}{TP} \times 100$$

Diversidad. Se refiere a la diversidad de especies, expresando el número de poblaciones y sus abundancias relativas. Para medir la diversidad utilizamos el índice de Shannon-Wiener que se usa en ecología u otras ciencias para medir biodiversidad. Para calcular diversidad se muestrearon las 6 plantas por replica para estimar la abundancia absoluta, abundancia relativa de cada especie posteriormente se procedió a aplicar el índice de Shannon – Wiener.

$$H' = -\sum pi * \ln (pi)$$

H: índice de Shannon-Wiener

Pi: abundancia relativa

Ln: logaritmo natural

Abundancia y riqueza. Para medir abundancia se contabilizo el número total de individuos por cada por cada especie presentes por planta en cada muestreo. Para calcular riqueza se muestreo cada planta, luego se procedió a separar y contabilizar los grupos de familia. Tasa de reproducción. Se evaluó el incremento de la población de insectos a través del tiempo. Para calcular la tasa de reproducción se realizó un recuento de cuántos insectos hay en cada fecha de muestreo.

Análisis de los resultados

El análisis estadístico se efectuó con el programa R para Windows. Primero, se importó la base de datos en el programa R mediante la función “import” del paquete “rio” ([Chan et al., 2018](#)). Posteriormente se generó un modelo lineal generalizado a las variables de incidencia, incremento, abundancia y riqueza. Para las variables riqueza y abundancia se efectuó un modelo generalizado Poisson usando la función “glm” del paquete “stats” ([R Core Team, 2020](#)).

Resultados y Discusión

Los insectos fitófagos encontrados durante el desarrollo del estudio fueron *Aphis* spp., (Hem.: Aphididae) *Bemisia tabaci* (Hem.: Aleyrodidae), *Thrips* spp. (Thy.: Thripidae), *Diabrotica* spp. (Col.: Chrysomelidae), *Empoasca* spp. (Hem.: Cicadelidae), mientras que los únicos insectos benéficos registrados fueron moscas de la familia Dolichopodidae (Diptera) y *Chrysoperla externa* (Neu.: Chrysopidae). Sin embargo, únicamente los áfidos se registraron de manera constante, los demás insectos tuvieron presencia esporádica. Por este motivo la variable abundancia se limitó al registro de áfidos. Para la variable incidencia el tratamiento orgánico presentó mayor incidencia de áfidos con 96.3, seguido del tratamiento Mixto con 91.7, el tratamiento sintético con 85.2, mientras que el tratamiento Testigo con 82.9 presentando así menor incidencia ([Figura 1](#)).

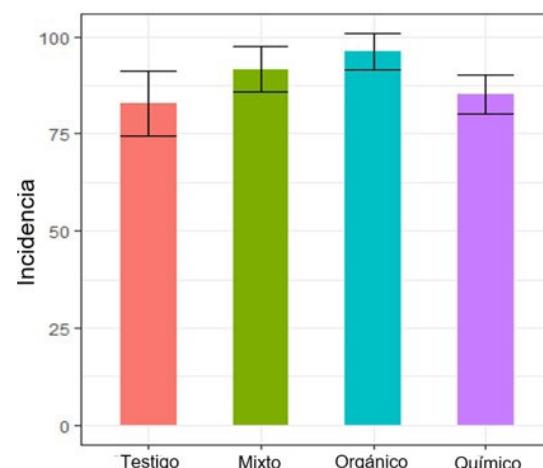


Figura1. Incidencia promedio de áfidos en plantas de frijol, según el tipo de fertilización

El modelo lineal generalizado efectuado a la variable incidencia nos muestra que el tratamiento mixto fue 8.8 veces mayor que el tratamiento testigo, con un intervalo de confianza de 0.22 a 17.3 no existiendo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el tratamiento Mixto y el tratamiento Testigo. El tratamiento Orgánico fue 13.4 veces mayor que el testigo, con un intervalo de confianza de 4.8 a 22, presentando diferencia significativa (0.00). Y el tratamiento sintético fue 2.3 veces mayor que el tratamiento testigo, con intervalo de confianza de 6.2% menor a 10.8 veces mayor, no mostrando diferencia significativa (0.60) ([Tabla 1](#))

Tabla 1. Modelo lineal generalizado efectuado a la variable incidencia en cultivo de frijol (EE: error estándar; ICI: intervalo de confianza inferior; ICS: intervalo de confianza superior)

	Estimado	E. E	Estadístico	Valor P	ICI	ICS
(Intercepto)	82.87	3.09	26.78	0.00	76.81	88.94
Mixto	8.80	4.38	2.01	0.05	0.22	17.37
Orgánico	13.43	4.38	3.07	0.00	4.85	22.00
Sintético	2.31	4.38	0.53	0.60	-6.26	10.89

El incremento y la incidencia de insectos están asociada de una forma u otra a la nutrición de potasio, nitrógeno y fosforo en la planta ya que esta acumula aminoácidos libres y azúcares en el follaje. Estos aminoácidos libres y azúcares no son utilizados por la planta, por tanto, son utilizados por los insectos para alimentarse de ello ya que juegan un papel importante para el comportamiento, el incremento y la incidencia de los insectos. De manera similar, la mala nutrición de las plantas puede tener un efecto desfavorable en el rendimiento y la habilidad de los alimentadores de savia ([Hussain, 2017](#)).

Según [Guzmán Mendoza et al. \(2016\)](#), la fertilización nitrogenada no sólo afecta el desarrollo de las hojas de los cultivos, sino también los hábitos alimenticios de los herbívoros. En la variable incremento de población de insectos la medida más alta la obtuvo el tratamiento Testigo con 1.71, seguido por tratamiento Orgánico con 1.57, el tratamiento Mixto y sintético con 1.50 siendo estos los que presentaron menor incremento de áfidos ([Figura 2](#)).

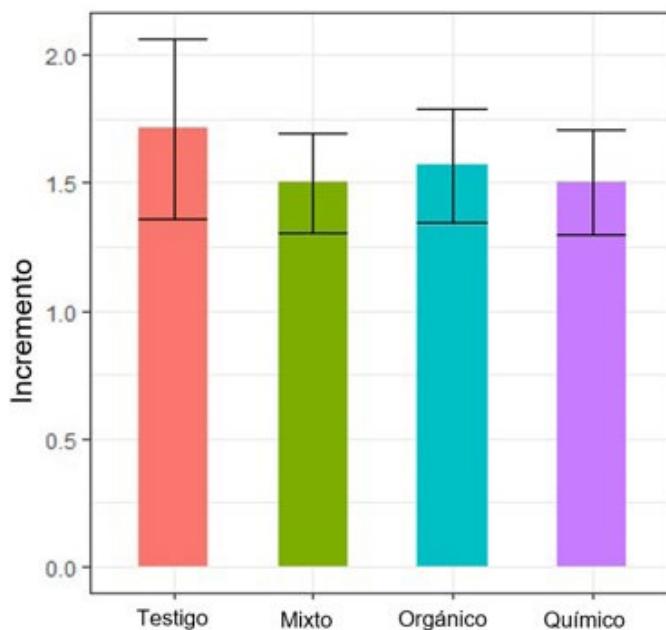


Figura 2. Incremento promedio de áfidos en plantas de frijol, según el tipo de fertilización

Se pudo observar cómo la población de áfidos incrementó a través del tiempo, en el tratamiento Testigo se presentó un descenso en la población en los 11 y 14 días, posteriormente a los 18 y 25 días se observó un incremento, para luego mostrar un descenso a los 35 y 39, por último, a los 43 días mostró el mayor incremento. En tratamiento Mixto se pudo observar un descenso desde el primer día, no se presentaron picos de incremento. En el tratamiento Orgánico y sintético se obtuvieron picos, siendo en el tratamiento Orgánico donde se presentaron los picos más pronunciados a los 18 y 25 días con respecto al tratamiento sintético ([Figura 3](#)).

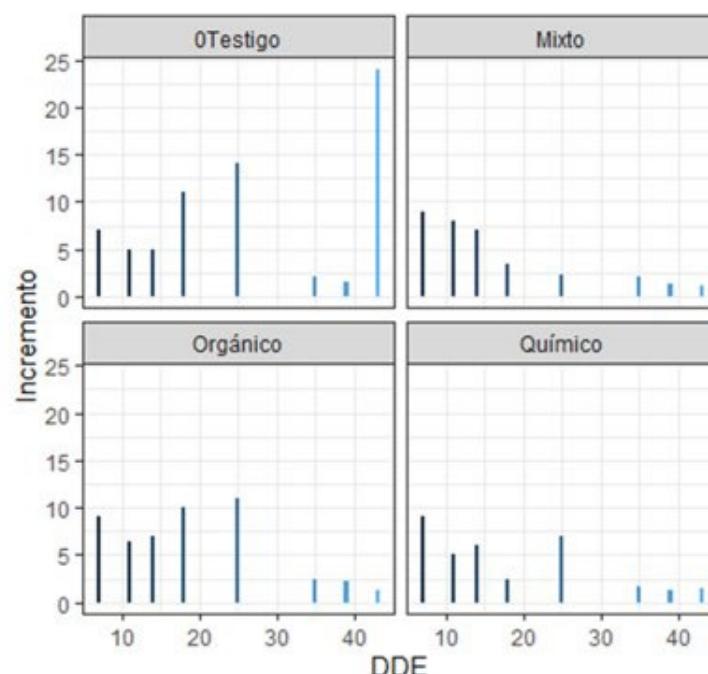


Figura 3. Incremento promedio de áfidos en plantas de frijol por fecha

El modelo lineal generalizado efectuado a la variable incremento de población de insectos nos muestra que el tratamiento mixto fue 21% menor que el tratamiento testigo, con un intervalo de confianza de 56% menos a 0.14 veces mayor. El tratamiento Orgánico fue 14% menor que el testigo, con un intervalo de confianza 49% menos a 0.20 veces mayor. Y el tratamiento sintético nos muestra que fue 21% menor que el tratamiento testigo, con intervalo de confianza de 56 % a 0.14 veces mayor. No existiendo diferencia significativa en ninguno de los tratamientos tratamiento Mixto (0.23) Orgánico (0.41) y sintético (0.24) con respecto al tratamiento Testigo en la variable incremento ([Tabla 2](#)).

Tabla 2: Modelo lineal generalizado efectuado a la variable incremento en cultivo de frijol
(EE: error estándar; ICI: intervalo de confianza inferior; ICS: intervalo de confianza superior)

	Estimado	E. E	Estadístico	Valor P	ICI	ICS
(Intercepto)	1.71	0.13	13.69	0.00	1.47	1.96
Mixto	-0.21	0.18	-1.20	0.23	-0.56	0.14
Orgánico	-0.14	0.18	-0.82	0.41	-0.49	0.20
Sintético	-0.21	0.18	-1.18	0.24	-0.56	0.14

[Altieri y Nicholls \(2003\)](#) mencionan que la mayoría de los estudios evidencian incrementos drásticos en el número de áfidos (pulgones) y ácaros en respuesta al incremento de las tasas de fertilización nitrogenada. Casi sin excepción, todos los insectos herbívoros exhiben un incremento en sus poblaciones como respuesta a los incrementos en los niveles de nitrógeno en el suelo.

[Toledo-Perdomo et al. \(2023\)](#) reportan que en la fase de producción de *P. Vulgaris* se obtuvieron las mayores poblaciones de ninfas de trips con la aplicación de Urea (Nitrógeno) y aminoácidos libres (14.75) en comparación a la aplicación de compost 5.25, siendo esta 2.80 veces mayor en la aplicación de urea y aminoácidos que en el compost. También se resalta que al aumentar las dosis de nitrógeno, aminoácidos y compost también aumentaron las poblaciones de ninfas de Trips.

[Schlickmann-Tank et al. \(2020\)](#) muestran que la población de pulgón de la caña de azúcar es función de los diferentes niveles de macro elementos aplicados N, P y K. El nitrógeno fue el elemento que tuvo un efecto significativo ($P < 0.0001$) sobre el incremento de la población de pulgón de la caña de azúcar, mostrando una correlación positiva; en otras palabras, cuanto más nitrógeno se aplica, mayor es la densidad de pulgones. El fósforo aumenta la densidad de la plaga ($PD < 0.0001$), es decir, la población de áfidos aumenta cuando se incrementa la dosis del fósforo. Contrariamente a los dos elementos anteriores, cuando se duplica la dosis de potasio, se observa una reducción considerable en el número de pulgones estimado por planta. En la variable abundancia el tratamiento sintético mostró mayor promedio de individuos con 14.4, tratamiento Mixto con 10.2, el tratamiento Orgánico con 8.83 y el tratamiento testigo mostró menor abundancia con 8.38 ([Figura 4](#)).

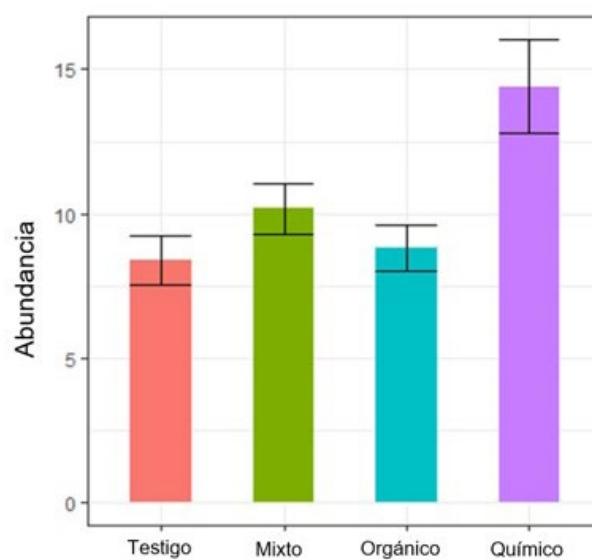


Figura 4. Abundancia promedio de áfidos en plantas de frijol, según el tipo de fertilización

En el modelo lineal generalizado efectuado a la variable abundancia se muestra que el tratamiento mixto fue 1.2 veces mayor que el tratamiento Testigo, con intervalo de confianza de 1.13 a 1.29. El tratamiento Orgánico fue 1.05 veces mayor que el testigo, con un intervalo de confianza de 0.9 a 1.1. Y el tratamiento sintético nos muestra que fue 1.7 veces mayor que el tratamiento testigo, con intervalo de confianza de 1.6 a 1.8. Existiendo diferencia significativa en el tratamiento Mixto ($p < 0.00$) y sintético ($p < 0.00$) con referencia al tratamiento Testigo, en cambio el tratamiento Orgánico no mostró diferencia significativa ($p > 0.11$) con respecto al tratamiento testigo ([Tabla 3](#)).

Tabla 3: Modelo lineal generalizado efectuado a la variable abundancia en cultivo de frijol (EE: error estándar; ICI: intervalo de confianza inferior; ICS: intervalo de confianza superior)

	Estimado	E. E	Estadístico	Valor P	ICI	ICS
(Intercepto)	2.13	0.02	90.39	0.00	2.08	2.17
Mixto	0.19(1.21)	0.03	6.11	0.00	0.13(1.14)	0.26(1.30)
Orgánico	0.05(1.05)	0.03	1.61	0.11	-0.01(0.99)	0.12(1.13)
Sintético	0.54(1.72)	0.03	18.36	0.00	0.49(1.63)	0.60(1.82)

[Nicholls y Altieri \(2020\)](#) señalan que la menor abundancia de varios insectos herbívoros en sistemas de cultivo orgánico ha sido particularmente atribuida al bajo contenido de nitrógeno de las plantas bajo manejo orgánico. Lo que sugiere que la reducción de las poblaciones de plagas en sistemas orgánicos es, en parte, una consecuencia de los cambios nutricionales inducidos en el cultivo por la fertilización orgánica. [Wagan et al. \(2015\)](#) demostraron que la aplicación de fertilizantes es esencial para obtener un rendimiento óptimo de los cultivos, un mejor crecimiento de las plantas y el rendimiento depende de una fertilización balanceada, el alto nivel de Nitrógeno favorece el ataque de pulgón. Se utilizaron 3 aplicaciones diferentes de urea, es decir, 100, 150 y 200 kg/acre, en 3 granjas diferentes conectadas entre sí.

Los insectos se comenzaron a registrar a los 50 días después de la siembra a intervalos semanales, el cultivo se observó a las 5 semanas, número de todos los estadios de pulgón; Se contaron y registraron larvas y adultos de mariquita. Las poblaciones de plagas por planta mostraron una relación significativa con la dosis de fertilizante nitrogenado, la dosis máxima de urea dio como resultado una población máxima de plagas de áfidos en comparación con las tasas de dosis mínimas en las que la población de depredadores también fluctuó con la población de plagas.

La aplicación de urea de 100 kg/acre muestra una baja actividad de plagas y depredadores durante toda la temporada de crecimiento, la aplicación de urea de 150 - 200 kg/ acre fue récord de infestación de áfidos y alta actividad de la mariquita, tanto adultos como ninfas suprimieron la población de plagas bajo control a baja y alta nivel de fertilizante nitrogenado.

Los métodos agrícolas que utilizan fertilización orgánica del suelo promueven la conservación de especies de artrópodos de todos los grupos funcionales, e incrementan la abundancia de enemigos naturales en comparación con las prácticas convencionales. Esto sugiere que la reducción de las poblaciones de plagas en sistemas orgánicos es una consecuencia tanto de los cambios nutricionales inducidos en el cultivo por la fertilización orgánica como del incremento de los controles naturales de plagas [Nicholls y Altieri \(2006\)](#).

Para la variable riqueza el tratamiento Orgánico presento mayor promedio con 1.46, el tratamiento Mixto y sintético con 1.38, siendo el tratamiento testigo el que presento menor riqueza con 1.32 ([Figura 5](#))

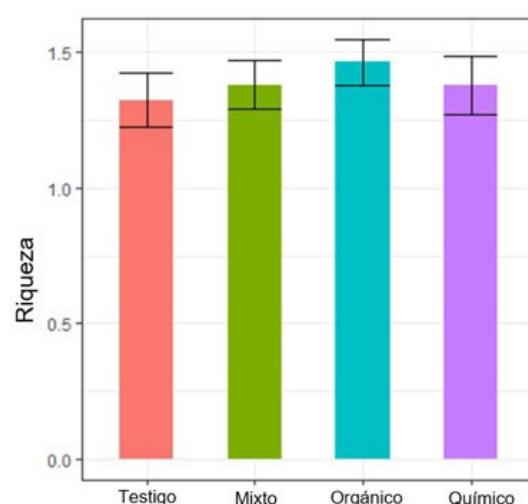


Figura 5. Riqueza promedio de insectos en plantas de frijol, según el tipo de fertilización.

En el modelo lineal generalizado efectuado a la variable riqueza nos muestra que el tratamiento mixto fue 1.04 veces mayor que el tratamiento testigo, con un intervalo de confianza de 0.88 a 1.22. El tratamiento Orgánico fue 1.10 veces mayor que el testigo, con un intervalo de confianza de 0.94 a 1.29. Y el tratamiento sintético nos muestra que fue 1.04 veces mayor que el tratamiento testigo, con intervalo de confianza de 0.88 a 1.22. No existiendo diferencia significativa en ninguno de los tratamientos Mixto ($p>0.62$) Orgánico ($p>0.22$) y sintético ($p>0.62$) con respecto al tratamiento Testigo en la variable riqueza ([Tabla 4](#)).

**Tabla 4: Modelo lineal generalizado efectuado a la variable riqueza en cultivo de frijol
(EE: error estándar; ICI: intervalo de confianza inferior; ICS: intervalo de confianza superior)**

	Estimado	E.E	Estadístico	Valor P	ICI	ICS
(Intercepción)	0.28	0.06	4.75	0.00	0.16	0.39
Mixto	0.04(104)	0.08	0.50	0.62	-0.12(0.88)	0.20(1.22)
Orgánico	0.10(1.10)	0.08	1.22	0.22	-0.06(0.94)	0.26(0.30)
Sintético	0.04(1.04)	0.08	0.50	0.62	-0.12(0.89)	0.20(1.22)

Las disminuciones en la riqueza de especies debido a la fertilización suelen ser rápidas y están asociadas con aumentos en la producción aérea ([Dickson, 2013](#)). [Qiao et al. \(2021\)](#) encontraron que una disminución moderada de nitrógeno de 280 a 140–210 kg N ha⁻¹ no influyó marcadamente en las poblaciones de pulgón de los cereales ni en la tasa de parasitismo. Sin embargo, maximizó la aptitud de dos especies predominantes de parasitoide de Aphidiinae, lo que sugiere que el control de parasitoide del pulgón de los cereales se beneficiaría de dicha disminución. Esos resultados mostraron que la disminución moderada del fertilizante nitrogenado podría impulsar el control de parasitoides de los áfidos de los cereales.

[Li et al. \(2022\)](#) estudiaron efectos del nivel de fertilizante y el patrón de siembra intercalado con maíz en las características relacionadas con el rendimiento y la comunidad de insectos de la soja en función de los cambios en las actividades enzimáticas relacionadas con el metabolismo del nitrógeno y la comunidad de insectos en el campo. Se establecieron dos niveles de fertilizante (normal: 600 kg/ha VS. Reducido: 375 kg/ha). Los resultados mostraron que no hubo diferencia significativa; sin embargo, se pudo ver tendencia decreciente con la disminución en la proporción de soja.

En la variable diversidad el tratamiento sintético presentó mayor diversidad con 0.59, en cambio el tratamiento Testigo fue el de menor diversidad con 0.567 ([Tabla 5](#)). La diversidad se puede explorar en varias escalas diferentes, desde el número de especies por unidad de área hasta la diversidad genética Según ([Nkoa et al., 2015](#)). Según el índice de Shannon, nos dice que tenemos una menor diversidad ya que según nuestros resultados obtenidos nos dio menor a 2 debido a la baja presencia de diferentes especies de insectos encontradas en nuestro cultivo de frijol. [Lu et al. \(2007\)](#) expresó que los efectos de la adición de nitrógeno en la diversidad de insectos pueden complicarse debido a los cambios en la comunidad vegetal por efectos opuestos en la riqueza de especies de insectos.

A una alta tasa de nitrógeno, la menor riqueza de especies de plantas resultante podría disminuir la riqueza de especies de insectos debido a la menor diversidad en los recursos alimentarios para los especialistas en insectos. Los aportes de nitrógeno también deberían aumentar la productividad de las plantas, lo que debería aumentar la disponibilidad de recursos de insectos, el número de individuos de insectos y posiblemente el número de especies de insectos. [Lin et al. \(2013\)](#) mencionan que la aplicación de fertilizantes sintéticos u orgánicos ejercen diferentes efectos sobre la diversidad de insectos y otros organismos del suelo.

Tabla 5. Diversidad de insectos asociado con el cultivo de frijol con los diferentes tipos de fertilización

Tratamiento	Índice de diversidad de Shannon
Sintético	0,590
Orgánico	0,550
Mixto	0,486
Testigo	0,567

Conclusiones

La mayor abundancia de insecto la presentó el tratamiento sintético, existiendo diferencia significativa, mientras que la mayor riqueza la obtuvo el tratamiento orgánico. A pesar de que el mayor incremento de áfido lo obtuvo el tratamiento testigo y la mayor incidencia se presentó en el tratamiento orgánico, el mayor número de áfidos en las plantas con fertilización sintética representa un mayor riesgo para la producción de frijol principalmente por la transmisión de enfermedades por parte de estos insectos. El manejo de la fertilización del cultivo de frijol con abonos orgánicos representa una herramienta para la reducción de las poblaciones de insectos fitófagos que puede ser incorporada en planes de manejo integrado de plagas, sumado a los beneficios en la calidad de suelo que los abonos orgánicos ejercen. A pesar de que este estudio mostró un significativo resultado del efecto de los fertilizantes en las dinámicas de insectos en cultivo de frijol, se requiere evaluar esto en otros cultivos para determinar si dicho efecto es igual en cada sistema productivo, al igual que se debe evaluar las variables productivas de cada cultivo.

Fondos: Este estudio no fue financiado.

Conflicto de intereses: Los autores no tienen intereses financieros o no financieros relevantes que revelar.

Cumplimiento de estándares éticos: No se realizó ningún experimento con animales mayores o personas.

Contribuciones de autor: Pedro Fernando Silva Illescas: Conceptualización, Metodología, Redacción, análisis de datos, Borrador Original, Redacción, Revisión y Edición. Elba Ivette Lindo Granados: Conceptualización, Metodología, toma de datos y Redacción de Borrador Original. Gloria María Mendoza López: Conceptualización, Metodología, toma de datos y Redacción de Borrador Original.

Disponibilidad de datos: Los conjuntos de datos están disponibles a través del autor correspondiente previa solicitud razonable.

Referencias bibliográficas

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2003). Soil fertility management and insect pests: Harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, 72(2), 203-211. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(03\)00089-8](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00089-8)
- Bala, K., Sood, A., Thakur, S., & Singh, V. (2018). Effect of plant nutrition in insect pest management: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 2737-2742. <https://www.phytojournal.com/archives/2018.v7.i4.5358/effect-of-plant-nutrition-in-insect-pest-management-a-review>
- Bárcenas, M., Rostrán, J. y Silva, P. (2017). Condiciones climáticas del Campus Agropecuario 2017: Boletín climático No. 1. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/5445>
- Chan, C; Chan, G; Leeper, T; Becker J. (2018). Rio: A Swiss-army knife for data file I/O. R package version 0.5.16.
- Dickson, T. L., & Gross, K. L. (2013). Plant community responses to long-term fertilization: Changes in functional group abundance drive changes in species richness. *Oecologia*, 173(4), 1513-1520. [Https://doi.org/10.1007/s00442-013-2722-8](https://doi.org/10.1007/s00442-013-2722-8)
- Garratt, M. P. D., Wright, D. J., & Leather, S. R. (2011). The effects of farming system and fertilisers on pests and natural enemies: A synthesis of current research. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141, 261-270. [Https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.014](https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.014)
- Guzmán Mendoza, R., Salas Araiza, M. D., Calzontzi Marín, J., Martínez Yáñez, R., & Pérez Moreno, L. (2016). Effects of fertilization in maize crops on abundance and distribution of *Macroductylus nigripes* (Coleoptera: Melolonthidae) from highlands of Central Mexico. *Acta Universitaria*, 26(1), 3-11. [Https://doi.org/10.15174/au.2016.802](https://doi.org/10.15174/au.2016.802)
- Huber, D., Römhild, V., & Weinmann, M. (2012). Relationship between Nutrition, Plant Diseases and Pests. In Marschner P. Mineral Nutrition of Higher Plants (pp. 283-298). Elsevier. [Https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00010-8](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00010-8)
- Hussain, T. (2017). Plant nutrients and insects development. *International Journal of Entomology Research*, 2(6), 54-57.
- Idriss, El-Meniawi, & Soliman. (2015). Effects of different fertilization levels of tomato plants on population density and biometrics of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) under greenhouse conditions. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 5(3), 759-768.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2017). INTA frijol Rojo. <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Frijol-INTA-Rojo.pdf>
- Li, L., Chen, F., & Xing, G. (2022). Effects of Fertilizer Level and Intercropping Planting Pattern with Corn on the Yield-Related Traits and Insect Community of Soybean. *Agronomy*, 12(12), Article 3080. [Https://doi.org/10.3390/agronomy12123080](https://doi.org/10.3390/agronomy12123080)
- Lin, Y., Lu, P., Yang, X., & Zhang, F. (2013). Soil Insect Diversity and Abundance Following Different Fertilizer Treatments on the Loess Plateau of China. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(9), 1644-1651. [Https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60562-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60562-6)
- Lu, Z., Yu, X., Heong, K., & Hu, C. (2007). Effect of Nitrogen Fertilizer on Herbivores and Its Stimulation to Major Insect Pests in Rice. *Rice Science*, 14(1), 56-66. [Https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(07\)60009-2](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(07)60009-2)
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. (2006). Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: Armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. *Manejo integrado de plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 77, 1-9-[Http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Catie-suelos-plagas.pdf](http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Catie-suelos-plagas.pdf)
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. (2020). Suelos saludables, plantas saludables: La evidencia agroecológica. *LEISA*, 36(4), 13-15. <https://leisa-al.org/web/wp-content/uploads/vol36n4.pdf>

Nkoa, R., Owen, M. D. K., & Swanton, C. J. (2015). Weed Abundance, Distribution, Diversity, and Community Analyses. *Weed Science*, 63, 64-90. [Https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00075.1](https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00075.1)

Qiao, F., Yang, Q.-F., Hou, R.-X., Zhang, K.-N., Li, J., Ge, F., & Ouyang, F. (2021). Moderately decreasing fertilizer in fields does not reduce populations of cereal aphids but maximizes fitness of parasitoids. *Scientific Reports*, 11(1), 2517. [Https://doi.org/10.1038/s41598-021-81855-8](https://doi.org/10.1038/s41598-021-81855-8)

R Core Team 2(020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Https://www.R-project.org/](https://www.R-project.org/).

Samota, R. G., Jat, B. L., Choudhary, S., Khinchi, S. K. & Naga, B. L. (2017). Effect of nitrogen sources on Whitefly, *Bemisia tabaci* Genn. In Chilli, *Capsicum annuum* L. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(3), 190-193. <https://www.phytojournal.com/archives/2017.v6.i3.1222/effect-of-nitrogen-sources-on-whitefly-bemisia-tabaci-genn-in-chilli-capsicum-annuum-l>.

Schlickmann-Tank, J. A., Morales-Galván, O., Pineda-Pineda, J., Espinosa-Vázquez, G., Colinas-León, M. T., & Vargas-Hernández, M. (2020). Relationship between chemical fertilization in sorghum and *Melanaphis sacchari/sorghii* (Hemiptera: Aphididae) populations. *Agronomía Colombiana*, 38(3), 357-366. [Https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n3.87308](https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n3.87308)

Simpson, S. J. & Simpson, C. L. (1990). The mechanisms of nutritional compensation by phytophagous insects. In Bernays E A. *Insect-plant Interactions*, 2, 111-160.

Singh, V., & Sood, A. K. (2017). Plant Nutrition: A tool for the management of hemipteran insect-pests-A review. *Agricultural Reviews*, 38(04). [Https://doi.org/10.18805/ag.R-1637](https://doi.org/10.18805/ag.R-1637)

Toledo-Perdomo, C. E., González T., M. A., & Rodas, A. G. (2023). Efecto del nitrógeno y aminoácidos libres en las poblaciones de trips (Insecta: Thysanoptera) en ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.). *La Calera*, 23(40). [Https://doi.org/10.5377/calera.v23i40.15915](https://doi.org/10.5377/calera.v23i40.15915)

Wagan, T., Brohi, R., Hamada, C., Tunio, S., & Wagan, Z. (2015). Effect of different nitrogen fertilizer levels on aphid population and its natural enemies in winter grown wheat. *Wadpecker Journal of agricultural research*, 4, 61-65.

Yardım, E. N., & Edwards, C. A. (2003). Effects of organic and synthetic fertilizer sources on pest and predatory insects associated with tomatoes. *Phytoparasitica*, 31(4), 324-329. [Https://doi.org/10.1007/BF02979802](https://doi.org/10.1007/BF02979802)