

**Efecto de diferentes dosis de VIUSID[®]agro
aplicadas durante cuatro etapas de
crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

**Bryan Eduardo Gavica Vera
Ana Sofía Gómez Anaya**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de diferentes dosis de VIUSID®agro
aplicadas durante cuatro etapas de
crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Bryan Eduardo Gavica Vera
Ana Sofía Gómez Anaya**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Efecto de diferentes dosis de VIUSID[®]agro aplicadas durante cuatro etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

**Ana Sofía Gómez Anaya
Bryan Eduardo Gavica Vera**

Resumen. El uso de fertilizantes foliares en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), se ha venido popularizando paulatinamente. Comúnmente aplicada como fertilización complementaria a la edáfica. Recientemente, ha resultado efectivo en arroz y frutales para la corrección de síntomas de deficiencias nutricionales o daños físicos en plantas bajo estrés ambiental. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto, en el cultivo del frijol común, de cinco dosis de VIUSID[®]agro; 140, 280, 420, 560, 700 mL por hectárea, aplicadas, una vez, a parcelas experimentales diferentes, a los 20, 30, 40 y 50 días después de siembra (DDS), respectivamente. Se tuvo un diseño de bloques completamente aleatorizados, en arreglo factorial de 4 × 6, incluyendo el testigo. El experimento se realizó en el lote 19 de Zona II, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Se midieron las variables de altura, número de ramas, vainas totales, índice de cosecha y peso específico de 1000 semillas. No se obtuvo diferencias estadísticamente significativas, únicamente se pudo observar diferencias en las variables de número de semillas por planta y rendimiento (kg/ha), habiendo un efecto del factor dosis en las variables antes referidas, siendo 280 mL/ha, la mejor dosis, con los mayores rendimientos. La etapa de aplicación no causó un efecto significativo, siendo no influyente en el rendimiento del cultivo. La interacción etapa × dosis causó un efecto en el rendimiento, siendo la dosis de 280 mL/ha, aplicada a los 40 DDS la mejor combinación de tratamientos.

Palabras clave: Activación molecular, aminoácidos, promotores de crecimiento.

Abstract. The application of foliar fertilizers is a practice that has been popularizing in the field of common bean production (*Phaseolus vulgaris* L.), in a complementary way to the traditional fertilization directed to the soil. Recently the product VIUSID[®]agro has resulted effective in rice crops and fruit orchard to correct nutritional deficiencies or mechanical damage in plants under any kind of environmental stress. The objective of this study was to evaluate the effect under the common bean crop at five different VIUSID[®]agro doses; 140, 280, 420, 560, 700 mL/ha applied once in the cycle to the different experimental plots at 20, 30, 40 and 50 days after planting. The experimental design was a randomized complete block in factorial arrangement of 4 × 6, including the control. The experiment took place in the lot 19, Zone II at the Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Performance and performance variables were measured. Variables such as high, number of branches, total pods, harvest index and specific weight of 1000 seeds, had no statistically meaningful difference. It only presented differences in the variables of seeds per plant and performance (kg/ha), presenting an effect in the doses factor, obtaining 280 (mL/ha) as the best dose with the highest performance. There were no meaningful differences for the factor stage, having no effect on the performance and as the best interaction stage-dose the interaction 40 DDS - 280 (mL/ha) presented the highest performance at the lowest doses of product applied.

Key words: Amino acids, growth promoters, molecular activation.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Figura	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIÓN	13
5. RECOMENDACIÓN	14
6. LITERATURA CITADA	15

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURA

Cuadros	Página
1. Composición del promotor de crecimiento evaluado VIUSID [®] agro g/100g	4
2. Requerimientos nutricionales para la producción de una tonelada de frijol.	5
3. Dosificación de aplicación de fertilizantes en tres fechas establecidas en la producción de frijol	5
4. Efecto simple de las diferentes dosis del producto VIUSID [®] agro en el número de semillas por planta en el cultivo de frijol.	9
5. Efecto de la interacción Etapa-Dosis en el número de semillas por planta en el cultivo de frijol.	9
6. Efecto simple de las diferentes dosis de producto VIUSID [®] agro en el rendimiento de frijol a los 20, 30, 40 y 50 DDS.	10
7. Efecto de la interacción etapa-dosis en el rendimiento de frijol a los 20, 30, 40 y 50 DDS (kg/ha).....	11

Figura	Página
1. Curva de absorción de nutrientes para el cultivo de frijol, basado en rendimiento de 3.5 t/ha	12

1. INTRODUCCIÓN

El frijol común o (*Phaseolus vulgaris* L.), es la leguminosa de consumo directo más importante en el mundo (Jones 1999). Se caracteriza por ser base alimenticia de las regiones hispanas debido a su alto contenido proteico. Se adapta a climas tropicales y su mejor se desarrolló lo obtiene en suelos franco-arenosos y franco arcillosos (SAG y DICTA 2010). Este cultivo representa un eslabón de suma importancia socioeconómica y productiva. En la actualidad el frijol es el segundo cultivo en importancia, después del maíz, tanto por la superficie sembrada como por el consumo de la población en Centro América (Valentinetti 2012).

El frijol es cultivado mayormente, bajo sistemas de producción agrícola, de subsistencia y a pequeña escala, en regiones, en conjunto, representa un 77% de la producción mundial. Por lo tanto, el 23% de la producción mundial restante se distribuye en los países desarrollados como América del Norte y otros países de Europa. para fines de agricultura de subsistencia o de pequeña escala, en regiones de poco avance tecnológico principalmente provenientes de América Latina, África y Asia, la producción promedio en estas regiones en conjunto representan un 77% de la producción mundial. Por lo tanto, el 23% de la producción mundial se distribuye en los países desarrollados como América del Norte y otros provenientes de Europa. En Honduras la producción de frijol se desempeña en su mayoría por pequeños y medianos agricultores poco tecnificados con rendimientos promedio de 12 quintales por manzana (Valentinetti 2012).

Debido al constante crecimiento de la población mundial y las adversidades climáticas a las que se enfrenta la agricultura, una de las mayores preocupaciones es la seguridad alimentaria; por lo consiguiente, existe la necesidad de adquirir incrementos sustanciales en la producción de alimentos, lo cual se puede lograr mediante dos formas de producción, la expansión territorial de la agricultura o el aumento del rendimiento por área de producción (Bongiovanni y Lobartini 2006). Sin embargo, la obtención de mayores rendimientos por área productiva es posible mediante la utilización de insumos agrícolas que proporcionen al cultivo las herramientas necesarias para expresar el máximo potencial genético, aun en condiciones limitantes por factores abióticos como variaciones en la temperatura, estrés hídrico, deficiencias nutricionales, entre otros.

Actualmente, una de las alternativas para aumentar la eficiencia en la absorción de nutrientes y con ello, tratar de mejorar el rendimiento de los cultivos, la fertilización foliar se presenta como una fertilización complementaria a la fertilización edáfica (Dubón Sam 2016). Debido a que se han visto importantes desempeños de los cultivos mediante el uso de fertilizantes foliares, al proveer en tiempo y forma los requerimientos nutricionales requeridos. Estos productos deben aplicarse de forma complementaria y no excluyente a la

fertilización directa al suelo. De esta forma el uso de foliares se ha convertido en una práctica importante y común para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto (Trinidad Santos y Aguilar Manjarrez 1999).

La aplicación de fertilizantes foliares trae consigo muchas ventajas; como la baja residualidad, menor tiempo de absorción, comparándolo con el tiempo que toman las raíces, por lo que es utilizada en periodos críticos de los requerimientos nutricionales o en momentos que se le imposibilita al suelo la absorción de estos. El uso de VIUSID® agro en aplicaciones foliares ha venido ganando popularidad entre los productores de frijol. VIUSID es un producto que ha sido incorporado al mercado mundial como un producto, inicialmente para uso humano y posteriormente para uso en animales como cerdos y aves. Por su composición química, nitrógeno y aminoácidos libres como glicina, arginina, ácido aspártico y triptófano, aminoácidos que cumplen un papel esencial en la formación de proteínas. Las Proteínas son sustancias orgánicas nitrogenadas de elevado peso molecular y todas están constituidas por series definidas de aminoácidos. Los aminoácidos son por tanto las unidades básicas de las proteínas razón por la cual, facilitan a la planta la fácil absorción en momentos de demandas nutricionales requeridas por situaciones no óptimas o por factores abióticos (Simbaña Camino 2011).

Con el fin de que las enmiendas implementadas en el desarrollo del cultivo sean reflejadas en la cosecha por medio del rendimiento obtenido y debido al alto interés o demanda del producto VIUSID® agro por parte de los productores de frijol, que ya utilizan o desean utilizar el producto, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de diferentes dosis de VIUSID® agro aplicadas durante cuatro etapas de crecimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*)
- Determinar el efecto de la interacción dosis por etapa o combinación más relevante en el rendimiento final del cultivo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación.

Para el desarrollo del proyecto se seleccionó el lote #19 de Zona II de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. Esta área productiva está ubicada a una altura de 790 msnm, cuenta con una precipitación promedio de 1200 mm anuales y temperaturas promedios anuales que oscilan entre 22-25 °C.

Descripción varietal.

Se utilizó la variedad mejorada de frijol “Rojo Chortí”, liberada en el mes de febrero de 2019. Esta variedad de grano rojo tiene como características un excelente potencial de rendimiento y adaptación a ambientes diversos de producción de frijol, es resistente a los virus del mosaico dorado amarillo (VMDA) y mosaico común (VMC) del frijol y una de las primeras variedades mejoradas de grano rojo (raza Mesoamericana) con tolerancia a altas temperaturas y a condiciones moderadas de sequía terminal. Esta variedad es el resultado de una cruce simple Negro Vaina Blanca/BCN 20-04-94. Siendo “Negro Vaina Blanca” una variedad criolla de grano negro cultivado en zonas altas (>1200 msnm). La línea BCN 20-04-94 se deriva de la cruce triple DOR390//SCR2-23 (F1-UPR 9606-2-2/DICTA 151) realizada en el 2007 en Zamorano. El rendimiento de Rojo Chortí se encontró mejor comparado al de Amadeus 77 (6.8%) y la variedad criolla Seda (21.6%) y se obtuvieron rendimientos hasta de 3,400 kg/ha (Rosas *et al.* 2019).

División de parcelas.

Del área total de 5624.4 m², se utilizó un área efectiva de 3311 m², esta área efectiva se dividió en cuatro bloques de 24 parcelas, dejando calles de dos metros entre bloques por efecto de manejo agronómico. Las dimensiones de las parcelas fueron de 20 m de largo por 1.5 metros de ancho, cada parcela representando una unidad experimental, siendo la unidad experimental una cama de frijol a un arreglo de siembra de doble hilera.

VIUSID®agro.

VIUSID®agro es un producto desarrollado por la casa comercial Catalysis división de agro veterinaria, con sede en España. Este producto es una solución que puede ser aplicada al cultivo por medio de fertirriego o de manera foliar. Para este estudio se suministró de manera foliar. VIUSID®agro funciona como promotor de crecimiento con el fin principal de aumentar el rendimiento del cultivo. La formulación contiene principalmente aminoácidos y nitrógeno orgánico. Por lo que la aplicación de este producto pretende principalmente optimizar el metabolismo celular de la planta para obtener mayor asimilación de los micro y macronutrientes, obteniendo así mayores rendimientos a cosecha (Catalysis 2014).

Cuadro 1. Composición química del producto comercial VIUSID®agro g/100 g.

Composición	%	Composición	%
Nitrógeno total (N)	1.80	Ácido aspártico	1.60
Nitrógeno orgánico (N)	1.80	Arginina	2.50
pH	6.80	Glicina	2.40
Densidad	1.14	Triptófano	0.50
Masa neta (kg)	1.14		

Todos estos compuestos fueron sometidos a un proceso de activación molecular

Fuente: Catalysis 2014

Forma de aplicación.

La aplicación foliar se realizó a través del uso de una bomba de mochila con una capacidad de 21 litros. La bomba se calibró para hacer una aplicación uniforme. Mediante un regulador de presión se programó la descarga de la bomba a una presión de 0.63 kg/cm² para poder asegurar la descarga del volumen deseado por parcela. La aplicación de VIUSID®agro se realizó en parcelas diferentes a los 20, 30, 40 y 50 días después de siembra (DDS), respectivamente, de acuerdo a la combinación etapa-dosis seleccionada para cada parcela experimental.

Manejo Agronómico.

Preparación del suelo.

La cama de siembra se preparó bajo el sistema de labranza convencional, la cual consistió de dos pases de rastra pesada y un pase final de rastra liviana con el propósito de proveerle al suelo las condiciones adecuadas para una cama de siembra efectiva.

Siembra.

La siembra se realizó el 15 de junio de 2019. La siembra fue mecanizada y se contó con una densidad de siembra de 160.000 plantas/ha, el arreglo espacial se determinó en surcos con hileras dobles, a un distanciamiento entre camas de 1.5 m, 40 cm entre las hileras dobles y un distanciamiento entre plantas de 8 cm.

Fertilización edáfica.

El programa de fertilización edáfica se aplicó tomando en cuenta los requerimientos de nutrientes mayores para frijol, con una meta de producción de dos toneladas por hectárea (2000 kg/ha). Para ello, se determinó la cantidad de nutrientes necesarios para alcanzar este nivel de producción (Cuadro 2). Se consideraron tres etapas del cultivo de frijol en las que se requiere mayor demanda de nutrientes. Para calcular su requerimiento nutricional por etapa, fue necesario conocer la fenología de la planta, lo que permitió suministrarle a la planta los nutrientes que requiere en el momento adecuado.

Cuadro2. Requerimientos nutricionales para la producción de una tonelada de frijol (kg/ha).

Requerimiento	N	P	K
Nivel de extracción	68	7	49
Rendimiento meta	2	2	2
Total de extracción	136	14	98

Fuente: Bertsch 2009

La fertilización en base al rendimiento esperado se distribuyó en tres fechas claves para el desarrollo óptimo del cultivo, estas fechas fueron a la siembra, 28 y 45 DDS, donde se aplicó el requerimiento de nitrógeno y potasio en un 20, 40 y 40% respectivamente. Para suplir el requerimiento de fósforo se realizó en la primera aplicación a la siembra donde se suplió el requerimiento en su totalidad. Los fertilizantes utilizados fueron escogidos según la disponibilidad en el mercado y a su tradicional uso.

Cuadro 3. Dosificación de aplicación de fertilizantes en tres fechas establecidas en la producción de frijol.

Días de aplicación	Urea (kg/ha)	DAP (kg/ha)	KCl (kg/ha)
0	31.5	70.7	39.4
28	118.3	-	78.7
45	118.3	-	78.7

Control de malezas.

Inicialmente se realizó una aplicación de Prowl 400 (Pendimetalina) a los ocho DDS para el control de malezas gramíneas y hojas anchas. Posteriormente se aplicó Flex SL (Fomesafen) y Fusilade 12.5 EC (Fluazifop-P-Butil) a los 22 DDS para control de malezas de hoja ancha y gramíneas, respectivamente. El control se finalizó con una eliminación manual a los 45 DDS de malezas no persistentes.

Control de Plagas y enfermedades.

Se realizó una aplicación del insecticida Engeo (Tiametoxam y Lambdaialotrina) y adicional a esto para el control de enfermedades fúngicas se aplicó Amistar 50WG (Azoxistrobin) distribuidos en dos aplicaciones durante el ciclo del cultivo, a los 35 y 50 DDS.

Tratamientos y Diseño experimental.

El experimento se sembró en el lote 19 de Zona II de Zamorano utilizando un diseño de bloques completamente aleatorizados (BCA), con un arreglo factorial de 4x6, Cuatro fechas de aplicación del producto VIUSID@agro; 20, 30, 40 y 50 DDS y seis dosis; 0, 140, 280, 420, 560 y 700 mL/ha para un total de 24 tratamientos con tres repeticiones.

Variables evaluadas.

Se tomaron en cuenta variables de componentes de rendimiento y la variable de rendimiento como tal, las cuales se tomaron en diferentes momentos del ciclo de cultivo y con diferentes métodos de muestreo.

Para variables componentes de rendimiento y de rendimiento al momento de la cosecha la muestra consistió en el 10% del total de plantas por parcela, por lo que se seleccionaron 24 plantas, muestreadas en el centro de cada parcela, no considerando para el muestreo las hileras dobles de cinco metros a cada lado de los surcos centrales. Se excluyeron también plantas con alta incidencia por Bacteriosis y plantas atípicas.

Componentes de rendimiento.

Altura de la planta. La altura de la planta, número de vainas y número de ramas están directamente relacionada a la tasa de crecimiento, donde se define como el aumento constante en el tamaño de la planta de frijol, acompañado de procesos como la morfogénesis y la diferenciación celular. Para la medición de la altura de la planta, se midió la planta desde la base del tallo hasta el meristemo terminal.

Número de ramas y Número de vainas totales. Se tomaron en cuenta las ramas provenientes del eje central del tallo, de las cuales únicamente se contaron aquellas que poseían por lo menos una vaina. De cada planta se realizó el conteo del total de ramas.

Vainas por rama. Para conocer el número de vainas por rama se tomaron en cuenta los valores del total de vainas por planta dividido por el número de ramas por planta (ecuación 1), la cual se midió de forma individual para cada planta.

$$Vainas\ por\ rama = \frac{N^{\circ}\ total\ de\ vainas}{N^{\circ}\ de\ ramas} \quad [1]$$

Índice de cosecha. Este dato indica la relación obtenida del total de biomasa de la vaina cuanto fue transformado en semilla, determinado por la diferencia entre el peso de la vaina con semillas y el peso de la semilla y expresado en un valor porcentual (ecuación 2). Para este dato se tomó dos vainas por planta del total de la muestra, para un total de 48 vainas por muestra, de las cuales se obtuvo el peso de la vaina con semilla y posteriormente se tomó el peso únicamente de la semilla.

$$\acute{I}ndice\ de\ cosecha = \frac{peso\ de\ la\ semilla}{peso\ de\ la\ vaina\ con\ semillas} * 100 \quad [2]$$

Peso específico de 1000 semillas. Se contó del total de la muestra de 1000 semillas homogéneas en tamaño, color, forma, excluyendo aquellas con cualquier tipo de daño. Esto con el fin de conocer el peso individual de una semilla. Se recolectó el grano de las plantas muestreadas y su peso fue corregido al 12 % de humedad, posteriormente se tomaron 1000 granos y se contabilizó su peso en una balanza de gramos.

Rendimiento. Se obtuvo de la trilla total de la muestra, dato que se extrapola a una densidad de 60,000 plantas por hectárea, expresado en kg/ha.

Análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizó mediante un ANDEVA con separación de medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher ($P \leq 0.05$), utilizando el programa estadístico INFOSTAT, versión 2018.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta del cultivo a la aplicación del producto VIUSID[®]agro en las diferentes etapas y dosis se evaluó mediante la determinación de las variables: altura, número de ramas, número de vainas, peso específico e índice de cosecha, las cuales no fueron estadísticamente diferentes. Este resultado pudo haberse atribuido a dos factores importantes; primero, la fertilización granular al suelo suplió todos los requerimientos nutricionales del cultivo, dando como resultado un efecto del fertilizante foliar no significativo en las variables anteriormente mencionadas y segundo, la aplicación de este producto en volúmenes muy bajos para causar efecto alguno para estas variables.

Según Peña *et al.* (2015), en su estudio, evaluando este promotor de crecimiento encontró que las variables: vainas por planta y peso específico de 100 semillas sometidas a los tratamientos 0, 500, 800 y 1000 mL/ha del producto VIUSID[®]agro, que los tratamientos de 800 y 1000 mL/ha difirieron estadísticamente del control a diferencia del tratamiento de 500 mL/ha que no demostró diferencia estadísticamente significativa del control, siendo esta, una dosis que no generaba efecto alguno en el cultivo del frijol para estas variables. Por lo que este estudio concuerda con Peña *et al.* (2015), en que, para las variables vainas por planta y peso específico de 100 semillas, a dosis menores a 800 mL/ha no causaron efecto en las mismas variables.

Para la variable número de semillas por planta se muestra el efecto independiente de las dosis de VIUSID[®]agro (Cuadro 4). Teniendo en cuenta una probabilidad ($P \leq 0.05$), se demostró que la dosis de 280 mL/ha tuvo el mayor número de semillas por planta con respecto al resto de las dosis, con una media de 103 semillas por planta, superando en un 10.67% a la dosis de 0 mL/ha del testigo, lo que implicó en una diferencia de 11 semillas por planta.

Cuadro 4. Efecto simple de las diferentes dosis del producto VIUSID®agro en el número de semillas por planta en el cultivo de frijol.

Dosis (mL/ha)	N° semillas por planta
0	92 bc
120	97 b
280	103 a
420	92 bc
560	96 b
700	89 c
CV	7.04
R ²	0.63
Probabilidad	0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$)

CV: Coeficiente de variación

Sin embargo, en la interacción de etapa por dosis (Cuadro 5) se observa el mayor número de semillas por plantas obtenido en el tratamiento aplicado a los 40 DDS y a una dosis de 280 mL/ha. Según Catalysis (2014), la composición química del producto VIUSID®agro está compuesto mayormente de aminoácidos, siendo estos los responsables del aumento de producción de semilla en estas etapas donde Simbaña Camino (2011), señala que el aporte de aminoácidos libres a la planta reduce el gasto de energía para la síntesis de estos, facilita y promueve la producción de proteínas, enzimas, hormonas, etc, dando como resultado a un mayor crecimiento y rendimiento a cosecha.

Cuadro 5. Efecto de la interacción Etapa × Dosis en el número de semillas por planta en el cultivo de frijol.

Etapa (DDS)	Dosis (mL/ha)					
	0	140	280	420	560	700
20	96 bcdefg	95 cdefgh	100 abcde	91 efghi	100 abcde	84 i
30	95 cdefghi	97 bcdef	97 bcdef	92 efghi	101 abcde	84 hi
40	88 fghi	103 abcd	110 a	93 defghi	93 cdefghi	85 ghi
50	89 fghi	95 cdefghi	107 ab	92 defghi	89 fghi	103 abc
R ²	0.63					
CV	7.04					
Probabilidad	0.0076					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes entre fila y columna ($P > 0.05$)

CV= Coeficiente de variación

DDS= Días después de siembra

Para la variable de rendimiento (Cuadro 6) se encontraron diferencias significativas para el factor dosis, mas no se obtuvo diferencias para el factor etapa. La mejor dosis se encontró al aplicar 280 mL/ha, con una producción de 3,822 kg/ha, rendimiento que resultó en un 8.66% mayor al testigo absoluto, obteniendo un aumento de 331 kg/ha, recalculando que, para la variable de rendimiento, la dosis de 280 mL/ha tiene efecto significativo a los 20, 40 y 50 DDS más no a los 30 DDS (Cuadro 7).

Aunque no se encontró ningún efecto de la dosis en altura de la planta y número de vainas por planta, la respuesta del cultivo a la dosis de 280 mL/ha se podría relacionar con la variable número de semillas por planta, ya que el número de semillas por planta es un indicador importante del rendimiento, dado que el aumento en el número de semillas por planta constituye un fuerte estímulo para incrementar la productividad. Además, la aplicación de aminoácidos resulta directamente en un aumento significativo en el rendimiento debido a que es el resultado final de todos los procesos del desarrollo de las plantas (Peña *et al.* 2015).

Dado que VIUSID[®]agro cuenta con un proceso de activación molecular, permite a las plantas acelerar y facilitar el proceso de reacciones tanto enzimáticas como metabólicas, lo que resulta en un menor consumo energético y así en un mayor rendimiento. El aporte directo de los aminoácidos libres favoreció al cultivo debido a que su fácil acceso y bajo peso molecular promueven la síntesis de proteínas y procesos hormonales de la planta esenciales en el desarrollo vegetativo (Simbaña Camino 2011).

Cuadro 6. Efecto simple de las diferentes dosis de producto VIUSID[®]agro en el rendimiento de frijol a los 20, 30, 40 y 50 DDS.

Dosis (mL/ha)	Rendimiento por área (kg/ha)
0	3491 bc
120	3643 b
280	3822 a
420	3498 bc
560	3642 b
700	3434 c
R ²	0.6
CV	5.63
Probabilidad	0.0002

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P > 0.05)

CV= Coeficiente de variación

DDS= Días después de siembra

También se observa que la interacción dosis por etapa afectó el rendimiento, se estableció una mejor combinación etapa-dosis según el rendimiento alcanzado, seleccionando el rendimiento que respondió a la menor dosis (Cuadro 7). Sin embargo, se puede observar que la dosis 280 mL/ha como tal no tiene efecto en todas las etapas de aplicación, debido a que a los 30 DDS no se observa un rendimiento tan alto como a las 20, 40 y 50 DDS.

Las aplicaciones de VIUSID[®]agro a los 20 y 30 DDS no causaron un incremento en el rendimiento con relación al testigo, a través de las dosis aplicadas, con excepción de la dosis de 700 mL por ha, la cual tuvo rendimientos ligeramente inferiores al testigo a los 30 días. Se encontró diferencias estadísticamente significativas entre el control versus dosis mayores. A los 40 y 50 DDS, VIUSID[®]agro logró un mayor rendimiento bajo las dosis de 280 mL/ha, sin embargo, este rendimiento no fue superior a la dosis de 140 mL/ha a los 40 DDS o 700 mL/ha a los 50 DDS. De acuerdo a este resultado, aplicaciones de VIUSID[®]agro en etapas de llenado de grano 50 DDS causaron mejor rendimiento a dosis mayores de 700 L/ha que aplicaciones tempranas, durante el periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de la interacción etapa-dosis en el rendimiento de frijol a los 20, 30, 40 y 50 DDS (kg/ha).

Etapa (DDS)	Dosis (mL/ha)					
	0	140	280	420	560	700
20	3532 bcdefg	3688 abcd	3826 ab	3471 cdefg	3853 ab	3352 efg
30	3735 abc	3683 bcde	3610 bcdef	3607 bcdef	3662 bcdef	3363 defg
40	3352 efg	3721 abc	3834 ab	3465 cdefg	3599 bcdefg	3275 g
50	3345 fg	3478 cdefg	4018 a	3451 cdefg	3455 cdefg	3747 abc
R ²	0.6					
CV	5.63					
Probabilidad	0.0259					

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$)

CV= Coeficiente de variación

DDS= Días después de siembra

Este resultado podría correlacionar con la curva de absorción de nutrientes para fertilización edáfica que se presenta en la (Figura 1), la que ilustra que el frijol llega a su pico más alto de requerimiento nutricional a los 50 DDS. Las dosis de 280 mL a los 50 DDS resulto en un rendimiento superior a los 4000 kg/ha, rendimiento que está muy por encima de los rendimientos del cultivo del frijol a nivel comercial. Lo mismo se puede observar cuando se aplicó VIUSID[®]agro a dosis de 700 mL/ha, con un rendimiento superior a las 3.7 t/ha (3700 kg/ha). Con excepción de la dosis de 280 mL/ha, dosis inferiores a 700 mL/ha, aplicadas en estadios de crecimiento y diferenciación floral no causaron un incremento en el rendimiento con relación al tratamiento testigo.

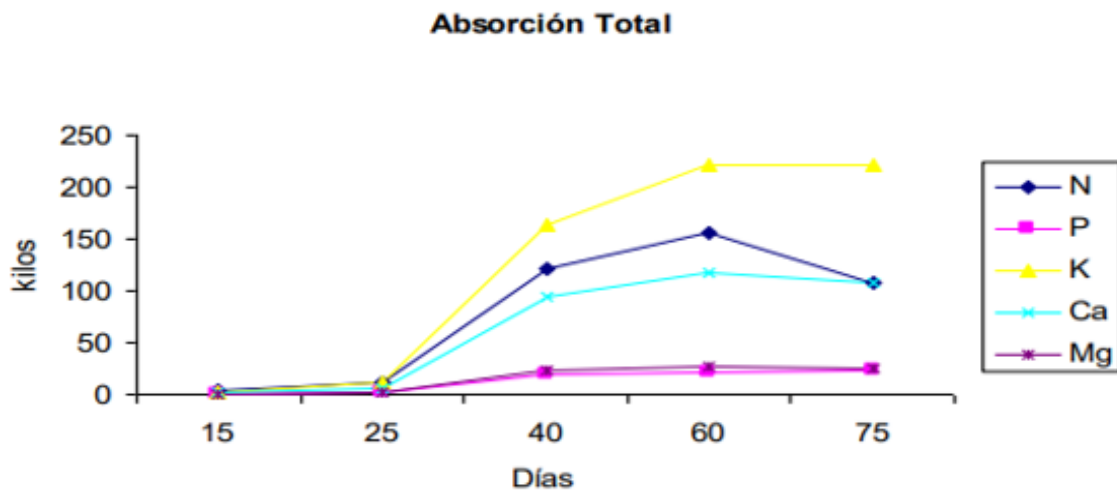


Figura 1. Curva de absorción de nutrientes para el cultivo de frijol, basado en un rendimiento de 3.5 ton/ha
Bertsch F; Hernandez JC, Acosta M. 2000.

La aplicación de aminoácidos libres podría resultar en un ahorro de energía por parte de la planta para la fabricación de proteínas, necesarias para las funciones de respiración y fotosíntesis, resultando en una mejor respuesta en el rendimiento. Así mismo, plantearon que este tipo de productos foliares son de fácil absorción y asimilación por vía foliar, termina translocándose a órganos vegetales como brotes florales y frutos en los que existe una mayor demanda debido a la alta actividad metabólica según la etapa de desarrollo (Franco *et al.* 1989).

4. CONCLUSIONES

- Se determinó que 280 mL/ha fue la dosis óptima de VIUSID[®] agro para alcanzar los mejores resultados en las variables, número de semillas por planta y rendimiento.
- La interacción dosis por etapa afectó las variables de número de semilla por planta y el rendimiento.

5. RECOMENDACIONES

- Aplicar VIUSID® agro la dosis de 280 mL/ha en cualquiera de las etapas evaluadas en este estudio.
- Evaluar el efecto del producto VIUSID® agro en las primeras etapas, previas a los 20 DDS.
- Evaluar la eficiencia del producto a través del fertirriego.
- Evaluar el efecto del producto en condiciones de estrés para el cultivo, o en carencia nutricional, estrés hídrico u otro que permitan comprobar su efecto en condiciones desprovistas de un manejo optimo del cultivo como lo recomienda la etiqueta del producto.

6. LITERATURA CITADA

- Bertsch Hernández F. 2009. Absorción de nutrimentos por los cultivos. 1ª ed. San José: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. ISBN: 978-9968-9422-3-2.
- Bongiovanni M, Lobartini J. 2006. Particulate organic matter, carbohydrate, and humic acid contents in soil macroand microaggregates as affected by cultivation. *Geoderma*. 136:660–665.
- Catalysis. 2014. VIUSIDagro: Promotor de crecimiento vegetal. Estados Unidos. http://www.catalysisagro.com/es/que_es.php.
- Dubón Sam O. 2016. Evaluación de alternativas de fertilización foliar nitrogenada en frijol. Zamorano, a 32 km. al sureste de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Franco J, Hernández D, Hernández J. 1989. Respuesta de la lechuga tipo Iceberg al tratamiento con aminoácidos vía radicular. 1:85.
- Jones AL. 1999. PHASEOLUS BEAN: Post-harvest Operations. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome: AGSI/FAO.
- Peña Calzada K, Rodríguez Fernández JC, Santana Sotolongo M. 2015. Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. Cuba: Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez.
- Rosas JC, Rodríguez I, Escoto D, Meza N. 2019. Propuesta de liberación de la variedad "Rojo Chortí". Tegucigalpa: DICTA/SAG.
- SAG-DICTA, Secretaría de Agricultura y Ganadería-Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2010. Honduras es autosuficiente en la producción de frijol. Tegucigalpa, Honduras: [sin editorial].
- Santos A, Manjarrez D. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*. 17(3):247–255.

Simbaña Camino L. 2011. Estudio de las propiedades físicas y funcionales de un hidrolizado enzimático de proteína de chocho a escala piloto y su aplicación como fertilizante. Quito: Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3762/1/CD-3535.pdf>.

Trinidad Santos A, Aguilar Manjarrez D. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Científica Redalyc [Terra Latinoamericana]. 17(3):247–255. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317309>

Valentinetti S. 2012. Estudio de la aceptación de la variedad mejorada de frijol común Amadeus 77 en la aldea de San Lorenzo, Danlí, El Paraíso, Honduras. Honduras: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.