

**Efecto de defoliantes y la defoliación manual
en el rendimiento de la variedad de frijol
común Paraisito Mejorado 2 - Don Rey
durante la maduración**

Nicolás Martínez González

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto de defoliantes y la defoliación manual en el rendimiento de la variedad de frijol común Paraisito Mejorado 2 - Don Rey durante la maduración

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

Presentado por

Nicolás Martínez González

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Efecto de defoliantes y la defoliación manual en el rendimiento de la variedad de frijol común Paraisito Mejorado 2 - Don Rey durante la maduración

Presentado por:

Nicolás Martínez González

Aprobado:

Renan Pineda, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Raúl Espinal, Ph.D.
Asesor

Efecto de defoliantes y la defoliación manual en el rendimiento de la variedad de frijol común Paraisito Mejorado 2 - Don Rey durante la maduración

Nicolás Martínez González

Resumen: La madurez del frijol no es uniforme. La defoliación podría permitir que las plantas sequen rápidamente al penetrar la luz solar con facilidad. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la aplicación de defoliantes y la defoliación manual al 100% en el rendimiento del frijol común Paraisito Mejorado 2 - Don Rey. Se usó un diseño de bloques completamente aleatorizados con arreglo factorial de 4×2 y cuatro repeticiones. A cada unidad experimental se les aplicaron 1.5 kg/ha de Basta[®] 14 SL, 1.5 kg/ha de Prep[®] 72 SL, defoliación manual al 100% y no defoliación (0%). Los tratamientos se aplicaron a los 65 y 75 días después de siembra (DDS) y su efecto en las variables seleccionadas se evaluó con la cosecha durante el llenado de vainas (R8) y madurez fisiológica (R9), a los 71 y 81 DDS respectivamente. Las medias se separaron mediante el método LSMEANS con una probabilidad de ($P \leq 0.01$). Prep[®] 72 SL y la defoliación manual al 100% reportaron las mayores pérdidas de humedad en las plantas evaluadas durante R8 y R9, esto ocasionó que ambos presentaran los resultados más bajos para las variables de rendimiento evaluadas. Basta[®] 14 SL y el testigo presentaron el mayor rendimiento, significativamente diferentes para la variable número de vainas/planta a favor del testigo en R9. Al aplicar Basta[®] 14 SL en R9 el rendimiento por hectárea se reduce en 2.04%, sin embargo las plantas sueltan las hojas en un tiempo más corto quedando desnudas para secarse uniformemente sin presentar pérdidas para el productor en aporreo.

Palabras clave: Estadios de madurez, etefón, glufosinato de amonio, madurantes.

Abstract: The maturity of beans is not uniform. Defoliation could allow plants to dry rapidly when it is easy for sunlight to penetrate. The aim of the study was to determine the effect of the application of defoliants and manual defoliation at 100% performance of common bean Paraisito Mejorado 2 - Don Rey. The design used random block factorial arrangement of 4×2 and four 4 repetitions were done. To each experimental unit 1.5 kg/ha of Basta[®] 14 SL, 1.5 kg/ha Prep[®] 72 SL were applied, as well as manual defoliation 100% and no defoliation (0%) were done. Treatments were applied 65 and 75 days after sowing (DAS) and its effect on selected variables were evaluated with the harvest during pod filling (R8) and physiological maturity (R9), 71 and 81 respectively DDS. Means were separated by the method LSMEANS with a probability of ($P \leq 0.01$). Prep[®] 72 SL and manual defoliation 100% reported the largest loss of moisture in the plants evaluated during R8 and R9, this caused that both presented the lowest scores for the variables evaluated performance. Basta[®] 14 SL and the control group had the highest yield significantly different for the variable number of pods/plant for the control group in R9. Applying R9 Basta[®] 14 SL in the yield per hectare is reduced by 2.04%, but the plants loose leaves in a shorter time being leafless to dry without showing losses for the producer in slugging.

Key words: Control, midsummer, ripeners, stages of maturity.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES	13
5. RECOMENDACIONES	14
6. LITERATURA CITADA.....	15
7. ANEXOS	17

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Significancia del modelo estadístico para las variables evaluadas en R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.....	8
2. Humedad inicial y pérdida de humedad de las semillas en R8-R9 por efecto de la aplicación de los defoliantes, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.....	9
3. Rendimiento después de aplicar los defoliantes en etapa R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.	12

Figuras	Página
1. Delimitación del lote experimental # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	4
2. Distribución aleatoria del ensayo en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	5
3. Aplicación de los defoliantes a los 65 y 75 días después de la siembra en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	6
4. Nivel de disecación en plantas tratadas con los defoliantes en comparación al testigo, en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	9
5. Número de vainas/planta evaluado después de aplicar de los defoliantes en R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	10
6. Peso de vainas/planta después de aplicar los defoliantes en etapas R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	11
7. Peso de las semillas/planta después de aplicar los defoliantes en R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	12

1. Resultado del análisis de suelo para el lote experimental # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.....	17
2. Plan de fertilización (15-S-0234) para el ciclo evaluado, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.....	17
3. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol común, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.....	18
4. Arreglo espacial de siembra utilizado por el estudio, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.....	18

1. INTRODUCCIÓN

Phaseolus vulgaris L. contiene 24% de proteína, por lo cual supera el valor nutritivo del maíz y la papa. A nivel mundial es la leguminosa de grano de mayor consumo humano, ubicándose como uno de los principales rubros que aportan a la seguridad alimentaria mundial, con esto logra generar miles de ingresos y empleos para muchas familias rurales en distintas partes del mundo (SICTA 2010).

En Honduras, el frijol es considerado como el segundo cultivo de mayor importancia dentro de la dieta diaria, siendo superado por el maíz. Anualmente se siembran 105,000 hectáreas que generan una producción promedio anual de 81,646.6 TM con un rendimiento promedio de 779 kg/ha, lo que contribuye significativamente a la seguridad alimentaria del país en comparación con el resto de rubros que conforman la canasta básica de la familia hondureña (SAG 2010).

Honduras en el 2010 registró una producción de 83,577.00 toneladas de frijol con un rendimiento promedio de 857 kg/ha. Para el 2013 la producción aumentó a 103,843.00 toneladas, mientras que el rendimiento disminuyó a 817 kg/ha (CEAT 2013). A pesar de que Honduras aumentó su producción en 24.24%, a su vez presentó una reducción de 4.67% en su rendimiento (FAO 2013). Actualmente en Honduras el frijol se considera un cultivo de subsistencia, ya que en su mayoría es cultivado por productores que no utilizan alta tecnología y por ende reportan rendimientos promedios que oscilan entre 636 y 727.27 kg/ha (CIAT 1986).

La madurez fisiológica del frijol comienza cuando más del 50% de las plantas presentan vainas de color rosado y hojas de color amarillo. Los cambios en coloración continúan hasta abarcar el 100% de las plantas presentes en el campo. Posteriormente las hojas caen al suelo avisándole al productor de que es el momento óptimo para cosechar su frijol a un 15% de humedad, evitando así que su semilla pierda valor germinativo por exceso de lluvias y ataque de hongos (Rosas 2003).

El momento adecuado para la cosecha del frijol es cuando el 100% de las hojas estén amarillas, más del 50% se hayan caído y el 100% de las vainas presenten un color diferente a las demás. Además la cosecha debe coincidir con un periodo seco para que el productor pueda arrancar las plantas, colocarlas al sol y poder obtener un secado uniforme de todas las vainas sin presentar problemas de hongos o granos quebrados al momento del aporreo (Pejuan 2011).

La madurez del frijol no es uniforme ya que mientras la parte inferior de la planta presenta ramas con vainas completamente maduras, la parte superior mantiene vainas inmaduras y

el estrato intermedio vainas en maduración. Los agricultores de zonas secas arrancan sus plantas y las colocan a secar sobre el campo con ayuda del sol, en estos ambientes la práctica de arrancado corrige el problema de desuniformidad sin ningún problema (DICTA 2012).

Si durante la cosecha y arrancado del frijol existe la presencia de lluvias inesperadas, el cultivo se somete a un ambiente de alta humedad relativa provocando que no haya una caída de hojas y maduración de vainas en el tiempo esperado como normalmente ocurre en un ambiente seco (Escoto 2011). En zonas húmedas de Honduras como Cortés, Yoro, Lago Yojoa y la Mosquitía, la práctica del arrancado representa pérdidas para el productor de hasta un 30% del lote (Banco Mundial 2012).

Las constantes lluvias presentes en estas zonas saturan los suelos sobre los cuales los agricultores colocan sus plantas arrancadas, provocando que las vainas se mojen y por ende ocurra pre germinación de sus semillas contenidas. Por otra parte estas condiciones crean el medio ideal para que aumente la incidencia de hongos sobre las plantas que al ser arrancadas se vuelven más susceptibles al ataque de los mismos. Además las vainas del estrato inferior que ya estaban maduras cuando el agricultor arranca y volteo la planta se abren por sobre madurez, regando el 20% de sus semillas sobre el suelo (FAO 1984).

Para acelerar fisiológicamente el proceso de cosecha se puede utilizar madurantes, desecantes, reguladores de crecimiento y defoliantes. Los defoliantes son productos químicos que al aplicarlos en pequeñas cantidades inhiben y modifican procesos fisiológicos como la fotosíntesis y respiración que son los principales responsables de mantener el balance de la maduración dentro de la planta (Villegas 1995).

En Colombia CENICAÑA evaluó Basta[®] 14 SL como defoliante. La concentración usada fue 1.5 L/ha, resultando en lesiones necróticas y desecaciones en otros sitios de contacto. No hubo translocación hacia las hojas bajas por lo cual el efecto sombrilla de las hojas superiores de la caña evitó que se mejorara la quema y al mismo tiempo evitó un efecto correlacionado en el aumento del porcentaje de azúcar recuperable estimado (Villegas 1992).

En frijol no se conocen registros sobre la utilización de defoliantes a nivel comercial. En el 2012 fueron utilizados a nivel experimental en un estudio que trataba de determinar el efecto de dos herbicidas (Gramoxone[®] y Basta[®] 14 SL) utilizados como madurantes fisiológicos en el rendimiento del frijol de la variedad DEORHO. Ambos herbicidas manejados como madurantes funcionales en madurez fisiológica, no causaron efecto negativo sobre el rendimiento del cultivo ni la calidad final del grano (Nuñez Cruz y Rosa Lazo 2012).

Basta[®] 14 SL, cuyo ingrediente activo es glufosinato de amonio es un herbicida de contacto, no selectivo para el control de gramíneas y hojas en anchas en pos emergencia. Es de origen natural ya que fue aislado de la bacteria del suelo llamada *Streptomyces viridochromogenes* y actualmente es sintetizado químicamente en los laboratorios de Bayer CropScience como concentrado soluble. Es incompatible en mezcla con productos que induzcan a reacciones alcalinas y altamente oxidantes, por lo cual en presencia de suelos arcillosos se desactiva por completo evitando presentar actividad residual sobre los mismos. Pertenece a la familia

química de los ácidos fosfínicos y su modo de acción consiste en inhibir la glutamina sintetasa, enzima responsables de la condensación de glutamato y amonio a glutamina y fosfato Basta[®] 14 SL al inhibir dicha enzima ejerce el efecto herbicida sobre las plantas (Bayer CropScience 2011).

Prep[®] 72 SL es una fitohormona natural que se comercializa como concentrado soluble en formulación de 720 g de ingrediente activo/L de producto comercial, induce y acelera los procesos de crecimiento y maduración en el fruto. Su ingrediente activo es el etefón, el cual fue sintetizado por primera vez con el nombre de ácido dos cloroetil fosfónico. La hidrólisis del etephon ocurre principalmente en la superficie de la hoja de plantas asperjadas. La translocación se produce desde las hojas basales pasando por las apicales hasta llegar al fruto, sin registrar movimiento en sentido inverso o basípetalo. Su modo de acción consiste en aumentar la concentración de ácido abscísico sobre la punta del peciolo induciendo a una aceleración en el proceso de caída de las hojas de la planta (Bayer CropScience 2014).

Al implementar la tecnología de defoliantes durante la madurez del frijol, se podría conseguir que las plantas pierdan sus hojas en un tiempo más corto permitiendo que al quedar desnudas sequen más rápidamente, resultado de una penetración de luz solar directa. Los productores ya no tendrían que esperar a que sus plantas se sequen en campo, logrando cosechar en el momento que la semilla contiene la máxima calidad (% de vigor y germinación) y de esta forma obtener las menores pérdidas por ataque de hongos, dehiscencia de vainas sobre maduras y pre germinación de la semilla. Por lo cual el objetivo de este estudio fue:

- Determinar el efecto de la aplicación de defoliantes y la defoliación manual al 100% en el rendimiento del frijol común Paraisito Mejorado 2 - Don Rey.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. Se desarrolló en el Lote # 14, Zona # 2 que se encuentra ubicado dentro de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano a 30 km de Tegucigalpa, Honduras. Durante el periodo evaluado se registró con la ayuda de una estación meteorológica Vantage[®] Pro2 Plus una temperatura promedio de 23.86°C, una precipitación promedio de 0.006 mm, una humedad relativa promedio de 66.97%, una radiación solar de 127.56 watt/m² y una altitud de 774 msnm.

Material vegetal. Paraisito Mejorado 2 - Don Rey, variedad mejorada por Zamorano y DICTA, mediante la cruce de Carrizalito × Paraisito Criollo a través de selección de generaciones segregantes. Es resistente a las principales enfermedades del frijol como los virus de mosaico dorado amarillo y mosaico común. El daño que provoca el gorgojo es mínimo y presenta tolerancia moderada a condiciones de estrés por sequía. Su rendimiento potencial es de 2574 kg/ha bajo condiciones ambientales favorables (Rosas 2015).

Siembra. Se delimitó un área experimental de 33 m de ancho × 30 m de largo, con una densidad de 200,000 plantas/ha, 50 cm entre hileras, 10 cm/plantas y una calle de 100 cm para un total de 10 plantas/m (Figura 1). Los distanciamientos utilizados por el estudio fueron tomados del arreglo espacial de siembra caracterizado por el programa de asistencia técnica de la fundación USAID - ACCESO del 2013.



Figura 1. Delimitación del lote experimental # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos. Para el estudio se comparó la interacción de dos factores en el rendimiento de Paraisito Mejorado 2 - Don Rey, arreglados de la siguiente forma:

- Factor A (Métodos de defoliación) = Contuvo tres niveles que eran los defoliantes (manual 100%, fitohormona Prep[®] 72 SL y herbicida Basta[®] 14 SL).
- Factor B (Estadios de madurez del cultivo) = Constó de dos niveles representados por los estadios evaluados durante la investigación (R8 y R9).

La combinación de ambos dio como resultado un arreglo factorial de 4 × 2 (Tres métodos de defoliación más el testigo por dos estadios de madurez para un total de seis tratamientos).

Diseño experimental. Se implementaron seis tratamientos con cuatro réplicas como bloques para un total de 32 unidades experimentales (UE). Cada UE fue dimensionada con un metro de ancho por seis metros de largo para un total de seis metros cuadrados, distribuidos en campo con base a un diseño de bloques completamente aleatorizados (BCA) y 1200 plantas/réplica (Figura 2).

		Efecto Borde					
Línea #10		T		T		T	
Línea #9		T		T		T	
Línea #8		B R9		P R8		P R8	
Línea #7		P R8		M R8		M R9	
Línea #6		B R8		P R9		M R8	
Línea #5		M R9		M R9		B R9	
Línea #4		P R9		B R8		P R9	
Línea #3		M R8		B R9		B R8	
Línea #2		T		T		T	
Línea #1		T		T		T	
		Efecto Borde					

Figura 2. Distribución aleatoria del ensayo en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

T = Plantas testigos a las cuales no se les aplico los defoliantes.

P R8 y P R9 = Plantas a las que se les aplico la fitohormona Prep[®] 72 SL.

B R8 y B R9 = Plantas tratadas con herbicida Basta[®] 14 SL.

M R8 y MR9 = Plantas que fueron defoliadas manualmente al 100%.

Riego. Se implementó un sistema de baja presión alimentado por una laguna de reserva. Se utilizó una cinta de goteo Azudline[®] 160, con diámetro interno de 15.7 mm, en presentación de 1300 m y un caudal por emisor de 1.1 L/h. Se usó 4000 goteros para un caudal total de

4400 L/h. Bajo esta situación se logró infiltrar una lámina de 4.44 mm/L/m²/h. Durante el ensayo se evaporó en promedio 2.62 mm y llovió 0.006 mm para una demanda de riego total promedio de 2.61 mm/día. La suspensión del riego fue a los 65 DDS buscando mantener a la planta bajo un ambiente de alta humedad en caso de ausencia de lluvias durante las etapas de evaluación, R8 y R9.

Manejo Integral de Plagas. Se monitoreó desde los 0 hasta los 65 DDS, para llevar un mejor control de las plagas dentro del lote experimental. Así se tomó una decisión más acertada de cómo aplicar, cuanto aplicar y en dónde aplicar insecticidas. Cabe destacar que se tomó en cuenta los índices FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) e IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) fungicidas e insecticidas respectivamente, para mantener una rotación efectiva y evitar focos de resistencia.

Aplicación de los tratamientos. Se aplicaron los defoliantes a los 65 y 75 DDS (Figura 3). Para la aplicación del herbicida Basta[®] 14 SL se utilizó la concentración recomendada por el fabricante de 1.5 L/ha de producto comercial en 250 L de agua, lo que correspondió a una dosis de 6 ml/L. Para la aplicación de la fitohormona se utilizó 1.5 L/ha.



Figura 3. Aplicación de los defoliantes a los 65 y 75 días después de la siembra en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Cosecha. Después de haber pasado seis días de la aplicación de los defoliantes, se cosecharon las plantas tratadas a los 71 y 81 DDS respectivamente. Ambos periodos coincidieron con las etapas R8 y R9 respectivamente.

Medición de variables. Para el número de vainas por planta se contaron las vainas de diez plantas por sub parcela cosechadas a los 71 y 81 DDS. Se registró el peso de las vainas en gramos. Se desgranaron y se registró el peso húmedo de las semillas en gramos, estas semillas se introdujeron a un horno de secado a una temperatura de 60°C durante 72 horas para obtener el peso seco de las semillas. Para obtener la variable de rendimiento peso en gramos de las semillas se aplicó un proceso de homogenización de la humedad, estandarizando al 12% el peso húmedo y seco de las semillas introducidas al horno con ayuda de la fórmula de peso final. Para ello se utilizó la ecuación [1].

$$Pf = \left[(100 - Hi) \times Pi (100 - Hf) \right] \quad [1]$$

Donde:

Pf = peso final

Pi = peso inicial

Hi = humedad inicial

Hf = humedad final

Determinación de la hipótesis. H_0 = No existió diferencia significativa entre los diferentes tratamientos sobre las variables estudiadas. H_a = Existió diferencia significativa entre al menos uno de los tratamientos sobre cualquiera de las variables estudiadas.

Análisis Estadístico. Se usó un procedimiento (GLM) del programa “Statistical Analysis System” SAS[®] versión 9.3., se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) con el objetivo de determinar las posibles fuentes de variación inherentes al estudio entre los datos tomados en campo. Para comprobar la existencia de diferencia significativa entre las medias de los tratamientos aplicados se utilizó la prueba (LSMEANS) con un valor de significancia de $p \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo estadístico utilizado por el estudio analizó correctamente la interacción entre los defoliantes y los estadios de la madurez, y su influencia en las variables medidas. El ANDEVA tomó en cuenta 96.83% de las observaciones resultantes para la discusión del efecto de aplicar defoliantes sobre la variedad Paraisito Mejorado 2 - Don Rey, mientras que las observaciones presentaron una dispersión relativa de 12.38% para las tres variables evaluadas. El efecto (bloqueo) homogenizó significativamente ($p \leq 0.05$) las unidades experimentales, el error experimental proveniente de fuentes de variación indeseadas como suelo, fertilidad, pendiente, tiempos, personas y lugar no afectó los resultados obtenidos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Significancia del modelo estadístico para las variables evaluadas en R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.

Fuentes de variación	Número de vainas	Peso de vainas (g)	Peso de semillas (g)	Pérdida de humedad (%)
Bloques	0.0056	0.0215	0.0379	0.0116
Defoliantes	<0.0001	<.0001	<.0001	<0.0001
EM	<0.0001	<.0001	<.0001	<0.0001
EM/Defoliantes	0.0019	0.0464	<.0001	0.0302
CV (%)	11.9630	10.5180	14.2550	12.7860

EM = Estadios de madurez del cultivo (R8 y R9).

Las semillas provenientes de las plantas tratadas con el defoliante Prep[®] 72 SL y la defoliación manual al 100% presentaron una tendencia de mayores pérdidas de humedad en R9 que en R8. Por otro lado las semillas provenientes de las plantas tratadas con el defoliante Basta[®] 14 SL y el testigo no presentaron pérdidas de humedades significativas entre sí. Se registró un mayor porcentaje de pérdida de humedad en la semilla tras asperjar a las plantas con el defoliante Prep[®] 72 SL comparado con los otros defoliantes y el testigo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Humedad inicial y pérdida de humedad de las semillas en R8-R9 por efecto de la aplicación de los defoliantes, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.

Defoliantes	Humedad (%)		Pérdida de humedad (%)
	R8	R9	R8 - R9
Prep [®] 72 SL	54 b	30 d	24 a
manual 100%	55 b	36 c	19 b
Basta [®] 14 SL	60 a	45 b	15 c
Testigo	63 a	53 b	10 d

Medias con igual letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a la prueba LSMEANS al 1% de significancia.

El defoliante Basta[®] 14 SL por quemar más lentamente las hojas de la planta tratada, simuló un efecto más similar al de no defoliar, se observó que las plantas tratadas con Basta[®] 14 SL pasaron por un proceso de amarillamiento de hojas, luego marchitamiento hasta un arrugamiento. Por su parte las plantas tratadas con Prep[®] 72 SL sufrieron un proceso de caída de hojas más acelerado en comparación a Basta[®] 14 SL, se observaron plantas que presentaron hojas totalmente arrugadas al tercer día después de aplicado el tratamiento sin pasar por un proceso de amarillamiento como si lo fue para las plantas tratadas con Basta[®] 14 SL. Al comparar Prep[®] 72 SL con la defoliación manual 100%, este último provocó una mayor reducción de la tasa fotosintética en comparación al asperjar las plantas con Prep[®] 72 SL (Figura 4).



Figura 4. Nivel de disecación en plantas tratadas con los defoliantes en comparación al testigo, en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Para el número de vainas/planta obtenidos después de la aplicación de los defoliantes la tendencia presentada es un menor número de vainas/planta en la etapa de llenado de vainas

(R8) que en madurez fisiológica (R9). A medida que la planta pierde humedad y progresa en su madurez, el número de vainas presentes por planta aumenta. Esto se debe principalmente a la desuniformización de la madurez del frijol, por lo cual al evaluar la variable número de vainas/planta en etapa R8, existieron vainas que aún se encontraban en R7 con presencia de semillas no formadas y por ende no formaron parte del muestreo. Estas mismas vainas al evaluar nuevamente la variable en R9, lograron formar sus semillas y llenarse por completo y de esa manera formar parte del muestreo aumentando consigo el número de vainas/planta para R9 (Figura 5).

En el estadio R8 el número de vainas/plantas resultantes de la aplicación de Basta® 14 SL fue significativamente superior al de las plantas que fueron asperjadas con Prep® 72 SL y defoliadas al 100%. Basta® 14 SL por quemar lentamente la planta presentó mejores rendimiento en R8 que los demás y en R9 se observó cómo una vez que la planta ya estaba madura (sin translocación de nutrientes) el herbicida Basta® 14 SL a pesar de que quemó las hojas de la planta, lo hizo en forma lenta provocando que el número de vainas/planta fuera significativamente igual al de las plantas testigos (Figura 5).

En R8 el número de vainas presentados por las plantas testigos fue significativamente superior al número de vainas presentados por las plantas tratadas con los defoliantes. A diferencia de R8 en donde los tres defoliantes en conjunto con el testigo presentaron número de vainas/planta significativamente diferentes, en R9 se observó que Basta® 14 SL en conjunto con el testigo no fueron significativamente diferentes entre sí y a su vez Prep® 72 SL y defoliación manual al 100% también fueron significativamente iguales en el número de vainas/planta. En R9 el defoliante Basta® 14 SL en conjunto con el testigo presentaron el efecto más positivo sobre el número de vainas obtenido por planta, mientras que el defoliante Prep® 72 SL en conjunto con la defoliación manual al 100% afectaron negativamente el número de vainas obtenidos por planta (Figura 5).

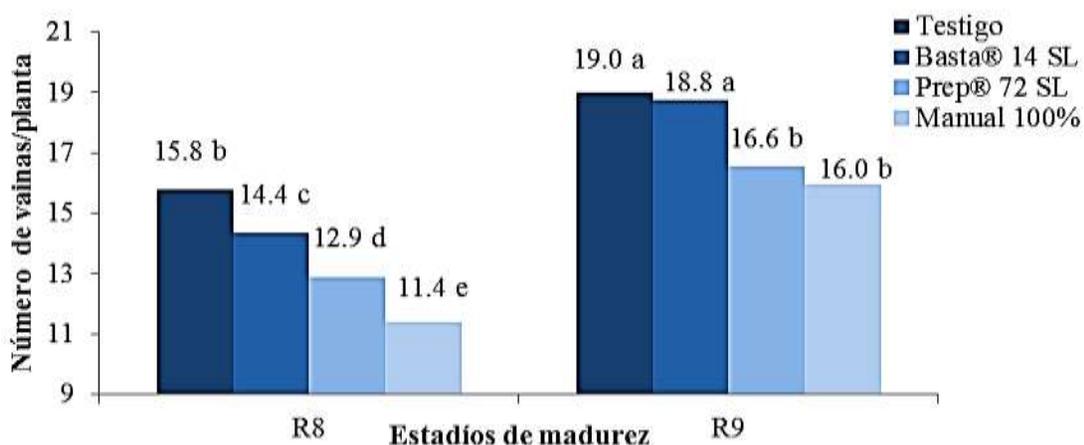


Figura 5. Número de vainas/planta evaluado después de aplicar de los defoliantes en R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Medias con igual letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a la prueba de LSMEANS al 1% de significancia.

Similar a lo sucedido con el número de vainas por planta, el peso de vainas por planta fue influenciado por ambos factores (Estadios de madurez y defoliantes). El peso de las vainas por planta fue mayor en R9 que en R8 para todos y cada uno de los defoliantes. La tendencia para la variable peso de vainas/planta fue similar a la de la variable número de vainas/planta, dado que a mayor número de vainas se obtiene un mayor peso de vainas/planta para cada uno de los defoliantes incluyendo el testigo (Figura 6).

En R8 Basta® 14 SL no fue significativamente mayor al testigo pero si a Prep® 72 SL y defoliación manual al 100%, estos dos últimos no causaron diferencias significativas en la variable medida. Similar a lo ocurrido en R8, Basta® 14 SL en R9 y testigo no presentaron diferencias significativas, Prep® 72 SL y defoliación manual al 100% sí (Figura 6).

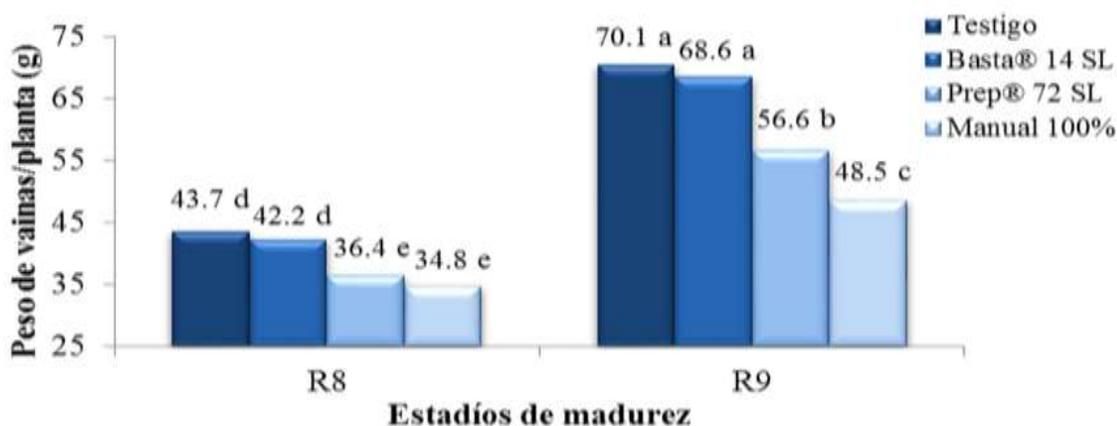


Figura 6. Peso de vainas/planta después de aplicar los defoliantes en etapas R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Medias con igual letra dentro no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a la prueba de LSMEANS al 1% de significancia.

Similar a lo sucedido con el peso de vainas por planta, el peso de semillas por planta fue influenciado por ambos factores. El peso de las semillas por planta mostró una tendencia de presentar mayor peso de semillas por planta en R9 que en R8. Basta® 14 SL y el testigo presentaron los mejores rendimientos, los cuales a su vez fueron significativamente diferentes a los rendimientos obtenidos por la aplicación del resto de tratamientos. Por otra parte la aplicación de defoliantes en plantas que aún no habían llegado a madurez fisiológica afectó negativamente el rendimiento final (Figura 7).

La pérdida de área foliar al 100% afecta notablemente el peso de la semilla del frijol, se obtuvieron resultados similares por Pratissoli *et al.* (2001), quienes encontraron que además del número de vainas, el peso de la semilla se reduce debido a la pérdida del 100% del área foliar.

A medida que se intensifica el nivel de defoliación en la planta de frijol, esta presenta un mayor efecto negativo sobre su rendimiento final. La defoliación al 100% representó

pérdidas de hasta el 45.1% y 42.0% para los cultivares de frijol Carioca y Rosiña (Fazolin *et al.* 2003).



Figura 7. Peso de las semillas/planta después de aplicar los defoliantes en R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Medias con igual letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a la prueba de LSMEANS al 1% de significancia.

Con base al peso de las semillas/planta se extrapolo el rendimiento a una hectárea, las plantas testigos presentaron el mayor rendimiento seguido de Basta® 14 SL, Prep® 72 SL y manual al 100% para ambas etapas evaluadas (R8 y R9). Como alternativa se aplicaría Basta® 14 SL en R9, dado que reduce en tan solo 2.04% el rendimiento por hectárea en comparación al testigo y hace que las plantas suelten sus hojas en un tiempo más corto quedando desnudas para secarse uniformemente sin presentar pérdidas en el aporreo. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento después de aplicar los defoliantes en etapa R8 y R9, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.

Defoliantes	R8 (kg/ha)	R9 (kg/ha)
Testigo	1430.30 d	2375.76 a
Basta® 14 SL	1483.64 d	2327.27 a
Prep® 72 SL	1236.36 e	1920.00 b
Manual al 100%	1178.18 e	1648.48 c

Medias con igual letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a la prueba LSMEANS al 1% de significancia.

4. CONCLUSIONES

- El herbicida Basta[®] 14 SL aplicado como defoliante en R9, no causó efecto negativo sobre el rendimiento final de Paraisito Mejorado 2 - Don Rey.
- La defoliación manual al 100% en conjunto con la aplicación de Prep[®] 72 SL en R8, causaron una severa disminución en el rendimiento final de Paraisito Mejorado 2 - Don Rey.
- El número de vainas por planta fue el componente de rendimiento evaluado más afectado por la defoliación manual al 100% y a su vez el peso de la semilla el menos afectado.
- Estadísticamente resultó conveniente aplicar el herbicida Basta[®] 14 SL sobre las plantas de Paraisito Mejorado 2 - Don Rey en etapa R9, ya que en comparación al testigo se obtuvo un proceso de caída de hojas más acelerado sin perjudicar el rendimiento final.
- Independientemente del defoliante utilizado, el efecto de la defoliación previo a la madurez fisiológica de Paraisito Mejorado 2 - Don Rey afectó negativamente el número de vainas obtenido por planta.

5. RECOMENDACIONES

- No aplicar bajo ninguna circunstancia defoliantes durante el llenado de vainas (R8) del frijol Paraisito Mejorado 2 - Don Rey.
- Evaluar el efecto de aplicar Basta[®] 14 SL como defoliante durante la madurez fisiológica del frijol producido en zonas con alta humedad relativa.
- Analizar el porcentaje de vigor y germinación de las semillas producidas por plantas tratadas con Basta[®] 14 SL, para determinar el efecto de la aplicación en la calidad de la semilla.
- Hacer un análisis de residualidad (MRL) en las semillas tratadas con Basta[®] 14 SL para descartar posibles efectos nocivos en la salud del consumidor.

6. LITERATURA CITADA

Banco Mundial. 2012. Evaluación de los riesgos del sector agropecuario. SRR (en línea). Consultado el 5 de mayo del 2015. Disponible en: <http://ura.sag.gob.hn/dmsdocument/333>.

Bayer Crop Science. 2014. Proyecto etiqueta: Prep[®] 72 SL.USA. 3 p., archivo pdf.

Bayer Crop Science. 2011. Proyecto etiqueta: Basta[®] 14 SL. Chile. 7 p., archivo pdf.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Fernando Fernández de C., Paul Gepts, Marceliano Lopez. Cali, Colombia. 34 p. ilus.

CEAT. 2013. Congreso del Consorcio de Economía, Administración y Tecnología. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Análisis del Sector Agropecuario en el Periodo 2000 - 2010 (en línea). Consultado el 10 de junio del 2015. Disponible en: <http://iies-unah.org/congresoCEAT/paper/5.pdf>.

DICTA. 2012. El Cultivo de Frijol en Honduras. DICTA (en línea). Consultado el 3 de abril del 2015. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/El-cultivo-de-Frijol-Honduras-2012.pdf>.

Escoto, N. D. 2011. El Cultivo del Frijol. DICTA (en línea). Consultado el 18 de mayo del 2015. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf>.

FAO. 2013. FAO Estadística. FAOSTAT (en línea). Consultado el 23 de mayo del 2015. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>.

FAO. 1984. Consideraciones generales para una cosecha eficiente del frijol (en línea). Consultado el 23 de mayo del 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5051s/x5051s04.htm#Consideraciones>.

Fazolin, M., y J. L. V. Estrela. 2003. Effect of Different levels of defoliation on productivity of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). Ciencia y Agrotecnología, 27(5):978-984.

Lardizábal, R., A. Salvador., y R. Segura. 2013. Manual de Producción de Frijol. USAID ACCSESO (en línea). Consultado el 2 de octubre del 2015. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn/dmsdocument/2956>.

Núñez Cruz, E.A., y C.J. Rosa Lazo. 2012. Efecto de la defoliación manual y herbicidas usados como madurantes fisiológicos en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 26p.

Pejuan, W. 2011. Manejo Práctico en la Cosecha y Pos cosecha del Frijol: Componente Frijol del Proyecto de Reactivación Agrícola Zamorano, USAID, Honduras. 12 p.

Pratissoli, D., E. R. Schmildt., E. F. Dos Reis., y R. T. Thuler. 2001. Influencia de la defoliación simulada en la productividad y otras características agronómicas del frijol común. Revista Ceres, 48:17-24.

Rosas, J. C. 2015. Paraisito Mejorado 2 - Don Rey. Programa de Investigaciones del Frijol (PIF). Trifolio. Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 5p.

Rosas, J.C. 2003. Recomendaciones para el Manejo Agronómico del Cultivo de Frijol. Programa de Investigaciones del Frijol (PIF). Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Imprenta LitoCom. 33 p.

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería, HN) y DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, HN). 2010. Honduras es autosuficiente en la producción de frijol. Tegucigalpa, Honduras. 20 p.

SAS[®]. 2009. User's Guide. Statistical Analysis System Inc., Carry, NC, USA. Versión 9.3.

SICTA. 2010. El Cultivo del Frijol Historia y su Importancia. Observatorio Red SICTA (en línea). Consultado el 8 de mayo del 2015. Disponible en:
http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_cultivo_del_frijol_historia_e_importancia.pdf.

SICTA. 2009. Cultivo de frijol, tecnologías de pre secado en campo. Proyecto RED SICTA, IICA/COSUDE. Red de Innovación Agrícola. Managua, Nicaragua. 20 p.

Villegas, T.F. 1995. Uso de desecantes y defoliantes en CENICAÑA. El cultivo de caña en la zona azucarera. Cali, Colombia. 22 p.

Villegas, T.F. 1992. Avances de la investigación con madurantes en CENICAÑA. 18 p., archivo pdf.

7. ANEXOS

Anexo 1. Resultado del análisis de suelo para el lote experimental # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.

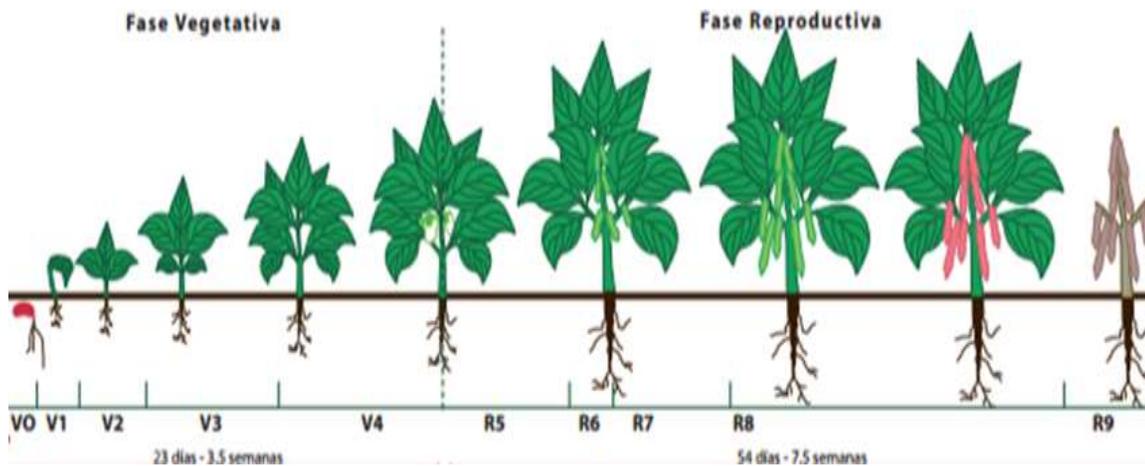
Código Interno lab.	Muestra	pH+ (H2O)	M.O. g/100g	N total	P	K	Ca	Mg	Na
15 - S - 0234	Nicolás 4to	6.38	1.87	0.09	101	413	1861	172	34
	Rango Medio		2.00	0.20	13	8.79	77.25	11.90	1.23
			4.00	0.50	30	Alto	Alto	Bajo	Adecuado

Anexo 2. Plan de fertilización (15-S-0234) para el ciclo evaluado, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.

Fertilizantes	A la siembra o 15 días después de la siembra	A los 45 días después de la siembra	Total kg/ha
	Kilogramos/hectárea		
Urea	97.4	32.4	129.8
DAP (18-46-0)	32.3	N/F	32.4
Sulfato de potasio	32.6	32.5	64.9
KCL	N/F	32.6	32.5
K-Mag	51.9	77.8	129.8

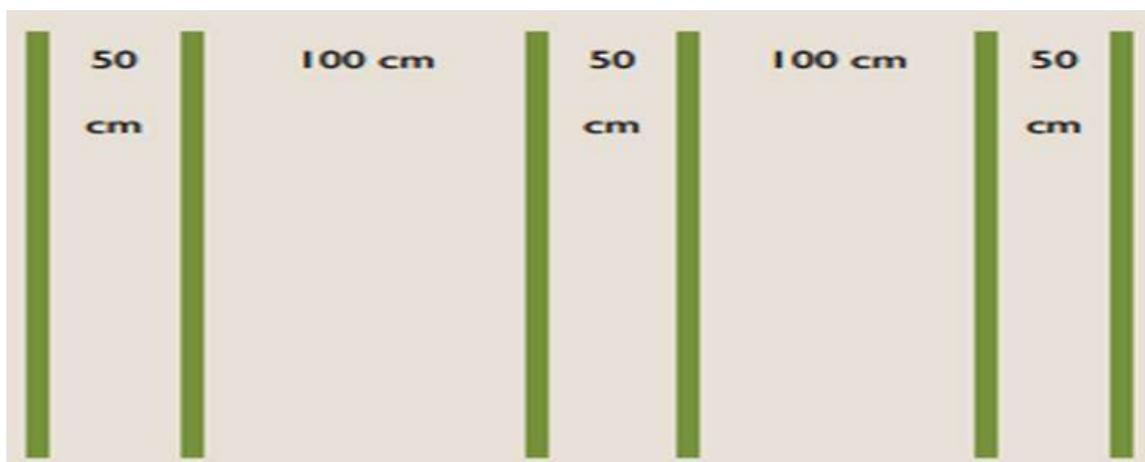
N/F = No se fertilizó, según recomendaciones del laboratorio de suelos.

Anexo 3. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol común, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.



Fuente: (RED SICTA 2009).

Anexo 4. Arreglo espacial de siembra utilizado por el estudio, en el lote # 14, zona # 2, EAP, Zamorano, Honduras.



Fuente: (Lardizábal *et al.* 2013).