

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACIÓN DE LAS LÍNEAS MEJORADAS DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*) ROJO DE SEDA VS CRIOLLO EN CUATRO LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE OLANCHO

POR:

JOSE ALFREDO OSEGUERA ALVAREZ

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**



CATACAMAS OLANCHO

HONDURAS C.A

DICIEMBRE 2013

**EVALUACIÓN DE LAS LÍNEAS MEJORADAS DE FRIJOL COM-
MUN (*Phaseolus vulgaris*) ROJO DE SEDA VS CRIOLLO EN CUA-
TRO LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE OLANCHO**

POR:

JOSE ALFREDO OSEGUERA ALVAREZ

ELIO DURÓN ANDINO, Ph.D

Consejero Principal

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA PREVIO
A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO**

CATACAMAS OLANCHO

HONDURAS C.A

DICIEMBRE 2013

DEDICATORIA

Dedico el esfuerzo y realización de este trabajo de investigación a Dios por darme vida, guiarme, iluminarme y protegerme durante toda mi carrera.

A mí querida abuela:

Rosa Álvarez quien me enseno sobre la vida y el trabajo, los valores que poseo y la voluntad de servir. Agradezco a Dios infinitamente porque aun esta con vida y lo seguirá estando en los corazones de mi familia y en los recuerdos de mi mente.

A mis queridos padres:

Elvia Rosa y Carlos Armando.

Por apoyarme siempre y brindarme todo lo necesario. Sería muy difícil por no decir imposible realizar mis logros sin su ayuda. Gracias.

A mis amados hermanos:

Carlos Armando y Meylin Selena

Gracias por regalarme sonrisas durante el tiempo que pasamos juntos, con ustedes comprendí que la vida es más que una simple rutina. Los amo.

A mis tías y tíos:

María Isabel, Juana Rosa, Armando, Miguel Ángel (QDDG), Federico (QDDG), Benjamín (QDDG) y Cesar (QDDG).

Gracias por cultivarme y compartir momentos que jamás olvidare mientras viva, por el esfuerzo que hacen y hacían, son ejemplo a seguir de mi parte. Gracias.

A mis primos y amigos y a todas aquellas personas que me ayudaron

Amigos de la ® y amigos de la clase Kayros

Gracias por ayudarme y estar en disposición todo el tiempo, durante estos largos y benditos años aprendimos y compartimos muchas cosas que jamás olvidaremos donde quiera que vayamos. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la vida, la fuerza, la salud, la sabiduría y el destino de ser parte de esta universidad y darme la iluminación para solucionar los problemas y los obstáculos que se presentaron.

A la Universidad Nacional de Agricultura

Por darme la oportunidad de conocer la ciencia y apasionarme por la agricultura, por ser el escenario de los mejores momentos en mi vida de estudiante.

A mis padres y hermanos

Por brindarme su apoyo en todo momento que con mucho esfuerzo me ayudaron a seguir adelante siempre.

A mi asesor principal:

Ph.D. Elio Durón Andino

Gracias Doctor, por ser mi amigo, por compartir su sabiduría conmigo y mis compañeros, son lecciones que vamos a recordar siempre, aquellas cuando estuvimos bajo su mando en el campo.

A mis asesores

M.sc. Esmelyn Obed Padilla y Msc. Carlos Amador

Por todos sus aportes durante la realización de este trabajo y durante todo mi estudio universitario de verdad son personas muy buenas.

A mis amigos (as) y todas aquellas personas que me ayudaron

A: Hanna, Cristy, Perla, Owin, Pascual, Reconco, la “Madriguera”, “Los frijoleros”, Ricardo, Narciso, gracias amigos.

A todas aquellas personas que trabajan en el área del comedor, transporte, lavandería, biblioteca y a los que trabajan en el campo, gracias por su contribución les agradezco de todo corazón

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos.	2
III. REVISION DE LITERATURA.....	3
3.1 Producción e importancia del cultivo de frijol en Honduras	3
3.2 Limitantes en la producción de frijol	4
3.2.1 Daño por plagas y enfermedades	5
3.3 Importancia del uso de variedades mejoradas	6
3.4 Interaccion genotipo-ambiente.....	7
3.5 Investigaciones realizadas utilizando variedades de frijol mejorado.....	8
3.6 Variedades de frijol “Rojo de Seda”	9
3.6.1 Características	9
3.6.2 Evaluaciones	10
IV. MATERIALES Y METODOS.....	11
4.1 Localización del experimento	11
4.2 Materiales y equipo.....	11
4.3 Establecimiento de las pruebas de agricultores	11
4.4 Parcela Experimental	11
4.5 Diseño del experimento	11
4.6 Manejo del cultivo	12

4.6.1 Preparación del terreno	12
4.6.2 Siembra	12
4.6.3 Control de malezas.....	13
4.6.4 Fertilización	13
4.6.5 Control de plagas	13
4.6.6 Cosecha	13
4.7 Variables evaluadas	13
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
5.1 Características agronómicas de las variedades a través de las localidades.....	17
5.1.1 Altura de planta.....	19
5.1.2 Días a floración	21
5.1.3 Días a madurez fisiologica	21
5.1.4 Daño por enfermedades	22
5.2 Componentes del rendimiento	23
5.2.1 Numero de vainas por planta	25
5.2.2 Granos por vaina	29
5.2.3 Peso de 100 granos.....	31
5.2.4 Rendimiento.....	28
5.3 Analisis de correlaciones	32
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	34
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	35
IX. ANEXOS.....	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro

1. Altura de planta, días a floración y días a madurez fisiológica de las líneas de frijol mejoradas y en las diferentes localidades donde fueron evaluadas.....18
2. Promedios de los componentes del rendimiento de las líneas de frijol mejorado y las diferentes localidades donde fueron evaluadas.24
3. Promedios de rendimiento de las variedades.30
4. Análisis de correlaciones31

LISTA DE FIGURAS

Figura

1. Interacción localidad-variedad para la variable de altura de planta.....	19
2. Interacción localidad-variedad para la variable días a floración.	20
3. Promedios de días a madurez fisiológica de las variedades mejoradas.	21
4. Interacción localidad-variedad para la variable de vainas por planta.	25
5. Promedio de vainas por planta de las variedades evaluadas	26
6. Interacción localidad- variedad para la variable granos por vaina	27
7. Promedios de granos por vaina de las variedades mejoradas de frijol	27
8. Interacción localidad- variedad para la variable de Peso de 100 granos	28
9. Promedios de rendimiento en las localidades donde fueron evaluadas las líneas de frijol.....	28
10. Promedios de rendimiento de las líneas mejoradas de frijol.....	29
11 Interacción localidad-variedad para rendimiento de frijol.....	30

LISTA DE ANEXOS

Anexo

1	Análisis de varianza para las variables de altura de planta, días a madurez fisiológica, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento para los tratamientos de frijol..	39
2.	Escala general para medir la severidad de enfermedades en el cultivo de frijol.	41
3	Cartilla colorimétrica (Hunter 2004)	42
4	Croquis para la toma de datos de las variables.	42
5	Mapa de Olancho donde están ubicados los ensayos de validación.	43
6	Etapas de desarrollo del cultivo de frijol	44
7	Épocas de aparición de plagas.	44
8	Épocas de aparición de enfermedades durante el ciclo del cultivo de frijol	45
9	Libro de campo	46

Oseguera Alvarez, JA 2013. Evaluación de las líneas mejoradas de frijol común Rojo de Seda (*Phaseolus vulgaris L.*) vs el testigo criollo en cuatro localidades del departamento de Olancho. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura 49 pag.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el potencial agronómico, de adaptación y rendimiento de las variedades de frijol común “Rojo de seda mejorado 1, 2 y 3” versus el testigo “Rojo de Seda Criollo (RSC)”, en la época de primera. Las localidades o ambientes fueron la Estación Experimental de la UNA, Wingle, El Boquerón y Silca. Se evaluó el rendimiento y sus componentes: número de vainas por planta, número de granos por vaina, y peso de 100 granos. Hubo diferencia altamente significativa ($P<0.01$) entre las variedades para las variables altura de planta, días a floración y días a madurez fisiológica. La interacción fue altamente significativa para altura de planta, y para días a floración ($P<0.05$), no hubo diferencia estadística para días a madurez fisiológica. Los resultados demostraron que hubo alta significancia ($P<0.01$) para las variables de vainas por planta, granos por vaina y peso de 100 granos para los tratamientos y la interacción, lo que demuestra que los genotipos fueron altamente influenciados por la interacción genotipo x ambiente y se expresaron de manera distinta a través de las localidades. En cuanto a rendimiento hubo diferencia altamente significativa entre las variedades y para la interacción. Los promedios generales de rendimiento para las localidades antes mencionadas fueron de 1971.6, 1084, 547.2, 370.3 kg ha⁻¹ respectivamente. Los promedios de rendimiento obtenidos para las variedades RSM1, RSM2, RSM3, RSC fueron: 1072.1, 1071.7, 1084.1, 746 kg ha⁻¹ respectivamente. Las variedades mejoradas presentaron hábito de crecimiento indeterminado tipo II, fácil arranque, y alta resistencia al virus del mosaico común, además resistencia intermedia a la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), antracnosis (*colletotrichum lindemuthianum*) y bacteriosis común (*Xanthomonas campestris*), siendo la variedad criolla susceptible a estas. Las variedades mejoradas presentaron un color de grano muy similar al de la variedad criolla que alcanza los mejores precios en el mercado debido a su tono de color rojo claro.

I. INTRODUCCIÓN

Se sugiere que hace aproximadamente 8 mil años surgió en Mesoamérica el ancestro del frijol, planta que gracias a todo ese periodo de evolución manifiesta hoy día una gran diversidad de tipos y calidades que, de manera general, se conocen como frijol. El frijol común destaca por su importancia socioeconómica y por la superficie destinada para la siembra y la producción en grano.

Particularmente en Honduras, la producción de granos básicos es la actividad más importante de los pequeños agricultores que siembran, con el propósito fundamental de garantizar la seguridad alimentaria de la familia rural y son el soporte de la economía familiar del campo. Es el componente principal de la dieta tradicional y una de las fuentes de proteína más barata y de fácil acceso para una gran proporción de los pobladores del país, así como en otras regiones de Centro América (Rosas *et al* 1991.)

Representa el segundo grano básico en importancia nacional después del maíz, por el volumen de producción, por su contribución al valor agregado agrícola y por la superficie que cubre. Las preferencias del consumidor hondureño están basadas principalmente en el color, tamaño del grano, sabor y tiempo de cocción.

La productividad del frijol se ve afectada por diversos factores como la poca disponibilidad de agua, la siembra en suelos marginales, la pobre corrección de deficiencias nutricionales, condiciones climáticas adversas, enfermedades y plagas, además del difícil acceso a variedades mejoradas y la utilización de tecnologías tradicionales, así mismo debido a la falta de recursos económicos por la población, el uso de insumos es muy bajo, la disponibilidad de tierra es casi imposible y el nivel de educación es bajo y muy difícil de obtener.

II. OBJETIVOS

2.1 General

- Evaluar el potencial agronómico, de adaptación y rendimiento de las líneas de frijol común mejoradas bajo la interacción genotipo-ambiente frente al testigo criollo.

2.2 Específicos

- Describir el comportamiento agronómico de las variedades mejoradas en cuanto a los días a flor, madurez fisiológica, tolerancia a plagas y enfermedades, adaptación.
- Determinar los componentes del rendimiento de las tres líneas de frijol de grano rojo mejorado, frente a la variedad criolla, mediante la interacción genotipo - ambiente.
- Determinar el rendimiento de las tres líneas de frijol de grano rojo mejorado, frente a la variedad criolla a través de la interacción genotipo – ambiente.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Producción e importancia del cultivo de frijol en Honduras

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes en la dieta de los hondureños, especialmente en familias de escasos recursos. Dentro de los granos básicos, el frijol ocupa el segundo lugar después del maíz y se estima que el consumo *per cápita* promedio de frijol para el periodo de 1998 al 2008 fue de 9.1 kg/persona/año, el cual tiende a mantenerse casi estable según datos de la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG), quienes también afirman que los departamentos de Olancho, El Paraíso y Francisco Morazán aportan el 52% de la producción total de frijol a nivel nacional; El 48% lo conforman el resto de los departamentos siendo los de la región Sur los más bajos con 3%.

Puede decirse que este grano se considera un elemento difícilmente sustituible en la dieta de la familia hondureña cuya preferencia está basada principalmente en: el color, tamaño del grano, sabor y el tiempo de cocción por parte de los productores, vendedores y amas de casa (Dicta 2002).

El fríjol es una leguminosa cuyo grano es una fuente de alimentación proteica de gran importancia, este grano contiene 22% de proteínas de alta digestibilidad, es un alimento de alto valor energético, contiene alrededor de 70% de carbohidratos totales y además aporta cantidades importante de minerales (Ca, Mg, Fe), Vitaminas A, Tiamina entre otras, es importante porque al ser una leguminosa tiene la cualidad de realizar la actividad simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (*Rhizobium phaseoli*) lo cual contribuye gratuitamente a mejorar la fertilidad del suelo. (Valladares C.A, 2010).

3.2 Limitantes en la producción de frijol

Entre los factores limitantes de la producción de frijol en Honduras se incluyen principalmente los daños causados por varias enfermedades e insectos, condiciones de suelo de baja productividad, y lluvias insuficientes en la época de "postrera", cuando se concentra la mayor área cultivada con este cultivo (Adams, 1984, citado por Rosas, 1991).

En América Latina, el frijol se cultiva en diferentes tipos de suelo con diversas deficiencias nutricionales, que limitan el desarrollo de la planta y su rendimiento. En América Central, el frijol generalmente se cultiva en zonas montañosas donde predominan suelos con deficiencias de nitrógeno y especialmente de fósforo (Howard et al, 1980). Dirks *et al* (1981) y Wilson *et al*. Señalaron que, aunque el crecimiento de un cultivo es afectado por un grupo complejo de factores ambientales, los de mayor impacto son: la radiación fotosintéticamente efectiva, temperatura estacional, concentración de CO₂ y la precipitación pluvial. De estos cuatro factores, el agua puede considerarse el primero en importancia y es el más determinante en la producción agrícola.

El fósforo tiene un papel importante en muchos procesos fisiológicos, principalmente durante la germinación y desarrollo de la plántula, desarrollo radicular, fecundación e inicio de la fructificación (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 2000).

Las plantas afectadas por una escasez marcada de fósforo, presentan retardo en su crecimiento y la mayoría de los investigadores han concluido que la deficiencia de fósforo retarda la maduración y el inicio de la floración, las plantas deficientes tienen menos de 0.35% de este elemento en las hojas (Cardona 1982, citado por Peña 2002). Se estima que más del 90% de la producción mundial de frijol se obtiene bajo condiciones de estrés causadas por los efectos combinados de estos factores, resultando en severas pérdidas económicas (Singh 1991, citado por Valentinetti 2012).

El número de granos por vaina es un carácter que al igual que el número de vainas por plantas no solo es afectada por una deficiente fertilización y condiciones ambientales desfavorables, si no que las enfermedades y plagas es el otro factor que afecta principalmente en la etapa de llenado de grano (Corrales 1990, citado por acosta 2012).

3.2.1 Daño por plagas y enfermedades

El frijol es atacado por una gran cantidad de organismos fitopatógenos y plagas, y la importancia de estos organismos está determinada por las pérdidas económicas que produce su magnitud dependiendo de su frecuencia, así como también de la severidad del daño ocasionado durante cada ciclo del cultivo. Entre las principales plagas están: la diabrotica (*Diabrotica spp.*), la gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), el lorito verde (*Empoasca spp.*), la babosa (*Sarasinula plebeia*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y áfidos (*Aphis*).

La mosca blanca es un insecto chupador que se ha convertido en la plaga de mayor importancia económica del frijol, causándole daño por la transmisión del Virus del Mosaico Dorado a las plantas, este es el patógeno viral más importante de este cultivo, además requiere de un manejo complejo que es difícil de realizar. Actualmente las nuevas variedades han sido mejoradas genéticamente para que se adapten a estas condiciones. (EDA 2010).

Las enfermedades afectan de manera importante la producción del cultivo de frijol, reduciendo en gran parte su rendimiento. Dentro de las enfermedades más dañinas en Honduras se encuentran las causadas por los virus del mosaico común (VMCF) y mosaico dorado (VMDAF) del frijol, la mustia hilachosa es causada por el hongo *Thanatephorus cucumeris*, se presenta en el cultivo cuando tiene condiciones de alta humedad relativa, alta precipitación y con temperaturas del suelo más altas que lo normal; La Mancha Angular producida por (*Phaeoisariopsis griseola*) es una enfermedad ampliamente distribuida en zonas tropicales y subtropicales, es además considerada como una de las enfermedades que más pérdidas causa. El patógeno puede ser transportado por semilla contaminada y es capaz de vivir entre 5 y 18 meses en los residuos de cosechas infectados que permanecen en el suelo. (Castaño y Zapata 1994). Según Rosas 1998, la mancha angular individualmente puede causar pérdidas en rendimiento desde 40 hasta el 100%.

3.3 Importancia del uso de variedades de frijol mejoradas.

Existen muchas variedades de frijol tanto criollas como mejoradas. En los dos tipos de variedades existe una gran variabilidad genética pero esta es mayor en las de tipo criollo ya que la mezcla de genotipos garantiza una mayor estabilidad debido a diferentes grados de resistencia y tolerancia a un patógeno, o plaga, así como a la sequía, además el prolongado tiempo de uso en una determinada región. (CIAT, 1992). Las variedades criollas han sido seleccionadas por nuestros agricultores de manera empírica a través de sus cosechas seleccionando aquella semilla que de acuerdo a su criterio les proporcionaran los mejores rendimientos (Cardona 1982, citado por Peña, 2002).

Una variedad mejorada está constituida por una línea pura o una población de líneas, que han sido seleccionadas por sus características superiores en relación a las variedades criollas o comerciales mejoradas mediante métodos de selección (CIAT, 1992)

Según Rosas (2003) el uso de variedades mejoradas incrementa los rendimientos y ayuda a reducir las pérdidas causadas por la alta incidencia de enfermedades y plagas, los efectos de falta o exceso de lluvia, y las malas condiciones nutricionales de los suelos. También menciona el hecho de que para la producción de frijol en zonas altas e intermedias es recomendable el uso de variedades mejoradas por las siguientes ventajas:

- La resistencia genética y la buena arquitectura ayudan a reducir la incidencia y daños causados por enfermedades producto de bacterias, hongos y virus.
- La arquitectura erecta (tipo arbolito) y guía, facilita las labores de control de malezas y plagas así como también el arranque de las plantas durante la cosecha.
- Debido a su hábito de crecimiento arbustivo indeterminado (tipo II), las variedades mejoradas presentan un período de floración más corto, lo que permite un control más efectivo de plagas.

3.4 Interacción genotipo-ambiente

El ambiente es fundamental por su impacto productivo y porque permite a la genética una máxima expresión. Un requisito indispensable para abordar un estudio de la interacción genotipo x ambiente es que el material vegetal bajo estudio muestre una gran heterogeneidad genética. La inclusión de caracteres morfológicos y fisiológicos de los materiales a evaluar, así como las condiciones ecológicas y del cultivo, en los métodos y modelos de análisis contribuye a una interpretación más correcta de la naturaleza de la interacción genotipo ambiente (Aulicino, 1997 citado por Zepeda, 2009)

Rosas *et al* (2000) en las últimas décadas los enfoques utilizados por los programas de mejoramiento han sido enfatizados en la generación de cultivares con una base genética más amplia y mayor adaptación regional. Algunas variedades y germoplasma mejorados poseen una base genética adecuada que les confiere mayor adaptación y potencial de rendimiento, así como mayor resistencia a enfermedades y factores abióticos, que las variedades criollas. Lamentablemente, los beneficios derivados del empleo de variedades mejoradas están frecuentemente limitados por sistemas deficientes de disseminación y el reducido acceso de los agricultores a semilla de alta calidad. En otros casos, las variedades mejoradas no son adoptadas debido a su inferior calidad de grano con respecto a las variedades criollas, o la falta de adaptación a los sistemas de producción de bajos insumos usados por los pequeños productores.

La aplicación de metodologías de Fitomejoramiento participativo (FP) ha sido sugerida como una valiosa alternativa para facilitar el acceso a los agricultores a materiales mejorados con una base genética más amplia, así como la aplicación de procesos de selección y validación para el desarrollo de cultivares más productivos y estables, adaptados a sus condiciones agroecológicas específicas y con mejor aceptación de consumo y comercial. Al seguir procesos de FP, fitomejoradores y agricultores desarrollan cultivares a partir de poblaciones segregantes bajo ambientes metas específicos.

3.5 Investigaciones realizadas utilizando variedades de frijol mejorado.

En el país se han obtenido resultados positivos utilizando variedades mejoradas que han aumentado el rendimiento con respecto al testigo criollo. Lemus (2009) logró promedios de 919.5 kg ha⁻¹, para la variedad Amadeus 77, Escoto (2009) obtuvo un promedio para la variedad Deorho de 818.29 kg ha⁻¹ y 976.85 kg ha⁻¹ para la variedad Amadeus. Reyes (2005) ostenta un promedio de 808.1 kg ha⁻¹ para la variedad Amadeus. Morazán (2007) obtuvo un rendimiento promedio de 1531 kg ha⁻¹ para la variedad Deorho y Vásquez (2005) la variedad Amadeus 77 alcanzó un rendimiento de 1370 kg ha⁻¹. En general los promedios nacionales andan

Núñez (2003) realizó un estudio en la microcuenca del Río Olancho utilizando las variedades: Amadeus, Carrizalito 77 y la variedad criolla Rosita obteniendo un rendimiento promedio de 2975, 2364.8 y 2357 kg ha⁻¹ respectivamente. Destaca la aceptación de los productores por estas variedades que presentan un color de grano agradable además de la resistencia a plagas y enfermedades que cada variedad mostró durante cada ciclo del cultivo.

Godoy (2002) demostró que la variedad Amadeus 77 obtuvo un promedio de días a floración de 34.5 días y los días a madurez fisiológica fueron de 66.75 días. El promedio de vainas por planta fue de 7.8 y de granos por vaina 5.57 obtuvo rendimientos de 1370 kg ha⁻¹.

3.6 Variedades de frijol tipo “Rojo de Seda”

Las variedades “Rojo de Seda Mejorado 1”, “Rojo de Seda Mejorado 2” y “Rojo de Seda Mejorado 3” fueron desarrolladas por los Programas de Frijol de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y el DICTA/SAG de Honduras mediante las cruces Amadeus 77 // Amadeus 77/ Rojo de Seda, usando el método de retrocruza/autofecundación.

Durante su proceso de selección en familias a partir de poblaciones segregantes y su evaluación como líneas avanzadas, se manejaron con los códigos de líneas mejoradas IBC 306-55, IBC 306-95, IBC 306-97, respectivamente.

Estas variedades de frijol rojo provienen de un grupo de materiales promisorios que poseen buena adaptación y rendimiento en diversos ambientes de Honduras y Centro América. Son resistentes a los virus del mosaico dorado amarillo y mosaico común del frijol, y otras enfermedades; y poseen un grano similar a la variedad criolla “Rojo de Seda” de El Salvador.

3.6.1 Características

Estas tres variedades de frijol rojo son resistentes al virus del mosaico dorado amarillo y virus del mosaico común, y poseen excelente potencial de rendimiento y buena adaptación a las condiciones que predominan en zonas bajas tropicales, incluyendo tolerancia al calor y a la sequía.

Las tres poseen hábitos de crecimiento arbustivo indeterminado tipo II, con guía corta-intermedia. Son de madurez temprana a intermedia, que alcanzan la floración a los 36-39 días, y la madurez fisiológica a los 66-68 días.

El color del grano es rojo claro, similar a la variedad criolla “Rojo de Seda”. La calidad del grano es muy buena en cuanto al sabor, la consistencia y el tiempo de cocción.

3.6.2 Evaluaciones

Durante 2006-10, las variedades mejoradas de frijol Rojo de Seda Mejorado I, II, y III, estuvieron entre las mejores líneas avanzadas en las evaluaciones de viveros y ensayos regionales de adaptación y rendimiento (VIDAC, VIROS, y ECAR de grano rojo), conducidos en la región de Centro América y El Caribe.

En Honduras han sido evaluadas en colaboración con el DICTA/SAG y CIALES, a través de ensayos de validación durante el 2008-2010 en comparación con testigos criollos y mejorados, y en ambientes diversos de las zonas productoras de frijol.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización del experimento

Se establecieron cuatro parcelas de experimentales en fincas de agricultores, distribuidos en las localidades de la UNA y Wingle El Boquerón y Silca, todos pertenecientes al departamento de Olancho, el trabajo se realizó a mediados del mes de julio durante la siembra de primera año 2013.

4.2 Materiales y equipo

Para el desarrollo de este trabajo fue necesario:

Semilla de líneas mejoradas de frijol común (RSM I, RSM II, RSM III), y material criollo (Rojo de seda criollo RSC), cabuya, estacas, cinta métrica, insecticidas, fertilizantes, equipo de aplicación, machete, azadón, balanza, probeta, material de oficina, transporte.

4.3 Establecimiento de las pruebas de agricultores

El trabajo se desarrolló en las parcelas y bajo las condiciones de los productores, utilizando el sistema de siembra, prácticas de manejo del cultivo y de la cosecha predominantes en la comunidad o región considerando siempre su importancia en el proceso de validación.

4.4 Parcela Experimental

Cada parcela experimental consistió en 7 surcos por 10 metros de largo. El área total experimental de la prueba de agricultores fue de 198 mts².

Las distancias de siembra utilizadas para esta prueba fueron: 60 cm entre hilera o surco y 10 cm entre planta, este arreglo espacial permitió obtener una densidad aproximada de 166,666 plantas por hectárea.

4.5 Diseño del experimento

Los tratamientos evaluados fueron:

T1	Rojo de seda I
T2	Rojo de seda II
T3	Rojo de seda III
T4	Rojo de seda criollo

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar. El modelo lineal utilizado fue:

$$X_{ij} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

$i = 1 \dots T$ (variedad)

$j = 1 \dots r$ (repeticiones)

Dónde: X_{ij} = variable aleatoria observable

μ = media general

B_j = efecto del j -ésimo bloque

T_i = efecto de la variedad de fríjol

E_{ij} = efecto del error experimental

4.6 Manejo del cultivo

4.6.1 Preparación del terreno

Las parcelas de validación se instalaron en las fincas de los productores de las diferentes localidades y se preparó el terreno utilizando las técnicas tradicionales basadas en las capacidades económicas y disponibilidad de los propios productores.

4.6.2 Siembra

La siembra se realizó entre las últimas semanas de junio y las primeras de julio. Esta actividad se ejecutó de forma manual con chuzo, depositando la semilla a una relación 2:1 por postura a 10 cm entre planta y 60 cm (166,666 plantas/ha), en el caso de que se encontró condiciones climáticas que afectaron a los tratamientos se procedió a realizar una resiembra, a los 20 días se realizó un raleo, dejando las plantas más vigorosas para que el experimento fuera más uniforme.

4.6.3 Control de malezas

Para el control de malezas se realizó tres limpiezas, dos fueron químicas y una en forma manual. Un día después de siembra se aplicara Glifosato (Roundup) con dosis de 150 gr / bomba de aspersión de 16 lt, a los 12 días después de la siembra se realizó una limpieza manual con (azadón), posteriormente se utilizó un control químico a los 19 días donde se utilizó Propanoato arilico fluazifop P – Butil (fusilade) con dosis de 75 cc/bomba de 16 lt, y finalmente a los 35 días se realizó un control manual (azadón).

4.6.4 Fertilización

La cantidad de fertilizante que se utilizó es de 130 kg ha^{-1} de 18 - 46 - 0, con lo cual se aportó una cantidad de 23.4 kg de N, 59.8 kg de P_2O_5 , 0 kg de K por hectárea, esta cantidad de fertilizante se utilizó en las parcelas de frijol cuando comenzó la etapa de R5.

4.6.5 Control de plagas

Para el control de plagas se utilizó el método químico aplicando insecticida Piretroide- lambda-cyhalothrin (Karate Zeon), en dosis de 20 cc/bomba de aspersión de 16 lt, para controlar el lorito verde (*Empoasca spp.*), tortuguillas (*Diabrotica sp* y *Cetocema sp*).

4.6.6 Cosecha

La actividad de cosecha se realizó de forma manual en cada parcela cuando el cultivo alcanzo la madurez fisiológica, mostrando algunas características como: defoliación casi en un 80% de las plantas, vainas secas y sin color, se amarraron las plantas en manojos y se etiqueto cuidadosamente cada tratamiento para luego ser puestos a secar colgados de manera tradicional bajo el sol.

4.7 Variables evaluadas

Se evaluó el comportamiento de las variedades en las etapas de desarrollo de llenado de vainas (R8) y madurez fisiológica (R9), considerando su reacción a enfermedades y plagas, adaptación.

4.7.1 Enfermedades y plagas (R8)

La respuesta a la incidencia de enfermedades y/o plagas se cuantifico utilizando la escala de severidad del CIAT (1 a 9, donde 1= altamente resistente, 9= muy susceptible) (anexo 1).

4.7.2 Hábito de crecimiento

Esta variable se evaluó de forma visual de acuerdo a la siguiente clasificación

Tipo I: Determinado arbustivo

Tipo II: Indeterminado arbustivo

Tipo III: Indeterminado postrado

Tipo IV: Indeterminado trepador

Esta clasificación se desarrolló en la etapa de floración tomando 10 plantas al azar

4.7.3 Días a floración

Estos datos se obtuvieron con el conteo de los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas del área útil presentaron por lo menos una flor abierta en cada planta.

4.7.4 Días a madurez fisiológica

Se efectuó contando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 95% de las plantas de las parcelas presentaron vainas secas o cambios en su coloración y las hojas una coloración amarilla.

4.7.5 Altura de planta

Esta variable se obtuvo tomando una muestra al azar de 10 plantas de la parcela útil y se midió en cm desde el nivel del suelo hasta el borde del ápice de la guía más larga o hasta la última flor de la guía en la etapa de formación de vainas.

4.7.6 Número de vainas por planta

Se tomó una muestra al azar de 10 plantas por línea-variedad dentro de la población total de cada parcela, luego se procedió al conteo del número de vainas por plantas y vainas vanas, para obtener un promedio.

4.7.7 Número de granos por vaina

De las 10 plantas seleccionadas se procedió a desgranar las vainas de todas las plantas para obtener un número promedio de granos por vaina de las variedades.

4.7.8 Rendimiento

Para la variable de rendimiento se pesó el grano después del aporreo y soplado, luego se midió el porcentaje de humedad y los datos se convirtieron a kg/ha^{-1} mediante la fórmula:

$$\text{kg ha}^{-1} = \frac{\text{PC} \times 10,000}{\text{Área útil}} \times \frac{100 - \% \text{HC}}{100 - 13\%}$$

PC: Peso de campo

HC: Humedad de campo

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Características agronómicas de las variedades a través de las localidades

Los promedios de altura de planta, días a floración y días a madurez fisiológica, de todas las líneas a través de las localidades se muestran en el Cuadro 1. De acuerdo con los datos obtenidos existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos donde los resultados para altura de planta, días a floración y días a madurez fisiológica favorecen en términos de manejo y precocidad a las líneas mejoradas. La interacción localidad-tratamiento solo las variables altura de planta, y días a floración presentaron diferencia altamente significativa (Figura 1), (Figura 2), y no se presentó diferencia significativa para la variable de días a madurez fisiológica entre las localidades pero si entre las variedades.

Los resultados del análisis de varianza para las características agronómicas indican que los genotipos son estrictamente influenciados por el ambiente, y que se expresaron de acuerdo a las condiciones de cada localidad, el hecho de que la interacción haya sido altamente significativa es indicador de que las líneas se expresaron de acuerdo a la influencia de los factores como ser el suelo, ambiente y otros factores de origen natural existentes en la zona. Los coeficientes de variación están en un nivel aceptable y son desde la perspectiva del manejo de los experimentos a nivel de campo buenos. En lo que concierne a los coeficientes de determinación estos también están en un nivel aceptable, indican pues que el modelo explica la mayor parte de la variabilidad que se observa en las variables evaluadas en cada localidad.

La precipitación pluvial que se presentó durante el tiempo del experimento asumió un papel importante en la expresión de las variedades utilizadas, ya que fue desigual en las diferentes localidades mostrándose sequías en Silca y El Boquerón durante las etapas vegetativas y primeras etapas reproductivas, para luego soportar lluvias intensas favoreciendo el desarrollo de patógenos y complicaciones durante la cosecha. Según Hsiao *et al.*, (1983), el estrés por sequía, causado por la

baja disponibilidad de agua en el suelo, modifica negativamente la productividad del frijol, Chávez (2005) menciona que se puede considerar favorable una cantidad de lluvia entre los 255 mm y 385 mm mensuales, para obtener una buena cosecha, distribuidas en las diversas fases fenológicas del cultivo. Rosales *et al.*, (2000) menciona, que cuando los periodos de sequía inciden durante la etapa reproductiva, es común observar una importante disminución en los rendimientos y hasta la pérdida total de la producción. Los resultados obtenidos para ambas localidades nos demuestran que los materiales no tuvieron las condiciones ideales para el desarrollo y su efecto se ve reflejado en la respuesta que tuvieron. Es importante mencionar que las localidades de la UNA y Wingle están muy cerca geográficamente y las condiciones climáticas podrían ser similares, la respuesta de adaptación por los genotipos fue superior en estas localidades expresándose buenos resultados.

Cuadro 1. Altura de planta, dias a floración y dias a madurez fisiológica de las líneas de frijol mejoradas y en las diferentes localidades donde fueron evaluadas.

Localidad	Altura (cm)	Dias a floración	Dias a madurez fisiológica
La UNA	78.2 a ¹	36 a	65.5 a
Wingle	77.9 a	36 a	66.7 a
El boquerón	61.4 b	34 b	66.7 a
Silca	51.9 c	35 b	66.5 a
Media general	67.36	35.25	66.35
Tratamiento			
RSM 1	52 c	34.5 b	65.25 b
RSM 2	66.23 b	35 b	66 b
RSM 3	44.055 d	35 b	66 b
RSC	107.15 a	37 a	68.25 a
Media general	67.36	35.37	66.37
	ANOVA		
Var	**	**	**
Loc * Trat	**	*	NS
R2	0.97	0.835	0.726
CV	9.07	2.85	1.03

CV= Coeficiente de variación

R²= Coeficiente de determinación

*= Significativo al 0.05

**= Altamente significativo al 0.01

NS= No significativo

Tratamientos con la misma letra no son diferentes estadísticamente.

⁽¹⁾= Prueba de tukey

5.1.1 Altura de planta

Los promedios de altura de planta para las localidades se muestran en la Figura 1. Las localidades que presentaron un mayor promedio de altura de planta fueron la UNA y Wingle los resultados fueron similares entre ambas localidades, con alturas promedio de 78.23 y 77.86 cm respectivamente, a diferencia de las localidades de El boquerón y Silca que obtuvieron promedios de 61.43 y 51.90 cm respectivamente. Los promedios de altura de planta para las líneas evaluadas se muestran en la Figura 1. La variedad criolla tuvo un promedio de 107.15 cm a través de las localidades, siendo de crecimiento postrado indeterminado tipo III. Las líneas mejoradas presentaron crecimiento indeterminado arbustivo tipo II con guía corta, cuya arquitectura erecta (tipo arbolito) y guía, facilita las labores de control de malezas y plagas así como también el arranque de las plantas durante la cosecha según Rosas (2003).

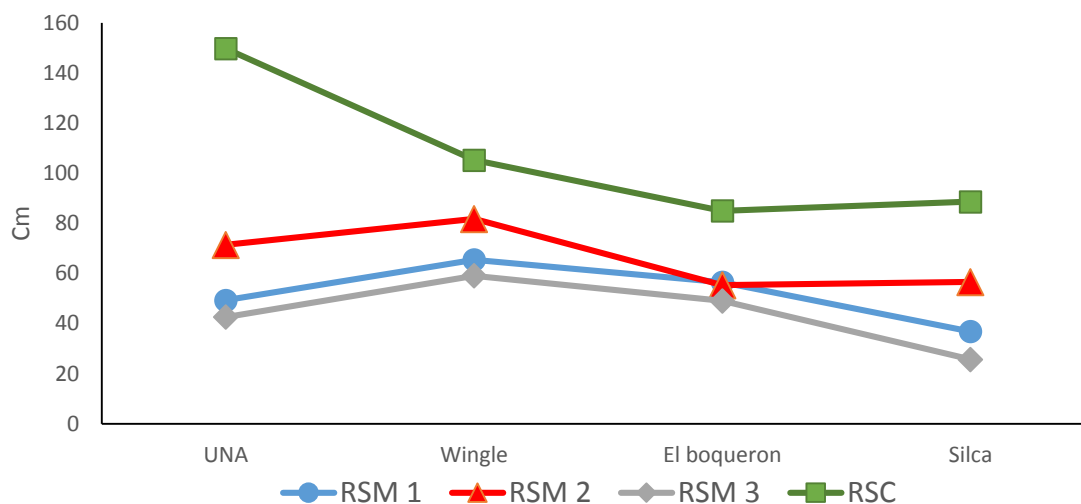


Figura 1. Interacción localidad-variedad para la variable de altura de planta.

Los resultados para altura de la variedad criolla concuerdan con los reportados por Vásquez, (2005) y Núñez, (2003) quienes describen que la variedad Rosita obtuvo promedios de altura 130 cm y 70 cm respectivamente. Es importante mencionar que la variedad criolla continuo creciendo durante la etapa de floración.

La interacción localidad – tratamiento fue altamente significativa, la Figura 1 nos muestra como la variedad criolla supera notablemente a las líneas mejoradas obteniendo el máximo porcentaje de altura a través de todas las localidades. La línea mejorada que obtuvo los menores promedios a través de todas las localidades fue el RSM 3 seguido del RSM 1 por muy poca diferencia, la variedad RSM2 se mostró superior en tres localidades.

5.1.2 Días a floración

La figura 2 nos muestra los promedios obtenidos para la variable de días a flor por parte de los tratamientos donde la variedad criolla fue la más tardía con 37 días promedio, Vásquez (2005) reporto un promedio de 40 días a floración para la variedad criolla. Debido a su hábito de crecimiento arbustivo indeterminado (tipo II), las variedades mejoradas presentan un período de floración más corto (Rosas 2003).

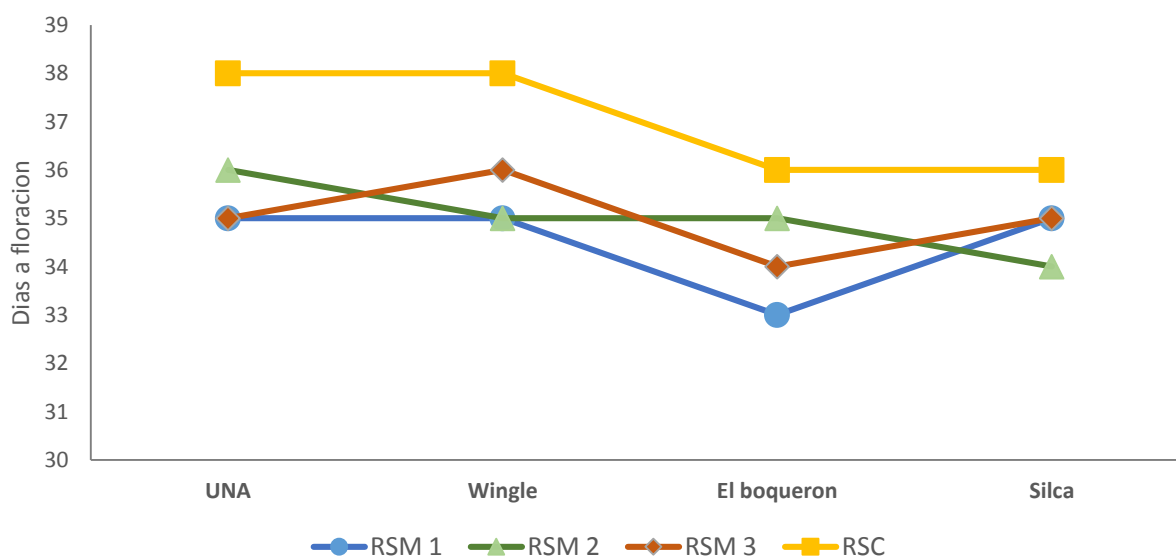


Figura 2. Interacción localidad-variedad para la variable días a floración.

La interacción fue significativa ($P \leq 0.05$) para esta variable y se muestra en la Figura 2. Las diferencias a través de las localidades sobre los días a floración son distintas entre las líneas mejoradas, la variedad criolla resulto ser la más tardía en todas las localidades también es de mencionar que la variedad criolla siguió en floración durante la etapa de llenado de vainas.

Singh (1991), menciona que el ajuste en el número de días al inicio de la floración y a la madurez, además de permitir la sincronización con la disponibilidad de humedad y la temperatura favorable, favorece incrementos en el rendimiento. El hecho de que en la localidad del boquerón obtuviera el menor promedio de días a floración fue talvez provocado por la sequía que se presentó. Graham y Ranilli, (1997) dicen que los frijoles son particularmente susceptibles a la sequía durante la floración, produciendo bastantes abortos florales y de las vainas que ocurren cuando hay escasez de agua, eso probablemente explica los bajos promedios obtenidos tanto en esta localidad como en Silca.

5.1.3 Días a madurez fisiológica

Las variedades mejoradas son más precoces que el testigo criollo (Figura 3), muy cerca de los resultados de Vásquez (2005), quien reporto un promedio de 71 días a madurez fisiológica, sin embargo Núñez (2003) y Rosas (2003) reportan un promedio que sitúa a la variedad criolla (58 días) considerablemente más precoz que las variedades mejoradas utilizadas durante este estudio incluso.

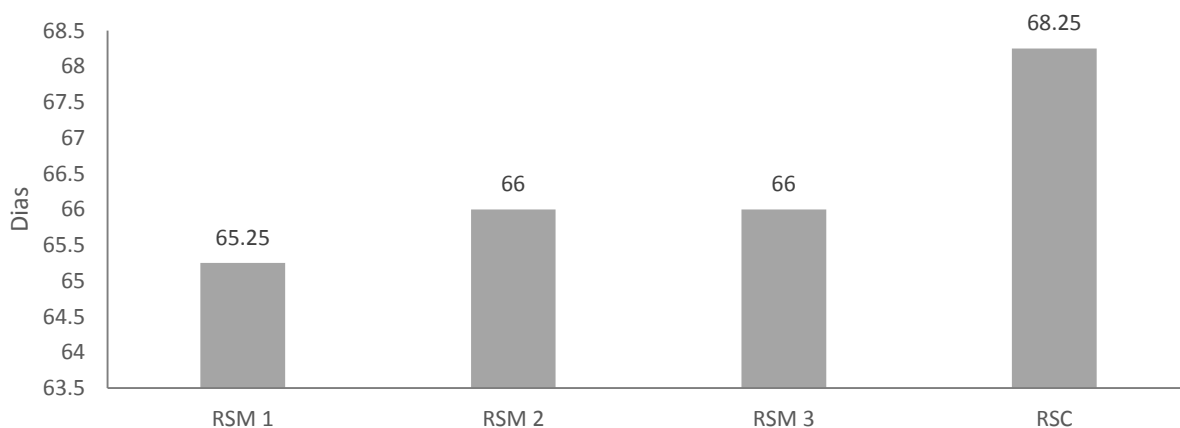


Figura 3. Promedios de días a madurez fisiológica de las variedades mejoradas.

5.1.4 Daño por enfermedades

Utilizando la escala del CIAT (1985), (Anexo 1), y mediante observación durante las diferentes etapas de los cultivares se determinó que la variedades mejoradas fueron altamente resistentes a la Mustia Hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), Roya (*Uromyces appendiculatus*). Se presentó resistencia intermedia a la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), antracnosis (*colletotrichum lindemuthianum*), tizón común (*Xanthomonas axonopodis*) y virus del mosaico común del frijol y virus del mosaico amarillo. La variedad criolla se mostró altamente susceptible al virus del mosaico común, bacteriosis común, mancha angular y roya coincidiendo con los resultados observados por, Núñez (2003) Rosas (2003), y Bejarano (2005), las variedades mostraron signos muy visibles del virus del mosaico amarillo del frijol lo que posiblemente demuestra el bajo rendimiento obtenido. En la actualidad, las variedades mejoradas poseen una base genética adecuada que les confiere mayor adaptación y potencial de rendimiento, y resistencia a las enfermedades y a los factores de estrés abiótico predominantes (Rosas 1999).

Beebe y Pastor-Corrales (1991) sugieren que hay más patógenos y ataques virulentos asociadas con la producción de frijol en América Latina y África, que los que se encuentran en las regiones productoras de USA y Europa.

5.2 Componentes del rendimiento

Los promedios obtenidos para los componentes del rendimiento de las líneas de frijol para las localidades se muestran en el Cuadro 2. De acuerdo con estos resultados existe diferencia altamente significativa para las variables vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento en las localidades, entre los tratamientos y la interacción localidad-tratamiento. Los promedios para los componentes del rendimiento de los tratamientos de frijol se presentan en el Cuadro 3.

El hecho de que la diferencia sea altamente significativa en todas las variables para la interacción localidad por tratamiento, nos demuestra que el genotipo de las variedades está estrechamente influenciado por el ambiente y su respuesta se refleja de acuerdo con las condiciones de cada zona. Los coeficientes de variación estuvieron en un rango aceptable desde el punto de vista del manejo de los experimentos a nivel de campo. Los coeficientes de determinación resultaron también ser muy buenos salvo para las variables de peso de 100 granos y número de granos por vaina que oscilan en un nivel medio.

Cuadro 2. Promedios de los componentes del rendimiento de las líneas de frijol mejorado y las diferentes localidades donde fueron evaluadas.

Localidad	Número de vainas por planta	Número de Granos por vaina	Peso de 100 granos (gr)	Rend. Promedio kg ha⁻¹
La U.N.A	52.8 a	5.2 a	25.6 a	1971.6 a
Wingle	17.0 b	5.3 a	25.2 b	1084.8 b
El boquerón	10.4 c	4.7 b	25.0 b	547.2 c
Silca	6.7 d	4.8 b	25.7 a	370.3 d
Media General	21.7	5.0	25.4	993.5
Tratamiento				
RSM 1	23.9 a	4.7 b	25.9 a	1072.1 a
RSM 2	22.4 a	5.1 a	25.1 b	1071.7 a
RSM 3	23.3 a	4.9 b	25.4 b	1084.1 a
RSC	17.2 b	5.4 a	25.1 b	746.0 b
Media General	21.7	5.0	25.4	993.5
	ANOVA			
Var	**	**	**	**
Loc	**	**	**	**
Loc/Trat	**	**	**	**
R2	0.99	0.7	0.64	0.95
CV	10.22	6	2.26	16.96

CV= Coeficiente de variación

R²= Coeficiente de determinación

**= Altamente significativo al 0.01

NS= No significativo

Tratamientos con la misma letra no son diferentes estadísticamente.

⁽¹⁾ Prueba de tukey

5.2.1 Numero de vainas por planta

Tal como se muestra en la figura 4 hubo diferencia altamente significativa con respecto a las localidades. Wingle, El Boquerón y Silca obtuvieron promedios de 17, 10.4 y 6.7 vainas por planta respectivamente. Santos (2011) reporta promedios de 2.08 y 10 vainas por planta en la localidad de Silca lo que concuerda con el bajo promedio obtenido. Morgan y López (1993) sostienen que el número de vainas por planta está determinado por factores ambientales, en la época de la floración como ser temperatura, viento, agua y por el estado nutricional de la planta en la fase de formación de vaina y semilla. Garassinni (1990) dice que cualquier efecto negativo en la floración se manifiesta en la formación de vaina y en su llenado.

La restricción de humedad en la fase reproductiva de frijol (Acosta *et al.*, 2003) y otras leguminosas disminuye el rendimiento en mayor proporción que cuando sólo afecta la fase vegetativa; durante las etapas de floración, formación de vaina y llenado de grano, disminuye hasta en 50 y 72 % el número de vainas y el rendimiento, lo cual depende de la intensidad del déficit de agua y la tolerancia del cultivar (Liu *et al.*, 2004; Ghassemi-Golezani *et al.*, 2009; Fang *et al.*, 2010).

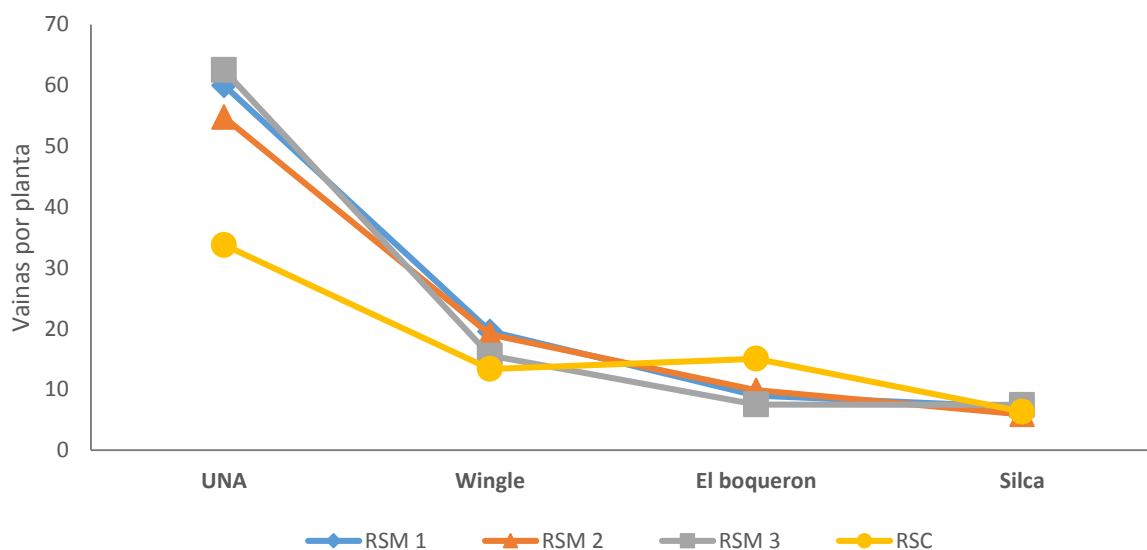


Figura 4. Interacción localidad-variedad para la variable de vainas por planta.

En la Figura 5 se muestran los promedios generales obtenidos para el número de vainas por planta de las variedades. Las líneas mejoradas mostraron un mayor número de vainas por planta a diferencia de la variedad criolla que obtuvo el promedio más bajo con 17.2 vainas por planta.

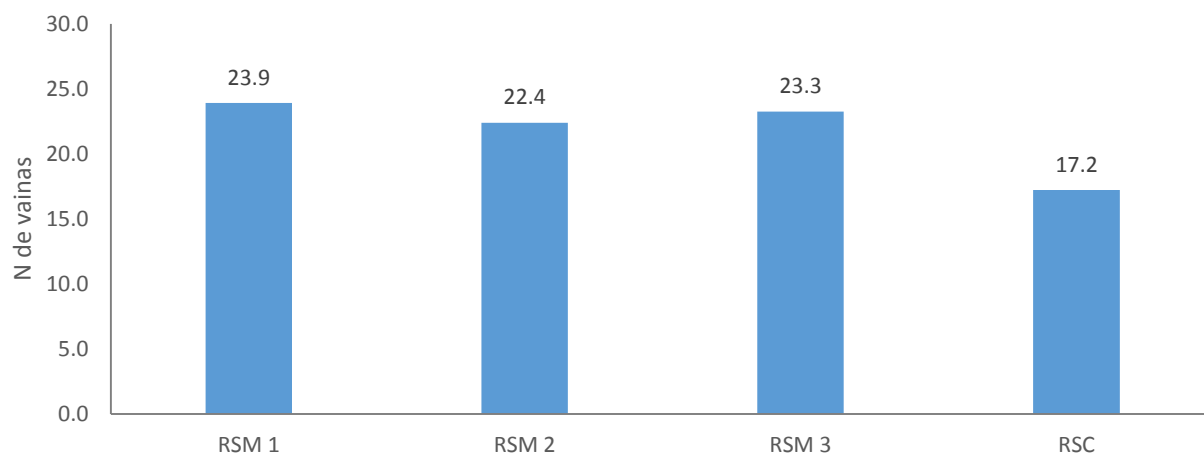


Figura 5. Promedio de vainas por planta de las variedades evaluadas

5.2.2 Granos por vaina

La figura 6 muestra los promedios generales de la variable granos por vaina. Las localidades que presentaron los promedios más altos fueron la UNA y Wingle, con 5.2 y 5.3 respectivamente, en las localidades de El Boquerón y Silca los resultados fueron similares con 4.7 y 4.8 granos por vaina, esto probablemente a la baja disposición de nutrientes en el suelo. Guerrero y Muñoz (1994) señalan que el cuajado de un mayor número de granos por vaina se debe a las mejores condiciones nutricionales de las plantas.

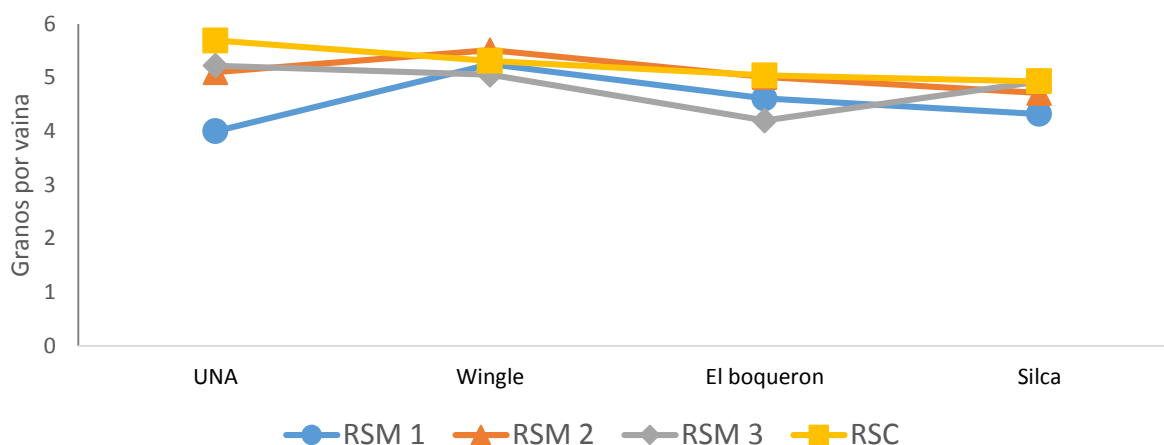


Figura 6. Interacción localidad- variedad para la variable granos por vaina

La variedad criolla se mostró estable en todas las localidades frente a las líneas mejoradas para esta variable que en general también mostraron un grado de estabilidad según se observa en la figura 7 siendo la línea RSM 1 y RSM 3 las que obtuvieron los menores promedios a través de las localidades especialmente en el boquerón, la UNA y Wingle (Figura 6)

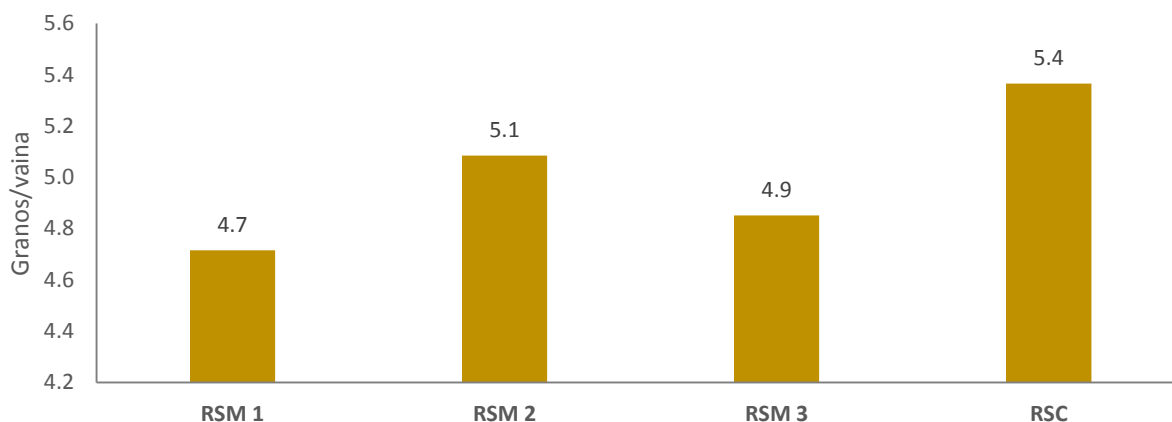


Figura 7. Promedios de granos por vaina de las variedades mejoradas de frijol

5.2.3 Peso de 100 granos

La variedad que obtuvo el mayor peso de 100 granos fue RSM 1. Las variedades RSM 2 y RSC obtuvieron promedios iguales (figura 8). Las variedades RSM 2 Y RSC obtuvieron los menores promedios con 25.1 gr y que según CIAT (1992) estima que 25 a 40 gr se considera como grano mediano por tanto todas las líneas pertenecen a esa clasificación.

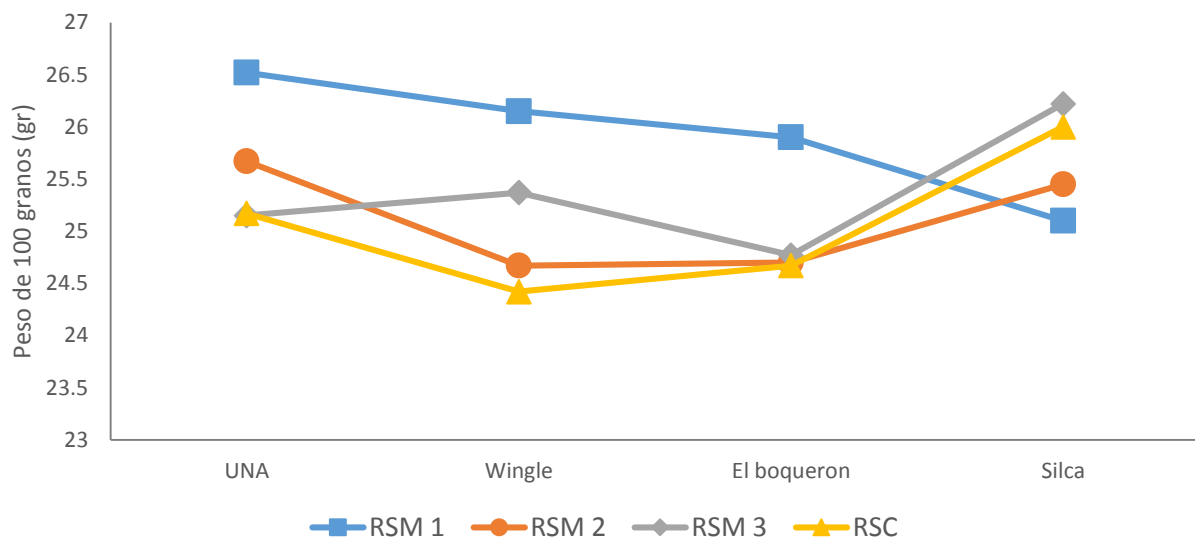


Figura 8. Interacción localidad- variedad para la variable de Peso de 100 granos

5.2.4 Rendimiento

Esta variable presenta un promedio general de 993.5 kg ha^{-1} , los rangos oscilan entre 370.3 kg para la localidad de Silca que obtuvo el menor promedio hasta $1971.3 \text{ kg ha}^{-1}$ para la localidad de la UNA, que obtuvo el máximo promedio, la diferencia es altamente significativa entre las localidades como se ve en la figura 9.

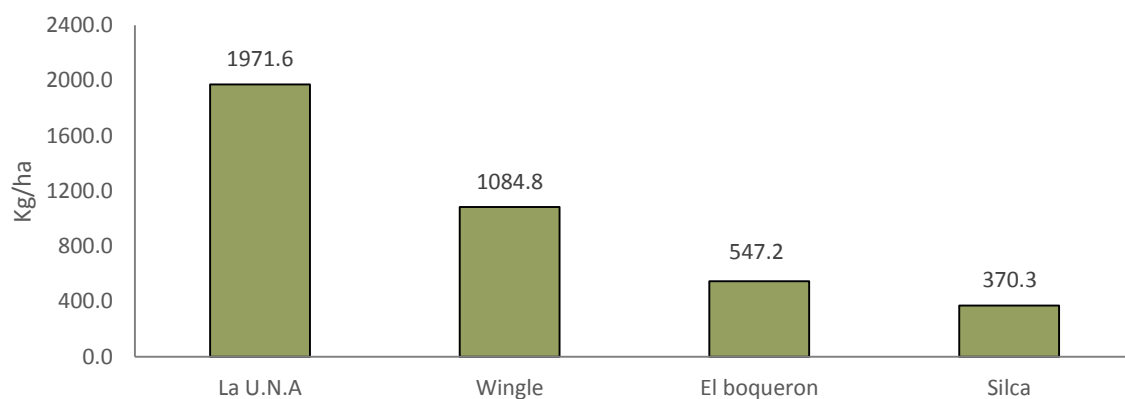


Figura 9. Promedios de rendimiento en las localidades donde fueron evaluadas las líneas de frijol.

Las líneas mejoradas obtuvieron los mejores promedios de rendimiento (figura 10), frente a la variedad criolla que tuvo un promedio general de 746 kg ha⁻¹ (Cuadro 3). Vásquez (2005) evaluó el rendimiento de la variedad criolla obteniendo 1338 kg ha⁻¹.

La variedad RSM 3 fue la que obtuvo el mayor promedio con 1084.1 seguido de RSM 1 y RSM2 con 1072.1 y 1071.7 kg ha⁻¹ respectivamente.



Figura 10. Promedios de rendimiento de las líneas mejoradas de frijol.

En la interacción localidad-tratamiento hubo diferencia altamente significativa y se muestra en la figura 11. Para la localidad de la UNA el rendimiento para las líneas mejoradas fue por arriba de los 2000 kg ha⁻¹ a diferencia de la variedad criolla que obtuvo 1313 kg ha⁻¹. En la localidad de Wingle las líneas mejoradas también superaron a la variedad criolla. En la localidad del boquerón fue la variedad criolla la que reportó mayores promedios con respecto a las líneas mejoradas, talvez las condiciones ambientales repercutieron tanto aquí, como en Silca, que conjuntamente obtuvieron los menores promedios.

Rosales *et al.* (2000) y Chávez (2005), mencionan que el rendimiento en grano aumenta debido principalmente a las precipitaciones ocurridas durante las fases de floración y llenado de los granos, además de las temperaturas favorables al final del ciclo, cosa que no fue del todo apropiada

en ambas localidades lo que repercute de alguna forma en la respuesta del rendimiento por parte de los genotipos.

Cuadro 3. Promedios de rendimiento de las variedades.

Variedad	Rendimiento kg ha ⁻¹
RSM 1	1072.1
RSM 2	1071.7
RSM 3	1084.1
RSC	746.0

La competencia por espacio, luz, agua y nutrientes que establecen las malezas con el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ocasiona pérdidas superiores al 50% de la cosecha cuando no se combaten oportunamente (Soto y Gamboa, 1984).

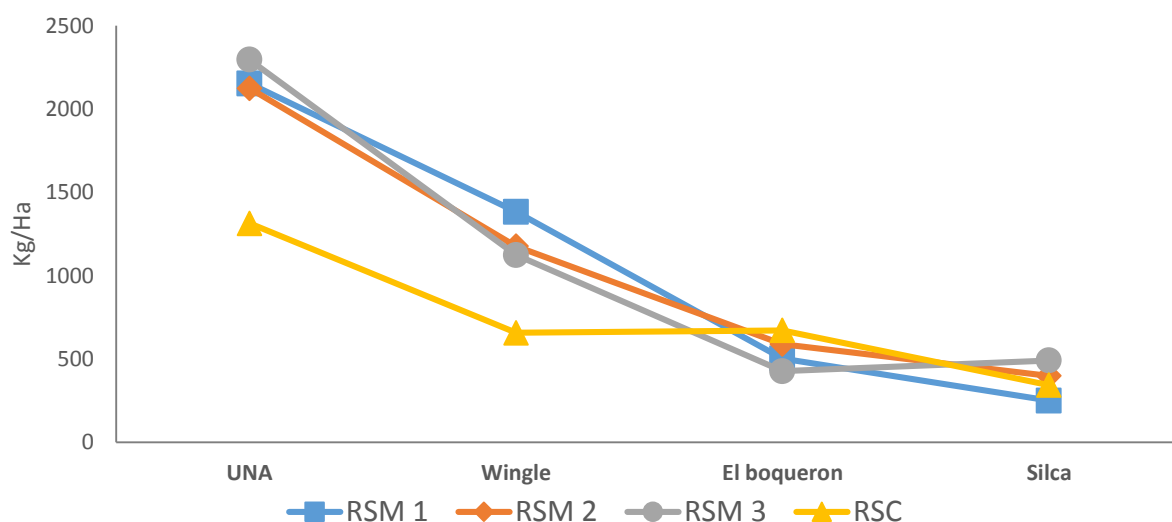


Figura 11 Interacción localidad-variedad para rendimiento de frijol.

Durón y Menjivar (2002), mencionan que los suelos de la microcuenca del Río Olancho situada en el departamento de Olancho presentan valores bajos en fósforo (1-6 ppm), el 17% presentan valores medios (6-12 ppm), y el 12% restante valores normales. El fósforo es quizás la limitante

para la producción de frijol en esta zona, presentándose esta peculiaridad en toda la microcuenca, por lo anterior se espera una respuesta positiva por parte del cultivo a la aplicación de este elemento a través de la fertilización. En el caso de la UNA el rendimiento tuvo una respuesta positiva por parte del cultivo a la aplicación de este elemento a través de la fertilización.

5.3 Análisis de correlación

La correlación fue altamente significativa entre las variables altura de planta y granos por vaina lo que podría significar que a mayor altura mayor número de granos por vaina tal como sucedió con la variedad criolla. También existe correlación altamente significativa entre vainas por planta y rendimiento, lo que explica que a mayor número de vainas por planta mayor rendimiento lo que se pudo observar con las variedades mejoradas que obtuvieron mayor número de vainas y consecuentemente un mayor rendimiento final esta correlación es de mucha importancia a nivel general dado que el rendimiento aumenta de manera directamente proporcional debido al número de vainas.

Cuadro 4. Análisis de correlaciones

	Alt	VP	GV	P100	REN
Alt	1	.045	.566 ^{**}	-.244	.059
VP	.045	1	.207	.189	.929 ^{**}
GV	.566 ^{**}	.207	1	-.108	.245
P100	-.244	.189	-.108	1	.201
REN	.059	.929 ^{**}	.245	.201	1

^{**} = La correlación es significativa a nivel de 0.01

VI. CONCLUSIONES

- En términos generales las variedades mejoradas responden mejor en cuanto a adaptación en las localidades de la UNA y Wingle debido a las condiciones ambientales que se presentaron en la zona.
- Las líneas mejoradas presentan mayor precocidad al momento de la floración y madurez fisiológica.
- Las líneas mejoradas superan en el número de vainas por planta a la variedad criolla.
- La variedad criolla supera a las líneas mejoradas en número de granos por planta.
- Las líneas mejoradas poseen un hábito de crecimiento indeterminado arbustivo tipo II y la variedad criolla un hábito de crecimiento indeterminado postrado tipo III.
- Las variedades mejoradas presentan mayores promedios de rendimiento a través de tres localidades debido a la capacidad de adaptación donde solo en el boquerón fueron superadas por el testigo criollo que resistió el ataque por virus y sequía.
- Las líneas mejoradas tuvieron mayor resistencia a las enfermedades y ataque de plagas que la variedad criolla.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir con las evaluaciones de las líneas mejoradas en las localidades donde fueron evaluadas durante este estudio a fin de obtener más resultados en cuanto al comportamiento del cultivo en interacción con el ambiente.
- Utilizar las líneas mejoradas en las zonas cercanas a las localidades de la UNA y Wingle dado que respondieron bien a la fertilización con 18-46-0 con el fin de obtener máximos rendimientos.
- Realizar estudios sobre la aceptación de la calidad del grano para la venta así como también de la calidad culinaria de las líneas mejoradas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. **Bravo Yáñez, MA. 1999.** Incremento de la productividad y rentabilidad del frijol mediante investigación participativa en el municipio de El Rosario, Olancho. Tesis Ing. Agr. Valle del Yeguate, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 60 p.
2. **Rosas, J.C. 1998.** El cultivo de frijol común en América Tropical. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 52p.
3. **Singh, S. P. 1991.** Genetic Diversity in Cultivated Common Bean: II Marker- Based Analysis of Morphological and Agronomic Traits. Crop Science 31: 23-29.
4. **CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987.** Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. Ed. A. Van Schoohoven, M. A. Pastor. CIAT: Cali, Colombia. 56 p.
5. **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. Proyecto Especial de Graduación del programa de Ingeniería Agronómica. Zamorano. Honduras. 32 p
6. **IICA 2011.** Sistematización: vinculación de productores al mercado. Dominique Villeda, Antonio Silva, Marco Tulio Fortín. Tegucigalpa: IICA, 2011. 100 p.
7. **FIPAH-USC 2010.** Difusión de nuevas tecnologías por pequeños agricultores mediante la investigación participativa. Programa Semillas de Sobre vivencia – Canadá 2010 boletín: estudio de caso. 3 p.
8. **Guía de identificación y manejo integrado: plagas del frijol en Centroamérica / IICA,** Proyecto Red SICTA, Cooperación Suiza en América Central -- Managua: IICA, 2010. 45 p.

9. **SAG-PRONAGRO 2011.** Análisis rápido de la cadena de valor del frijol. Honduras 2011. 8 p.
10. **Reyes Gonzales, RL. 2005.** Validación del comportamiento agronómico y características culinarias de la línea de frijol común “dheoro” (*Phaseolus vulgaris*). Tesis Ing. Agro. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 44 p.
11. **GIZ (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, AL)/ DESCA (Programa Desarrollo Económico Sostenible en Centroamérica).** 2010. Frijol: Ficha n°13/UE. Unión Europea. 14 p.
12. **Lardizabal R. et al** Manual de Producción de Frijol 2008 Programa de Diversificación Económica Rural USAID- RED 2008
13. **Raudales Santos, N.M. 2011.** Validación de frijol (*Phaseolus vulgaris*) usando dos variedades Amadeus 77 y Deorho Vrs. testigo local en el valle de Guayape. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 82 Pág
14. **Morazán Núñez, H.J. 2007.** Validación de las variedades de frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L.), Cardenal y Deorho en la zona central del Departamento de El paraíso. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 80 pág.
15. **EDA (Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores). 2010.** Manual de producción. Producción de frijol. La Lima, Cortes Honduras. 25 p.
16. **Durón Andino, E.; Menjivar, J.C. 2002.** Caracterización de Suelos de la Micro Cuenca del Río Olancho. Catacamas, Olancho. UNA. 35 p.
17. **Núñez Pavón, R.D. 2003** Respuesta a cinco niveles de fertilización orgánica (lombricompos) y Química de tres variedades de fríjol dos mejoradas y una criolla en la microcuenca del Río Olancho. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 57 p.
18. **Godoy Peña, A.D. 2002.** Evaluación de cinco variedades de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su respuesta al fósforo en tres localidades de la Subcuenca del Río Olancho. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura. 68 p.

19. **Schwartz Howard F. y Gálvez Guillermo E. 1980.** Problemas de producción del frijol. CIAT. Cali, Colombia. 343- 344, 350 354 p.
20. **ZAMORANO, SAG y DICTA. 2011.** “Rojo de seda mejorado 1”, “Rojo de Seda Mejorado 2” “Rojo de Seda Mejorado 3”Validación comercial de las variedades de frijol de grano rojo tipo criollo, Trifolio. Honduras.
21. **IICA 2010.** Proyecto RED SICTA Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central.
22. **Castañó J.; Ríos L. 1994.** Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. tercera edición. Zamorano, Honduras.
23. **FUSAGRI (Fundación Servicio para el agricultor). 1987.** Caraota y Frijol.
24. **Rosas, J.C. y Escoto, D. 2002.** Amadeus 77. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria/Secretaría de Agricultura y Ganadería (DICTA/SAAG). Boletín Técnico ilustrado. Imprenta Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 12
25. **Valladares C.A. 2010.** Cultivo de grano. Importancia de los cultivos de grano. La Ceiba, Honduras. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA) 23pág.
26. **García Berríos, C. M.** Interacción genotipo X ambiente en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Colegio de Postgraduados, Chapingo (México), Tesis Maestría en Ciencias, especialista en Genética. Chapingo, México 1985. 88 p.
27. **Rosas, Juan Carlos et al. 1999.** Metodologías participativas para el mejoramiento in situ del frijol común. En: Simposio Internacional y Talleres sobre Fitomejoramiento participativo en América Latina y el Caribe. Intercambio experiencia (1999 Agosto 31 - Sep.: Quito).

28. **Olivares, J. P.** Fijación biológica de nitrógeno. Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada. España, 2008. p. 255-268.
29. **Rosales Serna R., Ramírez Vallejo P., Acosta Gallegos Jorge A., Castillo Gonzáles F. & J.D. Kelly.** (2000.) *Agro ciencia* 34: 153-165.
30. **Hsiao, C. y Breadford, F. 1983.** Physiological consequences of cellular water deficit en: Limitations to efficient water use in crop production. Londres. Howward. M. Taylor. 265 p.
31. **Terán, H and Singh, P.** (2002). Comparision of sources and lines selected for drought resistance in common bean. *Crosci.*42 64-70p, chenodeoxycholic acid. *European Journal of Organic Chemistry*,: 2405-2407.
32. **Frahm, M. A., Rosas, J.C., Mayek-Pérez, N. & López-Salinas, E. (2004).** Breeding beans for resistace to Terminal droughth in the lowland tropics. *Euphytica*.136 (2), pp. 223-232.
33. **Soto, A. y Gamboa, C. 1984.** Competencia entre malas hierbas y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función del cultivar, la población y la distancia entre hileras. *Agronomía Costarricense*. 8(1): 45-52.
34. **Beebe, S. E. y Pastor-Corrales, M. 1991.** Breeding for disease resistance. En: *Common Beans: research for crop improvement*. V. A. Schoonhoven y O, Voysest. Ed. CAB International and CIAT, Wallingford.
35. **Ghassemi-Golezani, K., S. Ghanehpoor, and A. D. Mohamma- di-Nasab. 2009.** Effects of water limitation on growth and grain filling of faba bean cultivars. *J. F. Agric. Environm.* 7: 442-447.
36. **Acosta-Díaz E., M. D. Amador-Ramírez, y J. A. Acosta-Gallegos. 2003.** Abscisión de estructuras reproductoras en frijol común bajo condiciones de secano. *Agric. Téc. Méx.* 29(2):155-168.
37. **Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 2000.** Fertiliser recommendations for agricultural and horticultural crops. Londres.

IX. ANEXOS

Anexo 1 Análisis de varianza para las variables de altura de planta, días a madurez fisiológica, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento para los tratamientos de frijol.

1. Análisis de varianza para la variable altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	sig.
Modelo.	54518.959	18	3028.831	81.108	<0.00
Localidad	8040.270	3	2680.090	71.76	<0.00
Repetición	53.90	3	17.97	0.481	<0.00
Tratamiento	37813.12	3	12604.37	337.52	<0.00
Localidad*Tratamiento	8611.65	9	956.85	25.62	<0.00
Error	1680.45	45	37.34		
Total	346599.15	64			

C.V. = 9.07 $R^2 = 0.97$

2. Análisis de varianza para la variable días a madurez fisiológica.

F.V.	SC	gl	CM	F	sig
Modelo.	21.50	6	3.58	7.58	<0.004
Repetición	6.75	3	2.25	4.76	0.030
Tratamiento	14.75	3	4.91	10.41	<0.003
Error	4.42	9	0.47		
Total	20048	16			

C.V. = 1.03 $R^2 = 0.72$

3. Análisis de varianza vainas por planta de los tratamientos de frijol

F.V.	SC	gl	CM	F	sig
Modelo	23727.05	18	1318.16	267.88	<0.0001
Localidad	21439.47	3	7146.49	1452.34	<0.0001
Repetición	9.19	3	3.06	0.62	0.604
Tratamiento	445.18	3	148.39	30.15	<0.0001
Localidad*Tratamiento	1833.19	9	203.68	41.39	<0.0001
Error	221.42	45	4.92		
Total	23948.47	63			

C.V. = 10.22 $R^2 = 0.99$

4. Análisis de varianza granos por vaina de los tratamientos de frijol

F.V.	SC	gl	CM	F	sig
Modelo	10.37	18	0.57	5.83	<0.0001
Localidad	3.43	3	1.14	11.58	<0.0001
Repetición	0.44	3	0.015	0.14	0.930
Tratamiento	3.89	3	1.29	13.14	<0.0001
Localidad*Tratamiento	3.00	9	0.33	3.38	0.003
Error	4.44	45	0.09		
Total	14.81	63			

C.V. = 6 $R^2 = 0.7$

5. Análisis de varianza para el peso de 100 granos de los tratamientos de frijol

F.V.	SC	gl	CM	F	sig
Modelo	27.03	18	1.50	4.50	<0.0001
Localidad	5.54	3	1.84	5.54	0.003
Repetición	1.94	3	0.64	1.94	0.136
Tratamiento	7.23	3	2.41	7.23	<0.0001
Localidad*Tratamiento	12.31	9	1.36	4.10	0.001
Error	14.99	45	0.33		
Total	41245.95	63			

C.V. = 2.26 $R^2 = 0.64$

6. Análisis de varianza para la variable de rendimiento de los tratamientos de frijol

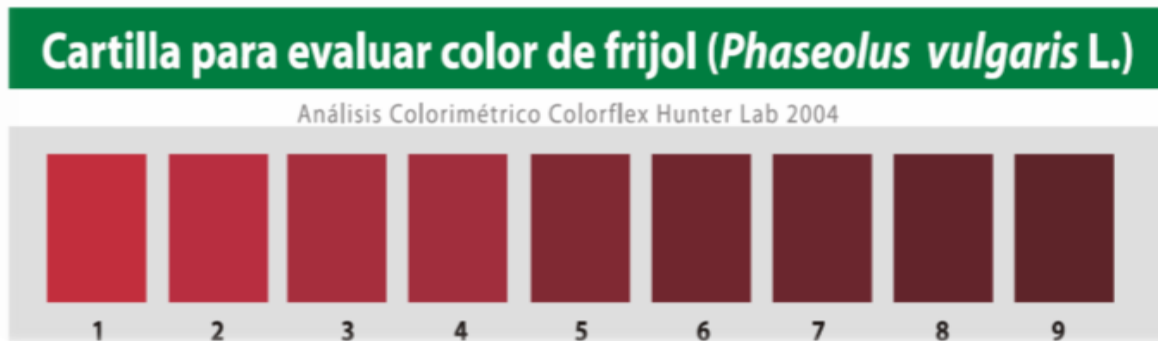
F.V.	SC	gl	CM	F	sig
Modelo	2.87	18	1595583.12	56.15	<0.0001
Localidad	2.48	3	8280916.21	291.4	<0.0001
Repetición	116822.34	3	38940.78	1.37	0.264
Tratamiento	1307752.08	3	435917.36	15.34	<0.0001
Localidad*Tratamiento	2453173.09	9	272574.78	9.59	<0.0001
Error	1278583.11	45	28412.95		
Total	3.00	63			

C.V. = 16.96 $R^2 = 0.95$

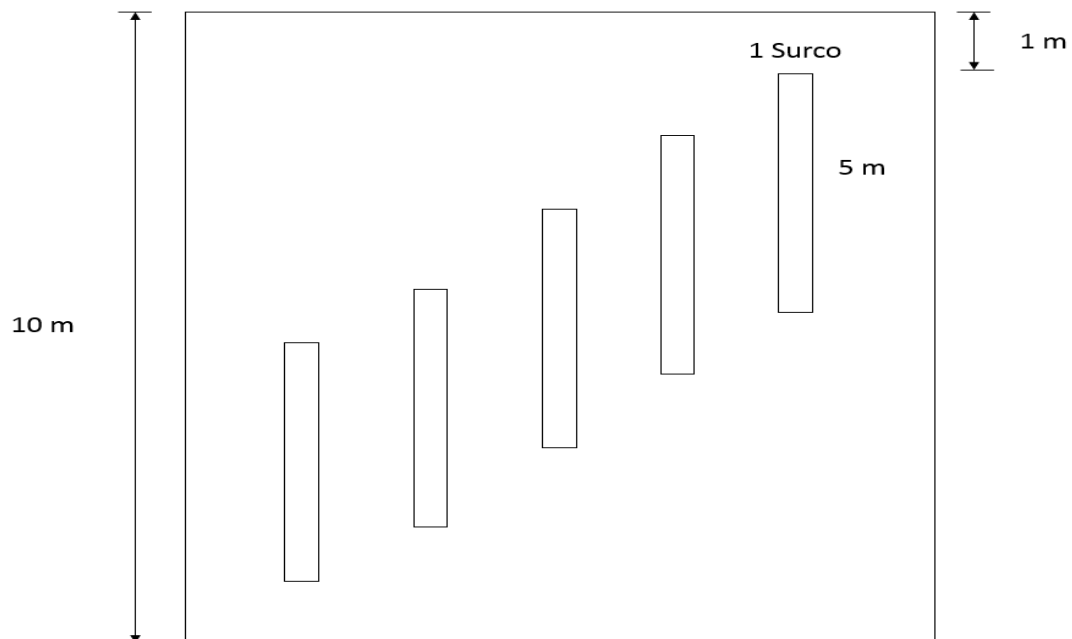
Anexo 2. Escala general para medir la severidad de enfermedades en el cultivo de frijol.

Escala	Categoría	Descripción	Sugerencia
1			
2	Resistente	Síntomas no muy visibles o leves	Útil como progenitor o variedad comercial.
3			
4			
5	Intermedio	Síntomas visibles ocasionan daño económico limitado	Utilizado como variedad comercial o como fuente de resistencia a ciertas enfermedades.
6			
7			
8	Susceptible	Síntomas severos a muy severos causan pérdidas en rendimiento o muerte de la planta	En la mayoría de los casos el germoplasma no es útil, ni aun como variedad comercial.
9			

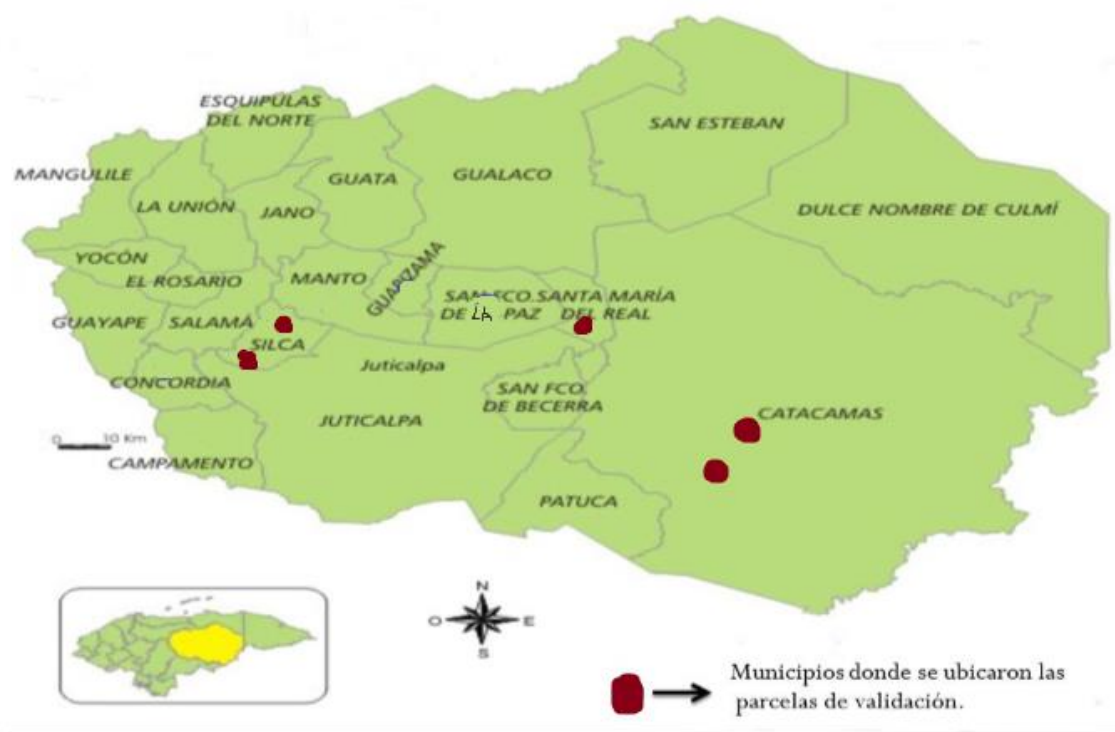
Anexo 3 Cartilla colorimétrica (Hunter 2004)



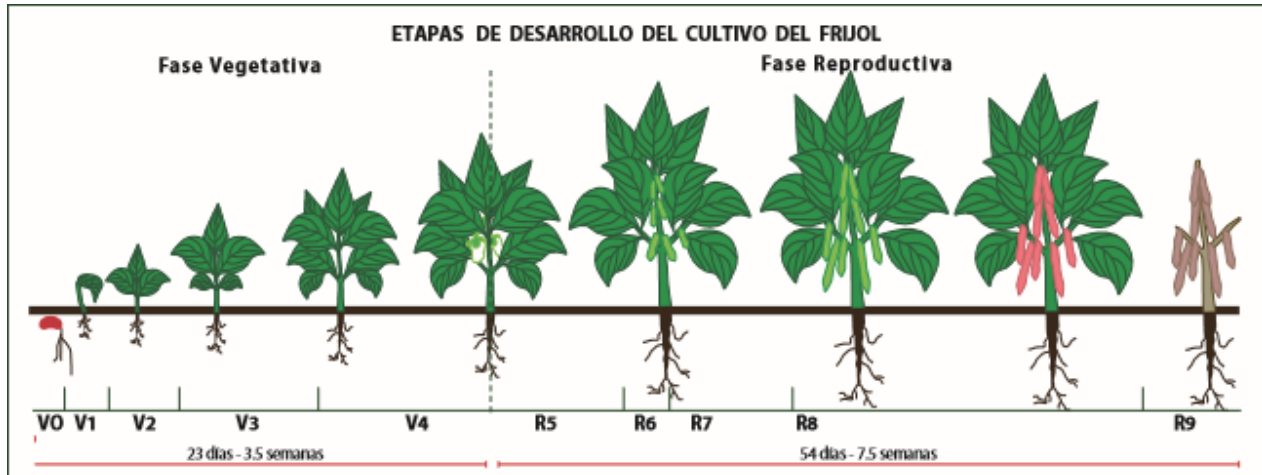
Anexo 4 Croquis para la toma de datos de las variables.



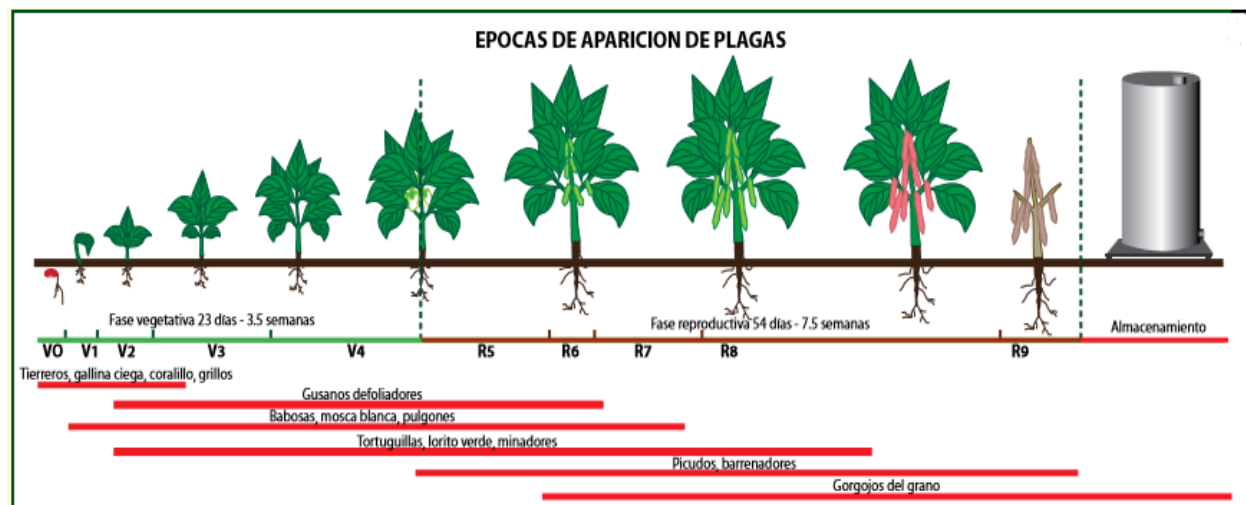
Anexo 5 Mapa de Olancho donde están ubicados los ensayos de validación.



Anexo 6 Etapas de desarrollo del cultivo de frijol



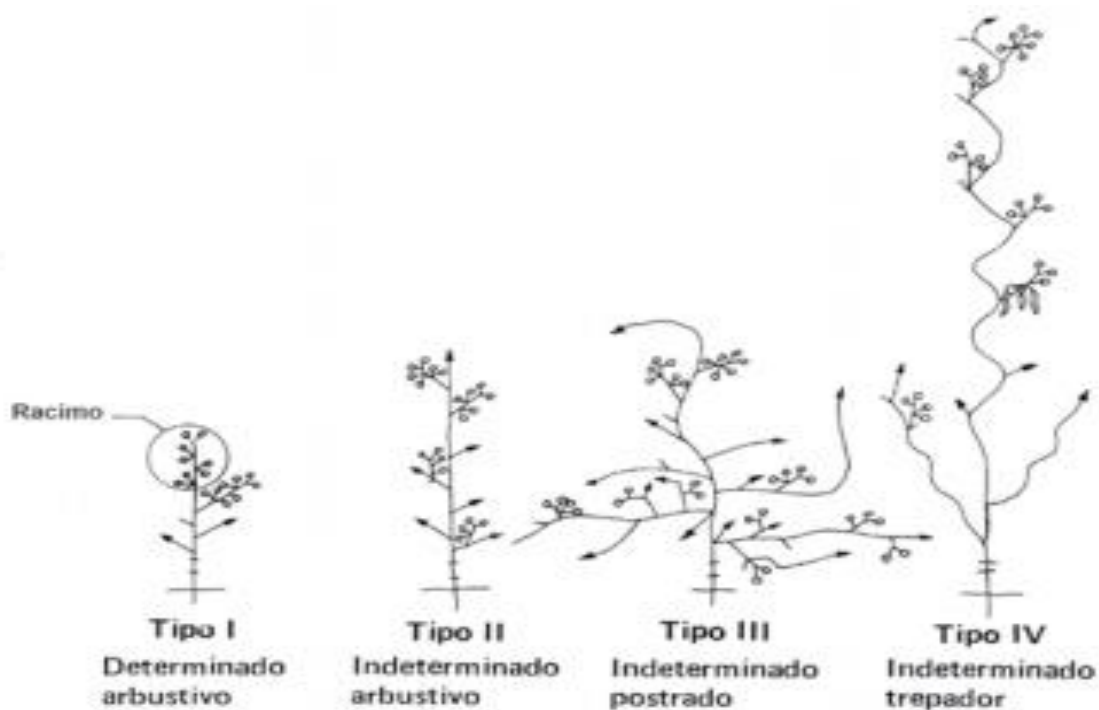
Anexo 7 Épocas de aparición de plagas.



Anexo 8 Épocas de aparición de enfermedades durante el ciclo del cultivo de frijol



Anexo 9 Hábito de crecimiento del frijol



Anexo 10 Libro de campo

PRUEBA DE AGRICULTORES
VARIEDADES DE FRIJOL ROJO DE SEDA MEJORADOS

1. Colaboradores		
Agricultor		
Técnico/institución		
2. Ubicación de la finca (Localidad/ Municipio/ Departamento)		
3. Altitud (msnm)		
4. Patrón de lluvias (x)	Mucho ()	Poco () Normal ()
5. Topografía de la finca (x)	Ladera ()	Plano () Intermedio ()
6. Tipo de suelo		
7. Preparación del terreno (x)	Labranza cero () Labranza convencional ()	Labranza mínima () Otro _____
8. Sistema de cultivo (x)	Monocultivo ()	Relevo () Otro _____
9. Método de siembra (x)	Sembradora ()	Manual () Otro _____
10. Variedad del agricultor		
11. Fecha de siembra		
12. Distancias de siembra	Entre hileras _____ cm	Entre plantas _____ cm
13. Fertilización		
Producto	Dosis	Etapas del cultivo
14. Control de plagas		
Producto	Insecto/ Enfermedad	Etapas del cultivo
15. Rendimiento (indicar unidad peso utilizada)		
Variedad	Producción	Área cosechada
Rojo de seda mejorado 1		
Rojo de seda mejorado 2		
Rojo de seda mejorado 3		
Rojo de seda Criollo		

Características	Rojo de seda Mejorado 1	Rojo de seda Mejorado 2	Rojo de seda Mejorado 3
Arquitectura de planta			
Resistencia a enfermedades			
Madurez y facilidad de cosecha			
Calidad comercial del grano			
Calidad de consumo			

