

# RENDIMIENTO Y ADAPTACIÓN DE LA VARIEDAD DE FRIJOL ROJO INIFAP (*Phaseolus vulgaris* L.) EN CHIAPAS, MEXICO

## YIELD AND ADAPTATION OF THE INIFAP RED BEAN VARIETY (*Phaseolus vulgaris* L.) IN CHIAPAS, MÉXICO

Villar-Sánchez, B.<sup>1</sup>; Tosquy-Valle, O.H.<sup>2</sup>; López-Salinas, E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Centro de Chiapas, INIFAP. Km 3.5 Carr. Ocozocoautla-Cintalapa. C.P. 29140, Ocozocoautla, Chis. <sup>2</sup>Campo Experimental Cotaxtla, INIFAP. Km 34.5 Carr. Veracruz-Córdoba, mpio. de Medellín de Bravo, Ver. Apdo. Postal 429, C. P. 91700, Veracruz, Ver., México. Tel. 01 229 2622232 y 33.

\*Autor de correspondencia: villar.bernardo@inifap.gob.mx

### RESUMEN

En Chiapas, México, existe interés para cultivar frijol de grano rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), por lo que a partir de 2003 se iniciaron trabajos de investigación que llevaron a liberación a la variedad de frijol Rojo INIFAP. El objetivo del trabajo es mostrar los resultados de productividad, reacción al virus del mosaico amarillo dorado (VMADF) y adaptación en suelos ácidos, de esta variedad en Chiapas y Veracruz, evaluando 10 ambientes de Chiapas y uno en Veracruz, bajo temporal y humedad residual. Durante 2005, se evaluó en Chiapas su reacción al VMADF; y en 2006, en invernadero, se evaluó su adaptación en suelos ácidos de Veracruz y Villahidalgo, Chiapas, con y sin enmienda de cal; y de 2005 a 2007 se validó en 13 ambientes de Chiapas y uno en Veracruz. La variedad Rojo INIFAP y la línea EAP 9508-48 de comparación, obtuvieron rendimientos promedio superiores al criollo Coloradito; la nueva variedad fue la de mayor rendimiento, y mostró estabilidad en su comportamiento productivo ( $bi=1$  y  $S^2di=0$ ). Rojo INIFAP registro la menor incidencia del VMADF (24%) en plantas dañadas y rendimiento de  $950 \text{ kg ha}^{-1}$ , mientras que el criollo Coloradito registró incidencia de 89% y rendimiento de  $319 \text{ kg ha}^{-1}$ . En suelo ácido, Rojo INIFAP produjo biomasa similar al criollo Sesentano, mientras que con la enmienda de cal, sólo la nueva variedad incrementó la biomasa en más de 90%. En parcelas de validación, la nueva variedad superó en rendimiento al criollo Coloradito en todos ambientes de evaluación, con un promedio de  $1201 \text{ kg ha}^{-1}$ , superior en 37.4%.

**Palabras clave:** rendimiento, grano, Chiapas, INIFAP.

### ABSTRACT

In Chiapas, México, there is interest to grow red grain bean (*Phaseolus vulgaris* L.), which is why research began since 2003 that led to the liberation of the INIFAP Red bean variety. The objective of this study is to show the results in productivity, reaction to the bean golden yellow mosaic virus (BGYMV) and adaptation in acid soils of this variety in Chiapas and Veracruz, evaluating 10 rainfed environments in Chiapas and one in Veracruz, and residual moisture. During 2005, its reaction to BGYMV in Chiapas was evaluated; and in 2006, its adaptation was evaluated in greenhouses in acid soils of Veracruz and Villahidalgo, Chiapas, with or without lime amendment; and from 2005 to 2007 it was validated in 13 environments in Chiapas and



**Agroproductividad:** Vol. 10, Núm. 9, septiembre. 2017, pp. 64-70.

**Recibido:** marzo, 2016. **Aceptado:** junio, 2017.

one in Veracruz. The INIFAP Red variety and the EAP 9508-48 line for comparison obtained average yields higher than the Coloradito Creole; the new variety was the one with highest yield, and it showed stability in its productive behavior ( $bi=1$  and  $S^2di=0$ ). INIFAP Red recorded the lowest incidence of BGYMV (24 %) in damaged plants and yield of 950 kg ha<sup>-1</sup>, while the Coloradito Creole showed incidence of 89 % and yield of 319 kg ha<sup>-1</sup>. In acid soil, INIFAP Red produced biomass similar to the Sesentano Creole, while with the lime amendment, only the new variety increased the biomass in more than 90 %. In validation plots, the new variety outperformed the Coloradito Creole in yield in all the environments evaluated, with an average of 1201 kg ha<sup>-1</sup>, higher in 37.4%.

**Keywords:** yield, grain, Chiapas, INIFAP.

en suelos ácidos de la variedad de frijol Rojo INIFAP en áreas tropicales de Chiapas y Veracruz, México.

## MATERIALES Y METODOS

Durante el periodo de 2003 a 2005, la variedad Rojo INIFAP se evaluó en un ensayo uniforme de rendimiento de frijol de grano rojo, el cual se condujo bajo condiciones de humedad residual, temporal y riego, en 10 ambientes del estado de Chiapas, México, ubicados en la región conocida como depresión central (15° 40' y 16° 50' N, y 92° 00' y 94° 00' O), a una altitud promedio de 700 m, además de un ambiente de la zona centro de Veracruz, México (18° 50' N, y 96° 10' O), a una altitud de 15 m (García, 1987) (Cuadro 1).

El ensayo estuvo conformado por 16 genotipos, incluido un criollo local conocido como Coloradito como testigo, por ser el material de grano rojo actualmente sembrado en la región de estudio (SAGARPA, 2014). Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar con tres repeticiones y parcelas de tres surcos de 5.0 m de longitud, separados a 0.6 m, donde la parcela útil correspondió al surco central completo. En todas las evaluaciones los genotipos se establecieron a una densidad de población de 250,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Como variable de respuesta se consideró el rendimiento de grano en kg ha<sup>-1</sup>, ajustado a 14% de humedad. Se realizaron análisis de varianza individuales del rendimiento obtenido en cada localidad y un análisis de varianza combinado de los once ambientes de evaluación. En los casos en que se detectó significancia, para comparación medias se aplicó la prueba de Tukey 5% de probabilidad de error. También se realizó un análisis

## INTRODUCCION

En el del estado de Chiapas, en las regiones Altos y Frailesca, existen áreas donde se siembran materiales criollos de frijol de grano rojo (*Phaseolus vulgaris* L.), los cuales se comercializan en mercados locales, en la capital del estado (INEGI, 2009) y poblaciones fronterizas con Guatemala, donde también se comercializa grano de frijol rojo con Centroamérica (Paz *et al.*, 2007). Aunque estos genotipos tienen adaptación específica, son de bajo potencial de rendimiento y susceptibles a enfermedades. En esta entidad existe creciente interés por parte de los agricultores por la siembra de frijol de este tipo de color de grano, lo cual obedece al establecimiento cada vez mayor de inmigrantes centroamericanos en el estado, que culturalmente consumen frijol de grano rojo, y por lo tanto aumenta su demanda (Villar *et al.*, 2010). Aumentar la superficie de siembra y el rendimiento de frijol de grano rojo, representa una oportunidad de exportación para el estado de Chiapas, considerando la demanda que hay en El Salvador, Honduras y Nicaragua, así como en los Estados Unidos de América, donde radican habitantes de dichos países (Paz *et al.*, 2007). En el Programa de Frijol del Campo Experimental Centro de Chiapas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se han generado variedades mejoradas de frijol negro utilizando el método de introducción (Villar y López, 1993; López *et al.*, 1997; Villar *et al.*, 2009). A partir del año 2003 se iniciaron trabajos de evaluación de líneas avanzadas de frijol de grano rojo, introducidas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), a través de la Escuela Panamericana de Agricultura de Honduras (EPA), en los cuales se identificaron materiales sobresalientes en cuanto a su rendimiento, adaptación y tolerancia a factores bióticos y abióticos, y con el tipo de grano que demanda el consumidor (Buerkert *et al.*, 1990; Viana y Villar, 2001). De estos estudios se generó la variedad Rojo INIFAP, a partir de la cruza MD-23-24×MD 30-37×RS 3 realizada en el CIAT y se introdujo a México en 2003 con el código PRF 9653-16B-3. De 2003 a 2005, esta línea se evaluó en ensayos uniformes de rendimiento; y en 2006 se en condiciones de invernadero en suelo ácido, y de 2005 a 2007 se validó en terrenos de agricultores, para ser liberada en el siguiente año como variedad mejorada con el nombre de Rojo INIFAP (Villar *et al.*, 2011). El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados de productividad, reacción al virus del mosaico amarillo dorado y adaptación

**Cuadro 1.** Condiciones agroclimáticas de los sitios de evaluación del ensayo uniforme de rendimiento de frijol rojo en Chiapas y Veracruz, México, Período 2003-2005.

| Localidad         | Municipio/estado    | Condición de humedad | Año  | Textura   | Precipitación anual (mm) |
|-------------------|---------------------|----------------------|------|-----------|--------------------------|
| 1 Llano Grande    | Jiquipilas, Chis.   | Riego                | 2003 | Arcillosa | 1009.2                   |
| 2 Ocozocoautla-1  | Ocozocoautla, Chis. | Temporal             | 2003 | Arcillosa | 1291.0                   |
| 3 Ocozocoautla-2  | Ocozocoautla, Chis. | Humedad residual     | 2003 | Arcillosa | 1291.0                   |
| 4 Villahidalgo-1  | Villaflores, Chis.  | Humedad residual     | 2003 | Arenosa   | 144.5                    |
| 5 Ocozocoautla-3  | Ocozocoautla, Chis. | Temporal             | 2004 | Arcillosa | 977.4                    |
| 6 Villahidalgo-2  | Villaflores, Chis.  | Temporal             | 2004 | Arenosa   | 1045.3                   |
| 7 A.B. Bonfil     | Ocozocoautla, Chis. | Humedad residual     | 2004 | Franca    | 982.4                    |
| 8 La Herradura    | Arriaga; Chis.      | Humedad residual     | 2004 | Franca    | 1045.3                   |
| 9 C. E. Cotaxtla  | Medellín, Ver.      | Humedad residual     | 2004 | Franco    | 1336.0                   |
| 10 Ocozocoautla-4 | Ocozocoautla, Chis. | Temporal             | 2004 | Arcillosa | 1045.3                   |
| 11 Ocozocoautla-5 | Ocozocoautla, Chis. | Humedad residual     | 2005 | Arcillosa | 823.0                    |

de parámetros de estabilidad de rendimiento, utilizando el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), y la adaptación y estabilidad de los genotipos se clasificaron con base en los coeficientes de regresión y desviaciones de regresión (Carballo y Márquez, 1970).

#### Evaluación de incidencia y reacción al VMADF

En una parcela conducida durante el ciclo otoño-invierno de 2005, bajo condiciones de humedad residual, en la localidad de Ocozocoautla, Chiapas, se evaluó la reacción de la variedad Rojo INIFAP y el criollo Coloradito (testigo regional), al virus del mosaico amarillo dorado de frijol (VMADF), enfermedad de gran importancia por los daños que provoca a las plantas de frijol, principalmente cuando se presenta durante la etapa vegetativa del cultivo (López *et al.*, 2003; Villar *et al.*, 2003). Cada genotipo ocupó una superficie total de 22.5 m<sup>2</sup>; y las plantas que presentaron síntomas de la enfermedad se contabilizaron a partir de la etapa V4, y continuaron en las etapas R5 y R6 (Fernández *et al.*, 1985); las lecturas se expresaron en porcentaje, respecto a la población total.

#### Evaluación en suelos ácidos

En invierno-primavera de 2006, se condujeron dos ensayos en condiciones de invernadero en los que se evaluó y comparó la variedad Rojo INIFAP con el criollo Sesentano, genotipo que tiene buena adaptación a los suelos ácidos del estado de Chiapas (López *et al.*, 1998); en uno de ellos, se utilizó suelo con pH de 4.3 de Isla, Veracruz, y otro de pH 4.5 de Villahidalgo, Chiapas. En ambos ensayos se aplicaron dos tratamientos al suelo: 1. Sin estrés por suelos ácidos (2 t ha<sup>-1</sup> de cal agrícola) y 2. Con estrés por suelos ácidos (sin enmienda de

cal) (Thung *et al.*, 1985). El diseño estadístico utilizado fue completamente al azar, con tres repeticiones y arreglo de tratamientos en factorial 2x2, considerando seis macetas con 2.0 kg de suelo cada una, por unidad experimental. Se cuantificó la producción de biomasa de las seis macetas y se obtuvo el promedio por parcela, el cual se sometió a análisis de varianza por tipo de suelo utilizado en cada localidad, y para la separación de promedios se aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

#### Evaluación en parcelas de validación

De 2005 a 2007, la variedad Rojo INIFAP se validó, junto con el criollo Coloradito, bajo condiciones de temporal y humedad residual, en 13 ambientes de Chiapas y otro de Veracruz. La superficie por parcela fue variable, de acuerdo a la disponibilidad de semilla. El manejo agrónomico del cultivo se realizó siguiendo las recomendaciones de López *et al.* (1994) y Villar *et al.* (2002). En todas las parcelas, durante la etapa de madurez del cultivo, se realizaron cuatro muestreos al azar por genotipo, de un surco de 5 m de longitud y separación entre surcos de 0.60 m cada uno (3 m<sup>2</sup>). Las plantas de cada muestreo se cosecharon y trillaron, y el grano obtenido se limpió, se ajustó a 14% de humedad. Para la comparación de promedios de rendimiento se utilizó la prueba t de Student, además se obtuvieron los porcentajes de incremento de rendimiento de la nueva variedad, con respecto al testigo regional.

## RESULTADOS Y DISCUSION

#### Evaluación de Rojo INIFAP en ensayos uniformes

En el Cuadro 2 muestra que de los 11 ambientes de pue-

ba, sólo se detectó significancia en las localidades de Ocozocoautla 1 y 2, en condiciones de temporal y humedad residual en 2003, respectivamente, así como en esta misma localidad con humedad residual en 2005. En estos tres ambientes, Rojo INIFAP se ubicó en el grupo sobresaliente de rendimiento de grano. De acuerdo al análisis combinado, el rendimiento varió significativamente entre ambientes y genotipos ( $p \leq 0.01$ ), pero no en la interacción de ambos factores. Lo anterior obedeció a diferencias en la disponibilidad de humedad para el cultivo en los ambientes de evaluación, y probablemente al potencial genético de los genotipos.

En el mismo Cuadro 2, se observa que el mayor rendimiento promedio se obtuvo en los ambientes de A. B. Bonfil y C. E. Cotaxtla, bajo

condiciones de humedad residual en 2004, principalmente por una adecuada distribución de la lluvia durante las etapas vegetativa y reproductiva del cultivo, en donde las plantas recibieron un total de 286 mm y 534 mm de precipitación, respectivamente, durante el ciclo del cultivo, seguido de Llano Grande, en la cual el ensayo se condujo bajo condiciones de riego en 2003. Por el contrario, los menores rendimientos se obtuvieron en Ocozocoautla-2 en 2003 y Ocozocoautla-5 en 2005, ambas con humedad residual. En la primera localidad, debido a problemas de exceso de humedad durante la etapa vegetativa del cultivo, que provocó un deficiente desarrollo de las plantas; y en la segunda por sequía, ya que las plantas de frijol sólo recibieron 84 mm de precipitación pluvial durante todo su ciclo de cultivo.

En el factor genotipo, aunque 14 materiales se ubicaron en el grupo sobresaliente de rendimiento de grano, sólo la variedad Rojo INIFAP (línea PRF 9653-16B-3) y la línea EAP 9508-48, obtuvieron rendimiento significativamente superior al testigo criollo Coloradito, el cual fue el de menor rendimiento, junto con la línea MR 12439-31-7 (Cuadro 2). De acuerdo con los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell (1966), de los 16 genotipos evaluados en los 11 ambientes, 14 fueron estables en su comportamiento, ya que sus coeficientes de regresión y desviaciones de regresión fueron:  $b_i=1$  y  $S^2d_i=0$ , y dentro de esta categoría se ubicaron la variedad Rojo INIFAP (línea PRF 9653-16B-3) y el criollo Coloradito. La línea PPB 12-28-MC mostró buena respuesta en ambientes desfavorables, pero resultó inconsistente ( $b_i <$

**Cuadro 2.** Rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de 16 genotipos de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluados en 11 ambientes en el periodo 2003-2005.

| Genotipo                      | Localidades de evaluación* |       |       |      |      |      |       |       |       |       |        | Promedio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) |
|-------------------------------|----------------------------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------------------------------|
|                               | 1                          | 2     | 3     | 4    | 5    | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    | 11     |                                  |
| Rojo INIFAP                   | 1502a                      | 918ab | 518ab | 671a | 783a | 649a | 1817a | 1184a | 2031a | 679a  | 417a   | 1016a                            |
| EAP 9508-48                   | 1589a                      | 779ab | 544a  | 629a | 856a | 673a | 1849a | 1052a | 1869a | 647a  | 458a   | 995a                             |
| PPB 12-28-MC                  | 1430a                      | 828ab | 495ab | 701a | 754a | 626a | 1962a | 884a  | 1911a | 662a  | 383ab  | 968ab                            |
| PRF 9657-53-14                | 1462a                      | 952a  | 458ab | 453a | 888a | 630a | 1721a | 1064a | 1725a | 684a  | 337abc | 943abc                           |
| UPR 9806-43-2                 | 1413a                      | 710ab | 425ab | 685a | 719a | 644a | 1955a | 1072a | 1651a | 725a  | 286abc | 935abc                           |
| EAP 9510-28                   | 1653a                      | 948a  | 428ab | 506a | 828a | 643a | 1662a | 737a  | 1715a | 739a  | 316abc | 925abc                           |
| DOR 364                       | 1387a                      | 849ab | 372ab | 624a | 631a | 565a | 1682a | 1020a | 1991a | 642a  | 365abc | 921abc                           |
| BCH 9732-7A                   | 1174a                      | 760ab | 378ab | 566a | 728a | 586a | 1820a | 927a  | 1938a | 767a  | 375abc | 911abc                           |
| PRF 904-34                    | 1644a                      | 729ab | 446ab | 545a | 683a | 631a | 1690a | 1008a | 1640a | 745a  | 210c   | 907abc                           |
| EAP 9503-32B                  | 1182a                      | 940a  | 372ab | 675a | 743a | 651a | 1741a | 969a  | 1647a | 697a  | 325abc | 904abc                           |
| PTC 9557-10                   | 1667a                      | 841ab | 370ab | 543a | 845a | 627a | 1730a | 609a  | 1604a | 697a  | 293abc | 893abc                           |
| PRF 9806-18                   | 1220a                      | 781ab | 426ab | 506a | 813a | 652a | 1736a | 880a  | 1749a | 719a  | 298abc | 889abc                           |
| PPB 11-96-MC                  | 1378a                      | 686ab | 383ab | 641a | 857a | 642a | 1853a | 625a  | 1460a | 720a  | 318abc | 869abc                           |
| PPB 11-88-MC                  | 1324a                      | 627b  | 455ab | 522a | 752a | 633a | 1668a | 933a  | 1400a | 701a  | 327abc | 849abc                           |
| C. Coloradito (TL)            | 847 a                      | 839ab | 242b  | 458a | 786a | 550a | 1703a | 1017a | 1478a | 691a  | 316abc | 811bc                            |
| MR 12439-31-7                 | 1307a                      | 649ab | 242b  | 384a | 700a | 584a | 1435a | 830a  | 1507a | 664a  | 230bc  | 776c                             |
| ANVAS                         | ns                         | **    | *     | ns   | ns   | ns   | ns    | ns    | ns    | ns    | **     | **                               |
| Prom. ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) | 1387b                      | 802cd | 410f  | 569e | 773d | 624e | 1751a | 926c  | 1707a | 699de | 328f   | 907                              |

\* 1=Llano Grande; 2=Ocozocoautla-1; 3=Ocozocoautla-2; 4=Villahidalgo-1; 5=Ocozocoautla-3; 6=Villahidalgo-2; 7=A.B. Bonfil; 8=La Herradura; 9=Cotaxtla; 10=Ocozocoautla-4; 11=Ocozocoautla-5.

1;  $S^2_{di} > 0$ ), mientras que el genotipo DOR 364 respondió mejor en ambientes favorables en forma consistente ( $b_i > 1$ ;  $S^2_{di} = 0$ ) (Cuadro 3).

Los resultados de la evaluación de líneas introducidas en los ensayos uniformes, permitió identificar genotipos de frijol con adaptación y mayor potencial de rendimiento, que el criollo utilizado por los productores de la región, con características de tipo y color de grano que demandan los consumidores de la entidad, Centro y Norteamérica (Paz et al., 2007).

### Evaluación de incidencia y reacción al VMADF

El Cuadro 4 muestra, que aunque en ambos genotipos la incidencia del virus del mosaico amarillo dorado del frijol (VMADF) se incrementó con el tiempo de evaluación, en todos los casos, el criollo Coloradito presentó la mayor incidencia y al final de las lecturas, los resultados indicaron que la variedad Rojo INIFAP (línea PRF 9653-16B-3) mostró la menor incidencia con 24% de plantas que presentaron síntomas de la enfermedad y un rendimiento de grano estimado de 950 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que el testigo regional presentó incidencia de 89% con síntomas intensos del VMADF y rendimiento de 319 kg ha<sup>-1</sup> (CIAT, 1987). Lo anterior indica que Rojo INIFAP, representa una alternativa viable, para disminuir pérdida por VMADF en las siembras de humedad residual (López et al., 2002; Villar et al., 2003).

### Evaluación en suelos ácidos

Se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos al suelo/genotipo, y en la interacción de ambos factores, tanto en el suelo de Isla, Veracruz, como

de Villahidalgo, Chiapas. El Cuadro 5 muestra que en el suelo de Villahidalgo, se obtuvo la mayor producción de biomasa, debido principalmente a que su pH es cercano a 5 y tiene un porcentaje de saturación de aluminio menor de 10%, en tanto que en el suelo de Isla, además de pH menor a 5, tiene baja saturación de bases y un porcentaje de saturación de aluminio mayor a 10%. En ambos tipos de suelo, la variedad Rojo INIFAP obtuvo la mayor producción de biomasa, debido a su alto potencial de rendimiento y adaptación en ambientes con estrés por suelos ácidos.

La interacción significativa entre ambos factores, indicó que en condiciones naturales de suelo ácido, ambos genotipos produjeron una cantidad similar de biomasa, tanto en el suelo de Isla, como de Villahidalgo; en cambio, sin estrés por suelo ácido, sólo la variedad Rojo INIFAP respondió significativamente a la aplicación de 2 t ha<sup>-1</sup> de cal, cuyos porcentajes de incremento en producción de biomasa fueron mayores a 90% en los dos tipos de suelo (Cuadro 5). Una mayor producción de biomasa en suelo ácido, sugiere genotipos más rendidores y eficientes para absorber calcio y magnesio y otros nutrientes del suelo (Rao, 2000). Los resultados indican que Rojo INIFAP tiene adaptación similar a la del criollo Sesentano en suelos ácidos, pero responde mejor a la aplicación de cal, para eliminar el estrés de estos suelos (Villar et al., 2003).

**Cuadro 3.** Rendimiento promedio y parámetros de estabilidad de 16 líneas de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en 10 localidades del sureste de México.

| Genotipo       | Promedio | b <sub>i</sub> | S <sup>2</sup> <sub>di</sub> | Clasificación |
|----------------|----------|----------------|------------------------------|---------------|
| EAP 9510-28    | 925      | 0.97           | -27202                       | Estable       |
| EAP 9508-48    | 995      | 1.07           | -43362                       | Estable       |
| EAP 9503-32B   | 904      | 0.88           | -39466                       | Estable       |
| Rojo INIFAP    | 1016     | 1.11           | -37380                       | Estable       |
| PRF 9657-53-14 | 943      | 1.00           | -39190                       | Estable       |
| PTC 9557-10    | 893      | 1.04           | -20731                       | Estable       |
| PRF 9806-18    | 889      | 0.99           | -42537                       | Estable       |
| PPB 11-88-MC   | 849      | 0.89           | -39378                       | Estable       |
| PPB 11-96-MC   | 869      | 0.94           | -26034                       | Estable       |
| BCH 9732-7A    | 911      | 1.10           | -35380                       | Estable       |
| PRF 904-34     | 907      | 1.00           | -34110                       | Estable       |
| UPR 9806-43-2  | 935      | 1.01           | -35974                       | Estable       |
| MR 12439-31-7  | 776      | 0.86           | -15765                       | Estable       |
| PPB 12-28-MC   | 968      | 0.88           | -41535                       | RMAD y C      |
| DOR 364        | 921      | 1.15           | -42169                       | RMBA y C      |
| Testigo local  | 811      | 1.10           | -33596                       | Estable       |

RMAD y C=Responde mejor en ambientes desfavorables y consistente. RMBA y C=Responde mejor en ambientes favorables en forma consistente.

**Cuadro 4.** Incidencia de la enfermedad por virus del mosaico amarillo dorado de frijol (VMADF) en dos variedades de *Phaseolus vulgaris* L., en la depresión central del estado de Chiapas.

| Genotipo           | días después de la siembra y % de incidencia |    |    |
|--------------------|--|----|----|
|                    | 20   | 30 | 40 |
| Rojo INIFAP        | 3  | 10 | 24 |
| Criollo Coloradito | 18   | 28 | 89 |
| Promedio           | 11   | 19 | 57 |

### Evaluación en parcelas de validación

En todos los sitios de validación, la variedad Rojo INIFAP fue superior en rendimiento al criollo Coloradito. En condiciones de temporal, con la

**Cuadro 5.** Producción de biomasa de frijol ( $\text{g parcela}^{-1}$ ) de dos variedades de *Phaseolus vulgaris* L., en suelos ácidos, con y sin aplicación de cal. Ciclo invierno-primavera de 2006.

| Genotipo     | Isla, Veracruz |         | Promedio (g) | Incremento (%) | Villahidalgo, Chiapas |          | Promedio (g) | Incremento (%) |
|--------------|----------------|---------|--------------|----------------|-----------------------|----------|--------------|----------------|
|              | Sin cal        | Con cal |              |                | Sin cal               | Con cal  |              |                |
| Rojo INIFAP  | 26.48 a        | 51.3b a | 38.94 a      | 94.07          | 49.90 a               | 101.56 a | 75.73 a      | 103.53         |
| Sesentano    | 24.02 a        | 27.45 b | 25.73 b      | 14.28          | 43.61 a               | 34.89 b  | 39.25 b      | -19.99         |
| Promedio (g) | 25.25 b        | 39.42 a |              |                | 46.75 b               | 68.22 a  |              |                |

nueva variedad se obtuvo en promedio 29% más rendimiento de grano, en tanto que con humedad residual el incremento fue de 51%. El rendimiento promedio general de Rojo INIFAP superó en 37.4% al del criollo Coloradito (Cuadro 6), con lo cual se corroboró la mayor productividad y adaptación de la nueva variedad, en comparación al testigo tradicional del productor.

## CONCLUSIONES

Rojo INIFAP, mostró alto rendimiento y estabilidad en las diferentes

condiciones de humedad en las que fue evaluada y validada en los estados de Chiapas y Veracruz, mayor tolerancia al virus de mosaico amarillo dorado y mejor respuesta a la aplicación de cal en suelos ácidos, que los criollos regionales.

## LITERATURA CITADA

- Buerkert A.C., Cassman G.K., De la Piedra C.R., Munns N.D. 1990. Soil acidity and liming effects on stand, nodulation and yield of common bean. *Agron. J.* 82:749-754.
- Carballo C.A., Márquez S.F. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5(1):129-146.
- CIAT. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Schoonhoven, A. van y A. Pastor-Corrales, M. A. (Comps.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 56 p.
- Eberhart S.A., Russell W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6(1):36-40.
- Fernández F., Geps P., López M. 1985. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. p. 61-78. *In:* López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven (eds.). Frijol: Investigación y Producción.

**Cuadro 6.** Rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de la variedad de frijol Rojo INIFAP *Phaseolus vulgaris* L., en parcelas de validación. Ciclos P-V y O-I de 2005-2006.

| Localidad/Estado                      | Año  | Condición de humedad | Rojo INIFAP | Criollo Coloradito | Incremento (%) |
|---------------------------------------|------|----------------------|-------------|--------------------|----------------|
| Jiquipilas, Chis.                     | 2005 | Temporal             | 1400        | 1120               | 25.0           |
| Ocozocoautla, Chis.                   | 2005 | Temporal             | 1000        | 896                | 11.6           |
| Michoacán. La Trinitaria, Chis.       | 2007 | Temporal             | 820         | 810                | 1.2            |
| La Sombrilla. La Trinitaria, Chis.    | 2007 | Temporal             | 1300        | 1000               | 30.0           |
| Santa Rita. La Trinitaria, Chis.      | 2007 | Temporal             | 1120        | 967                | 15.8           |
| Lázaro Cárdenas. La Trinitaria, Chis. | 2007 | Temporal             | 2550        | 1598               | 59.6           |
| 1º de mayo. La Trinitaria, Chis.      | 2007 | Temporal             | 1470        | 1100               | 33.6           |
| Promedio                              |      |                      | 1380 *      | 1070               | 29.0           |
| Ocozocoautla, Chis.                   | 2005 | HR                   | 740         | 580                | 27.6           |
| Medellín de Bravo, Ver.               | 2005 | HR                   | 1910        | 917                | 108.3          |
| Villahidalgo, Chis.                   | 2006 | HR                   | 772         | 496                | 55.6           |
| Las Flores, Jiquipilas, Chis.         | 2007 | HR                   | 920         | 697                | 32.0           |
| Llano Grande, Ocozocoautla, Chis.     | 2007 | HR                   | 1200        | 597                | 101.0          |
| Gpe. Victoria, Ocozocoautla, Chis.    | 2007 | HR                   | 850         | 790                | 7.6            |
| El Cheyenne, Ocozocoautla, Chis.      | 2007 | HR                   | 765         | 665                | 15.0           |
| Promedio                              |      |                      | 1022*       | 677                | 51.0           |
| Promedio general                      |      |                      | 1201**      | 874                | 37.4           |

HR=Humedad residual. \* Diferencia significativa según la prueba t de Student. \*\* Diferencia altamente significativa, según la prueba t de Student.



- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- García E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª. ed. UNAM. México, D. F. 130 p.
- INEGI. 2009. Anuario estadístico de Chiapas. <http://www.bing.com/search?q=anuario+estadistico+de+Chiapas+2009&FORM=MSNH74&mkt=es-MX&estado=0&web> [consultado el 21 de junio de 2010].
- López-Salinas E., Acosta-Gallegos J.A., Becerra-Leor E.N., Beebe S.E. 1997. Registration of Negro Tacaná common bean. *Crop Sci.* 37(3):1022.
- López S.E.; Durán P.A.; Becerra L.E.N., Esqueda E.V.A., Cano R.O. 1994. Manual de producción de frijol en el estado de Veracruz. SARH. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Cotaxtla. Veracruz, México. Folleto para productores Núm. 7. 29 p.
- López S.E., Acosta G.J., Durán P.A., Garza G.R., Fraire G. 1998. Modelo de informe técnico anual para los países. Tipo PPO. Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y El Caribe. Veracruz, Ver., México. 21 p.
- López E., Tosquy O.H., Villar B., Becerra E.N., Ugalde F.J. 2003. Adaptación, resistencia múltiple a enfermedades y tolerancia a suelos ácidos en genotipos de frijol. *Agron. Mesoam.* 14(2):151-155.
- López S. E., Acosta G.J.A., Cumplán G.J., Cano R.O., Villar S.B., Becerra L.E.N. 2002. Adaptación de genotipos de frijol común en la región tropical húmeda de México. *Agric. Téc. Méx.* 28(1):35-42.
- Paz M.T., Flores S., Delmelle G. 2007. Informe de cadena de frijol rojo en Nicaragua. International Food Policy Research Institute. 34 p. <http://www.ruta.org/downloads/CDCAFTA/documentos/ni/InformeFinalCadenaDeFrijolNicaragua.pdf> [Consultado el 2 de julio de 2010].
- SAGARPA. 2014. Estadísticas agropecuarias del estado de Chiapas. [www.oedrus-chiapas.gob.mx](http://www.oedrus-chiapas.gob.mx) [Consultado el 20 de noviembre mes de 2014].
- Thung M., Ortega J., Eraso O. 1985. Tamizado para identificar frijoles adaptados a suelos ácidos. p. 313-346. *In: Frijol: Investigación y Producción.* López, F. M. y A. van Schoonhoven (eds.) CIAT, Cali, Colombia.
- Viana R.A., Villar S.B. 2001. Adopción de variedades mejoradas de frijol en la región de la Frailesca, Chiapas, México. Folleto Técnico No. 1. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chis., México. 25 p.
- Villar S.B. 1988. Estabilidad del rendimiento y reacción a enfermedades de variedades de frijol en el Centro de Chiapas. *Rev. Fitotec. Mex.* 11(1):74-80.
- Villar S.B., López S.E., Tosquy V.O.H. 2009. Negro Grijalva, nuevo cultivar de frijol para el trópico húmedo de México. *Agricultura Técnica en México.* 35(3):349-352.
- Villar S.B., López S.E. 1993. Negro INIFAP: Nueva variedad de frijol para Chiapas y regiones similares. *Rev. Fitotec. Mex.* 16(2):208-209.
- Villar S.B., Garrido R.E., López L. A., Cruz, Ch.F.J. 2002. Manual para la producción de frijol en el estado de Chiapas. Publicación Especial No. 1. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chis., México. 165 p.
- Villar S.B., López S.E., Acosta G.J. 2003. Selección de genotipos de frijol por rendimiento y resistencia al mosaico dorado y suelos ácidos. *Rev. Fitotec. Mex.* 26(2):109-114.
- Villar S.B., López S.E., Tosquy V.O.H., Ugalde A.F.J. 2010. Rojo INIFAP, nueva variedad de frijol de grano rojo para el trópico de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(5):681-686.
- Villar S.B., López S.E., Tosquy V.O.H., Ugalde A.F.J. 2011. Rojo INIFAP. Nueva variedad de frijol de grano rojo para el estado de Chiapas. Folleto Técnico Núm. 11. SAGARPA. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chis., México. 20 p.

