

PRODUCCIÓN DE PLANTAS

ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE LA VARIEDAD DE FRIJOL INTA VAINA ROJA, PARA TOLERANCIA A SEQUÍA Y MANCHA ANGULAR EN CUATRO REGIONES DE NICARAGUA

ADAPTATION AND PERFORMANCE OF THE BEAN VARIETY INTA VAINA ROJA FOR TOLERANCE TO DROUGHT AND LEAF SPOT DISEASE IN FOUR REGIONS OF NICARAGUA

Molina Centeno Julio Cesar¹, Cuadra Sergio¹, Guzmán Mauricio¹, Duarte Noel¹, Llano Aurelio²

¹ Investigador zonal Granos Básicos, INTA. Email: molinacentenojuliocesar1@gmail.com

² Investigador Nacional Frijol, INTA. Email: aureliollano@gmail.com



RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo entre los años 2005 y 2007, con el objetivo de evaluar la adaptación y rendimiento de la variedad mejorada INTA Vaina Roja, en las zonas de Las Segovias, Centro Norte, Centro Sur y Pacífico Sur de Nicaragua. En el año 2006 se condujeron nueve ensayos de rendimiento, uno en Madriz, cinco en Estelí, uno en Matagalpa y dos en Jinotega. En las etapas preliminares de rendimiento, el ensayo incluyó 51 líneas F8, y en las pruebas avanzadas de rendimiento se incluyeron 34 líneas F9 y 14 líneas F8 y F9. Estos trabajos se realizaron de acuerdo a las condiciones agroecológicas de cada localidad bajo condiciones de secano. En las pruebas preliminares se utilizó una sola repetición, y en pruebas avanzadas, se utilizó un diseño de látice 6 x 6 y de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados obtenidos muestra que a nivel de experimentación las líneas 429 DFSZ 15094-39 (2 188 kg ha⁻¹), MIB 438 (2 644 kg ha⁻¹), 426 DFSZ 15094-39 (2 182 kg ha⁻¹) e INTA Vaina Roja (2 013 kg ha⁻¹) sobresalieron por su rendimiento de grano. Durante las evaluaciones, la variedad INTA Vaina Roja resultó tolerante a la enfermedad de mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*). Además, la variedad INTA Vaina Roja se validó en parcelas comerciales en campos de agricultores en 54 ambientes de los departamentos de Estelí, Madriz, Nueva Segovia, Matagalpa, Jinotega, Chontales y Carazo. En estas parcelas de validación, la variedad INTA Vaina Roja (915 kg ha⁻¹) superó en un 17% en los 54 sitios de validación a las variedades comerciales (784 kg ha⁻¹) utilizadas como testigos locales. Así mismo, dio los mejores rendimientos (1 343 kg ha⁻¹) en 24 ambientes identificados como favorables con un 16% más que las variedades comerciales (1155

ABSTRACT

The present work was carried out between 2005 and 2007, with the aim of evaluating the adaptation and performance of the improved variety INTA Vaina Roja, in the regions of Las Segovias, North in the advanced yield studies 34 F9 lines and 14 F8 and F9 lines. This work was conducted according to agro-ecological conditions of each locality under dry land conditions. In the preliminary tests we used a single repetition, and in advanced tests, a lattice design 6 x 6 and randomized complete block with three replications was used. It was found that at experimental level 429 DFSZ 15094-39 (2 188 kg ha⁻¹), MIB 438 (2 644 kg ha⁻¹), 426 DFSZ 15094-39 (2 182 kg ha⁻¹) e INTA Vaina Roja (2 013 kg ha⁻¹). Stood out for their grain yield. During the assessments, the INTA Vaina Roja variety was tolerant to leaf spot disease (*Phaeoisariopsis griseola*). In addition, the INTA Vaina Roja variety was validated in commercial plots in farmers' fields in 54 environments of the departments of Estelí, Madriz, Nueva Segovia Matagalpa, Jinotega, Chontales and Carazo. In these test plots, yield from the variety INTA Vaina Roja (915 kg ha⁻¹) was higher by 17 % in the 54 validation sites compared to commercial varieties (784 kg ha⁻¹) used as local control plot. It also gave the best yields (1 343 kg ha⁻¹) in 24 environments identified as favorable yielding 16% more than commercial varieties (1 155 kg ha⁻¹) as well as in the 30 environments recognized as unfavorable the variety INTA Vaina Roja (573 kg ha⁻¹) had the highest yields , overtaking commercial varieties (487 kg ha⁻¹) by 18 %. In both situations the variety INTA Vaina Roja with coefficients of variation of 27.18 and 33.85% showed better stability than commercial varieties. During the process of experimentation and validation,

kg ha⁻¹). En los 30 ambientes identificados como desfavorables la variedad INTA Vaina Roja (573 kg ha⁻¹), tuvo los mayores rendimientos, superando a las variedades comerciales (487 kg ha⁻¹) en un 18%. En ambas situaciones la variedad INTA Vaina Roja con coeficientes de variación de 27.18 y 33.85% presentó mejor estabilidad que las variedades comerciales. Durante el proceso de experimentación y de validación, se observó que la variedad INTA Vaina Roja presentó tolerancia a alta humedad en el suelo, lo que la hace ser un material ideal para adaptación al cambio climático. La variedad INTA Vaina Roja presentó una Tasa Marginal de Retorno de 991% superior a las variedades comerciales.

Palabras clave: mejoramiento vegetal, análisis de adaptabilidad, investigación en fincas.

La importancia del cultivo de frijol radica en que es la principal fuente de proteína vegetal en la dieta alimenticia de la población segoviana, pues posee alrededor de 22% de proteína. Es un generador de fuentes de ingresos para los productores, lo cual se demuestra con el área sembrada en la región de Las Segovias de aproximadamente 34 363 hectáreas. Una de las limitantes en la producción de este cultivo es la alta incidencia de sequía, mosaico dorado y mancha angular en la zona seca de esta región, lo cual reduce los rendimientos de grano hasta en unos 700 kg ha⁻¹.

El INTA en colaboración con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), han desarrollado una línea de trabajo orientada a generar genotipos de frijol para tolerancia a sequía y mancha angular. En este sentido, en las épocas de primera y postrera del ciclo agrícola 2006–2007, fue evaluado un vivero para alto contenido de hierro en el departamento de Estelí. Como resultado de este trabajo, se seleccionaron los mejores 13 materiales por su potencial de rendimiento, color de grano y tolerancia a sequía y mancha angular, los que fueron evaluados en el ciclo 2007–2008 en tres localidades del departamento de Estelí, y una localidad del departamento de Jinotega, permitiendo la identificación de los genotipos 429 DFSZ 1504-39 (2 188 kg ha⁻¹), 516 DFBS 15089-22 (2 130 kg ha⁻¹), 426 DFSZ 15094-39 (2 182 kg ha⁻¹), 703 SM 15216-11 (2 098 kg ha⁻¹), MIB 438 (2 644 kg ha⁻¹), 618 DFSZ 15132-12 (2 012 kg ha⁻¹), INTA Vaina Roja (2 013 kg ha⁻¹), MIB 451 (2 017 kg ha⁻¹) y SER 82 (2 044 kg ha⁻¹), que dieron rendimientos superiores a la variedad comercial INTA Rojo (2011 kg ha⁻¹). De este grupo, se destacaron por su mayor precocidad y color de grano los materiales INTA Vaina Roja y SER 82. Estas variedades experimentales fueron validadas en los ciclos agrícolas 2008–2009 y 2009–2010 en 54 localidades de los departamentos de Estelí, Madriz y Nueva Segovia. En todos estos trabajos la línea INTA VAINA ROJA mostró buena adaptación y estabilidad del rendimiento de grano tanto en ambientes favorables como desfavorables (Molina *et al.*, 2 010). El objetivo del presente estudio fue

we observed that the INTA Vaina Roja variety showed tolerance to high humidity condition in the soil, making it an ideal material for the adaptation to climate change. The INTA Vaina Roja variety presented a marginal rate of return of 991% superior to commercial varieties.

determinar la adaptación y estabilidad del rendimiento de la variedad de frijol INTA Vaina Roja en cuatro regiones de Nicaragua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación del rendimiento de la línea INTA Vaina Roja en la fase de experimentación. Durante la época de primera del ciclo agrícola 2006–2007, se condujeron tres viveros; uno en Madriz, uno en Estelí y uno en Matagalpa. En los viveros, entre los 51 genotipos F8 se incluyó la línea INTA Vaina Roja y el testigo INTA Rojo, que es la principal variedad recomendada para las zonas frijoleras de Nicaragua. En estos trabajos se utilizó una sola repetición, y parcelas de un surco de cinco metros de largo. También, en la época de primera y postrera del período 2006–2007, se establecieron cuatro ensayos de líneas avanzadas F8 y F9 en los municipios de Condega, La Concordia y La Trinidad. En estos ensayos se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y parcelas de cuatro surcos de cinco metros de longitud. Además, en la época de postrera del 2006, se estableció un trabajo sobre la evaluación de 34 líneas F9 de frijol en los municipios de Condega y La Concordia, bajo un diseño de látice 6 x 6 con parcelas experimentales de un surco de cinco metros de largo. La fecha de siembra de los experimentos fue en los meses de junio y septiembre. Los ensayos se condujeron siguiendo las recomendaciones agronómicas del cultivo.

En todas las localidades se tomaron datos de reacción a enfermedades que ocurrieron durante el ciclo, la fenología de las variedades y el rendimiento. El rendimiento de grano se calculó en kg ha⁻¹ al 14% de humedad. Los datos de rendimiento se sometieron a un análisis de varianza individual y después se realizó un análisis combinado en los casos que se tenía más de un experimento. Para comparar las medias de tratamiento se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 0.05%.

Evaluación de reacción a enfermedades. Durante la conducción de los ensayos, se calificó la reacción de los

genotipos evaluados a la incidencia del virus del mosaico dorado y de mancha angular en la localidad de El Culce-Condega, con una escala de 1 a 9 (Shoonhoven y Pastor Corrales, 1987), cuyos valores son: 1 a 3 = resistente, 4 a 6 = intermedio y 7 a 9 = susceptible. Esta medición se realizó en la etapa reproductiva del cultivo.

Evaluación de la línea INTA Vaina Roja en parcelas de validación. La línea INTA Vaina Roja Se evaluó en parcelas comerciales en 54 ambientes de cuatro regiones de Nicaragua, durante el ciclo agrícola 2007–2008, y se comparó con variedades comerciales utilizadas en cada región (mejoradas, acriolladas y criollas). Las siembras se realizaron al tiempo que se establecieron los lotes comerciales en cada localidad durante los meses de junio, septiembre y noviembre. La superficie por lote de validación fue variable en cada sitio de acuerdo a la disponibilidad de semilla (350 a 500 m²). El rendimiento se calculó en kg ha⁻¹ en base al área total sembrada, y en aquellos casos en que hubo fallas en la parcela, se hicieron cuatro muestreos de cinco m² por variedad. Estas parcelas de validación se establecieron en terrenos de agricultores cooperantes, los que se encargaron de la conducción agronómica y cosecha de las mismas. El rendimiento obtenido al 14% de humedad en cada localidad, se consideró como un ambiente. Con los datos recopilados se realizó un análisis haciendo uso del análisis de estabilidad modificada propuesto por Hildebrand y Poey (1989) a través del programa de Excel. El rendimiento de grano obtenido por la variedad experimental INTA Vaina Roja y las variedades utilizadas como testigo local, se relacionó con el índice ambiental (rendimiento promedio de ambos materiales en cada localidad), mediante el modelo de regresión simple, basada en el siguiente modelo:

$$Y_i = a + be$$

Donde:

Y_i = Rendimiento del i-ésimo tratamiento

E = índice ambiental

Tabla 1. Ubicación de áreas de validación con la variedad experimental INTA Vaina Roja en 54 localidades de Nicaragua, 2007

Departamentos	Municipio	Localidad	Testigo local
Estelí	Condega	El Espino	Estelí 150
	Pueblo Nuevo	Los Horcones	Luisito
	La Trinidad	Tomabú Arriba	Rojo de Seda
	La Trinidad	Tamabú Abajo	Rojo de Seda Mejorado
	La Trinidad	Potrerrillo	Chile Rojo
	La Trinidad	Tomabú postrera	Rojo de Seda
	Estelí	El Espinal 1	Cuarentano
	Estelí	El Espinal 2	INTA Rojo
	La Trinidad	Las Limas	Cuarentano
	San Nicolás	Las Puertas	Frijol Negro
	Condega	El Culce	INTA Rojo
	Estelí	San Antonio	Río Rojo
	Pueblo Nuevo	Cofradía	JM Pueblo Nuevo
Madriz	San Lucas	La Manzana	Zamorano
	San Lucas	Moropoto	INTA Rojo
	San Lucas	Unile	JM Pueblo Nuevo
	Palacaguina	La Concepción	INTA Rojo
	Totogalpa	Quebrada Grande	Chile Rojo
Matagalpa	Sebaco	El Salto 1	INTA Rojo
	Sebaco	El Salto 2	INTA Rojo
	Matagalpa	Nuestra Tierra	DOR 364
	San Ramón	La Granja 1	Estelí 90
	San Ramón	La Granja 1.1	Estelí 90
Jinotega	Jinotega	Chagüite Grande 1	INTA Masatepe
	Jinotega	Las Pilas 1	Waliceño
	Jinotega	Chagüite Grande 2	INTA Masatepe
	La Concordia	El Ocote	Estelí 150
	Jinotega	Chagüite Grande 2	INTA Canela
	Jinotega	Chagüite Grande 1.1	INTA Canela
	Jinotega	Los Robles	SRC 2-18-1
	Jinotega	Las Pilas 1.1	INTA Canela
	Jinotega	Las Pilas 2	INTA Canela
Carazo	La Conquista	La Vainilla 1	INTA Precoz
	Diriamba	Zacate Verde	INTA Precoz
	La Conquista	Santa Gertrudis	INTA Precoz
	Diriamba	El Aguacate 2	INTA Precoz
	La Conquista	Buena Vista 1	INTA Precoz
	Diriamba	El Aguacate 2.1	INTA Precoz
	Diriamba	Las Mercedes	INTA Precoz
	La Conquista	La Vainilla 1.1	INTA Precoz
	La Conquista	La Vainilla 1.2	INTA Precoz
	La Conquista	Buena Vista 1.1	INTA Precoz
	Diriamba	El Carrizal	INTA Precoz
	Dolores	Lomas de Gavilán	INTA Precoz
	Nandaime	Nandarola	INTA Precoz
Chontales	El Rama	Kisilaya	Rojo Nacional
	Nueva Guinea	Montevideo	Rojo Nacional
	Nueva Guinea	Río Plata	Chile Tico
	El Rama	Mataka	Rojo Nacional
	Nueva Guinea	Nueva Guinea	Chile Tico
	Muelle de los Bueyes	Las Pavas	Rojo Nacional
	Los Santos	Los Santos	Chile Tico
	Nueva Guinea	Gerusalen	Chile Tico
El Rama	El Areno	Rojo Nacional	

Estudios de la calidad del grano. La calidad del grano, se valoró con cada uno de los productores cooperantes después de la cosecha de las parcelas. Para ello, se orientó que la esposa de cada productor cocinara la misma cantidad de grano de la línea INTA Vaina Roja y de las variedades comerciales utilizadas como testigos locales, y que lo dejara para el siguiente día. Después se les preguntó que si la variedad INTA Vaina Roja cumplía con los criterios establecidos por ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del rendimiento de grano de la línea INTA Vaina Roja en la fase de experimentación. A nivel de pruebas preliminares de rendimiento (vivero de 51 líneas F8), se identificaron 34 líneas promisorias con base a su potencial productivo, arquitectura de planta y contenido de hierro. En este grupo sobresalieron 11 materiales por su potencial de rendimiento y color de grano, dentro de los cuales se incluyó la línea INTA Vaina Roja. En el caso de la evaluación de 34 líneas promisorias realizada en los municipios de Condega y La Concordia en el año 2006, se encontró que 12 genotipos mostraron buenos rendimientos de grano con respecto al testigo local INTA Rojo (tabla 2), dentro de los cuales se encuentra INTA Vaina Roja. En los cuatro trabajos efectuados como pruebas avanzadas de rendimiento realizadas en los municipios de Condega (2), La Trinidad (1) y La Concordia (1) en las épocas de primera y postrera del 2006, las líneas 429 DFSZ 15094-39 (2 188 kg ha⁻¹), MIB 438 (2 644 kg ha⁻¹), 426 DFSZ 15094-39 (2 182 kg ha⁻¹) e INTA Vaina Roja (2 013 kg ha⁻¹), dieron los más altos rendimientos de grano, de las cuales se destaca la línea INTA Vaina Roja por su mejor color de grano (tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento obtenido en kg ha⁻¹ con la variedad INTA Vaina Roja a nivel experimental, 2006

Actividad	Municipio	Línea	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Color de grano
Evaluación de vivero de 51 líneas F8 de frijol rojo, para alto contenido de hierro	San Lucas, Condega y Matagalpa (Primera 2006)	427 DFSZ 15094-39-1	1 634	5
		428 DFSZ 15094-39-4	1 741	2
		516 DFBS 15089-22-1	1 596	3
		519 DFBS 15089-22-1	1 652	2
		578 DFSZ 15094-43-3	1 654	5
		599 NFSZ 15171-09-2	1 575	5
		618 BFSZ 15132-12-5	1 738	3
		INTA Vaina Roja	1 529	2
		628 SM 15212-33-4	1 764	2
		703 SM 15216-11-3	1 660	3
		703 SM 15216-11-5	1 609	3
INTA Rojo	1 507	5		
Evaluación de 34 líneas F9 de frijol rojo, para alto contenido de hierro	Condega y La Concordia (Postrera 2006)	428 DFSZ 15094-39-1	792	5
		429 DFSZ 15094-39-4	797	4
		523 DFBS 15092-04-3	706	4

Evaluación de reacción a enfermedades. La enfermedad de la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) se evaluó en la localidad de El Culce - Condega en el ciclo agrícola 2006–2007. Las variedades que mostraron mayor tolerancia a mancha angular fueron: MIB 438 (3.33) e INTA Vaina Roja (3.00), y las más susceptibles resultaron ser los materiales SER 155 (7.00), SER 82 (7.00) y la variedad comercial INTA Rojo (7.67), (tabla 3).

Tabla 3. Reacción a Mancha angular, días a flor y aspecto del grano de 14 líneas de frijol rojo, El Culce 2006

Genotipo	Días a Flor	Mancha angular	Color de grano
518 DFBS 15089-22	36	5.67	4.0
427 DFSZ 15094-39	36	5.00	4.67
429 DFSZ 15094-39	36	5.33	4.83
516 DFBS 15089-22	36	5.00	4.17
426 DFSZ 15094-39	36	6.33	4.33
SER 199	36	5.67	4.50
703 SM 15216-11	35	6.00	3.67
617 DFSZ 15132-12	33	6.00	5.00
MIB 438	35	3.33	3.83
618 DFSZ 15132-12	34	5.33	4.17
INTA Vaina Roja	33	3.0	2.00
MIB 451	33	5.33	4.33
SER 155	32	7.00	3.5
SER 82	32	7.00	2.5
INTA Rojo (T.L.)	34	7.67	4.50

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey p(0.05).

Evaluación de la variedad INTA Vaina Roja en parcelas de validación. Las condiciones agro climáticas ocurridas durante los ciclos agrícolas de evaluación (datos no disponibles)

fueron en la mayoría de los casos desfavorables al cultivo por las condiciones de sequía que se presentaron durante el ciclo del cultivo. A nivel de las 54 localidades, se encontró que la variedad INTA Vaina Roja (915 kg ha⁻¹) superó a las variedades comerciales utilizadas como testigo local (784 kg ha⁻¹) en un 17%. El comportamiento de las variedades está definido por el promedio del rendimiento obtenido en todas las localidades, el coeficiente de variación y la R² (%). Este valor de la R² nos da una idea, de

que los resultados obtenidos están relacionados con el comportamiento intrínscico del tratamiento o debido a factores externos. En la tabla 4, se observa que la línea INTA Vaina Roja, obtuvo el más alto valor de R^2 de 95%. Este valor alto de la R^2 explica que estos resultados están influenciados por la parte genética de la variedad. Además, se encontró que el material INTA Vaina Roja tuvo el valor más bajo de coeficiente de variación (52.13%) en comparación a las variedades comerciales (58.03%), lo que demuestra que tiene mayor estabilidad a través de los ambientes evaluados.

Tabla 4. Rendimiento en kg ha^{-1} , coeficiente de regresión obtenido con la variedad INTA Vaina Roja y variedades comerciales en 54 localidades de cuatro regiones de Nicaragua, 2,007

Localidad	Variedades	
	INTA Vaina Roja	Variedades comerciales
Media	915	784
CV (%)	52.13	58.03
$R^2(\%)$	0.95	0.92
Desv. Estándar	477	455
Mínimo	184	129
Máximo	2 208	2 250
% sobre el testigo	117	100

Cuando los rendimientos obtenidos en una localidad son superiores al promedio general, se considera el ambiente como bueno. El análisis de estabilidad modificada permitió la identificación de dos dominios de recomendación “pobres y buenos”. 24 ambientes fueron identificados como buenos, en donde la variedad INTA Vaina Roja ($1\ 343\ \text{kg ha}^{-1}$) produjo rendimientos superiores a las variedades comerciales ($1\ 155\ \text{kg ha}^{-1}$), superándolas en un 16%, y coeficiente de variación de 27.18%, considerado de mejor estabilidad que las variedades comerciales que alcanzaron un 36.71% (tabla 5).

Tabla 5. Rendimiento promedio de grano, coeficientes de regresión y de variación para 24 ambientes buenos, donde el índice ambiental fue mayor de $850\ \text{kg ha}^{-1}$

Localidad	Variedades	
	INTA Vaina Roja	Testigos locales
Media	1 343	1 155
CV (%)	27.18	36.71
% sobre el testigo	116	100

Como ambientes pobres se consideran aquellos que producen rendimientos por debajo del promedio general. En este estudio se encontraron 30 ambientes de este tipo (tabla 6), lo cual se debe principalmente a la sequía incidente y al mal manejo agronómico que se le dio al cultivo en algunos casos. Bajo las condiciones de clima y manejo al cultivo que se dieron en estas 30 localidades, la variedad INTA Vaina Roja ($573\ \text{kg ha}^{-1}$) superó en un 18% a las variedades utilizadas como testigos locales ($487\ \text{kg ha}^{-1}$). En cuanto a la estabilidad de estos materiales, la variedad INTA Vaina Roja

presentó valores de coeficientes de variación (33.85%) más bajos que los obtenidos por las variedades comerciales (36.14%). Estos valores son considerados como aceptables, lo que demuestra que este genotipo tiene una buena estabilidad del rendimiento de grano en este tipo de ambientes.

Tabla 6. Rendimiento promedio de grano, coeficientes de variación y regresión para 30 ambientes pobres donde el índice ambiental fue menor de $850\ \text{kg ha}^{-1}$

Localidad	Variedades	
	INTA Vaina Roja	Testigos Locales
Media	573	487
CV (%)	33.85	36.14
% sobre el testigo	118	100

En el gráfico de estabilidad, se observa que la variedad INTA Vaina Roja tuvo una buena estabilidad a través de los ambientes, con un mejor comportamiento en ambientes pobres y buenos con respecto a las variedades comerciales.

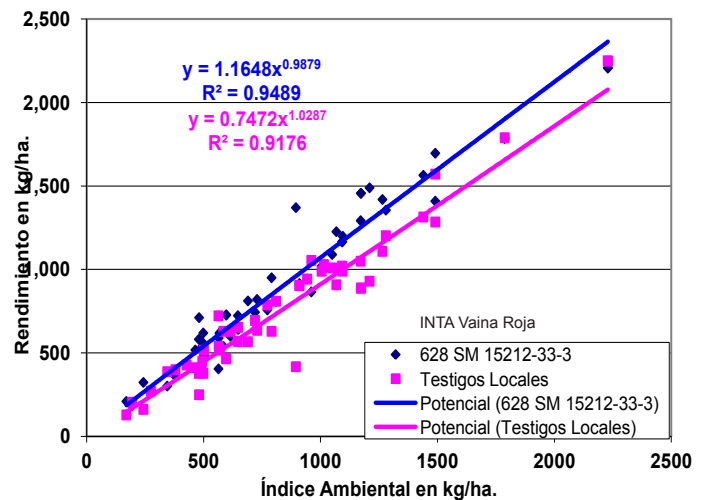


Figura 1. Dispersión y línea de tendencia de las variedades de frijol INTA Vaina Roja y testigos locales, en 54 localidades de Nicaragua, 2007.

Análisis económico. El propósito de hacer un análisis económico es el de obtener suficiente evidencia de que las opciones tecnológicas que se están proponiendo son factibles económicamente para los productores usuarios, en términos de generación de beneficios directos e indirectos medidos por unidades monetarias.

Por la razón antes expuesta se procedió a realizar el análisis económico basado en la teoría del presupuesto parcial propuesto por el CIMMYT, para conocer con exactitud los beneficios netos y la tasa de retorno marginal que obtendrá el productor al adoptar la alternativa tecnológica propuesta.

Costos que varían. Los costos que varían son los costos (por hectárea) relacionados con los insumos comprados, mano de obra y la maquinaria, que varía de un tratamiento a otro. Los costos que varían en este caso es el precio de la semilla, debido a que las demás actividades relacionadas con el manejo agronómico del cultivo, son similares. Los costos de la semilla de las líneas propuestas (INTA Vaina Roja = C\$ 1 200) son 25% más alto con respecto al testigo (C\$ 900), siendo esta la semilla de la cosecha anterior que utiliza el productor en sus parcelas.

Análisis de presupuesto parcial. Se analizaron los datos con base en la tecnología de evaluación económica propuesta por el CYMMYT en 1988, para este fin se analizó el presupuesto parcial donde se trabajó un tratamiento alternativo (INTA Vaina Roja Vrs el testigo local). Se presentan los rendimientos obtenidos en todo el sitio del dominio de recomendación para cada tratamiento en base a los rendimientos medios. Para ajustar los rendimientos se redujo el 5% por mal manejo de postcosecha.

El precio del kilogramo a nivel comercial durante la época de postrera del año 2007 se estimó por C\$ 26.4 el kilogramo. El precio de los frijoles, presenta una variación cíclica con el pasar de las épocas, pero aumenta de manera progresiva hasta alcanzar precios más altos en la época de menores ofertas, cuando el producto está escaso en el mercado.

Como se puede observar los beneficios netos de la tecnología propuesta fueron superiores a los del testigo, siendo los costos que varían más altos los de la línea propuesta, sin embargo los rendimientos vienen a compensar estos costos y por ende las utilidades netas.

Tabla 7. Análisis de presupuesto Parcial

Actividad	INTA Vaina Roja	Testigo
Rendimiento medio (kg ha ⁻¹)	915.0	784.0
Rendimiento ajustado al 5% (kg ha ⁻¹)	869.0	745.0
Precio de venta kg	26.4	26.4
Beneficio bruto de campo (C\$ ha ⁻¹)	22 942.0	19 668.0
Costos que varían (semilla)	1 200.0	900.0
Beneficios netos	21 742.0	18 768.0

Análisis de Dominancia. El tratamiento testigo (semilla de variedades comerciales); fue el que presentó menores costos variables (precio de la semilla). Con este tratamiento se obtuvieron menores rendimientos de grano y beneficios netos comparados con la tecnología propuesta. El análisis de dominancia se efectuó ordenando los tratamientos de menores a mayores costos totales que varían. Según la metodología del CIMMYT (1988), un tratamiento es dominado cuando tiene

beneficios netos menores o iguales y costos variables mayores que cualquier otro tratamiento. El análisis de dominancia permite concluir que el testigo local, a pesar de presentar menores costos, fue dominado.

Análisis marginal. Con base al presupuesto parcial, se efectuó al análisis marginal para determinar la variación porcentual de costos y beneficios obteniendo como resultado una tasa marginal de retorno para la variedad INTA Vaina Roja, de 991%, lo que significa que si los productores aceptan el cambio tecnológico, los ingresos por cada córdoba invertido por hectárea en la variedad INTA Vaina Roja, serían de 9.91 córdobas adicionales (tabla 8). Esta situación sugiere que la tecnología propuesta INTA Vaina Roja es rentable económicamente.

Estos resultados económicos tienen relación con la opinión de los productores sobre las características favorables (mayor rendimiento de grano, buena arquitectura de planta y resistencia a mancha angular) en relación a las variedades mejoradas comerciales utilizadas por los productores.

Tabla 8. Tasa marginal de retorno de las tecnologías propuestas

Tecnologías	Total costos que varían	Costo marginal	Beneficios netos	Beneficio marginal (C\$/ha)	TRM (%)
Testigo	900		18 768		
INTA Vaina Roja	1 200	300	21 742	2 974	99.1

Estudio de la calidad del grano. En la mayoría de los casos las amas de casa que colaboraron con las parcelas de validación, manifestaron que la línea INTA Vaina Roja tiene un sabor aceptable del caldo, y una buena consistencia del grano, aun dejándolo de un día a otro.

Los comerciantes opinan que INTA Vaina Roja posee buenas características comerciales, por su parte, los consumidores la aceptan por sus propiedades culinarias como la consistencia del grano cocido, tiempo aceptable de cocción y caldo ralo, similar a las variedades criollas.

CONCLUSIONES

A nivel experimental fueron identificadas las líneas 429 DFSZ 15094-39 (2 188 kg ha⁻¹), MIB 438 (2 644 kg ha⁻¹), 426 DFSZ 15094-39 (2 182 kg ha⁻¹) e INTA Vaina Roja (2 013 kg ha⁻¹), por su buen potencial de rendimiento y tolerancia a sequía, de las cuales se destaca por el color de grano y tolerancia a mancha angular, la línea INTA Vaina Roja.

En las 54 localidades de estudio, la variedad INTA Vaina Roja (915 kg ha⁻¹) superó a los testigos locales (784 kg ha⁻¹) en un 17%. Además se encontró que este genotipo presentó una mejor estabilidad del rendimiento de grano y se adapta bien a las diferentes prácticas que realizan los productores al cultivo de frijol, ya que tuvo los valores más

bajos de coeficientes de variación (52.13%) y los más altos de R^2 (0.95).

Para los 24 ambientes considerados como buenos la variedad INTA Vaina Roja (1 343 kg ha⁻¹) produjo los mayores rendimientos de grano con valores de 16% por encima de las variedades comerciales (1 155 kg ha⁻¹). También, para los 30 ambientes considerados como malos, la variedad INTA Vaina Roja (573 kg ha⁻¹) superó en un 18% a las variedades utilizadas como testigos locales (487 kg ha⁻¹). En ambas

situaciones la variedad INTA Vaina Roja con coeficientes de variación de 27.18 y 33.85% presentó mejor estabilidad que las variedades comerciales.

La variedad INTA Vaina Roja presentó una Tasa Marginal de Retorno de 991%.

Es preciso difundir y registrar la variedad INTA Vaina Roja, como una nueva variedad comercial en Nicaragua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beebe, S. 2005. Mejorando Cultivos para una Mejor Nutrición. HarvestPlus. CIAT, Cali, Colombia.
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. MX, D.F. 79 p.
- Fusell, LK; Bidinger, FR; Bieler, P. 1991. Crop physiology and breeding for drought tolerance: research and development. Field Crops Res. 27:183-199.
- Hildebrand, PE; Poey, F. 1989. Ensayos agronómicos en fincas. Según el enfoque de sistemas agropecuarios. Editorial Agropecuaria Latinoamericana. USA. 134 p.
- Kohashi-Shibata, J. 1990. Morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tierra 8:3-17.
- Ludlow, MM; Muchow, RC. 1990. A critical evaluation of trails for improving Crop yields in water-limited environments. Adv. Agron. 43:107-153.
- Molina, J; Valdivia, R. 2006. Evaluación de 14 líneas F8 de frijol rojo para alto contenido de hierro. En: Informe Técnico, Proyecto de Investigación y Desarrollo, INTA Las Segovias. Estelí, NI.
- Radulovich, R; Karremans, J. 1993. Validación de tecnologías en sistemas agrícolas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Costa Rica. 95 p.
- Tosquy, O; Sierra, M; Rodríguez, F; Castillo, O; Tinoco, A; Sandoval, A; Uribe, S. 1995. Validación del híbrido de maíz de cruzada doble H-512 en el estado de Veracruz. México. Agronomía Mesoamericana 6:93-97.
- Villee, C. 1990. Biología. MX. MC Graw Hill.