

**MODELOS DE PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO Y  
CARACTERIZACIÓN DE CINCO CULTIVARES DE FRIJOL YORIMÓN**

**[PREDICTION MODELS OF GRAIN YIELD AND CHARACTERIZATION  
OF FIVE COWPEA CULTIVARS]**

**Narciso Ysac Ávila-Serrano<sup>1</sup>, Bernardo Murillo-Amador<sup>2\*</sup>, José Luis Espinoza-Villavicencio<sup>3</sup>, Alejandro Palacios-Espinosa<sup>3</sup>, Ariel Guillén-Trujillo<sup>3</sup>,  
Rafael de Luna-De la Peña<sup>3</sup> and José Luí García-Hernández<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad del Mar, Puerto Escondido,

San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, 71980, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo No. 195,  
Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S., 23090, México.

Email: bmurillo04@cibnor.mx

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur, carretera al sur, km. 5.5, La Paz,  
B.C.S., 23080, México. E-mail: jlvilla@uabcs.mx.

\*Corresponding author

**RESUMEN**

Con el objetivo de caracterizar el rendimiento de grano en cinco cultivares de frijol yorimón y obtener modelos de regresión lineal para predecirlo, se realizó este estudio en La Paz, Baja California Sur, México. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Se realizaron análisis de varianza simple y multivariado considerando las variables canónicas para la caracterización de cultivares. Hubo diferencias ( $P \leq 0.05$ ) entre cultivares para racimos por planta, vainas por planta, vainas por racimo, peso de semilla por planta, peso hectolítrico de semilla, peso de 100 semillas, longitud de semillas, ancho de semilla, espesor de semilla, longitud de vaina, ancho de vaina, peso de vaina, semillas por vaina y peso de semillas por vaina. Los cultivares 1 (Paceño) y 18 (IT90K-277-2) mostraron los promedios mayores para peso de semillas por planta. Los modelos de regresión lineal mostraron coeficientes de correlación y determinación  $\geq 0.92$ . En estos modelos, el peso de la semilla por planta, vainas por racimo, vainas por planta, racimos por planta y longitud de vaina mostraron correlaciones significativas ( $P \leq 0.05$ ). Se concluye que el rendimiento de grano varió entre cultivares y para su estimación se generaron funciones de predicción con coeficientes de determinación altamente confiables.

**Palabras Clave:** *Vigna unguiculata*; modelos predictivos; zonas áridas.

**INTRODUCCIÓN**

El frijol yorimón o cowpea es una leguminosa que, por su contenido de proteína, es un cultivo de interés tanto en la alimentación humana como de animales domésticos (Díaz y Ortegón, 1997). Esta especie

**SUMMARY**

With the objective to characterize the grain yield of five cowpea cultivars and to find linear regression models to predict it, a study was developed in La Paz, Baja California Sur, Mexico. A complete randomized blocks design was used. Simple and multivariate analyses of variance were carried out using the canonical variables to characterize the cultivars. The variables cluster per plant, pods per plant, pods per cluster, seeds weight per plant, seeds hectoliter weight, 100-seed weight, seeds length, seeds wide, seeds thickness, pods length, pods wide, pods weight, seeds per pods, and seeds weight per pods, showed significant differences ( $P \leq 0.05$ ) among cultivars. Paceño and IT90K-277-2 cultivars showed the higher seeds weight per plant. The linear regression models showed correlation coefficients  $\geq 0.92$ . In these models, the seeds weight per plant, pods per cluster, pods per plant, cluster per plant and pods length showed significant correlations ( $P \leq 0.05$ ). In conclusion, the results showed that grain yield differ among cultivars and for its estimation, the prediction models showed determination coefficients highly dependable.

**Key words:** *Vigna unguiculata*; predictive models; arid zones.

presenta características favorables para su adaptación a las condiciones de las zonas áridas (Murillo-Amador *et al.*, 1997, 2000a, 2000b, 2001, 2002a, 2002b, 2002c; Murillo-Amador y Troyo-Diéguez, 2000; Murillo-Amador, 2001) donde se aprovecha de varias formas; entre las que destacan el control de maleza (Gutiérrez

*et al.*, 1999); como abono verde, especialmente como alternativa para productores orgánicos, ya que incorporado al suelo cuando aún está verde, mejora la fertilidad y calidad del mismo (Bécquer *et al.*, 2000); como forraje, en cuya forma se han documentado incrementos en rendimiento de forraje fresco o seco en asociación con maíz para ensilaje y con el pasto Sudán para henificarse, pudiendo ser utilizado de esta forma o como paja, para la alimentación del ganado (Parra, 1989; Tarawali, *et al.*, 1997). En cerdas adultas se obtienen buenos resultados mezclándolo con maíz molido (Tarawali *et al.*, 1997). Otra de las características valiosas de esta especie, es la capacidad de asociarse con diversas bacterias para fijar nitrógeno atmosférico al suelo contribuyendo de esta forma a reducir la erosión del mismo, mejorando su estructura, aumentando su actividad biológica y disminuyendo la filtración y pérdida de nutrientes (Rosa *et al.*, 1995). La principal asociación es a través de simbiosis con *Rhizobium* spp., aunque esta asociación puede estar influenciada por factores como la cepa bacteriana específica, el estado nutricional de la planta, así como el nivel de nutrientes en el suelo (Camacaro *et al.*, 1996; Rosa *et al.*, 1995). El área foliar y la producción de biomasa (materia verde y seca) son variables de interés en la evaluación del rendimiento de las plantas, de ahí la importancia de su determinación y del conocimiento de los factores que las afectan para la interpretación de los procesos de crecimiento, desarrollo y producción de un cultivo (Rosa *et al.*, 1995). De acuerdo con lo anterior y considerando las condiciones de aridez que prevalecen en Baja California Sur, México; se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de caracterizar y obtener funciones de predicción para el rendimiento de grano en diferentes cultivares de frijol yorimón.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El presente trabajo se realizó en el campo del Centro de Propagación Vegetativa (CEPROVEG), ubicado en el Valle del Carrizal, con coordenadas geográficas de 23° 20' 47" N y 110° 16' 14" O, en el municipio de La Paz, Baja California Sur, México. El clima de la región es de tipo BW y BS, desértico y seco según la clasificación de Köppen, con temperaturas máxima 33.9° C, mínima 10.7° C y media de 22° C (García, 1973). La precipitación se presenta estacionalmente en verano e invierno, siendo las de mayor volumen de julio a septiembre y representando 221 mm anuales. El tipo de suelo dominante en la región de estudio es aluvial de origen secundario, topografía plana, profundo, con buen drenaje, textura arenosa con pH neutro de 6.85 (6.6-7.5), pobre en materia orgánica, con niveles bajos en Ca, N y Mg, nivel alto en P y libre de pedregosidad superficial (INEGI, 2000).

### Material genético evaluado

Los cultivares de frijol yorimón utilizados fueron: cultivar 1 (Paceño), cultivar 4 (Cuarenteño), cultivar 18 (IT90K-277-2), cultivar 25 (Sesenteño) y cultivar 23 (IT91K-118-20).

### Manejo agronómico

La siembra se realizó en marzo de forma manual, en surcos de 80 cm de ancho, a 10 cm de distancia entre plantas (120000 plantas. ha<sup>-1</sup>), en seco, depositando la semilla en la parte superior del surco, a una profundidad de 4 cm. Previo a la siembra, se realizó barbecho, rastro y nivelación del terreno. Se realizó riego por goteo con agua de calidad C2 S1 Wilcox (buena calidad). Para mantener el cultivo libre de malezas, se realizaron deshierbes manuales y con respecto a control de plagas y enfermedades no se presentaron daños significativos por lo cual no se realizó ningún control. Los muestreos y/o cosecha de grano en los cultivares se realizaron en junio y julio.

### Variables cuantificadas

En cada uno de los cultivares se midieron las variables consideradas como componentes del rendimiento de grano. Las características de rendimiento de grano se registraron cuando las vainas presentaron su madurez fisiológica (12% de humedad). Las vainas se cosecharon colocándose en bolsas de papel, se pesaron, se desgranaron, se determinó el peso de la semilla y se calculó el rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>). También se evaluó el número de racimos por planta, número de vainas por planta, número de vainas por racimo, número de semillas por vaina, peso de semilla por planta, peso de 100 granos, peso hectolítrico de semilla, longitud de vaina, ancho de vaina, longitud de semilla, ancho de semilla y espesor de semilla. Las mediciones del ancho de vaina, longitud de semilla, ancho de semilla y espesor de semilla, se realizaron con un vernier digital (General, No. 143, General Tools, Manufacturing Co., Inc. New York, USA).

### Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde las unidades experimentales estuvieron representadas por ocho surcos de 7 m de largo y 80 cm de ancho. Para medir el rendimiento de grano y el resto de las variables de cada uno de los cultivares, de los ocho surcos de la parcela experimental, se consideraron los dos surcos centrales, a los cuales se les eliminó 50 cm de cada extremo, para un total de 6 m de longitud de cada surco, con una superficie como parcela útil de 9.6 m<sup>2</sup>. Se realizaron análisis multivariado de varianza, correlación lineal

simple y múltiple, y cuando las diferencias entre tratamientos fueron significativas, se compararon las medias utilizando la prueba de Tukey HSD ( $P=0.05$ ). Los procedimientos se desarrollaron mediante el sistema para análisis estadístico (SAS, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas ( $P\leq 0.05$ ) entre cultivares para todas las variables componentes del rendimiento de grano como son: racimos por planta, vainas por planta, vainas por racimo, peso total de grano, peso hectolítrico de semillas, peso de 100 semillas, longitud de semilla, ancho de semilla, espesor de semilla, longitud de vaina, ancho de vaina, peso de vaina, semillas por vaina y peso de semilla por vaina. Los cultivares 1 y 18 mostraron los promedios mayores en el peso de semilla por planta con 21.88 y 21.07 g, respectivamente (Tabla 1). Resultados similares fueron obtenidos por Akundabweni *et al.* (1990), Díaz *et al.* (2001), Kapoor *et al.* (2000) y Roquid y Patnaik (1990) quienes observaron diferencias en los rendimientos de grano por efecto de cultivar. En lo que corresponde al rendimiento ( $t\cdot ha^{-1}$ ) y vainas por planta, estos mismos cultivares (1 y 18) mostraron los promedios más altos. Respecto a vainas por racimo, los cultivares 4, 18 y 1 fueron los mejores.

El número de vainas por racimo, vainas por planta, racimos por planta y la longitud de la vaina se correlacionaron significativamente ( $P<0.05$ ) con el peso del grano (Tabla 2). En otras investigaciones utilizando un solo cultivar de frijol yorimón, Ávila-Serrano *et al.* (2004) observaron que las variables de rendimiento del grano que más influyen y se correlacionan con la producción del mismo son el número de vainas por planta y el peso de las semillas por vaina, además, obtuvieron una función de predicción para producción de grano trabajando con diferentes densidades de siembra, encontrando que el rendimiento de grano se incrementa por efecto de la densidad de siembra, lo cual coincide también con los resultados de Ismail y Hall (2000).

Respecto a las variables canónicas resultantes, se encontró que con las dos primeras variables (CAN1 y CAN2) se explica el 99% de la variabilidad en el rendimiento del grano, correspondiendo un 94% a la primera variable canónica y un 5% a la segunda (Tabla 3). Ambas variables están caracterizadas por un contraste entre el número de vainas por planta y el número de racimos por planta, siendo positiva la primera y negativa la segunda (Tabla 4).

Tabla 1. Variables determinantes de rendimiento de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Variable	Cultivar				
	1	4	18	23	25
Peso de vaina completa (kg)	3.51±0.53 <sup>a</sup>	2.73±0.67 <sup>b</sup>	3.16±0.43 <sup>ab</sup>	2.71±0.39 <sup>b</sup>	2.53±0.25 <sup>b</sup>
Peso total de semilla (kg)	2.62±0.34 <sup>a</sup>	2.13±0.50 <sup>ab</sup>	2.53±0.40 <sup>a</sup>	1.65±0.23 <sup>b</sup>	1.71±0.16 <sup>b</sup>
Peso de vaina (kg)	0.89±0.07 <sup>a</sup>	0.60±0.11 <sup>b</sup>	0.63±0.13 <sup>b</sup>	1.06±0.40 <sup>a</sup>	0.82±0.17 <sup>ab</sup>
Peso hectolítrico de semilla (kg)	0.66±8.99 <sup>d</sup>	0.69±15.60 <sup>c</sup>	0.75±6.52 <sup>a</sup>	0.72±3.27 <sup>b</sup>	0.72±10.55 <sup>b</sup>
Peso de cien semillas (g)	27.30±1.15 <sup>a</sup>	21.10±0.83 <sup>b</sup>	21.03±1.18 <sup>b</sup>	19.15±0.66 <sup>bc</sup>	17.40±0.58 <sup>c</sup>
Peso de semilla por planta (g)	21.88±2.88 <sup>a</sup>	17.74±4.20 <sup>ab</sup>	21.07±3.33 <sup>a</sup>	13.76±1.92 <sup>b</sup>	14.23±1.33 <sup>b</sup>
Total de semillas (miles)	2.45±0.04 <sup>d</sup>	3.32±0.14 <sup>c</sup>	3.43±0.10 <sup>c</sup>	3.74±0.10 <sup>b</sup>	4.14±0.04 <sup>a</sup>
Peso promedio de semilla (g)	0.27±0.01 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>c</sup>	0.22±0.01 <sup>b</sup>	0.19±0.01 <sup>d</sup>	0.17±0.00 <sup>c</sup>
Rendimiento ( $t\cdot ha^{-1}$ )	2.72±0.35 <sup>a</sup>	2.22±0.52 <sup>ab</sup>	2.63±0.42 <sup>a</sup>	1.72±0.24 <sup>b</sup>	1.78±0.16 <sup>b</sup>
Longitud de semilla (mm)	11.27±0.69 <sup>a</sup>	10.36±0.89 <sup>ab</sup>	9.08±0.25 <sup>b</sup>	9.12±1.57 <sup>b</sup>	8.96±0.24 <sup>b</sup>
Ancho de semilla (mm)	6.98±0.22 <sup>a</sup>	6.35±0.50 <sup>ab</sup>	6.32±0.10 <sup>b</sup>	5.92±0.32 <sup>b</sup>	6.29±0.19 <sup>b</sup>
Espesor de semilla (mm)	5.82±0.19 <sup>b</sup>	6.24±0.08 <sup>a</sup>	5.56±0.23 <sup>c</sup>	4.68±0.18 <sup>c</sup>	4.99±0.11 <sup>d</sup>
Vainas por Planta	13.66±1.99 <sup>a</sup>	12.35±2.48 <sup>a</sup>	14.20±1.22 <sup>a</sup>	12.71±2.16 <sup>a</sup>	8.83±1.28 <sup>b</sup>
Vainas por racimo	1.46±0.03 <sup>b</sup>	1.72±0.05 <sup>a</sup>	1.71±0.08 <sup>a</sup>	1.41±0.04 <sup>bc</sup>	1.34±0.03 <sup>c</sup>
Racimos por planta	9.35±1.23 <sup>a</sup>	7.17±1.25 <sup>bc</sup>	8.31±0.60 <sup>bc</sup>	9.03±1.72 <sup>ab</sup>	6.59±1.02 <sup>c</sup>
Semillas por vaina	9.63±0.43 <sup>b</sup>	8.43±1.39 <sup>c</sup>	11.36±0.70 <sup>b</sup>	9.93±0.92 <sup>bc</sup>	14.35±0.59 <sup>a</sup>
Longitud de Vaina (cm)	18.92±0.52 <sup>c</sup>	16.61±0.46 <sup>d</sup>	15.51±1.00 <sup>d</sup>	23.10±1.42 <sup>a</sup>	21.04±0.49 <sup>b</sup>
Ancho de vaina (mm)	9.33±0.40 <sup>a</sup>	8.87±0.15 <sup>a</sup>	8.69±0.10 <sup>a</sup>	7.78±0.68 <sup>b</sup>	7.78±0.20 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Literales distintas en las hileras indican diferencia.

Tabla 2. Correlaciones entre las variables determinantes de la producción de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

	VP	VR	PG	PH	PCS	LS	AS	ES	LV	AV	PV	SV	PSV
RP	0.86*	-0.03 <sup>ns</sup>	0.58*	-0.18 <sup>ns</sup>	0.47*	0.06 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	-0.25 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	-0.37 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>
VP	1.00	0.47*	0.79*	-0.05 <sup>ns</sup>	0.52*	0.10 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	-0.32 <sup>ns</sup>	-0.25 <sup>ns</sup>	-0.42 <sup>ns</sup>	-0.54*	-0.12 <sup>ns</sup>
VR		1.00	0.50*	0.17 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.67*	-0.83*	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.66*	-0.49*	-0.17 <sup>ns</sup>
PG			1.00	-0.21 <sup>ns</sup>	0.70*	0.30 <sup>ns</sup>	0.46*	0.47*	-0.55*	0.16 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	-0.29 <sup>ns</sup>	0.36 <sup>ns</sup>
PH				1.00	-0.63*	-0.69*	-0.57*	-0.45*	-0.10 <sup>ns</sup>	-0.77*	-0.07 <sup>ns</sup>	0.44*	-0.40 <sup>ns</sup>
PCS					1.00	0.68*	0.68*	0.59*	-0.31 <sup>ns</sup>	0.52*	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.51*	0.46*
LS						1.00	0.78*	0.61*	-0.20 <sup>ns</sup>	0.56*	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.51*	0.33 <sup>ns</sup>
AS							1.00	0.53*	-0.25 <sup>ns</sup>	0.70*	0.20 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	0.66*
ES								1.00	-0.77*	0.55*	-0.45*	-0.53*	0.26 <sup>ns</sup>
LV									1.00	-0.05 <sup>ns</sup>	0.59*	0.27 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>
AV										1.00	0.30 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.67*
PV											1.00	0.67*	0.67*
SV												1.00	0.34 <sup>ns</sup>
PSV													1.00

RP = Número de racimos por planta, VP = Número de vainas por planta, VR = Número de vainas por racimo, PG = Peso del grano, PH = Peso hectolítrico de semilla, PCS = Peso de cien semillas, LS = Longitud de semilla, AS = Ancho de semilla, ES = Espesor de semilla, LV = Longitud de vaina, AV = Ancho de vaina, PV = Peso de vaina, SV = Semillas por vaina y PSV = Peso de semilla por vaina.

Tabla 3. Proporción de la varianza explicada por medio de variables canónicas en la producción de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Variabes canónicas	Eigenvalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
CAN1	5554.564	5249.930	0.9411	0.9411
CAN2	304.633	273.676	0.0516	0.9927
CAN3	30.957	18.612	0.0052	0.9979
CAN4	12.345	---	0.0021	1.0000

Tabla 4. Proporción de participación de la variable determinante del rendimiento de grano en cada variable canónica.

Variable	Variables canónicas			
	CAN1	CAN2	CAN3	CAN4
Número de racimos por planta	-136.359	-36.137	12.523	0.591
Número de vainas por planta	130.235	39.097	-12.710	-0.603
Número de vainas por racimo	-41.596	-6.650	3.094	0.410
Peso de grano (g)	7.290	0.939	0.587	-0.989
Peso hectolítrico de semilla	-10.763	-0.837	0.110	0.360
Peso de cien semillas (g)	12.474	-2.079	-0.332	0.934
Longitud de semilla (mm)	-24.581	-1.591	1.108	-0.870
Ancho de semilla (mm)	21.566	1.049	-0.905	1.068
Espesor de semilla (mm)	11.704	5.393	0.082	-0.637
Longitud de vaina (cm)	-9.962	-0.301	0.233	-0.569
Ancho de vaina (mm)	-16.443	-1.836	1.196	-1.092
Peso de vaina (g)	17.732	3.377	-1.253	0.509
Semillas por vaina	13.120	4.649	-0.697	-0.385
Peso semilla por vaina (g)	-23.376	-6.665	1.281	0.128

En relación con estas variables canónicas, los cultivares 1, 4, 18 y 25 se caracterizaron por tener mayor número de vainas y menor número de racimos por planta, siendo los cultivares 18 y 25 los que mejor se adecuan a esta caracterización. Por otro lado, el cultivar 23 se caracterizó por tener mayor número de racimos y menor número de vainas por planta (Figura 1).

Las funciones predictivas de producción de grano, mostraron coeficientes de correlación y determinación altos y significativos ( $P \leq 0.05$ ), donde los cultivares 1, 4, 18 y 25 (para los cuales se obtuvieron funciones), presentaron valores iguales o mayores a 0.92 en ambos coeficientes (Tabla 5), lo cual implica que, bajo los valores de estos parámetros estadísticos es posible predecir con mayor confiabilidad la producción de grano en cultivares de frijol yorimón, en comparación

con los valores más bajos de correlación y determinación obtenidos en estudios previos con frijol yorimón para variables relacionadas con la producción de biomasa (Ávila-Serrano *et al.*, 2005; Ávila-Serrano *et al.*, 2006). Las variables incluidas en los modelos de regresión lineal para producción de grano fueron el número de racimos por planta, vainas por racimo, vainas por planta, longitud de la vaina y ancho de la vaina. Lo anterior resulta de las correlaciones altas que directa o indirectamente presentan estas variables con respecto al peso del grano. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ávila-Serrano *et al.* (2004) quienes trabajando en la evaluación del efecto de densidad de siembra con un cultivar de frijol yorimón, obtuvieron modelos de regresión lineal con funciones para producción de grano con coeficientes de determinación de 0.88 y 0.89.

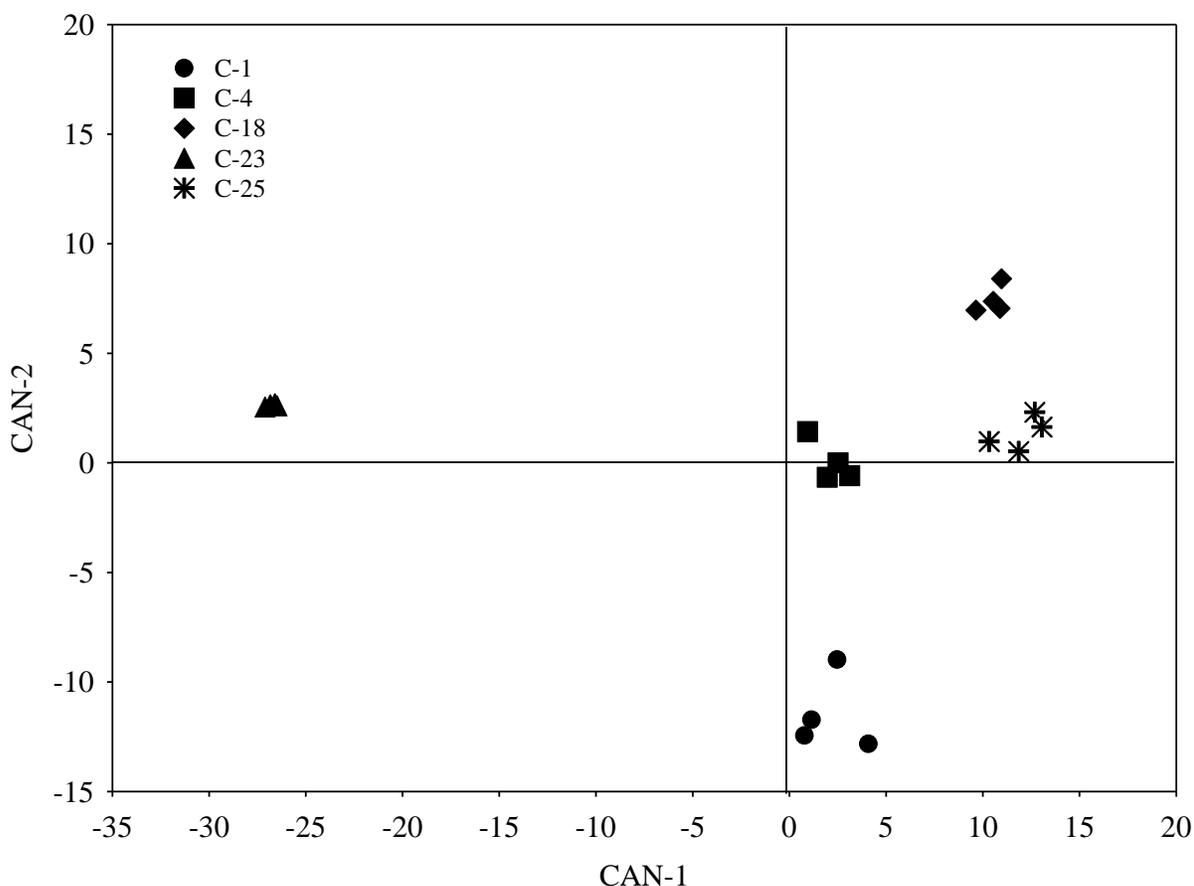


Figura 1. Caracterización y determinación de la variabilidad del rendimiento de grano de cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] utilizando el método de variables canónicas del análisis de varianza multivariado.

Tabla 5. Funciones de variables determinantes de rendimiento de grano, coeficientes de correlación y determinación en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Cultivar	Modelo de regresión lineal	Coefficiente de correlación *	Coefficiente de determinación *
1 (Paceño)	$PG = 1.549 + 279.71 RP$	0.99	0.99
4 (Cuarenteño)	$PG = -15874.86 + 13796.72 VR - 340.58 LV$	0.99	0.99
18 (IT90K-277-2)	$PG = -1948.34 + 315.21 VP$	0.96	0.92
23 (IT91K-118-20)	Sin modelo	---	---
25 (Sesenteño)	$PG = 638.31 + 121.10 VP$	0.97	0.95
General	$PG = -1031.74 + 158.74 VP - 48.71 LV + 250.29 AV$	0.91	0.83

PG = Producción de grano; RP = Racimos por planta; VR = Vainas por racimo; LV = Longitud de vaina; VP = Vainas por planta y AV = Ancho de vaina. (\*) =  $P \leq 0.05$ .

### CONCLUSIONES

El factor cultivar mostró un efecto significativo sobre las variables componentes del rendimiento de grano. Los cultivares 1 (Paceño) y 18 (IT90K-277-2) mostraron los mayores rendimientos de grano. Las ecuaciones de predicción de los modelos de regresión lineal se sustentan con coeficientes de correlación y de determinación altos y significativos, siendo las variables racimos por planta, vainas por racimo, vainas por planta y longitud de vaina las que mostraron un mayor impacto en dichas ecuaciones.

### AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., por la oportunidad de realizar esta investigación con el apoyo financiero, material y de recursos humanos por medio de los proyectos ZA3.1, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del proyecto sectorial SAGARPA-CONACYT (SAGARPA-2004-C01-14) y CIBNOR-JICA-TOTTORI del Programa de Agricultura de Zonas Áridas. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo a través de la beca número 68012, otorgada al primer autor para sus estudios de Doctorado en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales con orientación en Ecología.

### REFERENCIAS

Akundabweni, L.S., Meter-Paul, C. and Singh, B.B. 1990. Evaluation of elite lines of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] for leaf/fodder

plus grain (i.e. dual purpose). *Journal of Tropical Agriculture*. 67:133-136.

Ávila-Serrano, N.Y., Murillo-Amador, B., Palacios-Espinosa, A., Troyo-Diéguez, E., García-Hernández, J.L. y Larrinaga-Mayoral, J. 2004. Efecto de densidad de siembra sobre producción de grano para un cultivar de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. Sexto Ciclo Académico Agropecuario, UABCS, La Paz, Baja California Sur, México. Noviembre de 2004. Pp: 120-124.

Ávila-Serrano, N.Y., Murillo-Amador, B., Palacios-Espinosa, A., Troyo-Diéguez, E., García-Hernández, J.L., Larrinaga-Mayoral, J. y Mellado-Bosque, M. 2005. Caracterización y obtención de funciones para producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón: I. Método destructivo. *Técnica Pecuaria en México*. 43: 449-458.

Ávila-Serrano, N.Y., Murillo-Amador, B., Palacios-Espinosa, A., Troyo-Diéguez, E., García-Hernández, J.L., Larrinaga-Mayoral, J. y Mellado-Bosque, M. 2006. Caracterización y obtención de funciones para producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón: II. Método no destructivo. *Técnica Pecuaria en México*. 44: 119-128.

Bécquer, C.J., Prévost, D. y Prieto, A. 2000. Caracterización fisiológica-bioquímica de cepas de rizobios, aislados en leguminosas forrajeras. *Revista de Biología*. 14:

www.dict.uh.cu/rev\_bio\_2000\_no1.asp.  
consultado en junio de 2007.

- Camacaro, S., Chacón, E., Tesoro, D., Alvarado, A. y Sánchez, E. 1996. Estudios sobre fijación biológica de nitrógeno en *Centrosema macrocarpum*, Benth y su asociación con rizobios nativos e introducidos. III. Condiciones de campo. *Zootecnia Tropical*. 14: 35-50.
- Díaz, F.A. y Ortigón, M.A. 1997. Guía para la producción de vaina y grano de chícharo de vaca en el norte de Tamaulipas. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Río Bravo. Tamaulipas, México. Publicación 21.
- Díaz, M.F., Padilla, C., González, A. and Curbelo, F. 2001. Agronomical features and nutritional indicators of grains in grouped maturity varieties of *Vigna unguiculata*. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 35: 271-278.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2a ed., Instituto de Geografía-UNAM, México. 240 pp.
- Gutiérrez, W., Medrano, C., Gómez, A., Urrutia, E., Urdaneta, M., Esparza, D., Báez, J., Villalobos, Y. y Medina, B. 1999. Efecto del control de malezas en dos genotipos del cultivo del frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp bajo siembra directa en la planicie de Maracaibo, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 16: 597-609.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. Síntesis geográfica del Estado de Baja California Sur. Marco geoestadístico. 2000. Aguascalientes, México.
- Ismail, M.A. and Hall, E.A. 2000. Semiwarf and Standard-height cowpea responses to row spacing in different environments. *Crop Science*. 40: 1618-1623.
- Kapoor, A., Sohoo, M.S. and Beri, S.M. 2000. Divergence in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Crop Improvement*. 27: 105-108.
- Murillo-Amador, B. 2001. Bases fisiológicas de la respuesta diferencial al NaCl entre genotipos de chícharo de vaca [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. Tesis (Doctorado). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S. México. 167 p.
- Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E. y Pargas-Lara, R. 1997. Rendimiento y características agronómicas de doce genotipos de "chícharo de vaca" [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en una región semiárida de Baja California Sur, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 20: 149-160.
- Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., Jones, H.G., Ayala-Chairez, F., Tinoco-Ojanguren, C.L. and López-Cortés, A. 2000a. Screening and classification of cowpea genotypes for salt tolerance during germination. *Phyton International Journal Experimental Botany*. 67: 71-84.
- Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., López-Cortés, A., Tinoco-Ojanguren, C.L., Ayala-Chairez, F. and Jones, H.G. 2000b. Path analysis of cowpea early seedling growth under saline conditions. *Phyton International Journal Experimental Botany*. 67: 85-92.
- Murillo-Amador, B. and Troyo-Diéguez, E. 2000. Effects of salinity on cowpea: germination and seedling Characteristics. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 40: 433-438.
- Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., López-Cortés, A., Jones, H.G., Ayala-Chairez, F. and Tinoco-Ojanguren, C.L. 2001. Salt tolerance of cowpea genotypes in the emergence stage. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41: 1-8.
- Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., García-Hernández, J.L., Larrinaga-Mayoral, J.A., Nieto-Garibay, A. y López-Cortés, A. 2002a. Efecto de la salinidad en genotipos de chícharo de vaca (*Vigna unguiculata* L. Walp.) durante la etapa de plántula. *Agrochimica*. 46: 73-86.
- Murillo-Amador, B., López-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J. and Flores-Hernández, A. 2002b. Comparative effects of NaCl and polyethyleneglicol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 188: 235-247.
- Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., López-Aguilar, R., López-Cortés, A., Tinoco-Ojanguren, C.L., Jones, H.G. and Kaya, C. 2002c. Matching physiological traits and ion

- concentrations associated with salt stress in cowpea genotypes. *Australian Journal of Agricultural Research*. 53: 1243-1255.
- Parra, G.A. 1989. Comportamiento de poblaciones mejoradas de maíz, (*Zea mays*, L) en asociación con mutantes de frijol, (*Vigna unguiculata*, (L) Walp.) y frijol chino (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 7: 136-143.
- Roquid, M. and Patnaik, R.K. 1990. Genetic variability in forage yield and its components in cowpea *Vigna unguiculata*. *Environment and Ecology*. 8(1A): 236-238.
- Rosa, R., Clavero, T., Pérez, J.J., González, L. y Giurdanela, J. 1995. Efecto de la Fertilización con N y P sobre la nodulación de 2 ecotipos de *Leucaena leucocephala*. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 12: 187-192.
- SAS. 2001. SAS/STAT User's Guide. Release 8.1. SAS. Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Tarawali, S.A., Singh, B.B., Peters, M. and Blade, S.F. 1997. Cowpea haulms as fodder. In: Singh, B.B., Mohan-Raj, D.R., Dashiell, K.E. and Jackai, L. (Ed.). *Advances in cowpea research*. IITA, Ibadan, Nigeria: Co publication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), 313p.

*Submitted February 09, 2009 – Accepted April 03, 2009*  
*Revised received April 15, 2009*