

ANÁLISIS MULTIAMBIENTAL DEL COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE GARBANZO EN CUBA.

Tomás Shagarodsky Scull¹, Zoila Fundora Mayor¹, Nelson León Nicolau¹, Luis Gómez Jorrín², Ernesto Nápoles Ruíz³ y Juan Carlos Alfonso Borrego⁴.

RESUMEN

Se estudia el comportamiento del rendimiento y otros componentes durante cinco años de estudio (2004-2008) en 14 cultivares en 12 ambientes como una de las alternativas para mejorar la composición de variedades liberadas hacia la producción. El trabajo se realizó en el marco del proyecto "Regionalización de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en las condiciones de Cuba". Se evaluaron cultivares de garbanzo cubanos y foráneos con el objetivo de realizar pruebas comparativas entre cultivares con vista a su futura recomendación a la producción. Se determinaron aquellos genotipos que mostraban una mayor estabilidad en su rendimiento. Este estudio involucró al testigo comercial JP-94 y otros cultivares del Registro oficial de variedades comerciales y las cuales no presentan una amplia difusión en el país.

Palabras clave: garbanzo, rendimiento, análisis multiambiental, estabilidad

Mutienviromental analysis of chickpea cultivars behavior in Cuba.

ABSTRACT

The behavior of the yields and others components in 14 cultivars was studied on 12 environments during five years (2004-2008) how the alternative to improve the composition of varieties present in the commercial production. The work was realized inside the project "Regionalization of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) on the conditions of Cuba". It was evaluated Cuban and foreign cultivars with the objective to compare between there and to recommend this cultivars to the production. We determine the genotypes that showing better stability in there yield. This study including the commercial testing variety JP-94 and others cultivars of the Official Register of commercial varieties of Cuba, many of them do not present wide diffusion in the country.

Key words: chickpea, yields, multi environmental analysis, stability.

¹MSc. Tomas Shagarodsky Scull, Investiagdor Auxiliar del Grupo de Recursos Fitogenéticos del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Ministerio de la Agricultura, Cuba. genetica3@inifat.co.cu

²Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura; ³Universidad de Las Tunas, Ministerio de Educación Superior; ⁴Unidad de Ciencia y Técnica de Base "N. I. Vavilov", INIFAT, Ministerio de la Agricultura

INTRODUCCIÓN

Los granos han cobrado mayor relevancia debido al alto precio que los mismos poseen en el Mercado Mundial. Aún fuera de las actuales condiciones de incremento inusitado de los precios del mercado (2008-2009), el garbanzo siempre ha sido una de las especies de grano de mayor precio relativo en divisas así como su costo en el ámbito nacional (FAOSTAT, 2006, ONE, 2006).

Se conoce por más de 20 años de experiencia de investigación que el garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una especie factible de ser cultivada en Cuba (Shagarodsky, 2005). En los últimos años se han liberado hacia la práctica productiva cultivares de garbanzo que han mostrado altos rendimientos en diferentes provincias de Cuba entre las cuales se encuentra con mayor difusión y cobertura de área el cultivar comercial JP-94. Se han observado resultados exitosos con productores individuales y de diferentes instituciones como el MINAGRI, MININT y las FAR en toda Cuba. No obstante, estas prácticas productivas, los cultivares liberados no cumplen aún todas las expectativas de los consumidores y de los productores; debido a ello es que el consumidor demanda un grano de mayor tamaño y de buena cocción y el productor requiere variedades con mayores rendimientos y tolerancia a las diferentes plagas que se presentan en el campo. En consecuencia resulta necesario mejorar la composición de

variedades en el surtido nacional debido a que aunque algunos de los cultivares que se encuentran en el Registro de variedades comerciales cumplen con las demandas señaladas, la disponibilidad de semillas es aún insuficiente.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de estudiar el comportamiento del rendimiento de cultivares de garbanzo cubanos y foráneos en diferentes localidades de Cuba y poder determinar criterios sobre su estabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el marco del proyecto Ramal "Regionalización de variedades de garbanzo en las condiciones de Cuba" del Programa Ramal de Semillas del Ministerio de la Agricultura (Shagarodsky, 2008). La semilla de diferentes cultivares evaluados partió de la ampliación y renovación de la viabilidad de la semilla de cultivares promisorios de garbanzo en localidades de la provincia La Habana como el INIFAT y la Granja Amalia y de la provincia Artemisala Unidad de Ciencia y Técnica de Base 'N.I. Vavilov' ubicada en Güira de Melena (UCTB Vavilov) y en la provincia de Mayabeque la Estación Provincial de Suelos ('La Reneé') ubicada en la localidad de Quivicán (lo que permitió acceder con semilla de calidad a otras localidades del occidente y el oriente de Cuba donde se realizaron las pruebas experimentales (Tabla 1). En cada localidad se tomaron un conjunto de variables descritas en la Tabla 2.

Tabla 1. Localidades, instituciones, provincias y años donde se realizaron los experimentos.

Años	Institución, Filiación	Localidad, Municipio	Provincia
2005-2008	Universidad de las Tunas, MES	Pozo Blanco Menéndez, Puerto Padre	Las Tunas
2005-2008	Estación Provincial de Suelos La Renee, MINAG	Quivicán	Mayabeque
2005-2008	Granja Amalia, Finca Encanto MININT	Rincón, Boyeros	Ciudad de la Habana
2008	Finca El Encanto, MININT	Rincón, Boyeros	Ciudad de la Habana
2005	Instituto de investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov"	Bayamo, Llano y montaña	Granma
2004	INIFAT sede Central	Santiago de las Vegas,	Ciudad de la Habana
2006, 2008	UCTB N. I. Vavilov	Güira de Melena	Artemisa

Tabla 2. Variables medidas en el garbanzo, acrónimos que la identifican y tamaño de muestra tomado durante los experimentos.

Acrónimo	Descripción	Tamaño de muestra
ALTU	Altura de planta en cm	10
Vainas	Número promedio de vainas por planta	10
RMAS	Número de ramas basales primarias	10
RPL	Rendimiento por planta (g)	10
%HE	Porcentaje de vainas afectadas por el cogollero del tabaco en relación al número total de vainas (%)	10
RENReal	Rendimiento por unidad de área (Kg/ha) calculado sobre la base de la producción de la parcela	1
REHESP	Rendimiento esperado (Kg/ha) calculado sobre la base del rendimiento promedio por planta y una población ideal de 74074 plantas estimado para una distancia de siembra de 0.70 x 0.20 m ó 0.90 x 0.15 m	1
P100s	Peso de 100 semillas homogenizadas	3

Estas variables se midieron para todos los 50 cultivares del tipo kabuli.

En el período 2004 -2008 se desarrolló la fase de regionalización de variedades en diferentes provincias de Cuba. Del conjunto de cultivares de garbanzo evaluados durante el desarrollo del proyecto se seleccionaron para el análisis de su estabilidad aquellos que fueron evaluados en más de la mitad de los 12 ambientes (localidad x año) estudiados. Cumplieron con esta condición 14 cultivares los cuales promediaron 8,9 ambientes siendo evaluados desde siete hasta 11 ambientes en los cuales se involucraban ocho ambientes del occidente de Cuba y cuatro del oriente

Los cultivares evaluados fueron: Nacional-5HA (N5HA), Nacional-6 (N6), Nacional-24 (N24), Nacional-27 (N-27), Nacional-29 (N-29), JP-94 (Jp-94), Nacional-30sg (N30Sg), Jamu-96, Izmir-92 (Izmir92), Blanco Sinaloa-92 (Sinaloa-92). Los genotipos evaluados y sus rendimientos fueron llevados a una matriz y representados en gráfico de EXCEL2003. En todos los ambientes se empleó la distancia entre hileras de 0.9 m x 0.15 cm entre plantas, ubicados los cultivares en parcelas de 4-6 surcos y parcelas no menores de 5 m de largo. Para la evaluación se seleccionaron plantas típicas del cultivar evaluado de los surcos centrales de las parcelas.

Las localidades del occidente fueron: Santiago de las Vegas (AMA05, ENC08), Wajay (ANT06), La Renee -Quivicán (RENE06, RE07), Güira de Melena-USE Vavilov (GUI06, GUI08), y del Oriente Granma-Inst. Dimitrov,

en la zona llana (GLL05) y la zona de montaña (GM05), En la provincia de Las Tunas las localidades de Pozo Blanco (TUN05) y El Canal, Municipio Menéndez (TUNAS06). Estas localidades interactuaron con los años desde el 2005 hasta el 2008.

Para el análisis se empleó el programa GEBILOT (Yang, 2000) que tiene como salidas representaciones gráficas de los genotipos y los ambientes en un espacio bidimensional y tridimensional y que ha sido aplicado en diferentes contextos de la producción agrícola (Koutis *et al.*, 2012). Atendiendo a las propias limitantes de análisis de la versión del programa estadístico disponible para evaluar de manera simultánea sólo 10 ambientes y 10 genotipos, se estructuró el análisis por región, identificadas como occidente y oriente, comparando el comportamiento del rendimiento respecto al testigo comercial JP-94. En el caso de los genotipos foráneos se comparó además respecto a los testigos Nacional-6, Nacional-29 y Nacional- 5HA. Los ambientes y los genotipos fueron identificados en las figuras con los acrónimos señalados anteriormente entre paréntesis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 refleja los esfuerzos realizados en la reproducción de semilla original y básica de garbanzo durante el desarrollo del proyecto. Se exponen los volúmenes de semilla de variedades comerciales con los cuales se contribuyó a la regionalización en el oriente y el occidente del país. Los mayores volúmenes

de semillas se produjeron durante el año 2008 aunque las condiciones de almacenaje de la UCTB 'N.I.Vavilov' conspiraron contra su disponibilidad para la campaña 2008-2009. Se evidencia como los rendimientos del año 2007

determinaron una menor producción como consecuencia de fuertes afectaciones por plagas (*Heliothis virescens*) y nematodos (*Meloidogyne incognita*; *Pratylenchus zea*).

Tabla 3. Producción de semilla original y básica de garbanzo en el contexto del proyecto. Porcentaje de semilla para las variedades comerciales y rendimientos medios alcanzados.

Año	Localidad	Semilla Original y Básica (Kg)	Variedades comerciales Kg (%)	Rendimiento Medio Kg/ha
2005	Rincón, Granja Amalia	63,3	28,67 (45,28%)	1191,04
2006	Wajay, Finca Las Antenas	63,14	48,43 (73,52%)	1106,06
	La Renee, Quivicán	59,3	36,04 (60,78%)	1063,87
	(UCTB) Vavilov, Güira de Melena	50,69	3,744 (7,39%)	846,21
2007	La Renee, Quivicán	117,73	90,735 (7,39%)	339,94
	USE Vavilov, Güira de Melena	50,00	100%	---
2008	La Renee, Quivicán	28,28	13,35 (47,20%)	622,03
	Rincón, Finca El Encanto	11,34	5,20 (45,83%)	1254,05
	UCTB Vavilov, Güira de Melena	436,41	417,6 (95,66%)	1071,02
	Totales y promedio	880.19	616.67 (70.06%)	982.37

Durante el año 2007 la UCTB N. I. Vavilov aportó 50 Kg del cultivar Nacional-29 los cuales fueron distribuidos a Las Tunas para su reproducción, sin embargo, las condiciones ambientales del norte de las provincias orientales en ese año producto de las altas

precipitaciones y la incidencia de fenómenos meteorológicos como la tormenta tropical Noel impidieron la multiplicación de la misma. Nuevamente en el año 2008 la USE Vavilov aportó la mayor cantidad de semilla básica para su reproducción.

Se observa en la tabla que un 70% de la semilla producida correspondió a las variedades comerciales vigentes en la Lista Oficial de Variedades Comerciales (Cuba, 2012).

El rendimiento medio alcanzado en las variedades comerciales para todos los años evaluados fue de 982.37 Kg/ha.

Durante el desarrollo del proyecto "Regionalización de variedades de garbanzo en las condiciones de Cuba" (Shagarodsky *et al.*, 2008), se logró trabajar en la multiplicación de la semilla de 70 cultivares de garbanzo entre los cuales se encontraban variedades del tipo kabuli, gulabi y desi, aunque para esta etapa de la investigación se muestra la caracterización general con ocho caracteres de 50 cultivares del tipo kabuli debido a que es el tipo de grano con mayores oportunidades de comercialización.

La Tabla 4 ofrece los diferentes parámetros estadísticos que caracterizan la población de 50 cultivares de garbanzo evaluados en nueve ambientes. Como se aprecia existe una alta variabilidad en el conjunto de los materiales estudiados. Los mayores coeficientes de variación se determinaron para el índice de infección por *Heliothis virescens* (%HE), el rendimiento por planta y el rendimiento por área. Ello se explica en el caso de la plaga debido a las fluctuaciones de la misma en los diferentes ambientes y las posibilidades de control logradas. La variabilidad anual en la incidencia de la plaga ha sido descrita por Chiang *et al.* (2000) de ahí el amplio rango de variación registrado dentro de una misma

variedad lo que determina a la vez un alto índice del coeficiente de variación. El rendimiento también tiene una herencia compleja con una alta influencia del ambiente. En el caso del rendimiento potencial estimado por área (RHESP) se aprecian valores máximos elevados (cerca de 8 t/ha), que exponen a partir del rendimiento por planta la potencialidad de los genotipos bajo un ambiente ideal, en el cual las mermas por las condiciones agrotécnicas del cultivo y la incidencia de plagas sean casi nulas, unido a condiciones meteorológicas favorables que permitan la expresión de un rendimiento máximo.

Se debe trabajar en todas las direcciones para alcanzar al menos el 50% de estos rendimientos virtuales con la recuperación del potencial genético unido a un óptimo ambiente que propicie un adecuado desarrollo de la fisiología de la productividad. No obstante, sobre la base del rendimiento real obtenido (RENREAL) se pueden apreciar rendimientos medios por área que superan las dos toneladas el cual constituye un alto rendimiento sólo alcanzado por países que disponen de alta tecnología para la siembra y cosecha del cultivo. Durante más de una década de estudio hemos podido observar que los cultivares de garbanzo alcanzan en pocas ocasiones rendimientos cercanos a sus potenciales (Shagarodsky *et al.*, 2004). Ello se debe en gran medida a la adaptabilidad de los cultivares y la incidencia de varios factores en dicha expresión.

Tabla 4.- Diferentes parámetros estadísticos que caracterizan a la población general de cultivares de garbanzo evaluados en nueve ambientes (Año x localidad).

Parámetro	ALTU	RMAS	Vainas	RPL (g)	P100s (g)	%HE	RHESP (kg/ha)	RENREAL (kg/ha)
Media	61,53	3.18	57,49	19,85	40,75	11,50	1213,75	845,48
Error típico	0,76	0,06	2,74	0,93	0,92	0,76	82,38	35,79
Desviación estándar	11,01	0.85	39,20	13,48	11,77	10,83	1191,00	517,48
Mínimo	37,00	1,60	13,70	1,20	10,00			
Máximo	100,90	6,00	439,67	97,75	70,40	85,29	8659,25	2395,55
Tamaño de muestra ¹	208	187	205	208	165	204	209	209
Nivel de confianza (95,0%)	1,51	0,12	5,40	1,84	1,81	1,49	162,41	70,57
Coefficientes de variación CV%	17,90	26.68	68,19	67,90	28,89	94,19	98,13	61,21

¹ Tamaño de muestra variable, todos los caracteres no pudieron ser evaluados en todas las localidades.

LEYENDA ALTU: Altura de planta, Rmas: Número de Ramas basales primarias Vainas: Número promedio de vainas por planta, RPL: rendimiento promedio por planta, P100s: peso de 100 semillas, %HE: porcentaje de incidencia de *Heliothis virescens*, RHESP: Rendimiento esperado por área (Kg/ha) y RENREAL Rendimiento real expresado en Kg/ha

.Entre los factores limitantes del rendimiento se encuentran la incidencia de plagas y enfermedades, el manejo agronómico, el riego, la fertilización y las condiciones meteorológicas del agroecosistema, entre otros.

La Figura 1 y Tabla 5 ilustran el comportamiento general del rendimiento en el período evaluado 2004-2008 mostrando en cada uno de los ambientes los valores de la media ambiental y con una línea discontinua la media general de todos los ambientes que fue de 813,43 Kg/ha.

Se aprecia que los mayores rendimientos medios se alcanzaron en los ambientes CANTUN06, ANT06 y GUI06 poniendo de manifiesto lo favorable del período 2005-2006 para una expresión del rendimiento.

En estos ambientes los rendimientos medios superaron los 1100 Kg/ha alcanzando algunos genotipos rendimientos superiores a las 2 t/ha. Los bajos rendimientos por área están asociados a siembras tardías como en el caso PzoBI05 y a la alta incidencia de plagas en RE07.

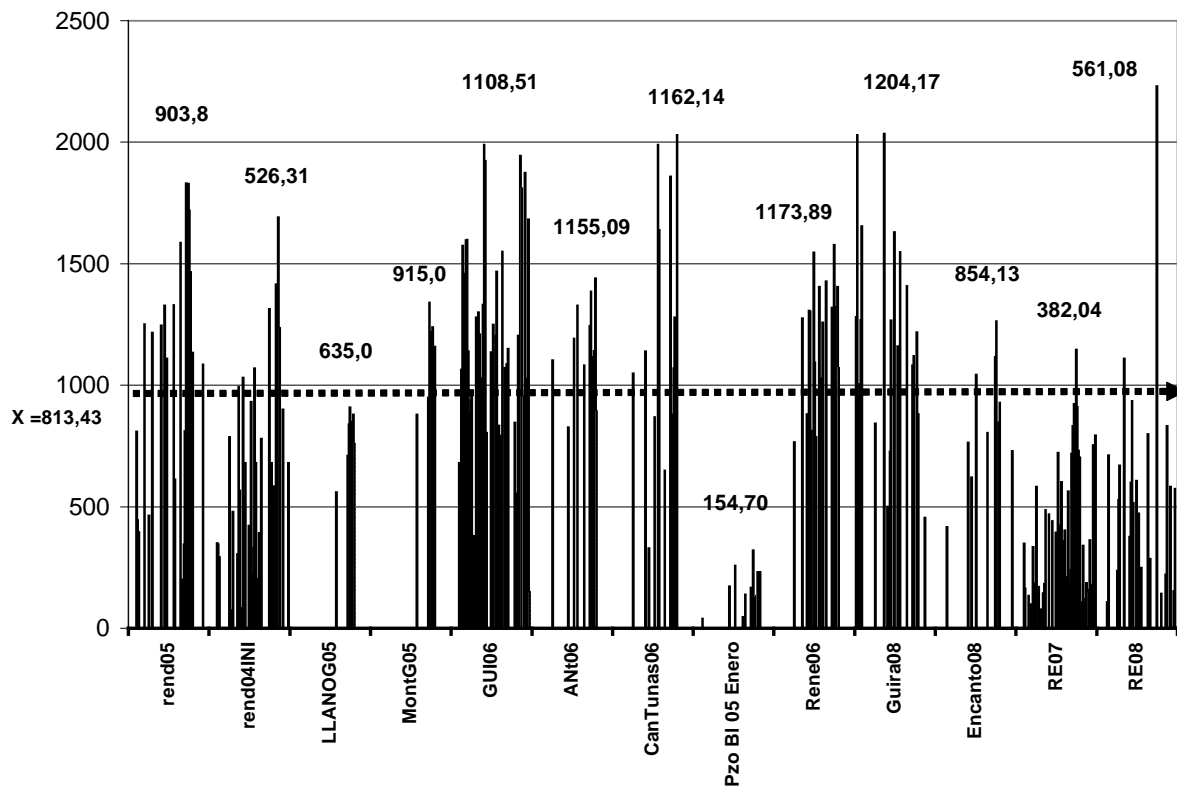


Figura 1. Rendimientos medios (Kg/ha) por localidad, evaluados en el cultivo del garbanzo durante el período 2004-2008. Línea discontinua refleja el rendimiento medio de todos los años. Localidades evaluadas Leyenda: La Reneé, Quivicán: Rene06, Re07, Re08, Güira de Melena, USE N. I. Vavilov: Gui06, Guira08, Antenas, Ricón, C. Habana: rend05, Encanto08, Las Tunas, El Canal Menéndez: CanTunas06, Pozo Blanco: PzoEI05Enero. Granma zona Llana: LLANG05 y zona de montaña: MontG05.

Al observar los potenciales de rendimientos de los cultivares se aprecia la existencia de ambientes más adecuados para el cultivo y cultivares con mayor estabilidad de su productividad. Se destacan las localidades de Güira de Melena en los años 2006 y 2008, Las Tunas, 2006, Las Antenas, 2006 y La Renee 2008.

En cuanto a los potenciales se puede estimar que si tomamos el rendimiento por planta

como base de cálculo y una población fija válida para cualquiera de las arquitecturas varietales se pueden esperar rendimientos excepcionales los cuales superan las 4 t/ha. Estos altos rendimientos se alcanzan en ambientes propicios para el desarrollo del cultivo en los cuales las medidas agrotécnicas, y las condiciones meteorológicas son cercanas a las condiciones ideales para el cultivo.

Tabla 5. Valores del rendimiento por área (Kg/ha) del garbanzo en diferentes ambientes de Cuba en el período 2004-2008.

Variedad	IN-04	AMA05	GLL05	GMO05	TUN05	GUI06	ANt06	Tunas06	Rene06	RE07	Gui08	Enc08	Conteo	Media Genotipo
Blanco Sinaloa-92	787,00	464,29				972,22	1102,93	1050,00	766,67	583,80	843,07		8	821,25
Izmir92	83,74	1246,66				1990,0		1140,00	880,95	470,37	500,56	765,31	8	884,70
JAMU-96	680,00	1328,95			173,50		827,53	330,00	1304,76	442,13	1266,81	620,69	9	774,93
JP-94	931,85				258,70	1250,0	1192,77	870,00	787,04	722,45			7	858,97
L-25	1070,37	1330,16				1468,5	1328,77	1990,00	1404,76	602,62	1548,26		8	1342,93
L-31	680,00	613,54	560,00	880,00				1640,00	1027,78	311,11			7	816,06
N-2	780,74	1586,58			139,14		1082,96	650,00	1428,57	563,33	1409,74	805,34	9	938,49
N-24		1832,20	710,00	950,00	168,30		1244,68	1860,00	1319,05	923,38	1081,70		9	1121,03
N-27		1202,81	840,00	1340,00	118,20		1385,90	470,00	862,50		1120,11		8	917,44
N-29	1314,35	1829,11	910,00	1220,00	321,70		1102,50	880,00	1578,57	1146,9		1117,0	10	1142,02
N30 sg	188,89	1719,58	850,00	1120,00	20,35		1117,01	1070,00	1323,68	912,04		1263,7	10	958,53
N38	680,00	1466,67	750,00	1240,00	126,21		1142,19	1280,00	1017,86	731,02	1218,96		10	965,29
N5HA		795,30	880,00	1120,00	133,57	846,70	1440,36	1010,00	1404,76	703,70	881,48	848,74	11	914,97
N6	585,55	1134,20	760,00	1160,00	233,05	555,36	893,48	2030,00	1071,43	108,80		929,34	11	860,11
Media ambiental	707,50	1273,08	782,50	1128,75	169,27	1180,46	1155,09	1162,14	1155,6	632,44	1096,74	907,16	8,93	945,90

Estas condiciones se observaron durante el año 2006, en el cual varios cultivares presentaron niveles máximos en el número de vainas por planta y el rendimiento por planta en la localidad de Güira de Melena. A partir de esta información se calcularon los rendimientos que se podían esperar con dichos valores máximos y su comparación en relación al rendimiento real obtenido. La valoración de estos indicadores se realizó teniendo en cuenta que los cultivares en dicha localidad y año mostraban una adecuada población y desarrollo y no expresaron estos índices en condiciones de cultivo anormales (alta humedad en cosecha, alta incidencia de plagas, etc). Este último criterio se manifiesta debido a que el garbanzo en condiciones de despoblación muestra una alta capacidad de compensación y las plantas en tal condición muestran una tendencia al incremento del número de vainas y el rendimiento por planta.

La Figura 2 muestra la distribución de la componentes 1 y 2 de los cultivares y ambientes en el occidente rescatando un 71.7% de la variabilidad descrita y mostrando aquellos ambientes y cultivares más afines. Así los cultivares N5HA y N-27 mostraron un mejor comportamiento en las localidades ANT06 y REN06. Cuando se comparó el rendimiento medio de los cultivares respecto al testigo comercial JP-94 (resaltado en el gráfico con una flecha y una línea horizontal) (Figura 3), se pudo comprobar que los cultivares evaluados superaron al testigo en la mayoría de los ambientes en el occidente, al

mostrar el gráfico una distribución hacia la derecha de la media general resaltada con una línea vertical. Los cultivares 'Nacional 6' y 'Nacional 5HA' muestran rendimientos medios cercanos a la media del ambiente REN07, el primer cultivar ligeramente por debajo y el segundo ligeramente por encima. Sin embargo, los cultivares 'N-24', 'N-29' y 'N-30sg' mostraron rendimientos medios superiores al testigo comercial. Las líneas discontinuas circulares muestran niveles de rendimiento equivalentes independientemente del lugar del gráfico donde se encuentren. Se evidencia que el ambiente REN07 fue muy desfavorable para la expresión del rendimiento. En dicho ambiente se conjugaron varios factores que afectaron el rendimiento general, aunque el cultivar comercial 'JP-94' en ese ambiente mostró un rendimiento superior a la media general de los cultivares evaluados.

Durante el 2007 en la provincia Mayabeque se presentó una alta incidencia de *Heliothis virescens* con índices medios de 21% y valores máximos de daños que afectaron a más de la mitad de la vainas de los cultivares (52%). Otro de los problemas observados durante ese año fue la alta incidencia de nematodos de las agallas producida por (*Meloidogyne incognita*).

La Figura 4 expone como se comportaron los cultivares respecto al testigo comercial 'JP-94' en los ambientes evaluados en el oriente de Cuba. Se logró con las componentes 1 y 2 acumular el 96% de la variabilidad total. Se observó que los ambientes de la provincia Las

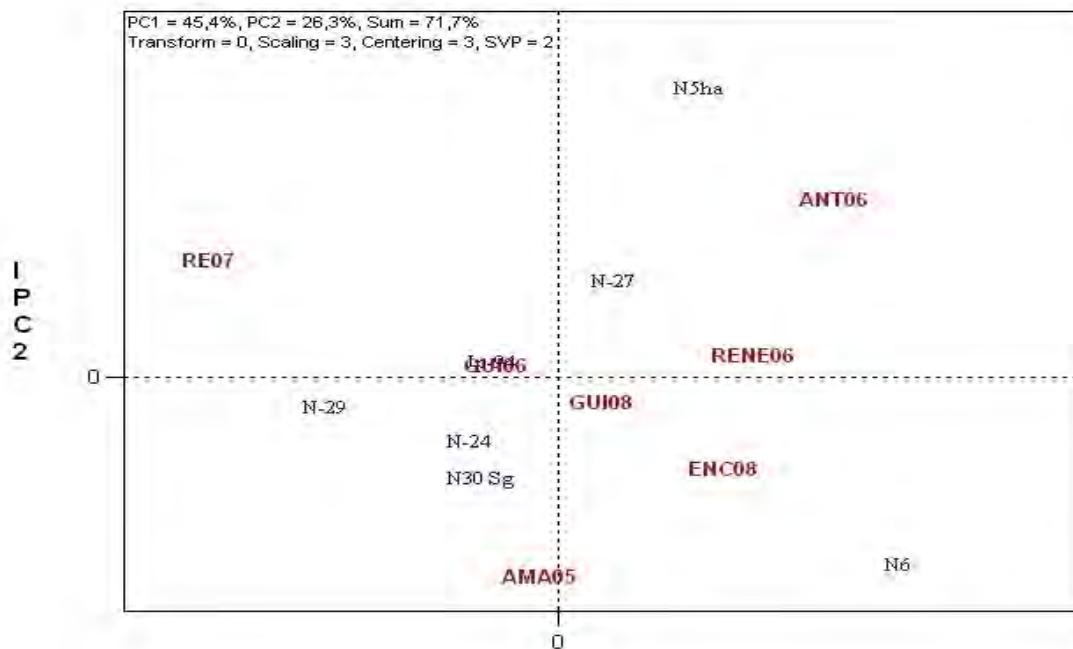


Figura 2. Agrupamiento de los ambientes y cultivares evaluados en el occidente.

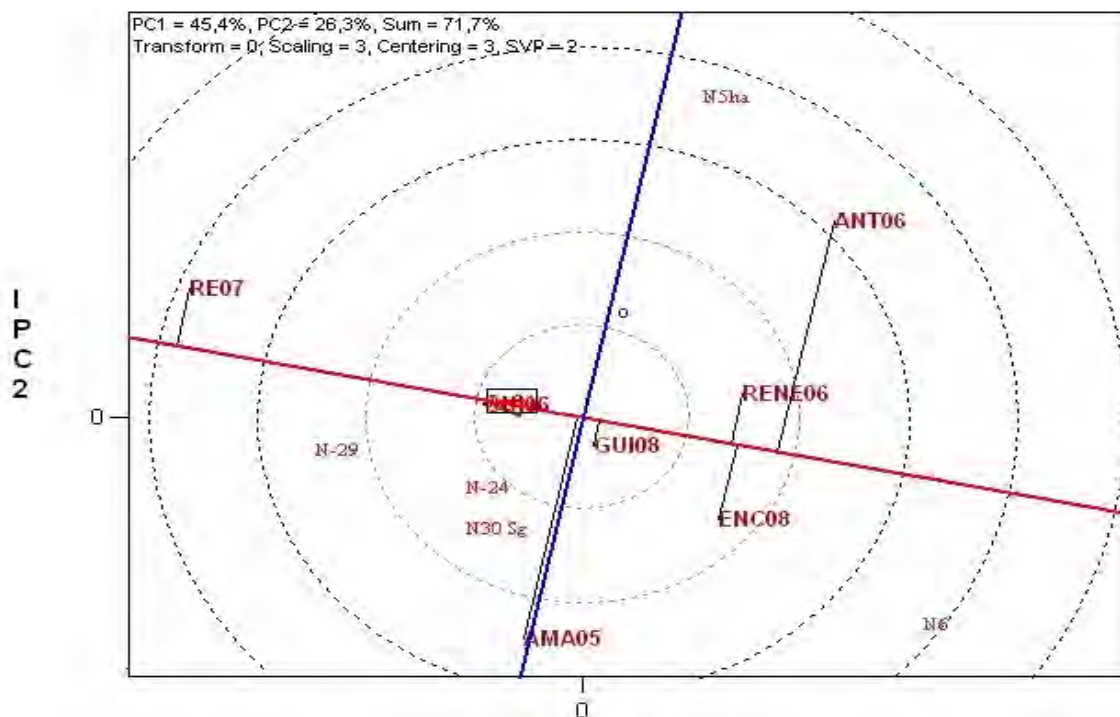


Figura 3. Agrupamiento en el occidente respecto al cultivar comercial JP-94.

Tunas mostraron rendimientos medios por debajo de la media general de la región aunque durante el 2006 (TUN06) estos fueron superiores a los rendimientos del testigo comercial. Sólo tuvo un comportamiento por debajo del testigo comercial el cv. 'Nacional-27'.

Los cultivares 'Nacional-29' y 'N-30 sg' tuvieron rendimientos por debajo de la media pero próximos a esta en el ambiente TUN06. Se observó que en condiciones desfavorables

como las observadas en el ambiente TUN05 en el cual se realizaron siembras tardías durante el mes de enero el testigo comercial 'JP-94' mostró rendimientos superiores al resto de los cultivares evaluados y sólo fue superado por el cv. 'Nacional-29'. También se observa como el cultivar 'Nacional-29' registró un mejor comportamiento en la zona llana de la provincia Granma (GLL05) y el cv. 'N-27' igual expresión del rendimiento en la montaña de la misma provincia (GMO05).

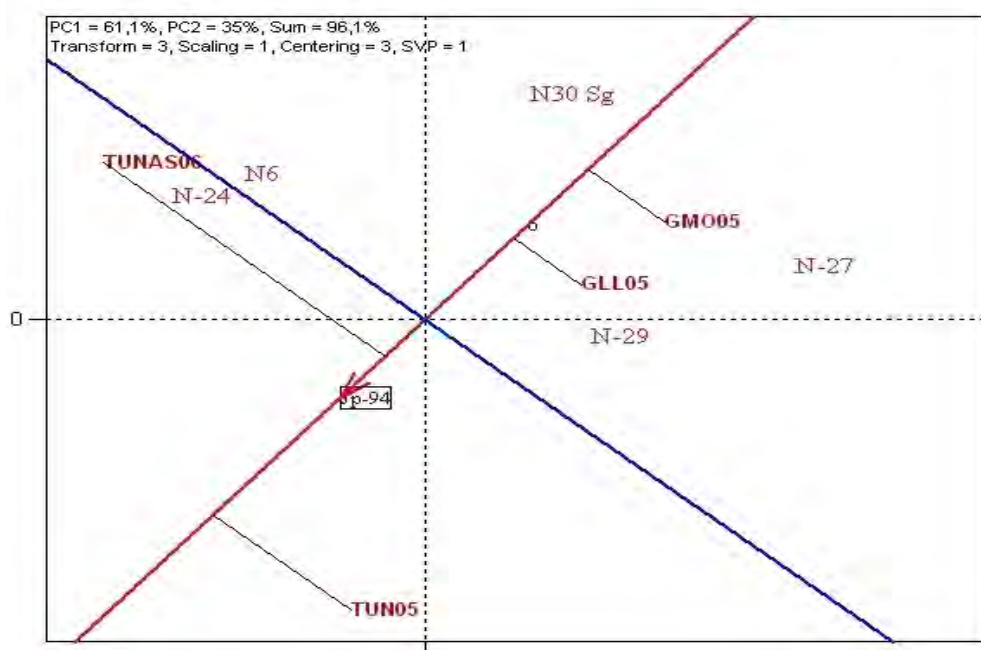


Figura 4. Agrupamiento respecto al testigo comercial JP-94 en el oriente.

La comparación del rendimientos de cultivares foráneos en ambientes del occidente y el oriente respecto a tres testigos comerciales (Figura 5). Se aprecia un acumulado del 81 % de la variabilidad descrita. Se conjugan los ambientes y los cultivares de esta manera se aprecia siguiendo la línea discontinua cercana

al cv. 'Jamu-96' que tiene una expresión de rendimiento medio mayor que la media de los ambientes AMA05, TUN05, RENE06 y GUI06 y menor que los ambientes RE07, TUNAS06 y ANT06. En el cultivar 'Blanco Sinaloa-92' (Sinaloa 92) se apreció un rendimiento menor al resto de los cultivares foráneos evaluados estando siempre su rendimiento

por debajo de la media del ambiente específico al colocarse en la parte más baja de la figura y sólo superando la media del ambiente RE07.

El cultivar 'Izmir-92' estuvo en la mayoría de los ambientes con rendimientos por debajo de la media ambiental general y sólo estuvo por encima de este índice en el ambiente GUI06,

aunque su rendimiento medio fue superior al de los otros dos cultivares foráneos evaluados. Se evidencia la adaptabilidad obtenida con los cultivares nacionales debido en parte a su mayor interacción con el ambiente en las condiciones de cultivo del país por un período de tiempo superior desde su introducción en la práctica productiva.

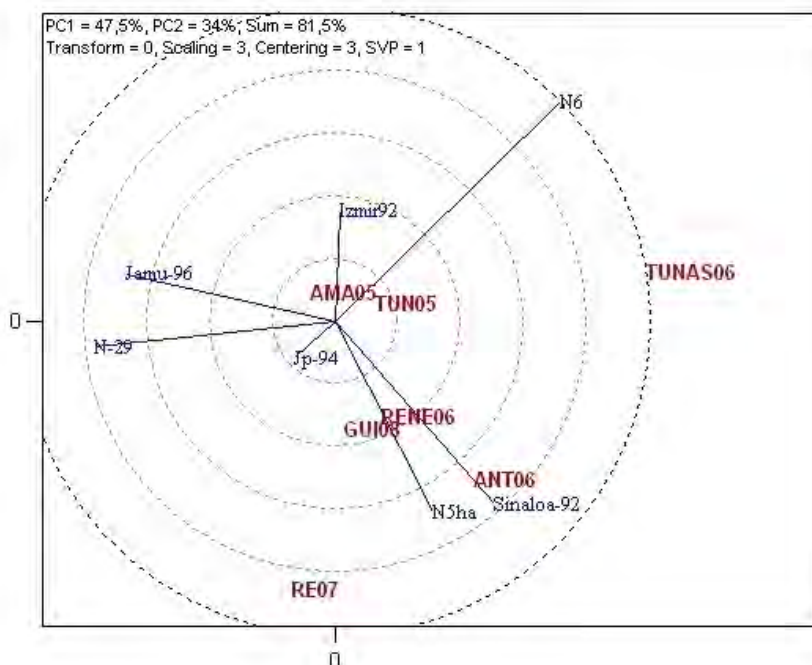


Figura 5. Representación mediante un biplot del agrupamiento de los cultivares foráneos respecto a los testigos comerciales JP-94; Nacional-29 (N29) y Nacional-5HA (N5ha).

El cultivar 'Nacional-6' fue el primer cultivar de garbanzo incluido en el registro de variedades comerciales de nuestro país y tuvo una alta expresión del rendimiento (2,2 t/ha) en TUNAS06 (Shagarodsky, 2008). Con este mismo cultivar, en condiciones experimentales, se han obtenido en la zona

del Valle de Caujerí, Guantánamo, índices cercanos a las 5 t/ha (Ing. Oscar L. Morffi, comunicación personal). Los rendimientos medios de los materiales foráneos están por debajo de los testigos nacionales 'N5HA' y 'JP-94', sin embargo, se debe seguir trabajando en la adaptación estos, teniendo

en cuenta la necesidad de enriquecer el germoplasma cultivado con genotipos de tamaño grande de grano y alta calidad culinaria, requisitos que reúnen los tres materiales evaluados, dos de origen mexicano, con tamaño de grano grande y el otro procedente de Turquía con arquitectura erecta y alto contenido de proteína (28%) en su semilla.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se identificaron aquellos cultivares con mejor comportamiento general del rendimiento en dos regiones del país: en el occidente los cultivares 'Nacional-24', 'Nacional-29' y 'Nacional-30', y en el oriente los cultivares: 'Nacional-29', 'Nacional-6', y el testigo comercial 'JP-94'.
- El cultivar 'Nacional-24' y la línea 'L-25' fueron las de mejor comportamiento general en todos los ambientes evaluados, al mostrar un rendimiento superior a la media de todos los genotipos, superando en ambos casos el rendimiento de 1,1 t/ha.
- Los cultivares foráneos de mejor comportamiento fueron 'Izmir-92' y 'Jamu-96', aunque sus rendimientos no fueron superiores a los rendimientos promedio de los cultivares nacionales, lo que permite recomendar que se continúe en su adaptación.
- Los ambientes que mayor aporte realizaron a la expresión del rendimiento fueron la "Granja Amalia", Güira de

Melena y la "Antenas", en el occidente, y en el oriente "Menéndez" en Las Tunas y la zona montañosa de la provincia Granma. Del conjunto de ambientes evaluados los más destacados por la expresión de los rendimientos fueron Rincón y Güira de Melena.

- Los procedimientos empleados en la selección de genotipos y ambientes deseables para el cultivo del garbanzo asistidos por el programa GEBILOT contribuyen a mejorar el trabajo de selección de genotipos y clasificación de los ambientes que aporten mayor rendimiento medio.
- Se debe profundizar en el estudio de la variabilidad ambiental y de los genotipos a fin de establecer aquellos ambientes mejores y los genotipos de mejor comportamientos en dichos ambientes específicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chiang, María. L.; T. Shagarodsky y B. Cruz (1999): Entomofauna del garbanzo en Cuba. *Cocuyo*, (8): 21-22.
- Cuba, República (2012): Lista Oficial de Variedades Comerciales 2007-2008. Ministerio de la Agricultura. Registro de Variedades Comerciales, Sub-Dirección de Certificación de Semillas, Centro Nacional de Sanidad Vegetal, p 13.
- Daley, M.; O. Chaveco, N. Permuy, D. Robleda y T. Shagarodsky (2006): Evaluación de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en el municipio

- Gibara, provincia Holguín. En: Compendio de Investigaciones Agropecuarias Estación Territorial de Investigaciones Agropecuaria Holguín (ETIAH). Tomo I. Agroinfor ISBN 978-959-246-192-5, 48-53.
- Koutis K.; A. G. Mavromatis, D. Baxevanos, M. Koutsika-Sotiriou (2012): Multienvironmental evaluation of wheat landraces by GGE biplot analysis for organic breeding. *Agricultural Sciences* Vol.3, No.1, 66-74.
- Ortega, J. y T. Shagarodsky (2007): Principales especies de nematodos que dañan el cultivo del garbanzo en áreas experimentales y de producción. XI Jornada Científica "Juan Tomás Roig In Memoriam", Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Ciudad de La Habana, 2-4 Abril 2007.
- Shagarodsky, T.; M. L. Chiang, M. Cabrera, B. Dibut, M. R. López, O. Chaveco, J. Ortega, R. Villasana, B. Cruz, M. Vega, M. Ortega, J. M. Dueñas, J. Rodríguez, J. González, L. Benito Díaz, R. Cristóbal y N. Rodríguez (2004): Compendio de Investigaciones realizadas en el garbanzo (*Cicer arietinum* L.) para su cultivo y propagación en las condiciones de Cuba (1989-2003). Premio Ramal del Ministerio de la Agricultura 2004, Ciudad de la Habana, julio del 2004.
- Shagarodsky, T.; M. L. Chiang; M. Cabrera; O. Chaveco, M. R. López; B. Dibut; M. Dueñas; M. Vega y N. Permyu. (2005): Manual de instrucciones técnicas para el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en las condiciones de Cuba. INIFAT-MINAG, Holguín 20 pp.
- Shagarodsky, T. (2008): "Regionalización del cultivo del garbanzo en Cuba". Programa Ramal de Semillas del Ministerio de la Agricultura código 1811. Informe final.
- Yang, W. (2001): GGEbiplot-A Windows Application for Graphical Analysis of Multienvironment Trial Data and Other Types of Two-Way Data. *Agronomy Journal*, 93:1111-1118.

Fecha recibido: 12 de noviembre de 2013.

Fecha aceptado: 7 de agosto de 2014.