

## Caracterización de las familias de variedades acorde con los momentos de cosecha en dos localidades de la región central de Cuba

### Characterization of families of varieties according to the time of harvest at two locations in the central region of Cuba

Héctor Jorge<sup>2</sup> Irenaldo Delgado<sup>1</sup>, Antonio Vera<sup>3</sup>, José Ramón Gómez<sup>1</sup>, Félix R. Díaz<sup>1</sup>, Arian Céspedes<sup>4</sup>, Juan C. Pérez<sup>5</sup>, José C. Santos<sup>5</sup> y Sergio Guillén<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Villa Clara. Autopista Nacional Km. 246, Ranchuelo, Villa Clara, C.P. 53100

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CAI «Martínez Prieto», km 2½ Rancho Boyeros, La Habana, Cuba, CP 19390

<sup>3</sup>Centro Nacional de Hibridación Sancti Spiritus. Carretera a Tres Palmas Km 1.5, Guayos, Sancti Spíritus, Cuba. CP 60200

<sup>4</sup>Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA Holguín). Guaro, Mayarí, Holguín, Cuba. CP 84300

<sup>5</sup>Grupo Azucarero AZCUBA. Calle 23 no. 171 entre N y O, Vedado, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba. CP 10400

E-mail: fitomejoramiento@epica.vc.azcuba.cu

**RESUMEN.** Fueron evaluadas 46 variedades en dos localidades de la región central del país en dos tipos de suelo, en caña planta con edades entre 13 y 19 meses durante los meses de noviembre 2010 a mayo 2011, en las variables t caña/ha, % pol en caña y t pol/ ha. Se establecieron tres momentos de cosecha, los cultivares fueron agrupados en familias de acuerdo con su comportamiento azucarero, para definir los momentos de cosecha y los grupos de familias de variedades en cada periodo de zafra. Se realizó un Análisis Factorial Discriminante, la variable cualitativa empleada en el primer caso fue la denominada momento y en el segundo la de grupo de cultivares. Se obtuvo como resultado que el Discriminante permitió agrupar los momentos de cosecha y las familias de variedades para cada período de zafra con porcentajes de buena clasificación superiores al 75 %. El Modelo Completo confirmó la existencia de interacción genotipo – ambiente y cuantificó una alta contribución del ambiente, atribuido mayormente a las localidades y al error experimental para las t caña y de pol / ha, mientras que para el contenido azucarero fue el momento de cosecha. El Modelo Reducido ofreció que para las t caña /ha en los Momento 1 y 3, la varianza de la interacción genotipo – ambiente fue superior a la ambiental.

**Palabras clave:** variedades, porcentaje de pol en caña de azúcar, cosecha, rendimiento.

**ABSTRACT.** Were evaluated 46 varieties at two locations in the central region of the country in two types of soil, plant cane between 13 and 19 months during the months of November 2010 to May 2011 in the variables t cane / ha, % pol t cane / ha. Three stages were established harvest; cultivars were grouped into families according to their sugar behavior, defining moments of harvest and groups of families of varieties in each harvest period. One Discriminant Factorial Analysis was performed, the qualitative variable used in the first case being the so-called time and the second group of the cultivars. Obtained results allowed the discriminant group the harvest time and the families of varieties for each harvest period with higher percentages of good classification to 75%. The Complete Model confirmed the existence of genotype - environment interaction and quantified a high contribution of the environment, mostly attributed to the towns and the experimental error for cane and pol t / ha, while for the sugar content was the time of harvest. The Reduced Model offered that for t cane / ha Moment in one and three, the variance of genotype - environment interaction was higher than ambient.

**Key words:** varieties, percent pol in sugar cane, harvest, yield.

## INTRODUCCIÓN

El concepto familia de variedades se comenzó a introducir en la agricultura cañera cubana desde finales de los ochenta, cuando se comenzaba a

recuperar la producción azucarera tras las severas afectaciones por la roya y el carbón, a causa de políticas mono-varietales. El mismo tiene implícito

los momentos de cosecha, sin embargo existen pocos reportes (López 1986, Jorge *et al.*, 2008 y Delgado *et al.*, 2012) donde se empleó este factor como causa de variación en los trabajos de Interacción genotipo-ambiente (I G x A)

Es conocido que este principio (I G x A) reduce el progreso en la selección y complica la identificación de cultivares superiores en ensayos regionales (Kang y Miller, 1984; Eskridge, 1990), por lo que es necesario no solo el conocimiento de que existe sino su aplicación práctica en la producción cañera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se desarrollaron en las Estaciones Provinciales de Investigaciones de Villa Clara (Bloque Experimental “Espartaco”, provincia de Cienfuegos) y Sancti Spiritus, sobre suelos Pardo sin carbonato (Cambisoles) y Pardo con carbonato plastogénico (Cambisoles eútricos) según Hernández *et al.* (1975) y Hernández *et al.* (1999).

Este trabajo tiene como objetivos:

1. Demostrar mediante estudios experimentales las diferencias entre los momentos de cosecha.
2. Determinar el peso relativo de los componentes de varianza en las variables estudiadas.
3. Establecer el agrupamiento por familia de variedades según los rendimientos agroproductivos, en diferentes etapas de zafra, en dos localidades de la región central del país.

Fueron plantados dos experimentos (uno por cada localidad) en el período septiembre – octubre, en bloques completamente al azar con tres repeticiones, en seco. Las áreas en las que fueron evaluados 46 cultivares (tabla 1) se dividieron en parcelas de 48 m<sup>2</sup>, con un largo de 7,5 m, por un ancho de 1,60 m, con cuatro surcos de ancho.

Tabla 1. Cultivares estudiados

Nº	Genotipos	Nº	Genotipos	Nº	Genotipos	Nº	Genotipos
1	B78505	13	C88380	25	C89-559	37	C92-26
2	C323-68	14	C88-381	26	C90-105	38	C92-203
3	C86-12	15	C88-523	27	C90-316	39	C92-325
4	C86-156	16	C88-553	28	C90-317	40	C92-514
5	C86-165	17	C88-556	29	C90-469	41	C92-524
6	C86-251	18	C89-147	30	C90-501	42	C93-567
7	C86-406	19	C89-148	31	C90-530	43	C95-416
8	C86-56	20	C89-161	32	C90-647	44	C97-445
9	C87-252	21	C89-176	33	C91-115	45	Q68
10	C88-187	22	C89-246	34	C91-356	46	Sp70-1284
11	C88-297	23	C89-250	35	C91-367		
12	C88-356	24	C89-372	36	C91-522		

Los experimentos fueron cosechados entre noviembre 2010 a mayo de 2011 en las cepa de caña planta, con edades entre 13 - 19 meses, las variables evaluadas fueron porcentaje de pol (% pol en caña), toneladas de caña por hectárea (t caña/ha) y toneladas de pol por hectárea (t pol/ha), según la metodología establecida por el INICA (Jorge *et al.*, 2011). Se establecieron tres momentos de cosecha: momento 1 (M1) con los resultados de cosecha de los meses de noviembre y diciembre, momento 2 (M2) con los datos obtenidos a partir de la segunda decena de enero hasta marzo y momento 3 (M3) con los valores emanados del período abril-mayo.

Los cultivares se agruparon en familias de acuerdo con su comportamiento azucarero en cada período, el cuál puede variar (ejemplo: existen genotipos que forman el grupo 1 en los tres momentos ya que son de elevado porcentaje de pol en caña durante toda la zafra pero otros solo son para mediados o finales, estos últimos formaran el grupo 1 en los momentos 2 y 3 correspondientemente), para establecer estos agrupamientos se siguieron las recomendaciones de Jorge *et al.* (2010). En la definición de los momentos de cosecha y los grupos de familias de variedades en cada periodo de zafra, se ejecutó un Análisis Factorial Discriminante, la variable cualitativa empleada en el primer caso fue

la variable denominada como momento y en el segundo la de grupo de cultivares.

Se comprobó la existencia de interacción genotipo x ambiente, por lo que se realizaron análisis de varianza factorial con modelos de efectos aleatorios, el que se consideró completo (Cochran y Cox, 1965) cuando se incluyeron dentro de las causas de variación los genotipos, localidades, momentos de cosecha y el reducido (Milligan *et al.*, 1990). El análisis se realizó para cada período de cosecha.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis discriminante para definir los tres períodos de cosecha, alcanzándose más de un 75 % de buena clasificación (aceptable), resultados acreditados por la significación de las dos funciones discriminantes (tabla 2). Estos ratificaron lo referido por Jorge *et al.* (2000) quienes señalaron

**Tabla 2. Resultados del Análisis Discriminante por momento de cosecha**

Función	Valor Eje	Correl, Canón,	Wilks Lambda	$\chi^2$	G,L	Prob,
1	0,29	0,82	0,26	363,43	6	0,00
2	0,23	0,43	0,81	56,86	2	0,00

  

Grupos	% Buena Clasif,	G1	G2	G3
Grupo1(nov- Dic)	91,30	84	3	5
Grupo 2 (20 ene – Marzo)	64,13	1	59	32
Grupo 3 (Abril – Mayo)	70,65	7	20	65
Total	75,36	92	82	103

En el análisis de varianza todos los factores y las interacciones (Tabla 3) tuvieron diferencias altamente significativas ( $p < 0,001$ ), resultado que confirma la existencia de la interacción genotipo ambiente expresado como genotipo x localidad, genotipo x momento y genotipo x localidad x momento. Los estimados de los componentes de varianza, constataron la prevalencia de la varianza ambiental sobre los demás componentes en todas las variables estudiadas (de 58,53 a 83,47 %). Este efecto es atribuido mayormente a las localidades y al error experimental para las t caña y de pol / ha respectivamente, mientras que para el contenido azucarero fue el momento de cosecha el que extrajo mayor porcentaje a la variación total. Por ello se evidencia las importancias de los mismos para este carácter y la necesidad de profundizar en ellos con el propósito de hacer un uso correcto en la explotación de los cultivares.

Es de resaltar que después del efecto ambiental le continuó en importancia la interacción genotipo-

Los errores estándares aproximados en los componentes de varianza fueron estimados según Anderson y Bancroft (1952), los que se consideraron precisos cuando  $s^2 e''^2$  veces su valor. Mediante lo referido por Milligan *et al.*, (1990) fueron calculados la heredabilidad (en sentido amplio,  $He^2$ ) y el coeficiente de variación genética (CVG)

que en el cultivo de la caña de azúcar existen tres etapas bien definidas durante la zafra (inicial, intermedia y final). Delgado *et al.* (2012) realizaron similar procedimiento para establecer los momentos de cosecha con tres cultivares de caña de azúcar evaluados durante todo el año.

ambiente y dentro de este el componente de la interacción genotipo x localidad x momento que fue superior al de los genotipos por localidad (excepto para el % de pol en caña que lo igualó). Estos resultados indican que las diferencias encontradas en las localidades y momentos producen una conducta desigual en la producción agroazucarera. La significación de las interacciones de primer y segundo orden de los genotipos con el ambiente evidencia la capacidad discriminadora de los sitios de prueba y las etapas de cosecha, lo que pone de manifiesto las necesidad de utilizar eficientemente el efecto que produce la replicación de la selección en espacio y en diferentes períodos de zafra como elemento de necesario estudio en las etapas finales del esquema de selección. En el establecimiento de las familias de variedades, Delgado (2008) evaluó tres cultivares con cuatro grupos de edades y cinco momentos de cosecha, considerando a los dos últimos como elementos de gran importancia para establecer una correcta composición de variedades y de cepas, sin embargo no estimó la influencia y

contribución de los momentos de cosecha a la variación.

Los estimados de heredabilidad en sentido amplio fueron bajos e imprecisos, solo mostraron precisión para el porcentaje de pol en caña quien mostró los mayores valores. Rodríguez (2012) reportó altos estimados de este parámetro genético (> 0,7) para este carácter en estudios.

La Tabla 4 refleja los componentes de varianza para el momento 1 (Modelo reducido) donde el efecto

ambiental es el de mayor contribución a la variación fenotípica total para el % de pol en caña y las t pol /ha, mientras que para las t caña / ha lo fue la interacción genotipo x ambiente aspecto que puede estar dado a que los cultivares estudiados en las localidades evaluadas tuvieron una respuesta muy variable en esa etapa. Es de acentuar que la varianza de los genotipos es inferior a la de la interacción genotipo x ambiente y los valores heredabilidad son bajos e imprecisos, lo que justifica la selección de variedades de adaptación específica para cada ambiente y en cada momento de cosecha. (Vera et al., 1994; González, 1995 y Rodríguez, 2012)

**Tabla 3. Componentes de varianza y parámetros genéticos - estadísticos para las diferentes variables de rendimiento. Modelo completo**

Componentes de varianza	t caña/ha			% de pol en caña			t pol /ha		
	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT
$\sigma^2g$	51,05	91,61	5,99	0,16	0,07 *	3,83	1,61	0,93	4,19
$\sigma^2l$	185,27	49,33 *	21,73	0,004	0,009	0,10	7,11	5,88	18,51
$\sigma^2m$	96,44	80,34	11,32	2,54	1,80	60,85	4,59	3,79	11,95
$\sigma^2gxl$	65,33	32,05 *	7,67	0,18	0,06 *	4,30	3,71	1,02 *	9,66
$\sigma^2gxm$	38,72	28,79	4,54	0,17	0,06 *	4,07	3,46	0,90 *	9,01
$\sigma^2lxm$	105,62	76,4	12,39	0,15	0,11	3,59	5,14	3,58	13,38
$\sigma^2gxlxm$	198,36	11,67 *	23,27	0,18	0,07 *	4,30	4,98	0,12 *	12,96
$\sigma^2e$	111,52	4,74 *	13,08	0,79	0,03 *	18,93	7,82	0,33 *	20,35
VG	51,05		5,99	0,16		3,83	1,61		4,19
VA	498,85		58,53	3,48		83,47	24,66		64,19
VGA	302,41		35,48	0,53		10,70	12,15		31,62
He <sup>2</sup>	0,38	0,58		0,42	0,18 *		0,27	0,16	
CVG	7,49			2,18			7,23		
Media	95,45	4,69		18,33	0,37		17,54	1,21	

$\sigma^2$  = componente de varianza (g: genética, l: localidad, m: momento, gxl: genotipo x localidad, gxm: genotipo x momento, lxm: localidad x momento, gxlxm: genotipo x localidad x momento, e: error); Varianza (VG: Genética, VA: ambiental y VGA: genotipo x ambiente); H: heredabilidad, CVG: Coeficiente de variación genética; E.S: Error estándar, PVFT: Porcentaje variación fenotípica total, \*: estimados precisos  $\sigma^2 \geq 2$  E.S

**Tabla 4. Componentes de varianza y parámetros genéticos - estadísticos para las diferentes variables de rendimiento. Modelo reducido. (Momento 1)**

Componentes de varianza	t caña/ha			% de pol en caña			t pol /ha		
	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT
$\sigma^2g$	139,95	99,06	13,51	0,27	0,76	16,07	3,21	2,68	9,42
$\sigma^2l$	279,02	231,36	26,94	0,15	0,14	8,93	10,56	8,67	30,99
$\sigma^2gxl$	474,60	107,25 *	45,80	0,47	1,51	27,98	12,06	3,05	35,39
$\sigma^2e$	142,19	10,43	13,74	0,79	0,05 *	47,02	8,25	0,61	24,21
VG	139,95		13,51	0,27		16,07	3,21		9,42
VA	421,21		40-67	0,94		55,95	18,81		55,19
VGA	474,60		45,80	0,47		27,98	12,06		35,39
He <sup>2</sup>	0,35	0,25		0,42	1,19		0,31	0,26	
CVG	12,14			3,04			10,77		
Media	97,45	6,88		17,07	0,51		16,63	1,65	

$\sigma^2$ = componente de varianza (g: genética, l: localidad, gxl: genotipo x localidad, e: error); Varianza (VG: Genética, VA: ambiental y VGA: genotipo x ambiente); H: heredabilidad, CVG: Coeficiente de variación genética; E.S: Error estándar, PVFT: Porcentaje variación fenotípica total, \*: estimados precisos  $\sigma^2 \geq 2$  E.S

La Tabla 5 correspondiente al segundo momento de cosecha (Momento 2) expresa como aspecto

significativo que para el % de pol en caña, el componente genético y el de las localidades es nulo;

aunque la interacción genotipo x ambiente fue la que mayor contribución tuvo a la variación total, no fue significativa, lo que puede estar proporcionado a que en este período lo cultivares alcanzan su mayor

concentración de sacarosa en las localidades evaluadas y la variabilidad entre los mismos es mínima, lo que corrobora lo señalado por Jorge *et al.* (2011)

**Tabla 5. Componentes de varianza y parámetros genéticos para las diferentes variables de rendimiento. Modelo reducido. (Momento 2)**

Componentes de varianza	t caña/ha			% de pol en caña			t pol /ha		
	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT
$\sigma^2g$	10,67	35,41	1,30	0	0	0	0,27	1,35	3,68
$\sigma^2l$	487,29	392,42	59,45	0	0	0	20,91	16,81	56,96
$\sigma^2gxl$	200,82	49,66 *	24,50	10,97	2,32 *	93,28	5,64	34,06	15,36
$\sigma^2e$	120,82	8,86 *	14,74	0,79	0,05 *	6,72	9,89	72,52	26,94
VG	10,67		1,30	0		0	0,27		3,68
VA	608,11		74,20	0,79		6,72	30,8		83,90
VGA	200,82		24,50	10,97		93,28	5,64		15,36
He <sup>2</sup>	0,08	0,27		0	0		0,06	0,28	
CVG	3,19			0			2,61		
Media	102,35	6,34		19,47	0,51		19,92	1,81	

$\sigma^2$ : componente de varianza (g: genética, l: localidad, gxl: genotipo x localidad, e: error); Varianza (VG: Genética, VA: ambiental y VGA: genotipo x ambiente); H: heredabilidad, CVG: Coeficiente de variación genética; E.S: Error estándar, PVFT: Porcentaje variación fenotípica total, \*: estimados precisos  $\sigma^2 \geq 2$  E.S

En el tercer momento de cosecha se percibió que para las t caña/ha la varianza de la interacción genotipo x ambiente fue alta, superior a la ambiental, resultados que coinciden con el momento 1. Ambas etapas son las denominadas como críticas, ya que se corresponden con el inicio y el final de la zafra donde los cultivares evidencia mayores diferencias (tabla 6). Los resultados de este trabajo en las localidades evaluadas y con los genotipos estudiados sugieren la importancia de utilizar eficientemente la interacción genotipo x ambiente en el inicio y final de las contiendas azucareras, pues existe mayor variabilidad explotable para la producción cañera, carácter que es muy influenciado por el ambiente como lo señaló Vega (1993) y Vera (2005). Los

estimados de heredabilidad para los tres caracteres son precisos y pueden considerarse moderados, aspecto que está relacionado con la contribución de los genotipos a la variación total que es superior a la alcanzada en los dos momentos anteriores y a la obtenida en el modelo completo.

Las Tablas 7,8 y 9 muestran el análisis discriminante para los tres momentos de cosecha y ofrece más del 78 % de buena clasificación, este resultado ratifica la existencia de tres familias de variedades en cada período de cosecha, así como la posibilidad de seleccionar para cada etapa en estas localidades los cultivares pertenecientes al grupo 1 de cada ciclo que son los de mayor potencial agroproductivo.

**Tabla 6. Componentes de varianza y parámetros genéticos para las diferentes variables de rendimiento. Modelo reducido. (Momento 3)**

Componentes de varianza	t caña/ha			% de pol en caña			t pol /ha		
	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT	$\sigma^2$	E,S( $\pm$ )	PVFT
$\sigma^2g$	79,96	34,20 *	29,85	0,31	0,14 *	18,79	3,29	1,32 *	27,46
$\sigma^2l$	0,75	3,07	0,28	0,10	0-09	6,06	0	0	0
$\sigma^2gxl$	115,63	28,73 *	43,17	0,45	0,18 *	27,27	3,38	1,07 *	28,21
$\sigma^2e$	71,53	5,24 *	26,70	0,79	0,05 *	47,88	5,31	0,39 *	44,32
VG	79,96		29,85	0,31		18,79	3,29		27,46
VA	72,28		26,98	0,89		53,94	5,31		44,32
VGA	115,63		43,17	0,45		27,27	3,38		28,21
He <sup>2</sup>	0,53	0,23 *		0,46	0,21 *		0,56	0,22 *	
CVG	10,70			2,92			11,46		
Media	83,12	4,88		19,05	0,51		15,83	1,33	

$\sigma^2$ : componente de varianza (g: genética, l: localidad, gxl: genotipo x localidad, e: error); Varianza (VG: Genética, VA: ambiental y VGA: genotipo x ambiente); H: heredabilidad, CVG: Coeficiente de variación genética; E.S: Error estándar, PVFT: Porcentaje variación fenotípica total, \*: estimados precisos  $\sigma^2 \geq 2$  E.S

**Tabla 7. Resultados del Análisis Discriminante por grupo de genotipos (Momento 1)**

Función	Valor Eje	Correl, Canón,	Wilks Lambda	X <sup>2</sup>	G,L	Prob,
1	0,99	0,71	0,29	51,61	6	0,00
2	0,71	0,65	0,58	22,60	2	0,00

Grupos	% Buena Clasif,	G1	G2	G3
Grupo1	71,43	10	2	2
Grupo 2	94,12	0	16	1
Grupo 3	80,00	1	2	12
Total	82,61	11	20	15

**Tabla 8. Resultados del Análisis Discriminante por grupo de genotipos (Momento 2)**

Función	Valor Eje	Correl, Canón,	Wilks Lambda	X <sup>2</sup>	G,L	Prob,
1	1,25	0,75	0,41	37,38	6	0,00
2	0,08	0,28	0,92	3,76	2	0,19

Grupos	% Buena Clasif,	G1	G2	G3
Grupo1	81,25	13	1	2
Grupo 2	75,00	1	18	5
Grupo 3	83,33	1	0	5
Total	78,26	15	19	12

**Tabla 9. Resultados del Análisis Discriminante por grupo de genotipos (Momento 3)**

Función	Valor Eje	Correl, Canón,	Wilks Lambda	X <sup>2</sup>	G,L	Prob,
1	2,13	0,82	0,27	54,54	6	0,00
2	0,17	0,38	0,85	6,60	2	0,04

Grupos	% Buena Clasif,	G1	G2	G3
Grupo1	95,83	23	1	0
Grupo 2	53,85	4	7	2
Grupo 3	77,78	0	2	7
Total	82,61	27	10	9

## CONCLUSIONES

1. El Análisis Discriminante permitió agrupar los momentos de cosecha y las familias de variedades para cada período de zafra con porcentajes de buena clasificación superiores al 75 %.

2. El Modelo Completo confirmó la existencia de la interacción genotipo x ambiente y cuantificó una alta contribución ambiental de la varianza fenotípica total

de los caracteres evaluados, atribuido mayormente a las localidades y al error experimental para las t caña y de pol / ha.

3. La varianza de la interacción genotipo x ambiente fue superior a la ambiental en el Modelo Reducido para la t caña /ha en los Momento 1 y 3.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, R. L.; L. Bancroft, L.: Statistical theory in research. New York, Mc Graw-Hill Book Co., 1952, 399 p.

2. Cochran, W. G.; G. M. Cox: Diseños experimentales. 4ta re-impresión. México, D.F. Edit. F. Trillas, 1965, 661 p.

3. Delgado, I.; H. Jorge; H. García; N. Bernal; Aydiloide Bernal; J. R. Gómez; O. Aday; H. González;

Mayelín Buedo; Susana Reyes; Dunia Núñez; J. Barroso; L. F. Machado: Potencialidades de familias de cultivares de caña de azúcar para diferentes períodos de zafra. Cultivos Tropicales 33(3):5-14.

4. Eskridge, K. M.: Selection of stable cultivars using a safety-first rule. Crop Sci. 30:369-374. 1990.

5. González, A.: Caracterización del efecto ambiental en estudios de regionalización de cultivares de caña

- de azúcar en la provincia Las Tunas. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Las Tunas, Cuba, Ministerio de Educación Superior, Universidad Agraria de la Habana, 1995, 120 p.
6. Hernández, A.; J. M. Pérez; D. Bosch; L. Rivero: Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana. AGRINFOR, 1999, 64 p.
7. Hernández; A.; J. Pérez; O. Ortega; L. Avila; A. Cárdenas; A. Marrero; N. Companioni: II Clasificación genética de los suelos de Cuba. Revista Agricultura. VIII (1): 47-69, 1975.
8. Jorge H.; Ibis Jorge; I. Santana; O. Santana; R. González: Manejo y Explotación de las cultivares de caña de azúcar en Cuba. Revista Cuba & Caña, 2000, pp. 26-28.
9. Jorge, H.; H. García; I. Delgado; I. Jorge; L. Cabrera; N. Bernal; I. Torres; J. Rodríguez; I. Santana: Nuevo enfoque para la evaluación de cultivares en Cuba. Memoria del VII Congreso de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe. ([www.ATALAC2008.org](http://www.ATALAC2008.org)). Artículos, Agricultura, Biología, 2008, Pp. 1-8.
10. Jorge, H.; Ibis Jorge; N. Bernal (Editores): Principios y conceptos básicos para el manejo de cultivares y semilla de caña de azúcar en la agroindustria azucarera cubana. PUBLINICA, 2010, 99 p.
11. Jorge, H.; Jorge Ibis; J. M. Mesa; N. Bernal (Editores): Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana, Cuba, PUBLINICA, 2011, 308 p.
12. Kang, M. S.; J. D. Miller: Genotype x environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. Crop Sci. 24:435-440, 1984.
13. López, E.: Influencia de algunos factores del ambiente sobre el rendimiento y aplicación de tres métodos de estabilidad en los estudios de regionalización de cultivares de caña de azúcar en las provincias de Camagüey y Ciego de Avila. Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Agrícolas. Camagüey, Cuba. Ministerio de Educación Superior. Universidad Agraria de la Habana, 1986, 198 p.
14. Milligan, S.B.; K. A. Gravois; K. P. Bischoff; F. A. Martin: Crop effects on broad-sense heritabilities and genetic variances of sugarcane yield components. Crop Sci. 30: 344–349, 1990.
15. Rodríguez, R.: Perfeccionamiento del Programa de Mejora genética de la caña de azúcar (*Saccharum spp*) para la obtención de nuevos genotipos tolerantes al estrés por déficit hídrico Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Agrícolas. , Ministerio de Educación Superior, Universidad Agraria de la Habana, 2012, 121 p.
16. Vega, A.: Evaluación de algunos aspectos relacionados con la etapa intermedia de selección de la caña de azúcar en Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Camagüey, Cuba, Ministerio de Educación Superior, Universidad Agraria de la Habana, 1993, 103 p.
17. Vera, A.; A. Vega; V. Carabaloso; R. González; R. Rábago: La confusión de las cepas y años. Su importancia en estudios de Interacción GxE en caña de azúcar. Resúmenes V Jornada Científica del INICA. La Habana, Cuba, 1994, 56 p.
18. Vera, A.: Estudio genético y clasificación de ambientes en la cuarta etapa del esquema para la selección de cultivares de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en la provincia de Sancti Spíritus. Tesis presentada en Opción al Título de Maestro en Ciencias en Biología Vegetal. 2005, 60 p.

Recibido:31/10 /2013

Aceptado: 11/03/2014