

La colección de germoplasma de variedades introducidas y locales de caña de azúcar en Ecuador



Raúl O. Castillo, Edison Silva, Cervando Madrid, Fabricio Martínez, Fabian Fiallos, Carolina Avellaneda, Tito León.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador.
rcastillo@cincae.org

Introducción

En el proceso de mejoramiento genético se requiere disponer de varias fuentes de genes (diversidad genética), que permita combinar características sobresalientes de diferentes clones para obtener variedades mejoradas. Dada la demanda de nuevas variedades para garantizar altas producciones de caña y azúcar en los ingenios azucareros y sus cañicultores de Ecuador, en 1998 se iniciaron trabajos de mejoramiento genético, formando la colección de germoplasma, llamada también “banco de germoplasma de campo” (Sevilla y Holle, 2004). Una colección de germoplasma, por lo tanto, es un reservorio de propágulos que permite conservar la diversidad genética de los cultivos y especies silvestres que estén relacionadas a los mismos. En el caso de la caña de azúcar, los propágulos son los trozos de caña o esquejes y semillas verdaderas que permiten reproducir una nueva planta (Figura 1).

La caña de azúcar es una especie que ingresó a las Américas durante la migración de los europeos, las cañas eran gruesas, suaves y dulces o cañas nobles (*Saccharum officinarum*), que se atribuye proviene de la especie silvestre *S. robustum*; y, por cruzamiento con la especie silvestre *Saccharum spontaneum* y las cultivadas *S. sinense*, *S. barberi*,

dieron origen a los híbridos modernos (*Saccharum* hybrids) que se cultivan para producción de azúcar en todo el mundo (D’Hont et al., 2008). La mayor parte de estas especies se distribuyen en todo el Sur Este Asiático, especialmente Melanesia (Bull, 2000). Por las condiciones de origen mencionadas de la caña de azúcar, es necesario establecer una colección de germoplasma con variedades de distintos orígenes; estas variedades introducidas es un importante recurso para los mejoradores que pueden aprovechar su potencial genético para cruzamientos y desarrollo de nuevas variedades (Castillo y Silva, 2004). Las



Figura 1. Esquejes (Propágulos) de caña de azúcar y variabilidad genética de la colección de germoplasma en CINCAE. El Triunfo, Guayas, Ecuador.



colecciones de germoplasma de caña de azúcar, también han servido para identificar variedades promisorias de alta producción de caña y azúcar que puedan ser sembradas comercialmente para complementar con las variedades comerciales locales.

Desde el inicio del cultivo comercial de caña de azúcar para producir azúcar en Ecuador (hace más de 100 años), se sembraron básicamente variedades introducidas de distintas partes del mundo. Al inicio se utilizaron variedades o clones de *Saccharum officinarum*; luego, la industria dependió de las variedades o híbridos como POJ28-78 y más tarde la variedad Co421, que a su vez eran ampliamente cultivadas a nivel mundial. Aproximadamente, en 1961 se introdujo la variedad Ragnar de Australia (Jara, 1991), misma que ocupó más del 85% del área de producción por varias décadas. En la década de los 80, Ragnar llegó a cubrir más del 90% del área de producción de los ingenios San Carlos, Valdez y La Troncal y sus cañicultores. En el 2007, se entregó la primera variedad ecuatoriana ECU-01 y la variedad Ragnar ocupaba el 67% del área cultivada (Castillo et al, 2007).

La creación del CINCAE tiene como objetivo principal el desarrollo de variedades locales para complementar las variedades introducidas y evitar la producción monovarietal de la caña de azúcar. Para esto, se evalúan las variedades de la colección de germoplasma, tanto para usar como progenitores, así como, para recomendar a la producción comercial en las condiciones ecológicas de la zona de producción de caña para azúcar en la cuenca baja del río Guayas.

Establecimiento de la colección de germoplasma

Durante 1997 - 1998, iniciando las actividades de CINCAE y su Programa de Variedades, se inició la formación de la Colección de Germoplasma de CINCAE, recolectando muestras de variedades desde los “museos de variedades” de los

tres ingenios auspiciantes. Durante 1998 y 1999 se colectaron variedades introducidas del ingenio La Troncal (99), ingenio San Carlos (240) e ingenio Valdez (82). Las colecciones conservadas en los tres ingenios contenían variedades similares, por lo que se evaluó morfológicamente y se revisaron las respectivas codificaciones y numeración para formar una sola colección. A finales de 1999 se contó con una sola colección de germoplasma de 230 variedades. La mayoría de esas variedades son antiguas y han dejado de ser sembradas comercialmente en los países de origen

Con la finalidad de incrementar la variabilidad genética, CINCAE desde 1999 a la fecha ha introducido 315 clones y variedades de diferentes partes del mundo ([Cuadro 1](#)) y el Programa de Variedades de CINCAE ha incorporado 226 clones locales a la colección de germoplasma para evaluarlos y utilizarlos en cruzamientos. Las evaluaciones preliminares realizadas a todas las introducciones han mostrado que la gran mayoría de variedades no presentaron características agronómicas y de calidad adecuadas para que sean consideradas para producción comercial. Así, el 48% de variedades florece y la mayoría de ellas con porcentajes de floración superiores al 40%, especialmente los materiales procedentes de Estados Unidos (Canal Point y Luisiana), Guatemala y Argentina.

La introducción de germoplasma es un proceso permanente, las últimas 36 variedades incorporadas a la colección de germoplasma provienen de Australia (1), Colombia (4), Colección Mundial de Florida-Estados Unidos (27) y Francia – CIRAD (4) (CINCAE, 2018). En el 2018, se introdujeron 10 variedades LAICA desde Costa Rica, las que se encuentran en proceso de cuarentena.

Caracterización morfológica y evaluación agronómica de la colección de germoplasma

Siendo la caña de azúcar un cultivo introducido a las Américas, la variabilidad

genética es limitada. Más aún si la mayor parte de variedades del mundo provienen de un pool genético desarrollado en la isla de Java, donde se inició la “nobilización” de la caña de azúcar. Dada esta condición el Programa de Variedades de CINCAE debió identificar materiales promisorios desde el inicio de sus actividades. Las evaluaciones de las variedades antiguas existentes en los ingenios permitieron identificar los progenitores más idóneos para realizar los cruzamientos posteriores; así como, variedades de buenas características agronómicas para producción comercial. Las primeras evaluaciones se realizaron mediante tesis de grado con estudiantes de agronomía (Figura 2), que ayudaron a agrupar variedades con distintas características (colección núcleo o colecciones activas), que se continúan usando en los cruzamientos que se realizan en CINCAE.

Se realizaron observaciones de campo con la participación de los técnicos responsables de investigación de los tres ingenios y se escogieron las mejores variedades o aquellas sembradas comercialmente para evaluar en ensayos regionales en parcelas de tres surcos de 5 m de largo (Figura 2). En el Cuadro 2 se presentan las variedades evaluadas durante 1999 en caña soca, en los tres ingenios. Casi todas las variedades superaron las 100 TCH en los ingenios San Carlos y Valdez; pero no así en el ingenio



Cuadro 1. Número de variedades y su origen introducidas mediante sistema de cuarentena, periodo 1999 – 2018.

Introducción	Año	País	Institución	Total variedades en Colección de Germoplasma
s/n*	1999	Cuba	INICA	11
1	2000	Brasil	COPERSUCAR	10
2	2002	Brasil	COPERSUCAR	9
3	2002	Colombia	CENICAÑA	6
4	2002	USA	Colección Mundial Miami	27
5	2003	USA	Colección Mundial Miami	23
6	2003	Brasil	COPERSUCAR	19
7	2003	Australia	BSES	5
8	2003	Sur Africa	SASTA	3
9	2004	USA	Colección Mundial Miami	3
10	2005	Australia	BSES	4
11	2005	Cuba	INICA	5
12	2006	Brasil	CTC	5
13	2006	Mauricio	MSIRI	9
14	2007	Brasil	CTC	4
15	2007	Tailandia	MITR Phol	1
16	2007	USA	USDA	6
17	2007	Tailandia	MITR Phol	2
18	2009	Australia	BSES	5
19	2009	Guatemala	CENGICAÑA	5
20	2009	Colombia	CENICAÑA	5
21	2011	Guatemala	CENGICAÑA	6
22	2011	Francia	CIRAD	5
23	2011	Australia	BSES	5
s/n**	2012	Perú	CARTABIO	2
24	2012	USA	LSU-AgCenter	5
25	2013	Francia	CIRAD	1
26	2014	Francia	CIRAD	5
27	2014	USA	Colección Mundial Miami	30
28	2014	Colombia	CENICAÑA	13
29	2018	Costa Rica	LAICA	10

* Aún no se contaba con un sistema cuarentenario, evaluaciones realizadas en INIAP-Pichilingue. ** Importado por ingenio ECUDOS.

La Troncal, donde solamente la variedad Q96 alcanzó las 105 TCH. Sin embargo, en canteros comerciales las variedades mostraron menores tonelajes de caña; así, en el 2005 la variedad Ragnar mostró un promedio de 67 TCH, B76-78 registró 84 TCH, CR74-250 con 80 TCH y CC85-92 fue de 90 TCH (CINCAE, 2005).

En segunda soca ([Cuadro 3](#)), todas las variedades mostraron bajas producciones de caña (TCH), y rendimientos azucareros aceptables. Las variedades con mejor contenido azucarero fueron Q96 y B74-132 con 116.5 KATC, pero bajo tonelaje de caña (62.9 y 58.7 TCH). Los análisis de ADN de las B76-78 y BJ70-46, mostraron ser la misma variedad (Castillo, et al., 2000), fueron las más productoras de caña (92.4 y 84.3 TCH, respectivamente). La variedad CC85-92 presentó 72.1 TCH.



Figura 2. Caracterización morfológica y agronómica de la colección de variedades introducidas. Tesis de grado de Henry Romero y Fabricio Martínez. Agosto, 2003.

Por otra parte, variedades provenientes de países como las islas Reunión y Mauricio mostraron tonelajes aceptables a altos pero muy bajos contenidos de azúcar; en contraparte materiales procedentes de Australia casi siempre muestran altos contenidos de azúcar, con producciones de caña de medio a bajo, y que en la mayoría de los casos no superaron a los clones en proceso de mejoramiento y variedades comerciales como puede apreciarse en los resultados del estado III 2005 y IV 2001 ([Cuadros 4 y 5](#)).

Una variedad que consistentemente mostró buenas características de producción

de caña y rendimiento de azúcar fue la SP79-2233, que superó a los clones en mejoramiento y variedades comerciales en diferentes años y sitios de evaluación ([Cuadros 6 y 7](#)). En el 2010, esta variedad se sembró comercialmente en más de 100 ha, su producción promedio fue de 94.2 TCH y 183 SAH; en cambio, la variedad CC85-92 este año produjo 83.1 TCH y 154 SAH y la variedad ECU-01 mostró una

Cuadro 2. Promedios de producción de caña y azúcar en primera soca de 12 variedades introducidas (G1) sembradas en tres ingenios azucareros del Ecuador. 1999 - 2000.

VARIEDAD	San Carlos			La Troncal			Valdez		
	TCH	KATC	TAH	TCH	KATC	TAH	TCH	KATC	TAH
B74-132	150	89	13.3	73	90	6.6	92	98	9.0
Q-96	130	101	13.1	105	84	8.8	131	107	14.0
C128-83	114	109	12.4	97	88	8.6	111	90	10.0
CC85-92	127	91	11.5	72	88	6.4	130	82	10.7
SP71-6180	123	90	11.1	55	80	4.4	151	94	14.2
PR64-610	118	93	10.9	73	95	6.9	119	103	12.3
C323-68	108	100	10.8	69	90	6.2	118	100	11.8
Ragnar	109	98	10.6	66	95	6.3	103	84	8.6
B76-78	130	80	10.4	62	97	6.0	99	108	10.6
BJ70-46	127	81	10.3	79	86	6.8	132	92	12.2
PR67-1070	108	95	0.3	49	87	4.2	125	99	12.4
SP70-1143	96	81	7.8	76	81	6.1	118	83	9.8

TCH=Toneladas de caña/ha; TAH=Toneladas de azúcar/ha, KATC=Kilogramos de azúcar/tonelada de caña

producción de 86.2 TCH y 155 SAH en promedio. Dadas las buenas características de producción de la variedad SP79-2233, introducida por CINCAE, se recomendó multiplicar semilla para siembras comerciales. Lamentablemente, en el año 2011 se determinó la presencia de roya naranja (*Puccinia kuehnii*) y esta variedad se calificó entre las más susceptibles comparada con algunos clones promisorios de CINCAE en proceso de selección (Garcés et al., 2011). En el siguiente año, se observaron canteros comerciales sembrados con SP79-2233, con 42% de incidencia, razón por la cual se suspendieron las siembras comerciales de esta variedad.

Se han realizado estudios para aprovechar las variedades introducidas y con el fin de conocer la varianza genética y sus componentes, la heredabilidad en sentido amplio y estrecho para alto contenido de sacarosa. Las variedades se seleccionaron por su alto contenido de azúcar, buen comportamiento agronómico y buenos progenitores en cruzamientos (Silva, 2011). Estos y otros estudios se continúan realizando para identificar los mejores progenitores y formar poblaciones de alta sacarosa (Silva et al., 2011). De esta manera se garantiza la selección de variedades locales de alto contenido azucarero bajo condiciones de poca luminosidad (2.15 horas de brillo solar /día), que ocurre en la zona de producción de caña de azúcar en la cuenca baja del río Guayas.

Con base a las evaluaciones y caracterizaciones, se identificaron variedades introducidas sobresalientes y se incluyeron en el proceso de mejoramiento. Desde el año 2005 se colocaron en inducción a la floración a estas variedades sobresalientes (Figuras 3 y 4); lográndose 1,114 cruzamientos hasta el 2017 (Figura 5), los cuales están en proceso de



Cuadro 3. Promedios combinados de producción de tres localidades, de 12 variedades introducidas en segunda soca. 2000-2001.

VARIEDAD	TCH	KATC	TAH
B76-78	92.4 A	109.7 ABC	10.0 A ^{1/}
BJ70-46	84.3 AB	111.7 ABC	9.4 AB
SP70-1143	76.8 ABC	110.8 ABC	8.6 ABC
SP71-6180	67.9 ABC	114.3 AB	7.9 ABC
C323-68	69.1 ABC	112.6 ABC	7.8 ABC
PR 671070	69.1 ABC	109.7 ABC	7.5 ABC
Q 96	62.9 BC	116.0 AB	7.3 ABC
CC85-92	72.1 ABC	102.2 C	7.3 ABC
Ragnar	67.7 ABC	105.6 BC	7.0 BC
B74-132	58.7 C	117.5 A	6.8 BC
PR64-610	60.8 BC	108.4 ABC	6.5 C
C128-63	57.2 C	109.3 ABC	6.3 C

TCH=Toneladas de caña/ha; TAH=Toneladas de azúcar/ha, KATC=Kilogramos de azúcar/tonelada de caña. ^{1/} Rangos de significación. Promedios seguidos por una misma letra son iguales estadísticamente, Tukey (p=0.05).



Cuadro 4. Promedios para producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC) y producción de azúcar (TAH) de clones de la serie 2005 y variedades introducidas evaluadas en estado III, en los tres ingenios. Caña planta, 2011.

CLON/VARIEDAD	TCH	KATC	TAH
EC05-151	141.79	128.2	18.18
EC05-681	127.57	141.37	18.02
EC05-290	128.17	140.31	17.98
EC05-080	141.12	112.38	15.82
EC05-163	114.87	130.71	14.97
EC05-551	109.82	135.87	14.86
ECSP05-642	105.02	139.19	14.74
EC05-324	104.88	140.53	14.73
SP83-2847*	89.9	113.31	10.19
ECU-01	65.79	136.51	8.98
B76-78	62.9	130.12	8.19
UCW54-63*	61.67	117.98	7.28
SP90-3723*	56.54	123.71	7.07
33MQ371*	50.35	128.12	6.45
Ragnar	40.53	142.75	5.79

* Variedad introducida, TCH=Toneladas de caña/ha, TAH=Toneladas de azúcar/ha, KATC=Kilogramos de azúcar/tonelada de caña.

evaluación y selección para desarrollar las nuevas variedades ecuatorianas a liberarse en los próximos años.

Con el objetivo de acelerar la liberación de alguna variedad introducida para producción comercial, desde el año 2017 se realizaron cambios en el proceso de evaluación y selección. Actualmente, toda variedad introducida con características agronómicas sobresalientes se integra al estado IV de selección y se compara su potencial de producción con los clones nacionales, en distintos ambientes. Al mismo tiempo, se incrementa semilla sana de estas variedades para entregarla a los ingenios.

Por otro lado, se han establecido ensayos de variedades introducidas en los ingenios San Carlos y COAZÚCAR para identificar variedades de alto contenido de azúcar. Estas evaluaciones se realizan con técnicos de los tres ingenios mediante visitas en diferentes fases de crecimiento del cultivo. En los próximos años se continuarán evaluando grupos de variedades introducidas en los diferentes ambientes de los ingenios.

Conclusiones

1. Se ha logrado establecer una colección de germoplasma importante de caña de azúcar en Ecuador, para garantizar una fuente de genes para los programas de mejoramiento no solo internos, sino a nivel mundial. Actualmente, este recurso genético es parte de la Colección de Germoplasma de CINCAE con 661 clones y variedades introducidas y 156 clones locales.



Cuadro 5. Promedios combinados de cuatro localidades para producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC) y producción de azúcar (TAH), de clones del estado IV 2001 y cinco testigos. Caña planta. 2008.

Clon\Variedad	TCH		KATC		TAH	
	Valor	Letra	Valor	Letra	Valor	Letra
ECSP01-190 (EC-05)	77.1	ABC ^{1/}	112.9	AB	8.8	A
CC85-92 (T2)	77.8	AB	113.2	AB	8.8	A
ECSP01-186	79.2	A	109.8	AB	8.8	A
SP77-5181 (T5)*	70.2	A-E	119.6	A	8.3	AB
ECU-01 (T1)	72.7	A-D	109.6	AB	8.0	AB
ECSP01-055	68.3	A-E	112.7	AB	7.8	AB
ECSP01-166	66.8	A-E	112.0	AB	7.5	AB
ECSP01-588	70.4	A-E	103.5	B	7.4	AB
SP80-1816 (T4)*	64.6	A-E	111.0	AB	7.1	AB
ECSP01-270	59.5	B-E	111.9	AB	6.6	AB
EC01-747	61.8	A-E	106.0	AB	6.6	AB
Ragnar (T3)	59.3	C-E	111.4	AB	6.6	AB
EC01-744	56.0	DE	111.6	AB	6.5	AB
EC01-750	53.1	E	114.7	AB	6.1	B
ECSP01-445	57.9	DE	105.1	B	6.1	B

*Variedad introducida; TCH=Toneladas de caña/ha; TAH=Toneladas de azúcar/ha, KATC=Kilogramos de azúcar/tonelada de caña. ^{1/} Rangos de significación, promedios seguidos por una misma letra son iguales estadísticamente, Tukey (p=0.05).



Cuadro 6. Promedios de producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC), pol caña (%), producción de azúcar (TAH) y fibra en caña (%), de 10 clones del estado IV 2000a y cuatro testigos, evaluados en primer tercio. COAZÚCAR (Ruidoso 2), 2008.

Clon\Variedad	TCH		KATC		Pol caña (%)		TAH	
	Valor	Letra	Valor	Letra	Valor	Letra	Valor	Letra
SP79-2233*	138.6	A ^{1/}	125.3	AB	15.6	AB	17.3	A
EC-02	114.1	AB	137.6	A	17.2	A	15.7	A
C1051-73*	117.9	AB	128.6	AB	16.1	AB	15.2	A
EC-03	115.9	AB	124.1	AB	15.5	AB	14.4	A
ECSP2000-181	113.2	AB	119.6	AB	15.0	AB	13.5	A
EC2000-668	113.0	AB	114.2	AB	14.3	AB	13.0	A
ECU-01	105.0	AB	123.8	AB	15.5	AB	13.0	A
ECSP2000-182	111.5	AB	114.3	AB	14.3	AB	12.9	A
ECCP2000-601	99.6	AB	128.7	AB	16.1	AB	12.8	A
Ragnar*	107.5	AB	108.4	AB	13.6	B	11.8	A
ECSP2000-216	95.2	AB	106.9	B	13.4	B	10.3	A
ECSP2000-176	95.0	AB	103.8	B	13.0	B	9.9	A
ECSP2000-168	77.2	B	122.1	AB	15.3	AB	9.7	A
ECSP2000-215	91.2	AB	103.6	B	12.9	B	9.3	A

*Variedad introducida; TCH=Toneladas de caña/ha; TAH=Toneladas de azúcar/ha, KATC=Kilogramos de azúcar/tonelada de caña. ^{1/} Rangos de significación, promedios seguidos por una misma letra son iguales estadísticamente, Tukey (p=0.05).

2. Se han introducido un total de 315 variedades de diferentes partes del mundo. De éstas, 10 han sido descartadas debido a problemas fitosanitarios encontrados durante la cuarentena y 54 no brotaron debido al mal estado en que se recibieron. Actualmente, ocho variedades se encuentran en cultivo de tejidos, seis en proceso de cuarentena abierta y 10 en cuarentena cerrada.

3. Las evaluaciones realizadas a través de los años, muestran que la mayoría de variedades introducidas no presentan buenas características agronómicas y de calidad de jugo para producción comercial. Así, el 48% de variedades florece con porcentajes superiores al 40%, otras presentan bajos contenidos de azúcar o tonelaje de caña.

4. La variedad introducida de Brasil en el año 2000, SP79-2233, consistentemente mostró buenas características de producción de caña y rendimiento de azúcar (138.6 TCH y 15.6 % pol caña); por ello se inició su multiplicación comercial. Sin embargo, el ingreso de la roya naranja a Ecuador, hizo que esta variedad sea descartada debido a su alta susceptibilidad a esa enfermedad.

5. Las variedades que mostraron alguna característica sobresaliente se seleccionaron para incluirlas en el proceso de mejoramiento; es así que, desde el 2005 hasta el 2017 se colocaron en inducción a la floración 162 variedades introducidas, con las que se realizaron 1,114 cruzamientos.

6. Las variedades introducidas sobresalientes se incluyen en estado IV de selección, al mismo tiempo se incrementa semilla sana para establecimiento de semilleros para la evaluación en ensayos semicomerciales.

7. A pesar de las complicaciones por los derechos de propiedad intelectual de



Cuadro 7. Promedios combinados de dos localidades para producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC) y producción de azúcar (TAH) de 10 clones del estado IV 2000a y tres testigos en segunda soca. 2009.

Tratamiento	TCH		KATC	TAH	
ECSP2000-215 (EC-04)	109.8	A ^{1/}	120.6	13.5	A
SP79-2233 (T3)*	86.4	AB	125.1	10.7	AB
ECSP2000-181	80.3	AB	122.1	9.8	AB
ECSP2000-179	74.6	AB	123.5	9.2	AB
ECSP2000-168	73.7	B	118.6	8.8	AB
EC2000-668	70.3	B	118.8	8.3	B
ECSP2000-176	72.5	B	107.9	8.2	B
Ragnar (T1)*	65.0	B	125.7	8.2	B
ECSP2000-214	65.2	B	124.5	8.1	B
ECCP2000-601	69.0	B	112.7	7.6	B
ECSP2000-182	62.0	B	112.9	7.1	B
ECU-01 (T2)	66.8	B	109.3	7.1	B
ECSP2000-216	63.8	B	106.1	6.8	B

*Variedad introducida; TCH=Toneladas de caña/ha; TAH=Toneladas de azúcar/ha, KATC=Kilogramos de azúcar/tonelada de caña. 1/ Rangos de significación, promedios seguidos por una misma letra son iguales estadísticamente, Tukey (p=0.05).



Figura 3. Inducción de la floración de variedades introducidas en casa de fotoperiodo. CINCAE, 2018.



variedades a nivel mundial, se continúa introduciendo materiales de distintos centros de investigación del mundo en la medida que se establezcan intercambios entre instituciones de investigación.

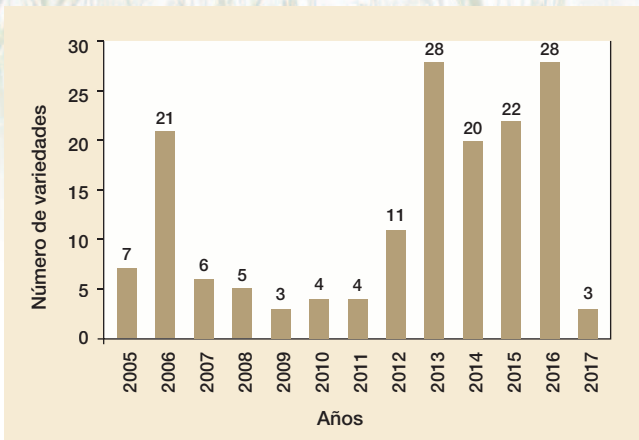


Figura 4. Número de variedades introducidas usadas para inducción de la floración y cruzamientos. 2005-2017.

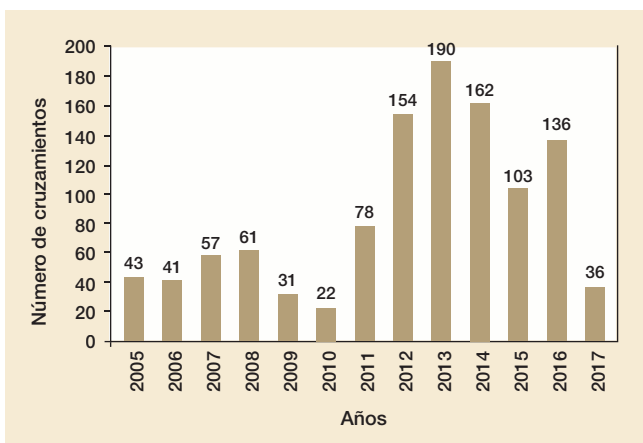


Figura 5. Número de cruzamientos obtenidos por año con variedades introducidas. Periodo 2005-2017.

Referencias bibliográficas

Bull, T. 2000. The Sugarcane plant. In. Manual of Cane Growers. Hogarth, D.M. y Allsopp, P.G. (eds.). BSES. Brisbane, Australia. pp. 71-81.

Castillo, R.; M. Haro; W. Jara; E. Silva; E. Morillo. 2000. Identificación molecular de la variedad B7678 cultivada en Ecuador. Carta Informativa CINCAE 2(6):2-7

Castillo, R. y E. Silva. 2004. Fisiología, Floración y Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Ecuador. CINCAE. Publicación Técnica 6. 26 p.

Castillo, R.; E. Silva; W. Caicedo; H. Romero; F. Martínez; F. Garcés; J. Mendoza; B. Aucatoma. 2007. ECU-01, primera variedad de caña de azúcar del Ecuador. CINCAE. Boletín Divulgativo s/n. 7 p.

CINCAE. 2006. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. Informe Anual 2005. El Triunfo, Guayas, Ecuador. 56 p.

CINCAE. 2018. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. Informe Anual 2017. El Triunfo, Guayas, Ecuador. 60 p.

D'Hont, A; M. Souza; M. Menossi; M. Vincetz; M. A.Van-Sluys; J-C Glazsmann; E. Ulian. 2008. Sugarcane: a major source of sweetness, alcohol and bioenergy. In. P.H. Moore and R. Ming (eds.). Genomics of Tropical Crop Plants. Springer, NY-USA. Pp. 483-513.

Garcés, F.; E. Silva; C. Aime; Y. Gong; N. Glynn; L. Castlebury; J. Comstock; F. Fiallos; T. León y F Martínez. 2011. Presencia de la roya naranja de la caña de azúcar, *Puccinia Kuehnii* E.J. Butler, en Ecuador. Carta Informativa CINCAE 13(2):7-12.

Jara, W. 1991. Reporte sobre la colección de variedades 1961 – 1991. Superintendencia de Campo del ingenio San Carlos. 7 p.

Sevilla, R. y M. Holle, 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Ediciones Torres. Lima, Perú. 445 p.

Silva, E. 2011. Estudios genéticos en el desarrollo de variedades con alto contenido de azúcar para la Costa Ecuatoriana. Carta Informativa CINCAE 13(1):5-9

Silva C., E.; Castillo G., F; Molina G., J. D.; Benitez R., I.; Santa Cruz V., A.; Castillo T., R., O. 2011. Selección de progenitores, varianzas genéticas y heredabilidad para acumulación temprana de sacarosa en caña de azúcar. Revista Fitotecnia Mexicana 34 (2): 107-114.