

Origen y procedencia de los clones de caña de azúcar importados por LAICA para selección nacional



Marco A. Chaves Solera

Mayo 2016
San José, Costa Rica

ÍNDICE

	Página
▪ INTRODUCCIÓN	2
▪ OBJETIVO	4
▪ NECESIDAD PERMANENTE DE MEJORAR LAS VARIEDADES	4
▪ CANTIDAD DE CLONES IMPORTADA	7
▪ ¿QUÉ SE INTRODUCE AL PAÍS?	10
▪ CANTIDAD DE CLONES IMPORTADA SEGÚN PERIODO	12
▪ NATURALEZA Y ORIGEN DE LOS CLONES	13
▪ ORIGEN SEGÚN PAÍS	19
▪ ORIGEN SEGÚN CONTINENTE	21
▪ ¿QUÉ SE BUSCA AL INTRODUCIR CLONES?	24
▪ ¿QUÉ ELEMENTOS SE CONSIDERAN AL IMPORTAR CLONES?	25
▪ GESTIÓN INSTITUCIONAL DESARROLLADA POR DIECA	26
▪ CONCLUSIONES	27
▪ RECOMENDACIONES	29
▪ LITERATURA CITADA	30

INTRODUCCIÓN ^{1/}

No hay duda alguna en reconocer que es en la variedad donde incuestionablemente reside el mayor y más determinante factor de crecimiento y mejoramiento productivo de cualquier cultivo; la caña de azúcar no es en este sentido ninguna excepción, sino por el contrario, un excelente ejemplo del beneficio y ventaja que se logra al disponer de una buena variedad como principio fundamental del éxito empresarial.

Aseguran CHAVES y BERMÚDEZ (2012) al respecto, que *“Una de las grandes preocupaciones de los productores de caña en el mundo, es el poder disponer de manera permanente de variedades que satisfagan las exigencias agroindustriales de las zonas donde son cultivadas, lo que obliga a contar con clones cada vez mejores que superen a los que se encuentran en uso comercial en el momento.”*

La búsqueda y exploración de la deseada variedad ideal es motivación y objetivo primordial procurado por todos los programas de mejoramiento genético en el mundo, lo cual resulta casi utópico de alcanzar, pero nunca de buscar, virtud de los numerosos factores implicados. En ese particular, CHAVES (1995a) caracterizó y tipificó lo que a criterio de los beneficiarios debería ser el biotipo de la variedad comercial ideal de caña de azúcar.

Expresan CHAVES Y BERMÚDEZ (2012) sobre esta ansiada y procurada pretensión, que *“La búsqueda y ansiada obtención de variedades de alta producción de azúcar, tiene sin embargo, varias implicaciones que no resultan fácil de superar, virtud de los diversos factores y elementos involucrados en el proceso de selección, entre los cuales están los vinculados con la adaptabilidad al clima, al suelo, el relieve, a la altura, el manejo tecnológico de la plantación según los diferentes grupos tipológicos que conforman una agroindustria estratificada como la costarricense, la resistencia a plagas y enfermedades; también las propiedades y atributos agronómicos particulares de la planta como son el ahijamiento, retoñamiento, porte, tolerancia a sequía y/o alta humedad, contenido de fibra, ciclo de maduración, floración, capacidad de despaje, facilidad a la cosecha, entre muchos otros. Debe incluirse obviamente los cambiantes gustos y preferencias personales del productor, lo cual es también determinante en aceptar o no el cultivo de una determinada variedad de caña.”*

Pese a la innegable relevancia de la dotación genética natural, toda variedad debe contar obligadamente con las condiciones fácticas que le permitan expresar con ventaja su potencial hereditario intrínseco. La variedad es determinante, nadie lo duda, pero no es por si misma el único factor requerido para generar e inducir productividad, rentabilidad agroindustrial y éxito empresarial.

¹ Ingeniero Agrónomo, MSc. Gerente. *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA)*, San José, Costa Rica. E-mail: mchavez@laica.co.cr. Teléfono (506) 2284-6066 / (506) 2284- 6067 / Fax (506) 2223-0839. **Mayo del 2016.**

El factor genético es en esencia apenas un potencial por alcanzar, en el cual el entorno juega un rol esencial, en donde los factores bióticos representados por los seres vivos y sus productos, y los abióticos (climáticos, geológicos o geográficos) presentes en el medio y que afectan a los ecosistemas, deben satisfacer los requerimientos básicos que favorezcan la deseada y procurada manifestación cromosómica contenida en el planta.

El trabajo investigativo en el campo de la mejora genética de los cultivos busca identificar y seleccionar en condiciones definidas y representativas, biotipos sobresalientes por su adaptación, fitosanidad y capacidad productiva; pero solo eso, el resto lo aportan las condiciones del entorno donde se encuentre sembrado el cultivo. Puede asegurarse con bastante certeza que por la vía del mejoramiento genético tradicional (mendeliano), resulta difícil en el corto tiempo pretender fabricar súper plantas adaptables a condiciones extremas; serán por ello los mecanismos transgénicos y biotecnológicos los que podrían eventualmente ofrecer resultados en ese sentido y sobre lo cual hay varios esfuerzos internacionales actuando.

Debe tenerse siempre presente que cualquier planta, en nuestro caso la caña de azúcar, es un ser vivo que responde de manera diferencial a los estímulos del medio donde se encuentre cultivada, sean favorables o en su caso limitantes, lo cual determina en alto grado su respuesta agroindustrial, tal como lo aseveraran y demostraran CASTRO *et al* (1985), LEVITT (1972) en su clásico sobre el tema y más recientemente MOORE y BOTHA (2014).

Los profundos y dinámicos cambios que de manera sistemática y cada vez más agresiva se vienen dando en materia climática, principalmente, generan un entorno productivo más agresivo y difícil de optimizar en consideración de la intensidad, frecuencia e impacto de los elementos que intervienen, interfiriendo con ello sobre los planes y potenciales esperables de producción agroindustrial. SINCLAIR y ANDERSON (1997), ubican tres elementos críticos que afectan la producción de la caña de azúcar: 1) la luz incidente durante todo el ciclo vegetativo, 2) la habilidad de la planta para captar, utilizar la energía lumínica y capacidad de conversión en biomasa y 3) la cantidad de materia prima (tallos) cosechada. No puede desconocerse que los tiempos actuales son tiempos de estrés y una planta en esa condición responderá de manera limitada virtud de tener afectación en su metabolismo normal, lo cual irá en proporción directa a la naturaleza, intensidad, frecuencia y momento del mismo, como lo señalara CHAVES (2011) para el caso de los excesos de lluvia acontecidos en el país.

La incidencia del estrés hídrico provocado por condiciones extremas de sequía, asociadas al estrés térmico por presencia de altas temperaturas, como ha venido sucediendo recientemente en la región cañera de Guanacaste, son un buen ejemplo de un estado prolongado de tensión que lleva a la planta a una exigencia máxima, lo que obviamente incide negativamente sobre la productividad agroindustrial del cultivo, como efectivamente aconteció. En otras zonas (San Carlos, Los Chiles, Juan Viñas, Turrialba) paradójicamente el estrés fue inducido por el exceso de humedad prevaleciente por periodos prolongados. Difícilmente una variedad, por excelente que sea, puede funcionar normalmente bajo

condiciones de estrés permanente; la evidencia nacional y mundial en esta materia es abundante y contundente. Quién desconozca esta realidad sencillamente está descontextualizado y fuera de lugar.

Resulta también comprensible y esperable que cualquier variedad de caña decaiga con el transcurrir del tiempo en cuanto a su capacidad productiva, hasta adquirir poco o ningún interés comercial; esto acontece por cuanto las plantas como respuesta vital natural lamentablemente también envejecen. Es aquí donde el proceso de mejora genética debe ser continuo y sistemático para buscar asegurar la disponibilidad permanente de variedades comerciales de calidad en todos los sentidos que certifiquen a su vez estabilidad productiva.

No hay por tanto sorpresa ni secreto alguno en aseverar que la agricultura debe sustentarse en la eficiencia y eficacia ejecutada en todos los procesos que la intervienen y determinan, los cuales no apenas se limitan a contar con un buen material genético; estos tampoco son apenas de índole natural o tecnológica como puede equivocadamente creerse, pues las malas decisiones y actuaciones administrativas y gerenciales también distorsionan la expresión genética potencial e impactan negativamente la productividad y con ello la rentabilidad de la empresa. Una buena variedad reproducida empleando material vegetativo (semilla) de baja calidad, poco aporta a la meta pretendida.

OBJETIVO

El presente documento pretende informar con detalle sobre la procedencia, naturaleza, cantidad y tendencia de importación de los clones de caña de azúcar traídos al país durante los últimos 35 años (1982-2016) por DIECA del exterior, procedentes de diferentes naciones y reconocidos centros de investigación internacional.

NECESIDAD PERMANENTE DE MEJORAR LAS VARIEDADES

Es conocido que las variedades de caña de azúcar durante su uso comercial permanente sufren de múltiples interferencias y afectaciones, las cuales se manifiestan y expresan en una reducción por lo habitual sistemática y de grado variable en su capacidad productiva agroindustrial, sea exteriorizada en su producción de caña (t/ha) o en la concentración de sacarosa (kg/t) contenida en la misma. También la duración en cuanto a su uso (vida) comercial puede verse limitada y reducida, no solo en lo relativo al número de cosechas, sino también a la vigencia de la variedad, lo que conlleva consecuencias económicas.

Como aseveraran con buen criterio CHAVES *et al* (1998b; 2006a), al referirse y buscar respuestas al porqué de la pérdida de capacidad productiva de las variedades comerciales con el pasar del tiempo, al anotar que *“La caña de azúcar sufre con el transcurso del tiempo un fenómeno al que agrónomicamente se le ha denominado por los efectos que presenta **“DECLINACIÓN VARIETAL”**, que más bien puede ser catalogado como un verdadero **“SÍNDROME”** por la diversidad, calidad e intensidad de factores que lo provocan e*

intervienen en su presencia.” Agregan en torno al mismo punto, que “CHAVES Y OTROS (1982, 1983) describieron el problema de la “declinación varietal, como un proceso caracterizado por una lenta, progresiva y marcada reducción de los rendimientos agrícolas (TMC/ha), hasta el punto de volver antieconómico el cultivo y la permanencia de una variedad luego de acontecidos varios cortes o cosechas sucesivas”.

De acuerdo con un calificado criterio técnico experto, dicha declinación está asociada y es ocasionada por la presencia, coalescencia e impacto de factores bióticos y abióticos operando de manera individual y/o conjunta, lo cual acontece con diferentes grados de intensidad, frecuencia y continuidad. Entre los agentes asociados a dicha declinación pueden citarse como más relevantes los siguientes:

- a) Deterioro sistemático de la fertilidad natural de los suelos
- b) Desarrollo paulatino de un estado físico desfavorable del suelo
- c) Efecto acumulativo de las plagas y las enfermedades
- d) Presencia de enfermedades carentes de síntomas y signos externos que las evidencien, o que pudieran no haber aún sido identificadas
- e) Cosechas muy tempranas de la planta sin respetar su ciclo vegetativo natural
- f) Desconocimiento del ciclo natural de maduración de la variedad
- g) Uso continuo de agroquímicos de alta toxicidad en variedades sensibles y/o susceptibles
- h) Ciclos prolongados (continuos o alternos) de estrés inducido por factores térmicos, hídricos, eólicos, lumínicos y/o mecánicos
- i) Competencia por espacio físico
- j) Uso de semilla de baja calidad
- k) Manejo agronómico deficiente en calidad, cantidad, temporalidad e intensidad

En Costa Rica se tiene evidencia comprobada de una variabilidad importante en cuanto a la vigencia y duración del tiempo de uso comercial de algunas variedades conocidas, como lo comprobara CHAVES (1999c) para el caso de 60 clones tradicionales. Concluyó en esa investigación el empleo durante 66 años consecutivos de la recordada POJ 2878, seguida por la Co 421 (39 años), PINDAR (39), B 47-44 (36), NCo 310 (30), B 50-377 (30), H 32-8560 (30), POJ 2714 (30), B 50-135 (27), B 54-142 (27), H 44-3098 (27), H 37-1933 (27), B 60-125 (25), H 57-5174 (25) y Mex 57-473 (25), entre otras 45 variedades evaluadas; siendo por el contrario, el clon Q 102 el de menor uso con apenas 3 años. El estudio reveló que el promedio general de cultivo fue de 14,9 años, lo cual ha sido verificado y comprobado en el campo para nuestras principales variedades comerciales. Los clones PINDAR y NCo 310 se mantienen luego de 55 y 46 años, respectivamente, aún bajo cultivo comercial en algunas localidades productoras en razón de sus propiedades, atributos y ventajas, como es la tolerancia a condiciones de secano por parte del segundo clon y la reconocida madurez temprana del primero.

En un reciente e interesante estudio realizado por CHAVES (2015) a nivel de 17 países tradicionalmente azucareros del Continente Americano, donde hay verdaderas potencias mundiales, se encontró que el 67,1% (59) de las variedades más sembradas comercialmente en toda la región, ya fueron introducidas y evaluadas en Costa Rica, no siempre obteniendo resultados satisfactorios de adaptabilidad y productividad; lo que demanda y obliga siempre a investigar, evaluar y validar a nivel de campo. Por otra parte, se concluyó en ese estudio que *“Ninguna variedad manifestó poseer la plasticidad genética que satisfaga los gustos de los productores de caña para ser cultivada preferencialmente en las cuatro regiones del continente evaluadas; siendo la CP 72-2086 la única excepción al emplearse en tres de ellas.”*, lo que permite inferir y concluir que un sector azucarero de condiciones tan heterogéneas y disimiles como es el costarricense, requiere mantener una acción permanente y constante de investigación en la materia, como efectivamente se hace.

La dinámica de cultivo comercial mantenida por nuestras principales variedades de caña ha sido seguida y fiscalizada con mucha atención y cuidado por parte del **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, órgano tecnológico especializado de la **Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)**, como cimiento para emprender y fundamentar la mejora genética direccionada, como lo demuestran los estudios de CHAVES (1995d, 1996cd, 1999abde, 2010, 2012, 2014), CHAVES y BERMÚDEZ (2012), CHAVES *et al* (1996, 1998a, 1999, 2001, 2004, 2008, 2011) y VARGAS (1986), entre otros.



CANTIDAD DE CLONES IMPORTADA

La gestión institucional orientada a promover y favorecer la importación de variedades comerciales y clones promisorios de caña de azúcar al país, como base primordial para desarrollar el trabajo posterior de selección genética, puede calificarse como muy satisfactoria por las razones expuestas y fundamentadas seguidamente.

Desde su creación hace 35 años y durante la vida institucional de DIECA, iniciada el 25 de mayo de 1982 cuando la Junta Directiva Corporativa de LAICA aprobó (Sesión N° 939, artículo IX), la constitución del primer órgano director, cuya Junta Directiva estuvo conformada por representantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la Cámara de Azucareros, LAICA y la Federación de Cámaras de Productores de Caña de Azúcar (FEDECAÑA), la organización azucarera instituida e integrada tecnológicamente en DIECA, se avocó con carácter prioritario a identificar e importar procedente de varios países, algunos de ellos potencias mundiales, materiales genéticos con potencial de adaptación a nuestras condiciones particulares de producción. En esos años la importación se orientó principalmente a variedades comerciales de otros países.

La cantidad y diversidad de clones introducidos por DIECA a Costa Rica durante los últimos 35 años es alta, como lo demuestran las anotaciones que en periodos diferentes de tiempo se han contabilizado por parte de ese Departamento. Para el año 1996 se reportaba (CHAVES 1996b; CHAVES y DURÁN 1996) la introducción y existencia de 461 clones originados en 20 países; la cual se incrementó de manera muy significativa en un 48,6% en apenas 4 años hasta 685 clones procedentes de 22 países en el año 1999 (CHAVES 1999bf; DURÁN y CHAVES 1999). En ambos periodos las Siglas de mayor relevancia por la cantidad de clones introducida al país eran Canal Point (CP), Hawái (H), Brasil (SP y RB), Barbados (B) y México (Mex), entre otras 44. Para el año 2006 se informa (CHAVES 2006a) que luego de 24 años se disponían en el país 1.307 clones procedentes de 28 países y contenidos en 75 Siglas descriptivas diferentes.

El Cuadro 1 y la Figura 1 detallan y actualizan la información sobre importación al mes de mayo del 2016, revelando que la cantidad de clones introducidos corresponde a un total de **2.043** para un promedio de **58,4** por año; notándose que inclusive durante el primer año se introdujeron 37 materiales genéticos como prueba del ímpetu tenido.

Es notoria y evidente la variabilidad y dispersión seguida en la tendencia de las importaciones anuales, no existiendo un patrón definido en cuanto a cantidad introducida, lo cual acontece fundamentalmente por las facilidades y disposición observada por los oferentes a ceder o en su caso intercambiar variedades, lo cual no resulta muchas veces fácil de operar ni seguro de lograr. Como elementos destacables se tiene que solamente en el año 1990 no hubo importaciones y en el 2005 apenas 4; siendo por el contrario el 2009 cuando mayor introducción hubo con un total de 149 materiales para un 7,3% del total histórico, seguido por el año 2004 con 142 clones (6,9%). Apenas en los cinco meses ya

transcurridos del presente año (2016) ya se han importado 107 clones, lo que supera ampliamente el promedio histórico, como demostración de la prioridad y del ímpetu institucional seguido por DIECA en esta materia.

Es muy importante señalar y dejar claro por sus implicaciones y vinculaciones, que la importación masiva de clones tampoco es deseable como podría en principio pensarse, pues el manejo apropiado de muchas variedades en el campo no resulta fácil de realizar bajo el esquema en que opera el programa actualmente, donde se tienen algunas limitantes para satisfacer ese fin. Tiempo atrás CHAVES (2006a) en alusión a este asunto expresó, que *“Es importante señalar que estratégicamente resulta difícil el manejo adecuado de muchos clones en el corto tiempo por razones de capacidad, por lo cual se procura manejar cantidades que permitan su reproducción y evaluación posterior de forma expedita y satisfactoria; aquí cabe aquello de que no necesariamente en la cantidad está la calidad”*. Agrega y justifica asimismo que por este motivo *“La política de DIECA en esta materia es identificar y preseleccionar bien lo que se va o espera introducir, procurando con ello incrementar las posibilidades y probabilidades de seleccionar clones con potencial productivo y de adaptación demostrado.”*

Los clones luego de introducidos al país deben superar fases continuas inicialmente de cuarentena cerrada (invernaderos DIECA, Grecia); luego cuarentena abierta (Pococí, Limón) por no menos de un año; reproducción vegetativa; distribución regional (6 regiones desagregadas en igual cantidad de subregiones); estudio en fases sucesivas de selección; pruebas comparativas de rendimiento agroindustrial donde aplican diseños estadísticos experimentales y estudios con repeticiones respecto a variedades (testigos) comerciales. Posteriormente los clones seleccionados se verifican y validan semicomercialmente antes de liberarse para uso comercial, todo lo cual implica un trabajo de campo importante.

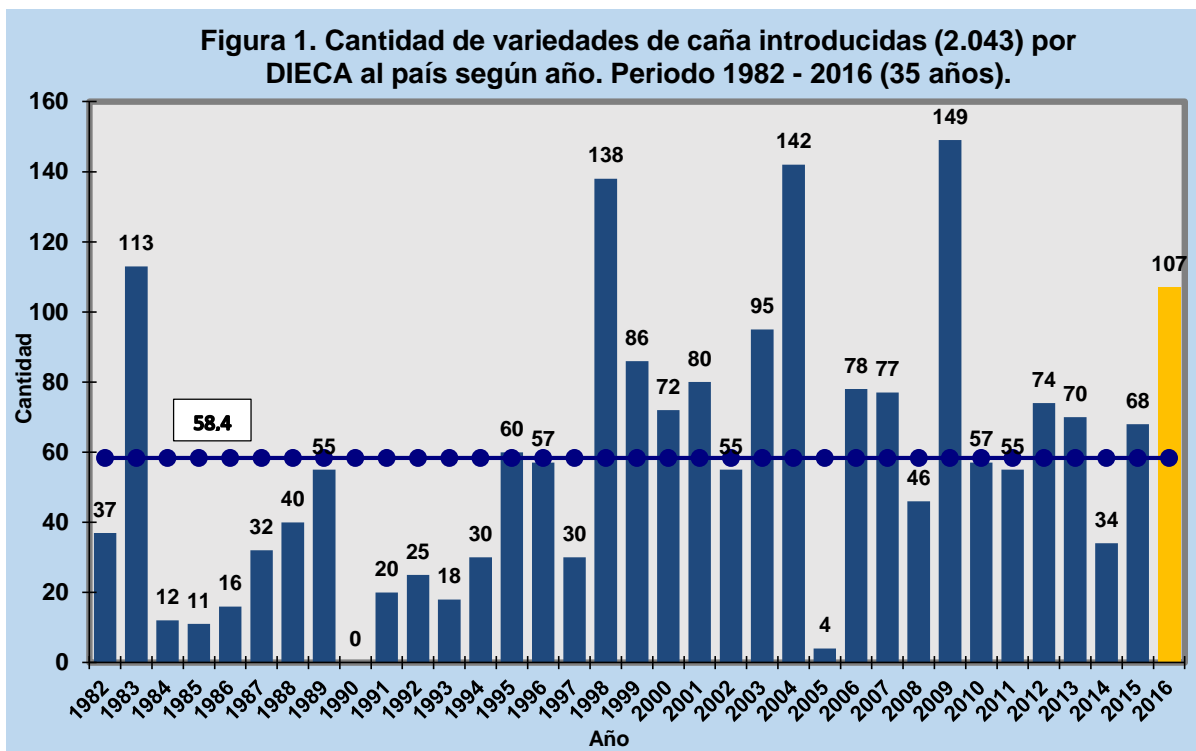
Es relevante mencionar virtud de sus implicaciones y trascendencia, que el material élite y de mayor valor genético se integra y ubica en el **Banco de Germoplasma** que DIECA tiene ubicado en la localidad de Cañas, Guanacaste, donde se mantiene para ser potencialmente empleado en los cruzamientos (Vía Sexual) que el programa desarrolla como alternativa genética (ANGULO *et al* 1999; CHAVES 2013).



Cuadro 1.
Cantidad de variedades de caña de azúcar introducidas por DIECA
al país según año. Período 1982 -2016 (35 Años).

Año	Número	Porcentaje
1982	37	1,81
1983	113	5,53
1984	12	0,59
1985	11	0,54
1986	16	0,78
1987	32	1,57
1988	40	1,96
1989	55	2,69
1990	0	0,00
1991	20	0,98
1992	25	1,22
1993	18	0,88
1994	30	1,47
1995	60	2,94
1996	57	2,79
1997	30	1,47
1998	138	6,75
1999	86	4,21
2000	72	3,52
2001	80	3,92
2002	55	2,69
2003	95	4,65
2004	142	6,95
2005	4	0,19
2006	78	3,82
2007	77	3,77
2008	46	2,25
2009	149	7,29
2010	57	2,79
2011	55	2,69
2012	74	3,62
2013	70	3,43
2014	34	1,66
2015	68	3,33
2016	107	5,25
TOTAL	2.043	100,00
Promedio	58,4	

Considera el período agosto 1982 – 31 de mayo 2016.



* El año 2016 considera apenas 5 meses (hasta el 31 de mayo).

¿QUÉ SE INTRODUCE AL PAÍS?

Es imperativo dejar claro, muy claro para evitar falsas afirmaciones, que la importación de materiales genéticos en Costa Rica se basa, orienta y fundamenta en la calidad en todos los sentidos, sea esta agronómica, productiva, industrial; por esto, puede afirmarse con contundencia y demostrarse fácilmente que *“no se importa y recibe apenas lo que nos den”*, sino por el contrario, de previo se estudia muy técnica y profesionalmente lo que resulta por antecedente genético de sus progenitores, localidad de origen, uso comercial y recomendación de los oferentes como de interés potencial para nuestra agroindustria. Un criterio pragmático y muy efectivo de selección es la revisión de literatura y determinación anticipada de los clones que se encuentran en fases avanzadas de selección o bajo uso comercial creciente, lo que augura potencial.

Algunas importaciones como acontece con los clones procedentes de los EUA, se realizan por visita anual de especialistas nacionales (DIECA, Ingenios) a la Estación Experimental de Canal Point, ubicada en el Estado de Florida, donde se procede directamente en el campo a la selección de lo que se considera con base en antecedentes y comportamiento agronómico, con potencial de adaptación en nuestro país. El criterio y experiencia nacional predomina en dicho caso. Igual mecanismo de selección se aplica en otras situaciones cuando las posibilidades y viabilidad financiera lo permiten.

No puede omitirse señalar que cada vez resulta más difícil adquirir clones, virtud de los mecanismos y políticas de Propiedad Intelectual y Patentamiento vigentes a nivel mundial, de lo cual la caña de azúcar no es excepción. No basta solo con querer, hay que poder y eso cada vez se dificulta más. DIECA mantiene una importante relación institucional con reconocidos y connotados Centros Internacionales de Investigación en caña de azúcar que ha permitido la adquisición de clones del exterior, mayoritariamente sin costo alguno para el sector, a excepción de Hawái (H) a quién si se le ha debido pagar una regalía importante por importación y por posterior uso comercial (CHAVES 2016).

La selección e identificación de clones potenciales para uso comercial no se da por simple regla de tres, ni en caña de azúcar ni en ningún otro cultivo, como pudieran algunas personas fácilmente pensar. Argumentan algunos inexpertos con entusiasmo que *“La solución al problema varietal está en simplemente traer la mejor variedad de tal país, reproducirla, sembrarla y asunto resuelto”*; nada más equivocado, pues está suficientemente demostrado en el país y en el mundo que los clones no se adaptan tan fácilmente a ecosistemas y entornos productivos diferentes, como acontece en el caso particular de Costa Rica ¡Qué fácil sería! No aplicarían y se gastarían las enormes cantidades de recursos económicos en programas de mejora genética en el mundo. Es claro que se debe ineludible e inexorablemente investigar.

Una forma objetiva, ecuánime e imparcial de apreciar el valor de lo que se introduce al país, es cotejar y confrontar lo que se importa respecto a lo que en otras naciones se cultiva comercialmente, sobre todo cuando se reconoce inobjetablemente la presencia en la región de varias potencias azucareras mundialmente registradas, como acontece con EUA, México, Guatemala, Cuba, Colombia, Brasil y Argentina. En una reciente revisión de antecedentes productivos realizada por CHAVES (2015), donde se identificó las variedades (88) mayoritariamente sembradas comercialmente en 17 naciones azucareras del Continente Americano, se concluyó que *“En atención y respuesta a la hipótesis de trabajo establecida al inicio del estudio, queda demostrado que el país si posee las variedades suficientes y necesarias para ser potencialmente productivo y competitivo, como acontece con otras agroindustrias cercanas; esto por cuanto son mayoritariamente las mismas. De las 88 variedades sembradas en los 17 países evaluados, DIECA ha introducido y evaluado en el país un total de 59, lo que representa un 67,1%. Las limitantes parecen ser por tanto de manejo y administración de los materiales genéticos en las condiciones particulares de Costa Rica.”*. El resultado del estudio es contundente y habla por sí mismo.

Sobre la iniciativa de identificar con la mayor agilidad posible clones promisorios de calidad para uso comercial siguiendo la Vía Asexual (clonal), representada por la introducción direccionada de materiales genéticos del exterior como estrategia tecnológica institucional, es mucho lo que se ha analizado y discutido en diferentes momentos, no apenas sobre los elementos básicos que deben conformar y constituir un programa nacional sectorial como el desarrollado en Costa Rica, operado inicialmente por el MAG y a partir de 1982 por DIECA.

Los aportes de AGUILAR y CHAVES (1986), SALAZAR *et al* (1986), CHAVES y AGUILAR (1989), CHAVES (1996a; 2016), CHAVES y DURÁN (1999), DURÁN (2010), DURÁN y OVIEDO (2012), entre muchos otros autores, han contribuido a perfilar, alinear, orientar y mejorar sistemáticamente la estrategia y las iniciativas desarrolladas al respecto.



Figura 2.

La importación se basa en estrictos criterios técnicos y selección directa en campo en los lugares de procedencia de los clones

CIONES IMPORTADOS SEGÚN PERIODO

Al desagregar y analizar el contenido del Cuadro 1 por periodos de tiempo puntuales, se logra determinar y ubicar la tendencia de importación seguida por ciclos temporales. El Cuadro 2 demuestra un incremento sistemático importante de importación de clones en el tiempo al valorarlo por **Décadas**, alcanzando su máxima cantidad en el periodo 2000-2009 cuando se importó el 39,1% correspondiente a 798 clones, para un promedio de 79,8 materiales por año. El periodo más reciente 2010-2016 muestra también una tendencia de importación muy positiva con la introducción de 465 clones (22,8%), la cual de mantenerse vigente, significará un éxito institucional y sectorial que posibilitará seleccionar a futuro variedades sobresalientes para uso comercial.

Cuadro 2.
Introducción de clones según década. Periodo 1982-2016.

Variable	Década				Total
	1982-89	1990-99	2000-09	2010-16 *	
Número	316	464	798	465	2.043
%	15,47	22,71	39,06	22,76	100
Promedio Anual	39,5	46,4	79,8	66,4	58,4

* Considera solo 6 años y 4 meses del período 2010- 31 mayo 2016.

Al desagregar en ciclos menores de tiempo el total de clones introducidos esta vez por **Quinquenios**, se notan variaciones en la dinámica de importación, siendo el periodo 1997-2001 el de mayor adquisición (19,9%) para una media de 81,2 clones por año; seguido por el periodo 2007-2011 con el 18,8% para un promedio de ingreso de 76,8 clones por año. En el periodo más reciente de 4 años y 5 meses (2012-2016) se han importado 353 clones (17,3%) para un promedio de 70,6 clones/año que es calificado como bueno y satisfactorio para las condiciones de manejo disponibles.

Cuadro 3.
Introducción de clones según quinquenio. Periodo 1982-2016.

Variable	Quinquenio							Total
	1982-86	1987-91	1992-96	1997-01	2002-06	2007-11	2012-16 *	
Número	189	147	190	406	374	384	353	2.043
%	9,25	7,19	9,30	19,87	18,31	18,80	17,28	100
Promedio Anual	37,8	29,4	38,0	81,2	74,8	76,8	70,6	58,4

* Considera solo 4 años y 5 meses del período 2012- 31 mayo 2016.

NATURALEZA Y ORIGEN DE LOS CLONES

Como se indicó anteriormente, la calidad agroindustrial resulta incuestionablemente determinante en la ubicación y selección de los materiales genéticos potencialmente introducidos al país, lo cual viene determinado por antecedentes comerciales y de investigación protocolariamente definidos.

Una simple Sigla descriptiva informa mucho sobre el origen y los posibles progenitores empleados en la creación de sus clones, lo que es muy importante para inferir con algún grado de acierto sobre una posible adaptación a determinadas condiciones de producción en el país. Costa Rica posee como es por todos conocido una alta heterogeneidad entre sus

áreas cañeras, mayor a la de otros países de la región, muchos de ellos potencias azucareras mundiales, lo que obliga ineludiblemente a distribuir y diluir el trabajo de campo para procurar identificar opciones de cultivo comercial para todos. Por ejemplo, la similitud de condiciones productivas entre zonas cañeras altas (Juan Viñas, Turrialba, Grecia) y bajas (Puntarenas, Guanacaste, Los Chiles) casi no existe, requiriendo necesariamente incorporar criterios diferentes en los procesos de introducción, evaluación y selección de variedades, iniciando por la naturaleza particular de los clones potenciales; es así como un material (**H**) de altura (hawaiano) tiene muy poca posibilidad de adaptación comercial en la zona baja, lo que es válido también para un clon de origen **C, CP,CL, L, HoCP** en una zona de altura.

Es entonces en la diversidad genética fundamentada en el origen variable de los clones, donde reside la posibilidad de poder ubicar variedades con potencial de adaptación a los diversos entornos productivos del país, criterio que aplica y considera en las importaciones realizadas periódicamente por DIECA. El Cuadro 4 presenta un detalle informativo que ubica y describe las **83 Siglas** diferentes que integran y tipifican los 2.043 clones importados a la fecha.



Cuadro 4.
Cantidad de clones (2.043) según Sigla de Origen (83), introducidos
por DIECA a COSTA RICA durante el Período 1982-2016 (35 Años).

SIGLA	CANTIDAD		PAÍS DE ORIGEN	SEMILLA PROVENIENTE DE	VARIEDAD SELECCIONADA EN
	No.	%			
ATLAS	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
ATEMEX	1	0,05	MÉXICO	TAPACHULA	MÉXICO
B	136	6,66	BARBADOS	BARBADOS, WEST INDIES	BARBADOS
BBZ	17	0,83	BELICE	BARBADOS	BELICE
BJ	31	1,52	JAMAICA	BARBADOS	JAMAICA
BO	3	0,15	INDIA	COIMBATORE (INDIA)	BIHAR-ORISSA (INDIA)
BRD	6	0,29	REPÚBLICA DOMINICANA	BARBADOS	CENTRAL ROMANA, REPÚBLICA DOMINICANA
BR	17	0,83	REUNIÓN	BARBADOS	REUNION
BT	20	0,98	TRINIDAD Y TOBAGO	BARBADOS	TRINIDAD Y TOBAGO
C	30	1,47	CUBA	CUBA	CUBA
CATO	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
CB	3	0,15	BRASIL	CAMPOS, BRASIL	BRASIL
CC	37	1,81	COLOMBIA	CALI, COLOMBIA, CENICAÑA	COLOMBIA
CCSP	3	0,15	COLOMBIA	BRASIL	COLOMBIA
CG	23	1,13	GUATEMALA	GUATEMALA, CENGICAÑA	GUATEMALA
CGCP	4	0,20	GUATEMALA	CANAL POINT, FLORIDA	GUATEMALA
CGM	2	0,10	GUATEMALA	MEXICO	GUATEMALA
CIMCA	2	0,10	BOLIVIA	BOLIVIA	SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA
CL	5	0,24	EUA	CLEWISTON, FLORIDA, EUA	CLEWISTON, FLORIDA, EUA
Co	11	0,54	INDIA	COIMBATORE	COIMBATORE/ TAMIL NADU (INDIA)
CoK	1	0,05	INDIA	COIMBATORE	KARNAL, HARYANA, INDIA
CP	843	41,26	EUA	CANAL POINT, FLORIDA	CANAL POINT, FLORIDA, EUA
CPCL	100	4,89	EUA	CANAL POINT, FLORIDA	CANAL POINT, FLORIDA, EUA
CR	5	0,24	REPÚBLICA DOMINICANA	CENTRAL ROMANA, R. DOMINICANA	REPÚBLICA DOMINICANA
CRP	1	0,05	BRASIL	COOPERATIVA RIBERÃO PRETO	BRASIL
CHUNNE	1	0,05	INDIA	ESPECIE (<i>Saccharum barberi</i>)	
CT	41	2,01	BRASIL	CAMAMÚ, BAHIA	SÃO PAULO, BRASIL
D	1	0,05	GUYANA	DEMERARA, GUYANA	GUYANA
DB	10	0,49	GUYANA	BARBADOS	DEMERARA, GUYANA
ENDOR	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
EROS	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
F	4	0,20	TAIWÁN	FORMOSA (TAIWÁN)	TAIWÁN
FAM	1	0,05	ARGENTINA	FAMAILLÁ, SAN MIGUEL DE TUCUMÁN	TUCUMÁN, ARGENTINA
H	85	4,16	EUA	HAWAII, USA	HAWAII, EUA
Ho	3	0,15	EUA	CANAL POINT, FLORIDA	HOUMA, LOUISIANA, EUA
HoCP	14	0,68	EUA	CANAL POINT, FLORIDA	HOUMA, LOUISIANA, EUA
IAC	1	0,05	BRASIL	CAMAMÚ/BAHIA	SÃO PAULO, INSTITUTO AGRONÓMICO CAMPINAS, BRASIL
IANE	1	0,05	BRASIL	INSTITUTO AGRONÓMICO NORDESTE	BRASIL
ICP Mex	1	0,05	MÉXICO	TAPACHULA, MÉXICO	MÉXICO
IK	1	0,05	EUA		
KNB	1	0,05	SUDÁN	BARBADOS	KENANA-KARTHOUM
L	31	1,52	EUA	LOUISIANA, EUA	LOUISIANA STATE UNIVERSITY, EUA
LCP	5	0,24	EUA	CANAL POINT, FLORIDA, EUA	LOUISIANA, EUA
LHo	3	0,15	EUA	HOUMA, LOUISIANA, EUA	LOUISIANA, EUA
LTMEX	5	0,24	MÉXICO	MÉXICO	CIUDAD LERDO DE TEJADA, VERACRUZ, MÉXICO
LUNA	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
M	3	0,15	MAURICIO	MAURICIO, ICAR	MAURICIO
M 317 *	1	0,05	???	???	???

MALI	1	0,05	FIJI	FIJI, SUGAR CORPORATION	FIJI
MENTOR	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
MER	2	0,10	EUA	MERIDIAN, MISSISIPI, EUA	EUA
MG	1	0,05	EUA		
Mex	68	3,33	MÉXICO	TAPACHULA, MÉXICO	MÉXICO
MONTE ROSA**	1	0,05	NICARAGUA	NICARAGUA	NICARAGUA
MOTZ Mex	2	0,10	MEXICO	TAPACHULA, MÉXICO	MÉXICO
My	4	0,20	CUBA	MAYARI, CUBA	CUBA
MZC	2	0,10	COLOMBIA	CENTRAL MAYAGÜEZ, COLOMBIA	COLOMBIA
NA	14	0,68	ARGENTINA	CHACRA SANTA ROSA, ARGENTINA	NORTE ARGENTINA, SALTA
NG	6	0,29	NUEVA GUINEA		NUEVA GUINEA
Phil	2	0,10	FILIPINAS	LUZÓN , FILIPINAS	FILIPINAS
PGM	4	0,20	GUATEMALA	MEXICO	GUATEMALA, PANTALEÓN
PMAG	1	0,05	EUA		
POJ	2	0,10	JAVA	PROEF STATION OOST JAVA	JAVA
PR	52	2,54	PUERTO RICO	GURABO, MAYAGÜEZ	GURABO, PUERTO RICO
Q	20	0,98	AUSTRALIA	MERINGA, QUEENSLAND	AUSTRALIA
RA	9	0,44	ARGENTINA	ARGENTINA	ARGENTINA
RAGNAR	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
RB	184	9,01	BRASIL	SERRA DO OURO, MACEIÓ, ALAGÕAS	BRASIL
RBB	11	0,54	BOLIVIA	SERRA DO OURO, MACEIÓ, ALAGÕAS	BOLIVIA
RD	6	0,29	REPÚBLICA DOMINICANA	INGENIO DUQUESA, R. DOMINICANA	REPÚBLICA DOMINICANA
SAIPAN	1	0,05	EUA		
SP	77	3,77	BRASIL	CAMAMÚ, BAHIA, BRASIL	SÃO PAULO, BRASIL
SPARTAN	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
SR *	6	0,29	PANAMÁ	INGENIO SANTA ROSA, PANAMÁ	PANAMÁ
TCP	13	0,64	EUA	CANAL POINT, FLORIDA, EUA	WESLACO, TEXAS, EUA
TRITON	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
TROJAN	1	0,05	AUSTRALIA	CSRL LTD.	AUSTRALIA
TUC	19	0,93	ARGENTINA	SAN MIGUEL TUCUMÁN, ARGENTINA	ARGENTINA
UCW	2	0,10	CUBA	UNITED FRUIT CUBA, AMERICAN WEST INIDIES Co	CUBA
US	2	0,10	EUA	HOUMA, CANAL POINT, EUA	HOUMA, CANAL POINT, EUA
V	5	0,24	VENEZUELA	YARITAGUA, VENEZUELA	VENEZUELA
WAYA	1	0,05	FIJI	FIJI SUGAR Co	FIJI
Z Mex	1	0,05	MÉXICO	ZAPATEPEC, MÉXICO	MÉXICO
TOTAL (83)	2.043	100,00			

Se contabilizan los clones introducidos entre agosto de 1982 y 31 de mayo de 2016 (35 años).

* Sin ubicación clara.

** Nombre local no incluido en Registros Internacionales de Nomenclatura de variedades de caña de azúcar.

Se infiere y demuestra a partir de la información contenida en el Cuadro 4, la importante e incuestionable diversidad de origen de los clones introducidos por DIECA al país, lo que en principio incorpora variabilidad genética y con ello alto potencial de adaptación. Un interesante análisis comparativo internacional reveló que entre los materiales introducidos al país, se encuentran las principales variedades sembradas comercialmente en muchos países. En ese particular, CHAVES (2015) demostró recientemente de manera clara y contundente que un porcentaje importante de las variedades sembradas comercialmente a nivel continental fueron introducidas al país, muchas de las cuales se cultivan o se han ya evaluado en el país, aunque buena cantidad no se adaptaron convenientemente por lo que no pasaron a ser como se esperaba, de uso comerciales.

Se concluyó al respecto en ese estudio, que *“Variedades de las Siglas CP, RB, Mex, B, C y SP han trascendido internacionalmente en el continente y muy particularmente en la región centroamericana, como lo demuestra su cultivo en varios países del área. Lo contrario acontece con clones procedentes de Colombia (Sigla CC), Guatemala (CG), EUA (L) y Argentina (Tuc), cuyo uso es casi exclusivo y restricto a su lugar de origen.”* Ampliando sobre el mismo tema, encontró ese autor en la revisión de antecedentes realizada en su estudio que *“En Centroamérica los clones de Sigla CP, Mex y B son los que mejor se adaptan por origen y la naturaleza de sus progenitores; esto virtud de que las condiciones de producción de caña son en su mayoría muy similares en altitud (<500 msnm), condiciones de clima y entorno productivo.”*

Al aplicar un mayor detalle al tema de las variedades mayoritariamente sembradas a nivel comercial en el Continente Americano, CHAVES (2015) encontró que *“La variedad CP 72-2086 califica como la más destacable en México y la región centroamericana, al ocupar el primer lugar de cultivo y uso comercial en Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras; México y Costa Rica; y un papel relevante en Panamá y Belice. Otros clones igualmente destacables son Mex 79-431 y CP 88-1165.*

La distribución del componente varietal dentro del país, revela que Argentina posee la condición más extrema, riesgosa y preocupante al mantener su área de cultivo basada en un solo clon (LCP 85-384) el cual se cultiva en un 83,1%, seguida por Belice en un 66,7% (B 79-474) y Colombia en un 60,5% (CC 85-92). En el caso contrario son Costa Rica y EUA (Florida) los que poseen la mejor distribución de sus variedades al sembrar su mejor clon apenas en un 12,6% (CP 72-2086) y 15,7% (CP 89-2143), respectivamente. El promedio continental se estimó en un 39,5% de siembra por la variedad más importante de cada país.”

Hay que reconocer que el país ha hecho el esfuerzo y logrado importar tanto los materiales genéticos de uso comercial internacional, variedades por antecedente tradicionales, y también lo más novedoso y promisorio generado recientemente por los diferentes centros internacionales de investigación en materia varietal.

Un análisis puntual y detallado de las Siglas descriptivas de los clones importados demuestra el énfasis prestado a ciertos orígenes particulares y de gran tradición en años anteriores, como acontece con la serie Barbados (**B**) de los cuales se han introducido a la fecha un total de 136 clones (6,7%), también la serie procedente de Canal Point (**CP**) con 843 materiales, los originados en Hawái (**H**) con 85, en México (**Mex**) con 68 y en Brasil (**SP**) 77 clones. Un análisis retrospectivo detallado revelará que la base productiva nacional se basó y estuvo sustentada por muchos años y fundamenta aún hoy día en variedades de esos orígenes, como lo demostraran CHAVES (1995d), CHAVES (2012), CHAVES y BERMÚDEZ (2012).

Sin embargo, las series de mayor relevancia expresadas y organizadas con base en la cantidad de clones introducidos al país, son en su orden los siguientes: **CP** (41,3%), **RB** (9,0%), **B** (6,7%), **CPCL** (4,9%), **H** (4,2%), **SP** (3,8%), **Mex** (3,3%), **PR** (2,5%), **CT** (2,0%), **CC** (1,8%), **L** (1,5%), **C** (1,5%), **BJ** (1,5%), **CG** (1,1%), **Q** (0,98%), **BT** (0,98%) y **TUC** (0,93%). Esas

17 Siglas que significan apenas un 20,5% del total (83 clones) introducido, integran y representan el 88,0% de todo el potencial genético importado con una representación de 1.797 clones. CHAVES (2015) al organizar la información de cultivo comercial encontró que “Las Siglas de origen clonal de mayor impacto a nivel continental por el uso comercial de sus variedades son: CP (26,5%), Mex (9,1%), RB (9,1%), B (7,6%) y C (5,3%).”, lo que demuestra nuevamente la existencia de un importante paralelismo no ocasional ni fortuito, sino preconcebido y direccionado entre lo importado y lo sembrado comercialmente a nivel continental.

Esos materiales genéticos por sus características, antecedentes y propiedades dan cobertura y satisfacen en principio las diversas condiciones de nuestro complejo y heterogéneo entorno productivo nacional, pudiendo en teoría ubicarse según piso altitudinal (msnm) como se indica en el Cuadro 5.

Cuadro 5.

Zonas potenciales de adaptabilidad de los principales clones (17 Siglas) introducidos al país, con base en antecedentes, características y propiedades de los mismos.

Zona	Altitud (msnm)	Siglas clonales *	Cantidad clones	
			N°	%
Baja	0 - 300	CP-RB -B-CPCL-SP-Mex-PR-CT-CC-L-C-BJ-CG-Q-BT-TUC	1.712	83,8
Media – Baja	300 - 600	CP-RB -B- SP-Mex-CT-CC-BJ-CG-Q-TUC	1.479	72,4
Media – Alta	600 - 1000	RB -B- SP-Mex-CT-CC-BJ-CG-Q	617	30,2
Alta	+ 1000	H	85	4,2

* Se refiere solo a las 17 Siglas mayoritariamente importadas, de un total de 83.

Como se infiere, la mayoría (83,8%) de clones importados van destinados en principio a adaptarse potencialmente a las regiones productoras de caña de Zonas Bajas (<300 msnm), como acontece con Guanacaste, Pacífico Central, Los Chiles y San Carlos. De igual manera, las áreas cultivadas ubicadas en la (parte) que por origen la distribución de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en el Continente Americano y en el Mundo muy poco se ubica en puntos altos, como puede fácilmente comprobarse (CHAVES 2015). Pese a esa limitante hay otras opciones genéticas no consideradas en esa priorización que poseen potencial de adaptación para esa condición. En las Zonas Medio-Altas los clones nacionales Sigla LAICA representan sin lugar a dudas la opción más cercana y efectiva, razón por la cual se viene trabajando muy fuerte en esa orientación.

Se concluye de lo anterior, que mayoritariamente los clones importados poseen un alto potencial de adaptación a las Zonas Bajas, donde precisamente se procesó en la Zafra 2014-2015 el 67,6% de la materia prima con que se fabricó el 67,0% del azúcar nacional (CHAVES, BERMÚDEZ y MÉNDEZ 2015). Dicho direccionamiento no es producto de la casualidad o la improvisación, pues históricamente DIECA ha procurado con carácter prioritario y estratégico, mantener una buena cantidad de opciones varietales de calidad para las principales zonas productoras de caña, cuya concreción dependerá obviamente de la capacidad de adaptación de los clones al uso comercial y el manejo que les provean quienes las cultivan.

ORIGEN SEGÚN PAÍS

Al organizar, calificar y ubicar las 83 Siglas descriptivas pertenecientes a los 2.043 clones introducidos por país de origen, se encuentra como lo describe el Cuadro 6, que los mismos proceden de **28 países** diferentes pertenecientes a varios Continentes. Dicho cuadro organiza, presenta y distribuye por país la cantidad de Siglas y clones importados, facilitando con ello el poder ubicar e interpretar el potencial intrínseco de adaptación y propiedades favorables de los mismos en asocio a las características y desarrollo individual de cada agroindustria particular.

La cantidad introducida por país es en orden de importancia: EUA con 1.110 clones para un significativo 54,3% del total, pertenecientes a 16 Siglas diferentes; Brasil con 308 clones (15,1%) para 7 Siglas; Barbados un total de 136 variedades (6,7%) para una sola Sigla; México presenta 78 clones (3,8%) pertenecientes a 6 Siglas diferentes; Puerto Rico con 52 clones (2,5%) y apenas una Sigla descriptiva; Argentina con 43 clones (2,1%) distribuidas en 4 Siglas y Colombia con 42 clones (2,1%) asociados a 3 Siglas diferentes de origen.

Siendo así y partiendo de criterios comparativos bien fundamentados, pueden esperarse según sea la procedencia del clon, potenciales a la mecanización, adaptación a condiciones húmedas o secas, tolerancia a suelos de alta acidez o por el contrario eutróficos, respuesta al riego o tolerancia a la humedad, potencial de floración, capacidad de despaje, porte de la planta, productividad agroindustrial esperada, entre muchas otras propiedades de interés comercial.



Cuadro 6.
Países de origen de los clones introducidos por DIECA a Costa Rica
durante el Periodo 1982-2016 (35 años).

N°	País	Cantidad clones		Siglas vinculadas	
		N°	%	N°	Descripción
1	Argentina	43	2,10	4	FAM-NA-RA-TUC
2	Australia	30	1,47	11	ATLAS-CATO-ENDOR-EROS-LUNA-MENTOR-Q-RAGNAR-SPARTAN-TRITON-TROJAN
3	Barbados	136	6,66	1	B
4	Belice	17	0,83	1	BBZ
5	Bolivia	13	0,64	2	CIMCA-RBB
6	Brasil	308	15,08	7	CB-CRP-CT-IAC-IANE-RB-SP
7	Colombia	42	2,06	3	CC-CCSP-MZ
8	Cuba	36	1,76	3	CC-My-UCW
9	Fiji	2	0,10	2	MALI-WAYA
10	Filipinas	2	0,10	1	Phil
11	Guatemala	33	1,61	4	CG-CGCP-CGM-PGM
12	Guyana	11	0,54	2	D-DB
13	India	16	0,78	4	BO-Co-CoK-CHUNNE
14	Jamaica	31	1,52	1	BJ
15	Java	2	0,10	1	POJ
16	Mauricio	3	0,15	1	M
17	México	78	3,82	6	ATEMex-ICP Mex-LTMex-Mex-Motz Mex-Z Mex
18	Nicaragua	1	0,05	1	MONTE ROSA *
19	Nueva Guinea	6	0,29	1	NG
20	Panamá	6	0,29	1	SR
21	Puerto Rico	52	2,54	1	PR
22	Reunión	17	0,83	1	BR
23	República Dominicana	17	0,83	3	BRD-CR-RD
24	Sudán	1	0,05	1	KNB
25	Taiwán	4	0,20	1	F
26	Trinidad y Tobago	20	0,98	1	BT
27	USA	1.110	54,33	16	CL-CP-CPCL-H-Ho-HoCP-IK-L-LCP-LHo-MER-MG-PMAG-Saipan-TCP-US
28	Venezuela	5	0,24	1	V
29	M 317 **	1	0,05	1	M 317 **
	Total	2.043	100	83	83

* Nombre local no incluido en Registros Internacionales de Nomenclatura de variedades de caña de azúcar.

** Sin ubicación clara.

ORIGEN SEGÚN CONTINENTE

Una clasificación en esta oportunidad por Continente como la expuesta en el Cuadro 7, permite en asocio y complemento con la información contenida en el Cuadro 6, interpretar correctamente el origen y procedencia de los clones introducidos por DIECA a Costa Rica, revelando adicionalmente la alta variabilidad implícita en toda esa operación institucional.

Son cuatro los continentes de origen de los clones introducidos a Costa Rica, lo que polariza la relación mostrando al Continente Americano con 18 (64,3%) países generadores de variedades como el más importante, pues aporta el 70,7% de las Siglas (58) y el 95,9% de los clones introducidos para un total de 1.959. El 29,3% (24) de las Siglas y 4,1% (83) de los clones introducidos restantes vinieron de los otros tres continentes, siendo Oceanía con 7 países (25,0%) el más importante con el aporte de 17 Siglas (20,7%) y 46 clones (2,2%). Las Figuras 2 y 3 exponen gráficamente la relación y representatividad porcentual de las Siglas descriptivas y la cantidad de clones importados según continente de origen. No queda duda alguna en reconocer que el esfuerzo institucional realizado por DIECA en traer materiales genéticos de naciones azucareras distantes, se ha realizado de manera efectiva y visionaria. Hay que tener en cuenta que la importación de clones procedentes de otros continentes no es fácil de realizar en consideración de los exigentes protocolos y medidas cuarentenarias extraordinarias que para tal fin existen y están vigentes, orientadas a asegurar sin excepciones la protección y estabilidad fitosanitaria de la región.

Cuadro 7.
Categorización de clones introducidos a Costa Rica según
continente de origen y Sigla descriptiva. Periodo 1982-2016.

Continente	N° Países	Siglas descriptivas			Clones	
			N°	%	N°	%
ÁFRICA	2	BR- KNB-M	3	3,66	21	1,03
ASIA	1	BO-Co-CoK- CHUNNE	4	4,88	16	0,79
OCEANÍA	7	F-NG-Phill-POJ- Q-ATLAS-CATO-ENDOR-EROS-LUNA-MALI-MENTOR-RAGNAR-SPARTAN-TRITÓN-TROJAN-WAYA	17	20,73	46	2,25
AMÉRICA	18		58	70,73	1.959	95,93
NORTE	2	ATEMEX-CL-CP-CPCL-H-Ho-HoCP- ICP MEX- IK-L-LCP-LHo-LTMex- MER-MG- Mex- MOTZ Mex- PMAG-Saipan-TCP-US-ZMex	21	25,61	1.191	58,32
CENTRO	4	BBZ-CG-CGCP-CGM-MONTE ROSA- PGM-SR	7	8,54	54	2,64
CARIBE	6	B-BBZ-BJ-BRD-BT-C-CR-My-PR-RD-UCW	11	13,41	292	14,30
SUR	6	CB-CC-CCSP-CIMCA-CRP-CT-D-DB-FAM-IAC-IANE-MZC-NARA-RB-RBB-SP-TUC-V	19	23,17	422	20,67
TOTAL	28		82 *	100	2.042*	100

* Hay un clon (M 317) sin ubicación clara, por lo que no contabiliza como país ni como Sigla.

Figura 2. Origen de los Clones Introducidos Según Continente

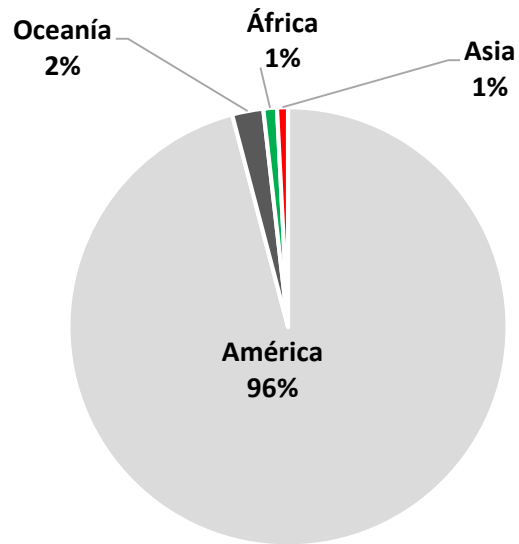
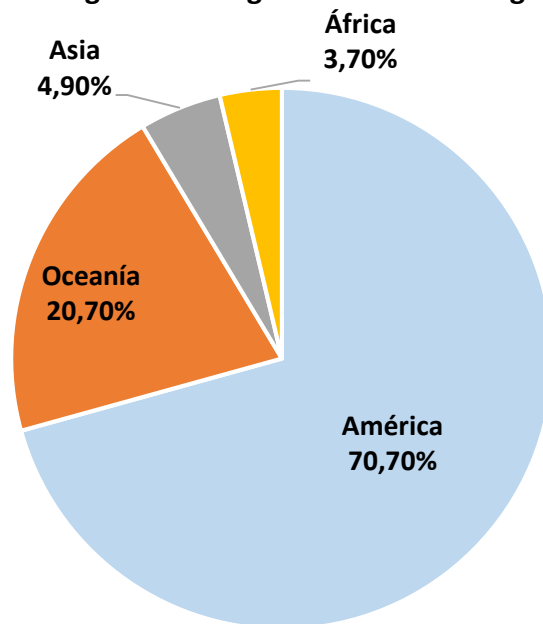


Figura 3. Origen de las Siglas Introducidas Según Continente



Al evaluar y desagregar para el caso particular y exclusivo del Continente Americano la procedencia y origen de los 1.959 clones importados, se encuentra una participación diferenciada entre zonas geográficas. Al ubicar las introducciones en cuatro orígenes regionales específicos: Norte, Centro, Caribe y Sur América, se encuentran variantes relevantes en cuanto al número de países involucrados, cantidad de Siglas y clones vinculados, como se aprecia en el Cuadro 7.

Los dos países cañeros (11,1%) de **Norte América** (EUA y México) reportan la generación de clones propios a partir de 21 Siglas que representan el 36,2% e involucran el 60,8% de los clones importados procedentes de este continente; **Sur América** (Argentina, Brasil, Colombia, Venezuela, Guyana y Bolivia) por su parte vinculó esos 6 países (33,3%) generadores de 19 (32,8%) Siglas y un total de 422 (21,5%) clones promisorios. El **Caribe** (Cuba, Barbados, Jamaica, República Dominicana, Puerto Rico y Trinidad y Tobago) es igualmente relevante al estar involucrados esos 6 países (33,3%) de gran tradición azucarera que aportan 11 Siglas (19,0%) representativas de 292 variedades (14,9%).

Por cercanía y similitud productiva, los 4 países de **Centro América** (Belice, Guatemala, Nicaragua y Panamá) que han generado clones propios también resultan importantes de considerar y tomar en cuenta, sobre todo por estar los dos primeros ya trabajando con programas específicos en el campo de la mejora genética. En este caso particular, DIECA ha procurado y abocado a adquirir para evaluación las variedades de mayor destaque y proyección comercial; es así como esa zona de nuestro interés aportó 7 (12,1%) Siglas representativas de 54 clones (2,8%). Las Figuras 4 y 5 hacen una relación gráfica de dicha información.

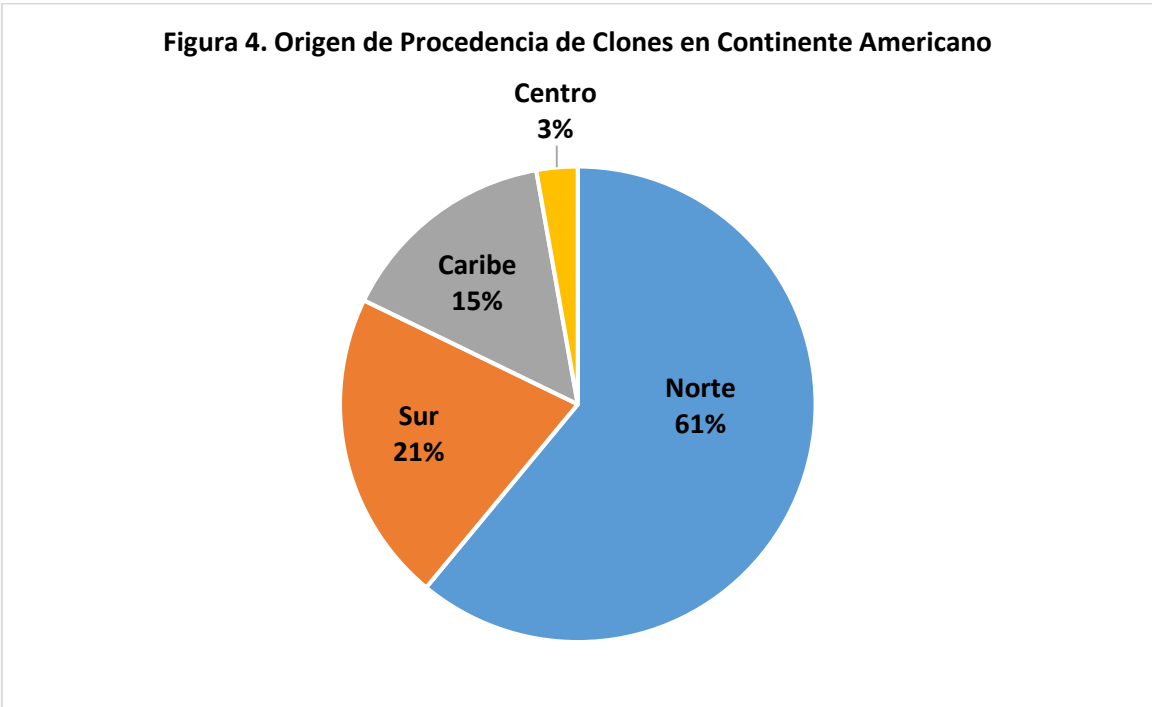
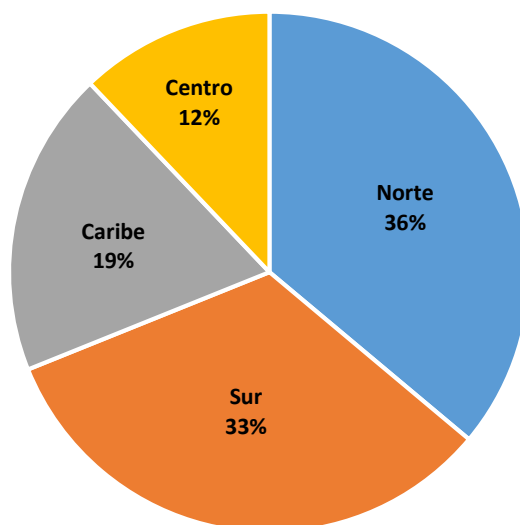


Figura 5. Origen de las Siglas de los Clones en Continente Americano



Puede concluirse a partir de lo aportado y comentado anteriormente respecto a que la cantidad y diversidad de materiales genéticos introducidos a Costa Rica, ha sido alta en diversidad y acorde a las necesidades propias de nuestra agroindustria, donde las diferencias de los ambientes productivos es máxima en todos los sentidos. En la variabilidad se busca la oportunidad de identificar nuevos y mejores clones comerciales.

Cualquier aseveración que se quiera hacer sobre cual origen es el mejor es apenas especulativa, pues el resultado de la investigación en el área del mejoramiento genético no siempre genera lo que se espera y hasta parece obvio, como la investigación desarrollada en esta materia tanto a nivel nacional como internacional lo demuestra. Hay pese a todo que seguir trabajando.

¿QUÉ SE BUSCA AL INTRODUCIR CLONES?

La respuesta a esta inquietante y necesaria pregunta es simple y corta. Fundamentalmente el mejoramiento genético de la caña de azúcar busca identificar variedades cada vez mejores que vengan a sustituir los clones de uso comercial del momento que han entrado en etapa de declinación productiva, o que por alguna razón bien fundamentada se estima necesario y prudente reponer. La proyección de la gestión investigativa es por naturaleza preventiva y futurista virtud de lo prolongado del proceso de mejora, el cual se estima entre 8 y 12 años de duración para identificar desde sus fases iniciales un clon comercial, lo que depende de varios factores que intervienen y lo determinan, como son: duración del ciclo vegetativo (12-24 meses), homogeneidad agro ambiental de la localidad, condición natural

de maduración, expectativa esperada del material evaluado en cuanto a variables agroindustriales involucradas, grado de adaptabilidad y tolerancia a condiciones productivas extremas, nivel de riesgo dispuestos a asumir al liberar para uso comercial un clon pues a mayor rapidez más riesgo se asume, entre muchas otras.

Por razones institucionales y de certeza ante el sector productor, DIECA apuesta a minimizar riesgo lo que hace que el proceso de mejora se prolongue un poco más; sin embargo, llegada cierta fase de selección quien considere válido adelantar etapas y ganar tiempo valioso puede hacerlo bajo riesgo propio. Cabe mencionar que los antecedentes nacionales revelan pérdidas cuantiosas de recursos, por querer algunas empresas adelantar clones que aún no ha finalizado satisfactoriamente su etapa de investigación y sobre todo de validación comercial.

En el caso particular de la caña de azúcar la búsqueda de nuevas y mejores variedades es una actividad de carácter sistemático y permanente en consideración de la naturaleza y características del cultivo; pues como es conocido, el control fitosanitario, en particular el de enfermedades se hace por cambio de clones susceptibles por otros de mayor tolerancia. Es además comprensible como se explicó al inicio, que como todo ser vivo la planta de caña pierde en grado variable capacidad productiva con los cortes sucesivos, lo que obliga preventivamente a disponer substitutos de mejor nivel.

Asegura CHAVES (2006a) al respecto, que *“La razón de importar clones es debida a la necesidad que se tiene, muy propia y particular del cultivo de la caña de azúcar, de identificar nuevos clones que sustituyan aquellos que por tiempo y uso pierden sistemáticamente, en grado variable, capacidad productiva volviéndose antieconómicos”*.

¿QUÉ ELEMENTOS SE CONSIDERAN AL IMPORTAR CLONES?

Como se ha comentado, son varios los elementos que se consideran y toman en cuenta al momento de gestionar la posible adquisición e importación de clones de caña al país, entre los que pueden citarse como principales los siguientes:

- ❖ Lugar de procedencia (país, región, localidad) de los clones de interés.
- ❖ Localidad nacional de referencia donde se pretenden introducir, acondicionar, seleccionar y cultivar, pues no todas son similares.
- ❖ Facilidades de adquisición, lo cual depende de si se dispone o no de un Convenio de Intercambio vigente; o en su caso, se está dispuesto a pagar un derecho (regalía) de adquisición y uso comercial, los cuales son por lo general onerosos.
- ❖ Biotipo deseado según características y condiciones de quienes la utilizarán.
- ❖ Comportamiento y respuesta a factores fitosanitarios (plagas y enfermedades).
- ❖ Antecedentes de adaptabilidad de los clones de la Sigla por adquirir en el país.
- ❖ Antecedentes productivos de los clones de interés, sobre todo si ya tienen uso comercial.

- ❖ Características genéticas, fenotípicas, agronómicas y productivas de los Progenitores que le dieron origen.
- ❖ Recomendación de los técnicos especialistas del lugar de procedencia, quienes por lo general conocen nuestra agroindustria.
- ❖ Cumplimiento cabal y estricto de los protocolos y obligaciones aduaneras y cuarentenarias vigentes. La irresponsabilidad de introducir clones de contrabando no tienen cabida en esta gestión, virtud del riesgo y peligro fitosanitario en que colocan a toda la agroindustria azucarera nacional.

Resulta imperativo y necesario destacar la importante, permanente y trabajosa labor que en materia de fiscalización y control fitosanitario se realiza sobre las variedades que se encuentran tanto en fase de investigación como en uso comercial, donde se vigila la presencia y reacción natural de los clones introducidos a los diferentes agentes patogénicos conocidos (plagas y enfermedades) que provocan o pueden causar impacto productivo y económico, como lo demuestra alguna de la numerosa información que en esa materia existe (LAICA 2015ab; 2016ab; SALAZAR 2010; CHAVARRÍA *et al* 2015).

El control cuarentenario (fase abierta) realizado en una zona no cañera como es el área que DIECA dispone para ese fin en la Estación Experimental “*Los Diamantes*” perteneciente al MAG y administrada por el INTA, ubicada en Guápiles, Limón, resulta esencial para asegurar la posibilidad de erradicar sin consecuencias nacionales, cualquier clon que manifieste signos y sintomatologías no conocidas o riesgosas para nuestra agroindustria. Aquí no se corren riesgos de ninguna naturaleza, cuando hay duda se erradica y destruye sin ninguna otra consideración, como de hecho ya ha ocurrido.

GESTIÓN INSTITUCIONAL DESARROLLADA POR DIECA

La participación de DIECA como órgano institucional especializado del sector azucarero en lo concerniente a la importación de clones del exterior, ha sido relevante y determinante, como en varias ocasiones se ha analizado y valorado (CHAVES 1996b, 1999bf, 2006a, 2010; CHAVES y DURÁN 1999; CHAVES y BERMÚDEZ 2012). Esta aseveración se da en consideración de que dicha gestión ha favorecido aspectos básicos del proceso, como los seguidamente indicados:

- ❖ Servir de contraparte y referente nacional para establecer y operar las gestiones nacionales e internacionales en la materia (CHAVES 2016).
- ❖ Por su naturaleza, constitución y representación sectorial, favorece la gestión desarrollada con organismos que solo operan con contrapartes que tienen esa figura institucional y no con empresas privadas.
- ❖ Concentrar y aplicar las acciones de búsqueda, tramitación e importación.

- ❖ Agilizar y dinamizar las acciones administrativas virtud de la experiencia adquirida, evitando pérdidas innecesarias de material vegetativo valioso por causa de atrasos en los procedimientos.
- ❖ Ha favorecido la conformación y mantenimiento del **Banco Nacional de Germoplasma** como instrumento fundamental de la labor de mejora varietal.
- ❖ Cumplir a cabalidad con todos los trámites y obligaciones cuarentenarias vinculadas al proceso de importación de plantas.
- ❖ Controlar, fiscalizar y asegurar el resguardo de la integridad fitosanitaria nacional.

La evidencia y antecedente existentes sobre empleo comercial de los clones importados revela que el resultado de toda esta labor ha tenido un alto valor agregado, en consideración de los determinantes e incuestionables logros alcanzados a través de los años, como oportunamente lo señalaran CHAVES (1995bcd, 1999bf; 2006b); DURÁN *et al* (1993); DURÁN y OVIEDO (2013) y OVIEDO y DURÁN (2015).

En torno a esa importante y trascendente aseveración y conclusión sectorial, expresa CHAVES (2006a) que *“Si se concilia lo importado con lo sembrado comercialmente en el campo, se encontrará una importante y estrecha correlación que no es fortuita ni producto de la casualidad, pues como se demuestra para la información aquí presentada, existe un paralelismo resultante de la estrategia de introducción, evaluación y selección de clones para uso comercial”*.

CONCLUSIONES

A partir de lo expuesto y comentado puede inferirse y concluirse lo siguiente:

- 1) La introducción de materiales genéticos del exterior ha constituido y representado históricamente en Costa Rica, una determinante y efectiva estrategia sectorial orientada a incrementar la cantidad, calidad y diversidad de clones promisorios que favorezcan con alta probabilidad de éxito, poder identificar luego de investigadas y validadas, variedades de alta productividad agroindustrial y fitosanidad para cultivo comercial.
- 2) La gestión institucional de importación de clones de caña de azúcar desarrollada institucionalmente por DIECA durante los últimos 35 años (agosto 1982-mayo 2016) ha sido buena y ha operado en Costa Rica de manera efectiva, al constituirse y consolidarse como una acción tecnológica de carácter continuo y sistemático asociada directamente al proceso de mejora genética.
- 3) La selección e introducción de materiales genéticos al país se realiza siguiendo criterios técnicos apegados a los estrictos protocolos establecidos para ese fin.
- 4) La identificación y designación de que clones introducir al país, viene definida por varios criterios determinantes, como son: lugar o Centro Experimental de origen, país de procedencia, accesibilidad, progenitores que le dieron origen, condición de

fitosanidad respecto a tolerancia o susceptibilidad a plagas y enfermedades importantes, potencial de adaptación nacional, antecedentes investigativos en el caso de los promisorios o productivos en los comerciales según grado de desarrollo, biotipo deseado basado en el posible destino de uso nacional, recomendación de los oferentes, revisión de literatura, entre otros.

- 5) El conocimiento previo de las características y antecedentes (investigativos y/o productivos) de los progenitores empleados en la formación de los clones importados, es de trascendental importancia en la labor de selección e introducción de materiales genéticos.
- 6) Se considera que la cantidad introducida a la fecha (mayo 2016) de 2.043 clones para un promedio anual de 58,4 clones es importante, pero debe procurar incrementarse para elevar el potencial y la presión de selección; y con ello, la opción de identificar con mayor grado de probabilidad variedades comerciales promisorias.
- 7) La introducción masiva de clones al país constituye tecnológicamente una excelente y recomendable acción, pero laboralmente una gran exigencia que demanda recursos operativos importantes, virtud de la intensa y permanente labor de reproducción vegetativa, evaluación y selección replicada en diferentes ambientes productivos del país. Caso se desee elevar significativamente la cantidad de introducciones, deberá complementariamente fortalecerse el Programa de Mejoramiento Genético para que la labor sea fluida y eficiente.
- 8) En números DIECA ha importado en el periodo agosto 1982-mayo 2016 (35 años) un total de 2.043 clones para un promedio de 58,4 anual pertenecientes a 83 Siglas descriptivas, procedentes de 28 países y 5 continentes diferentes.
- 9) Las Siglas de mayor introducción al país son por cantidad las siguientes: **CP** con 843 clones (41,3%), **RB** 184 (9,0%) introducciones, **B** con 136 (6,7%), **CPCI** con 100 (4,9%), **H** con 85 (4,2%), **SP** con 77 (3,8%), **Mex** con 68 (3,3%) y **PR** con 52 (2,5%), entre otras 75 Siglas más.
- 10) Por cantidad de clones importados los países de origen de donde han procedido los mismos, son los siguientes: **EUA** con 1.110 clones para un significativo 54,3%, **Brasil** con 308 (15,1%), **Barbados** con 136 (6,7%), **México** con 78 (3,8%), **Puerto Rico** con 52 (2,5%), **Argentina** con 43 (2,1%), **Colombia** con 42 (2,1%), **Cuba** con 36 (1,8%), **Guatemala** con 33 (1,6%), **Jamaica** con 31 (1,5%) y **Australia** con 30 (1,5%), entre otros 17 países.
- 11) La mayor cantidad de Siglas descriptivas proceden de los **EUA** con 16 (19,3%), seguido por **Australia** con 11 (13,3%), **Brasil** con 7 (8,4%) y **México** con 6 (7,2%).
- 12) En un reciente estudio comparativo realizado a nivel continental (CHAVES 2015), propiamente en 17 países productores, se encontró que de las 88 principales variedades de caña sembradas comercialmente, en Costa Rica se han introducido y evaluado un total de 59, lo que representa un significativo **67,1%**, algunas de las cuales se cultivan también a nivel comercial, lo que revela la proyección, cobertura, visión y el impacto de la gestión realizada por DIECA. El resultado no deja dudas.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo recabado, verificado y esperado pueden establecerse los siguientes elementos con carácter prudencial de sugerencia y recomendación:

- 1) Es importante estimular y favorecer la posibilidad de acceder otras opciones alternativas, novedosas y promisorias de clones de caña (Australia, Brasil, EUA, Barbados, Ecuador, Bolivia), que permitan incorporar nuevas Siglas que amplíen a futuro el ámbito de opciones genéticas para el Programa Nacional de Variedades.
- 2) Resulta sano, prudente y necesario fortalecer y mantener una activa y dinámica vinculación con Centros Internacionales de Investigación vinculados con la mejora genética del cultivo de la caña de azúcar.
- 3) Los demandantes nacionales de los clones importados (Ingenios, Cámaras y Productores), deben asegurar y respetar sin condicionamiento alguno, los términos protocolarios suscritos y aceptados de buena fe por el país para con los proveedores internacionales, para el manejo y custodia de los materiales genéticos adquiridos.
- 4) Se debe combatir y denunciar a quién irresponsablemente introduzca clones de contrabando al país, incumpliendo y violentando los requisitos legales vigentes, poniendo con ello innecesariamente en riesgo la estabilidad fitosanitaria de toda la agroindustria azucarera nacional.
- 5) Algunos Ingenios nacionales deben participar de manera más activa y decidida en esta materia tan trascendental, aportando el apoyo logístico necesario para que la gestión de investigación, reproducción vegetativa y distribución suceda de manera más rápida y fluida ampliando la cobertura de beneficiarios. Es imperativamente necesario e imprescindible vincular, articular y consolidar todas las acciones desarrolladas en materia de protocolos, procedimientos y criterios técnicos de evaluación y selección para operar de manera unificada.
- 6) El mayor énfasis y priorización institucional que se preste a la gestión de introducción vegetativa de clones (vía asexual), no debe nunca desestimular ni debilitar la que complementariamente se realiza con buenos resultados en materia de cruzamientos nacionales (vía sexual). Ambas iniciativas deben operar insoslayablemente de manera complementaria y estrechamente asociada, nunca disociados.
- 7) No hay duda alguna para este servidor en reconocer que el futuro genético de la agroindustria azucarera costarricense, está sustentado con muy alta probabilidad, virtud del avance acelerado que se viene dando en materia de Propiedad Intelectual, Patentamiento y Derechos de Obtentor, en las opciones genéticas comerciales que se generen a partir del Programa de Cruzamientos Nacionales (vía sexual) y los clones Sigla LAICA que a partir de él se generen; motivo por el cual debe continuarse apoyando y estimulando agresivamente con esa estrategia. El tiempo dará la razón.

LITERATURA CITADA

- 1) AGUILAR, F.; CHAVES, M. 1986. **La introducción de variedades comerciales: un sistema efectivo a corto plazo en la selección y recomendación de materiales de siembra de caña de azúcar en Costa Rica.** *En:* Congreso Agronómico Nacional, 7 y Congreso de Horticultura ASHS-Región Tropical, 33, Heredia, Costa Rica, 1986. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical-ASHS, CATIE y W.K. Kellogg, julio-agosto. Volumen I. p: 72-73.
- 2) ANGULO, A.; DURÁN, J.R.; CHAVES, M. 1999. **Composición genética del Banco de Germoplasma de caña de azúcar de Costa Rica.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, Congreso Nacional de Entomología, 5, Congreso Nacional de Fitopatología, 4, Congreso Nacional de Suelos, 3, Congreso Nacional de Extensión Agrícola y Forestal, 1, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 233-234. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 73-74. También en: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 14-15. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 3) CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. 1985. **Ecofisiologia da Produção Agrícola.** Piracicaba, Brasil: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 249 p.
- 4) CHAVARRÍA SOTO, E.; BARRANTES MORA, J.C.; VILLALOBOS MÉNDEZ, C.L.; VALVERDE ARAYA, W. 2015. **Actualización de la reacción de la roya naranja (*Puccinia kuehni*) de las principales variedades comerciales y promisorias de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en ciclo de caña planta en Costa Rica durante el año 2014.** *En:* Congreso Tecnológico DIECA 2015, 6, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 20 y 21 de agosto. 17 p.
- 5) CHAVES SOLERA, M.A. 1995a. **Características de la variedad ideal de caña para la producción de azúcar en Costa Rica.** *En:* Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 293-306. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 6) CHAVES SOLERA, M.A. 1995b. **Evolución varietal en Costa Rica: oportunidad, empirismo o tecnicismo.** *En:* Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 334-346. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 7) CHAVES SOLERA, M.A. 1995c. **Utilización de opciones genéticas recomendables para el cultivo comercial de la caña de azúcar: un negocio rentable.** *En:* Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 364-368. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 8) CHAVES SOLERA, M. 1995d. **Variedades de caña de azúcar de uso comercial en Costa Rica: una sinopsis histórica.** *En:* Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, DIECA, Setiembre. p: 307-323. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca

- 9) CHAVES, M. 1996a. **Paradigmas del mejoramiento genético de la caña de azúcar en Costa Rica.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: *Agronomía y Recursos Naturales*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 265. *También en:* Congreso de ATACORI “*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*”, 10, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 52.
- 10) CHAVES, M. 1996b. **Papel de DIECA como agente promotor e inductor del cambio varietal de la caña de azúcar en Costa Rica.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: *Agronomía y Recursos Naturales*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 266. *También en:* Congreso de ATACORI “*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*”, 10, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 42.
- 11) CHAVES, M. 1996c. **Evolución de las variedades de caña de azúcar cultivadas comercialmente en Costa Rica durante el período 1960-1996.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: *Agronomía y Recursos Naturales*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 269-270. *También en:* Congreso de ATACORI “*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*”, 10, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 42-43.
- 12) CHAVES, M. 1996d. **Evolución del uso comercial de las variedades hawaianas en la agroindustria azucarera costarricense.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: *Agronomía y Recursos Naturales*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 271. *También en:* Congreso de ATACORI “*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*”, 10, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 52-53.
- 13) CHAVES, M. 1999a. **Dinámica de siembra comercial de las principales variedades de caña de azúcar en Costa Rica, durante el período 1960-1999.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 247-248. *También en:* Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, 1999. p: 70-71. *También en:* Congreso de ATACORI “*Randall E. Mora A.*”, 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 11-12. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 14) CHAVES, M. 1999b. **Cambio varietal de la caña de azúcar promovido por DIECA en Costa Rica a partir de 1982.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 235. *También en:* Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa

Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 75. También en: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 16. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca

- 15) CHAVES, M. 1999c. **Determinación de la vigencia comercial de 60 variedades tradicionales de caña de azúcar en Costa Rica.** En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 237. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 77. También en: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 18. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 16) CHAVES, M. 1999d. **Dinámica varietal de los clones utilizados para realizar las siembras comerciales de caña de azúcar en Costa Rica, durante el período 1986-1998.** En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 241-242. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 78-79. También en: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 20-21. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 17) CHAVES, M. 1999e. **Tiempo requerido en el proceso de investigación y liberación de 60 variedades de caña de azúcar para uso comercial en Costa Rica.** En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 238. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 80. También en: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 19.
- 18) CHAVES, M. 1999f. **Impacto comercial de las actividades desarrolladas por DIECA en el campo de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Costa Rica.** En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 245-246. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 112-113. También en: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 50.
- 19) CHAVES SOLERA, M. 2006a. **Importación de variedades de caña de azúcar a Costa Rica por parte de DIECA. Periodo 1982-2006.** En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo II. p: 566-574.
- 20) CHAVES SOLERA, M. 2006b. **Importancia de las variedades de caña de azúcar como factor de productividad y competitividad agroindustrial.** En: Revista de Agricultura y Ganadería de Centroamérica (Costa Rica), 1er Aniversario. San José. p: 58-60. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca

- 21) CHAVES SOLERA, M. 2010. **Dinámica y evolución del cambio de variedades de caña de azúcar en Costa Rica.** *En:* Congreso Tecnológico DIECA 2010, 4, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 22, 23 y 24 de setiembre del 2010. Presentación Electrónica en Power Point. 115 Láminas. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 22) CHAVES SOLERA, M. 2011. **Impacto de las lluvias y las inundaciones sobre la caña de azúcar en Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 14 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 23) CHAVES SOLERA, M. 2012. **Dinámica de las variedades comerciales de caña de azúcar en Costa Rica: análisis por sigla de origen. Periodo 1986-2010.** *En:* Congreso Azucarero Nacional ATACORI “Alex Soto Montenegro”, 19, Condovac La Costa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 4 y 5 de octubre del 2012. Presentación Electrónica en Power Point. 62 Láminas. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 24) CHAVES SOLERA, M.A. 2013. **Composición del Banco de Germoplasma de caña de azúcar de Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 28 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 25) CHAVES SOLERA, M. 2015. **Principales variedades de caña cultivadas comercialmente en algunos países de tradición azucarera del Continente Americano.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 25 p. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca>
- 26) CHAVES SOLERA, M. 2016. **¿Con quiénes se vincula y relaciona institucionalmente DIECA en materia tecnológica?** *En:* Revista Entre Cañeros N° 4, San José, Costa Rica, abril. p: 4-10. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca>
- 27) CHAVES S., M.A.; AGUILAR, F. 1989. **La interacción de factores, una necesidad actual en los programas nacionales de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Costa Rica.** *En:* Congreso Agronómico Nacional, 8, Cartago, Costa Rica, 1989. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 76-77.
- 28) CHAVES SOLERA, M.; BERMÚDEZ LORIA, A.Z. 2012. **Dinámica de cultivo comercial de las variedades de caña de azúcar en Costa Rica: análisis histórico.** *En:* Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe (ATALAC), 8, y Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA), 9, Santiago de Cali, Colombia, 2012. Memorias. Cali, Colombia, ATALAC/TECNICAÑA, setiembre 12 al 14, Centro de Eventos Valle del Pacífico. Tomo I Campo. p: 151-169. Presentación Electrónica en Power Point. 14 Láminas. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 29) CHAVES, M.; DURÁN, J.R. 1996. **Origen del material genético de caña de azúcar introducido y adaptado en Costa Rica.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: *Agronomía y Recursos Naturales*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 267. *También en:* Congreso de ATACORI “Cámara de Productores de Caña del Pacífico”, 10, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 39-40.

- 30) CHAVES, M.; DURÁN, J.R. 1999. **Variedades futuras de caña de azúcar en Costa Rica.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 249. *También en:* Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 115. *También en:* Congreso de ATACORI “*Randall E. Mora A.*”, 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 52. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 31) CHAVES, M.; DURÁN, J.R.; ALFARO, R. 1996. **Variedades de caña de azúcar de uso comercial en Costa Rica.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: *Agronomía y Recursos Naturales*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 268. *También en:* Congreso de ATACORI “*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*”, 10, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 26.
- 32) CHAVES SOLERA, M.; BERMÚDEZ ACUÑA, L.; MENDEZ PÉREZ, D. 2015. **Análisis de resultados agroindustriales finales de la zafra 2014-2015.** *En:* Boletín Informativo “*Conexión*”, Número 9, Enero-Diciembre 2015, LAICA, San José, Costa Rica. 31 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 33) CHAVES SOLERA, M.; RODRÍGUEZ R., M.; ALFARO P., R.; RODRÍGUEZ F., J.M.; VILLALOBOS M., C.; BARRANTES M., J.C.; ANGULO M., A.; CALDERÓN A., G. 1998a. **Variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp*) cultivadas comercialmente en Costa Rica durante 1998.** *En:* Congreso de ATACORI “*Álvaro Chavarría P.*”, 12, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 1998. Memoria. San José, ATACORI, setiembre. p: 83-87.
- 34) CHAVES SOLERA, M.; CALDERÓN A., G.; ANGULO M., A.; BARRANTES M., J.C.; RODRÍGUEZ R., M.; ALFARO P., R.; CHAVARRÍA S., E.; RODRÍGUEZ F., J.M. 1998b. **Estimación del área cultivada con caña de azúcar en Costa Rica y determinación del índice de rendimiento agrícola, según región y rango de entrega de materia prima al ingenio.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 189 p.
- 35) CHAVES, M.; RODRÍGUEZ, M.; ALFARO, R.; RODRÍGUEZ, J.M.; VILLALOBOS, C.; BARRANTES, J.C.; ANGULO, A.; CALDERÓN, G. 1999. **Actualidad de las variedades de caña de azúcar cultivadas comercialmente en Costa Rica durante 1998.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 243-244. *También en:* Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 110-111. *También en:* Congreso de ATACORI “*Randall E. Mora A.*”, 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 48-49. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 36) CHAVES S., M.; RODRÍGUEZ R., M.; VILLALOBOS M., C.; ANGULO M., A.; CALDERÓN A., G.; ALFARO P., R.; RODRÍGUEZ F., J.M.; BARRANTES M., J.C. 2001. **Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2000.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 87 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca

- 37) CHAVES SOLERA, M.; RODRÍGUEZ R., M.; ALFARO P., R.; VILLALOBOS M., C.; ANGULO M., A.; BARRANTES M., J.C.; CALDERÓN A., G.; RODRÍGUEZ F., J.M. 2004. **Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica año 2003**. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, setiembre. 126 p.
- 38) CHAVES S., M.; RODRÍGUEZ R., M.; ANGULO M., A.; VILLALOBOS M., C.; BOLAÑOS P., J.; BARRANTES M., J.C.; ARAYA V., A.; CALDERÓN A., G. 2008. **Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica. Año 2007**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 143 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 39) CHAVES S., M.; BARRANTES M., J.C.; BOLAÑOS P., j.; ANGULO M., A.; RODRÍGUEZ R., M.; VILLALOBOS M., C.; CALDERÓN A., G.; ARAYA V., A. 2011. **Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica año 2010**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, junio. 153 p.
- 40) DURÁN, J.R.; CHAVES, M. 1999. **Origen del material genético de caña de azúcar, introducido por DIECA desde 1982 a 1999**. *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 2. p: 231. *También en:* Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, 1999. p: 72. *También en:* Congreso de ATACORI “Randall E. Mora A.”, 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. Volumen 1. p: 13. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 41) DURÁN A., J.R.; CHAVES S., M.A.; RIGGIONI C., J.G. 1993. **Logros y perspectivas del programa nacional de mejoramiento genético de la caña de azúcar de Costa Rica**. *En:* Participación de DIECA en el IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. p: 127. *También en:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre, 1993. Volumen 11(1): Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 42) DURÁN ALFARO, J.R. 2010. **Generalidades del Programa de Variedades de Caña de Azúcar en Costa Rica. ¿Hacia dónde vamos?** *En:* Congreso Tecnológico DIECA 2010, 4, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 22, 23 y 24 de setiembre 2010. Presentación Electrónica en Power Point. 83 Láminas. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 43) DURÁN ALFARO, J.R.; OVIEDO ALFARO, M. 2012. **Perspectivas de las Variedades Introducidas a Costa Rica en la última Década**. *En:* Congreso Tecnológico DIECA 2012, 5, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 5, 6 y 7 de setiembre 2012. 16 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 44) DURÁN ALFARO, J.R.; OVIEDO ALFARO, M. 2013. **Importancia y resultados del programa de producción de variedades nacionales (sigla LAICA) en Costa Rica**. *En:* Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 19, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 20, “MSc Marco A. Chaves Solera”. Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2013. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 11-13 de setiembre. Tomo I. p: 233-239. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca

- 45) LAICA. 2016a. **PROGRAMA DE VARIEDADES INFORME DE RESULTADOS 2015**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 79 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 46) LAICA. 2016b. **PROGRAMA DE FITOSANIDAD Manejo de Plagas. INFORME DE RESULTADOS 2015**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 79 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 47) LAICA. 2015a. **PROGRAMA DE VARIEDADES INFORME DE RESULTADOS 2014**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 70 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 48) LAICA. 2015b. **PROGRAMA DE FITOSANIDAD Manejo de Plagas. INFORME DE RESULTADOS 2015**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 62 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 49) LEVITT, J. 1972. **RESPONSES OF PLANTS TO ENVIRONMENTAL STRESSES**. T.T. Kozlowski ed. Academic Press, New York. 697 p.
- 50) MOORE, P.H.; BOTHA, F.C. 2014. **SUGARCANE PHYSIOLOGY, BIOCHEMISTRY & FUNCTIONAL BIOLOGY**. Moore, P.H.; Botha, F.C., Ed. Wiley & Sons, Inc. 693 p.
- 51) OVIEDO ALFARO, M.; DURÁN ALFARO, J.R. 2015. **Impacto de las Variedades LAICA en las diferentes Regiones Cañeras de Costa Rica**. En: Congreso Tecnológico DIECA 2015, 6, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 20 y 21 de agosto. 12 p. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 52) SALAZAR, J.; CHAVES, M.; AGUILAR, F. 1986. **Propuesta de una metodología para la evaluación y selección cuantitativa de clones de caña de azúcar**. En: Congreso Agronómico Nacional, 7 y Congreso de Horticultura ASHS-Región Tropical, 33, Heredia, Costa Rica, 1986. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical-ASHS, CATIE y W.K. Kellogg, julio-agosto. p: 91-92. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 53) SALAZAR BLANCO, J.D. 2010. **Plagas de la Caña de Azúcar: situación actual y pronóstico años 2010-2011**. En: Congreso Tecnológico DIECA 2010, 4, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 22, 23 y 24 de setiembre 2010. Presentación Electrónica en Power Point. 25 Láminas. Disponible en: www.laica.co.cr/biblioteca
- 54) SINCLAIR, T.; ANDERSON, D. 1997. **Factores limitantes de la producción de caña de azúcar (I). Disponibilidad de luz**. International Sugar Journal 59 (10): 5-6.
- 55) VARGAS M., N.R. 1986. **Encuesta sobre aspectos básicos de la agroindustria de la caña de azúcar en Costa Rica. Resultados obtenidos**. San José, Costa Rica. DIECA. 51 p.