

LAICA

**DIRECCION DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN
DE LA CAÑA DE AZÚCAR**



**VARIEDADES DE CAÑA PARA LA
PRODUCCION DE AZUCAR ORGANICA**

MARCO A. CHAVES S.

**SAN JOSE, COSTA RICA
OCTUBRE 2001**

1. INTRODUCCIÓN

Llama mucho la atención para cualquier persona que pretenda incursionar y más aún profundizar en el conocimiento y las experiencias obtenidas por los sistemas de producción agrícola, desarrollados dentro del enfoque orgánico, la escasa información disponible y el ligero tratamiento que por lo general se le brinda al componente genético vegetal, sobre el que debemos admitir, se sustenta el resto de prácticas y actividades a desarrollar.

Pareciera que el tema de la variedad o cultivar a sembrar en una plantación agrícola orgánica, independientemente de la naturaleza de cultivo del que se trate, está dado y definido por las opciones comerciales que en ese momento y localidad estén disponibles, aunque éstos provengan de sistemas de producción convencional.

En el caso particular de la caña de azúcar como en el de otros cultivos agrícolas, el vacío existente en esta materia es muy amplio, puesto que la información técnica vinculada con el tema de las variedades para la producción de azúcar orgánica prácticamente está ausente como factor de la producción.

Esta grave aseveración resulta cierta luego de procurar acceder por diversos medios información relacionada con características, atributos o propiedades agroindustriales requeridas por una plantación de caña destinada a la producción de azúcar orgánica; independientemente de que el carácter de ésta sea técnica, experimental o práctica.

Esta preocupante realidad permite concluir en primera instancia lo siguiente:

- 1) Los grupos que promueven la producción orgánica no han prestado la atención ni el interés debido al tema de las variedades, desconociendo por lo tanto, la importancia y enorme significancia que el material genético sembrado reviste en cualquier sistema de producción agrícola.
- 2) El no aprovechar el enorme potencial productivo intrínseco que un cultivar promisorio de caña posee, significa perder ventajas competitivas determinantes, que podrían marcar grandes diferencias en el éxito y la eficiencia técnica y económica final de cualquier agroempresa.

¹ Director Ejecutivo DIECA. E-mail: mchavez@laica.co.cr; Fax (506) 223-0839; Teléfono (506) 221-0252.

Documento presentado en el *Curso de Producción y Comercialización de Azúcar Orgánica*, organizado por la Fundación AMBIO, DIECA y CATIE, celebrado en Turrialba del 3 al 5 de octubre del 2001.

- 3) Los sistemas productivos orgánicos de caña de azúcar están desarticulados y desintegrados en lo referente al componente varietal, lo que les hace perder ventaja y competitividad.

Hay hasta este punto aspectos generales que por su relevancia deben necesariamente tenerse en cuenta y considerarse al analizar un sistema agro productivo, independientemente de si éste es orgánico o convencional.

La producción orgánica además de cumplir y satisfacer los nobles y saludables principios que conforman y definen sus ámbitos filosóficos, técnicos y productivos, resulta ser ante todo una forma de vida, una actividad particular de manutención y de obtención de recursos económicos para los agricultores y agrupaciones que los desarrollan; motivo por el cual, éste debe ser en principio eficiente y competitivo con el fin de maximizar sus beneficios, cualquiera que éstos sean, procurando siempre alcanzar niveles superiores de satisfacción y de calidad de vida.

Debe asimismo aceptarse que la calidad y la eficiencia no son una moda ni un lujo, ni son tampoco atributos exclusivos de los sistemas de producción convencional. La realidad demuestra por el contrario, que siempre se debe producir bajo conceptos técnicos no contaminantes y no degradantes, que induzcan mejor calidad e inocuidad al producto final (caña y azúcar), generando a la vez mayor productividad y competitividad.

Deben siempre fijarse como objetivo inmediato metas superiores y crecientes, pues con ello todos ganan; gana el agricultor, el consumidor, la sociedad y también gana el ecosistema.

La carrera por la calidad no tiene línea de meta, pues es un proceso continuo, sistemático y dinámico que debe renovarse permanentemente en procura de su superación.

Resulta por ello poco racional y serio pensar que producción orgánica es sinónimo de baja productividad, poco tecnicismo, ausencia de planificación y baja competitividad como muchos lamentablemente creen, con lo cual lo único que se lograría sería conducir irremediablemente a los agricultores involucrados de ser así aceptado, a la miseria y la dependencia. Debe eliminarse y combatirse cualquier estereotipo de atraso e improductividad que pueda estar asociada con la agricultura orgánica.

Por el contrario, los sistemas de producción orgánica deben procurar ser ante todo, sin violentar claro está sus principios y límites, cada vez más eficientes y competitivos, procurando mediante la planificación y la tecnificación integrar y articular todos los factores del ecosistema vinculados con la producción, potenciando y obteniendo un efecto conjunto muy favorable. La variedad cultivada es en este sentido determinante como factor de la producción.

La experiencia investigativa, productiva y comercial que se dispone en Costa Rica en materia azucarera es muy amplia y satisfactoria, como lo demuestra el buen nivel competitivo que la agroindustria posee a nivel internacional, como lo señalara **CHAVES** (1999d).

Esta circunstancia asociada a la excelente organización e infraestructura que el subsector posee, representan importantes activos para cualquier esfuerzo vinculado con la producción que se pretenda desarrollar en el país, como podría ser la producción de azúcar orgánica en este caso.

Hay que reconocer que es hasta muy recientemente que la alternativa de producción de azúcar orgánica ha despertado interés en el sector azucarero costarricense, pese a conocerse del asunto en el caso del café desde hace muchos años, cultivo en el cual existen varias experiencias empresariales exitosas en el país.

El interés por el azúcar orgánico ha venido ligado no sólo a la interesante oportunidad que económicamente existe; sino también al movimiento ecológico que aboga por un ambiente más saludable y una agricultura más amigable, menos contaminante y degradativa del ecosistema; las publicaciones de **BERMÚDEZ** (1997, 1998), **CASTAÑEDA** (1998, 1999), **GARCÍA** (1998), **ARRIETA** (1999), **CHAVES Y BERMÚDEZ** (1999 ab) y **CORDOVES** (2000), son muestra fehaciente de ello.

Refiriéndose a ese mismo tema, **CHAVES Y BERMÚDEZ** (1999a) manifiestan ***“El profundo cambio acontecido con el paso de los años en los gustos y preferencias de los consumidores; así como el desarrollo de acciones de carácter técnico y legal, apegadas a principios ecológicos que procuran establecer un sano equilibrio con el medio ambiente; obligan a revisar lo actuado, reorientar lo necesario, pero sobre todo, a valorar objetivamente las nuevas opciones y oportunidades que en materia comercial surgen en los mercados tanto nacionales como internacionales”***.

2. IMPORTANCIA DE LA VARIEDAD

La variedad cultivada representa uno de los factores vinculados con la producción agrícola que mayor impacto puede ejercer sobre un sistema agro productivo, en razón de que a través de ella es factible alcanzar adaptación a condiciones limitantes, mayor fitosanidad, reducción de costos involucrados e incrementos significativos y sostenidos de productividad agroindustrial.

Acontece que es precisamente en la variedad donde reside uno de los factores intrínsecos de eficiencia productiva más sobresalientes de un cultivo, debido a que sin necesidad de incurrir en gastos extras muchas veces onerosos, es factible vía siembra de una variedad sobresaliente y potencialmente adaptada, lograr incrementos significativos de productividad y competitividad agroindustrial.

Como indicara CHAVES (1995b) al respecto ***“La variedad ha constituido por tradición y predilección, el factor controlable de la producción posiblemente más determinante e importante en la agroindustria azucarera mundial. Esta aseveración se fundamenta en el hecho suficientemente comprobado, de que mediante el empleo de materiales genéticos idóneos, es posible inducir incrementos significativos en los niveles de producción de caña y azúcar por unidad de área”***.

Agrega el mismo autor ampliando el tema, que ***“Es además relevante el hecho de que la sustitución de una variedad que se encuentre en proceso de agotamiento productivo, no involucra ni justifica por sí mismo, inversiones diferenciales entre clones para cumplir sus fases de establecimiento y mantenimiento; razón por la cual la selección, siembra y cultivo de aquellas alternativas genéticas que muestren mejor adaptación y producción agroindustrial, representa posiblemente la decisión técnica y económica más racional que un agricultor puede efectuar en su gestión empresarial”***.

La variedad de caña cultivada es por lo tanto fundamental como está mundialmente demostrado y comprobado, en razón de que sobre ella gira en alto grado la eficiencia que puedan tener el resto de prácticas y labores de manejo que se utilicen.

Como factor de la producción, la variedad puede inducir efectos positivos determinantes sobre el sistema productivo; aunque también, cuando se descuida o emplea inconvenientemente, puede conducir a pérdidas reales o potenciales significativas de la capacidad productiva.

De acuerdo con la experiencia de campo, hay 4 elementos prioritarios en la caña de azúcar que determinan en un alto grado el éxito de una plantación comercial; ellos son:

- ☞ Ubicar la plantación en una condición natural potencialmente favorable, que aporte e incorpore elementos positivos al proyecto; en este caso los factores de índole edáficos y climáticos son fundamentales.
- ☞ Selección y cultivo de la variedad agroindustrialmente adecuada.
- ☞ Disponer y emplear durante la siembra, semilla de alta pureza y calidad.
- ☞ Acondicionar convenientemente el suelo para realizar la siembra.

Como se interpreta fácilmente, los 4 elementos indicados anteriormente resultan determinantes como factores de la producción, puesto que una vez sembrada la plantación, ya no es factible cambiar la ubicación de las plantas, sustituir la variedad, modificar la calidad del material de reproducción utilizado (semilla); o en su caso, rectificar de manera importante la condición del suelo.

Cualquier acción que se ejecute en ese sentido resulta caso se efectúe, onerosa y poco consecuente con los principios técnicos, administrativos, de planificación y económicos que se deben seguir en cualquier actividad agroempresarial.

Hay que recordar como principio básico, que la caña de azúcar es una planta de naturaleza comercialmente semiperenne, cuya vida (económica) útil está definida por la cosecha sistemática de al menos cinco ciclos vegetativos continuos. En el caso particular de Costa Rica, la duración de cada ciclo vegetativo varía de 10 y hasta 24 meses de acuerdo con el piso altitudinal (msnm) y la variedad cultivada, lo que significa una vida comercial variable de 4 a 10 años, luego de lo cual resulta en principio factible realizar nuevas siembras.

En una evaluación realizada por **CHAVES** (1999b) a las 60 principales variedades comerciales de caña de Costa Rica, se logro determinar que la vigencia de uso (vida comercial), era en promedio de 14,9 años/clon, con extremos excepcionales de 66 años como ocurre con la POJ 2878 y 3 años (Q 102).

La conclusión anterior no es aplicable o resulta parcial para el caso particular de otros elementos y factores modificables de las producciones igualmente determinantes, como acontece con la fertilización, el control de malezas, la desaporca y la aporca, el control de la maduración, la afección provocada por plagas y enfermedades, la cosecha, el tratamiento pos cosecha de la materia prima, etc.

En estos casos los efectos negativos que puedan ocurrir en una plantación se concentran por lo general en un ciclo particular de cultivo y, pueden ser contornados y superados en los ciclos siguientes, caso se rectifique, adecue el sistema y corrijan las deficiencias.

Lo anterior no exceptúa ni elimina los daños y efectos acumulativos ocurridos principalmente sobre la cepa y las yemas de la planta, lo que indudablemente repercutirá sobre la capacidad de germinación, ahijamiento y retoñamiento de la plantación. Problemas relacionados con plagas, compactación del suelo, la sequía o la inundación presentan efectos residuales permanentes que deterioran en grado variable de acuerdo con la intensidad y la durabilidad del factor estresante, los indicadores de productividad agrícola, principalmente.

Se debe reconocer que a diferencia de otros cultivos, la caña de azúcar posee y dispone de un elevado componente de manejo biológico que es factible operar en virtud de sus características, atributos y propiedades anatómico-fisiológico que le proveen el ser clasificada como una planta con ciclo fotosintético vía "C₄".

La eficiencia fotosintética en la captación y el uso de la luz; el disponer de un sistema radicular excepcional y vigoroso, dotado de una gran capacidad de exploración y extracción mineral en el suelo, tanto en sentido horizontal como vertical que le permite inclusive su autosuficiencia; su comprobada capacidad de minimizar las pérdidas de agua y mantener un óptimo balance hídrico interno, pues puede metabolizar aún con los estomas cerrados; disponer de una amplia capacidad de tolerancia y adaptabilidad a las temperaturas extremas (mínimas y máximas); así como poseer un gran potencial de adaptación y productividad, como resultado de su condición genética poliploide ($2n = 64-124$) que para la especie *Saccharum officinarum* es de $2n = 80$ cromosomas, todo lo cual le provee una reconocida rusticidad que la hacen viable de cultivar con éxito aún en condiciones de extrema limitación, tanto en suelos (fertilidad, pedregocidad, textura), clima (con humedad y temperaturas extrema), manejo, etc (CHAVES Y BERMÚDEZ 1999a).

3. VARIEDADES CULTIVADAS EN EL CONTINENTE AMERICANO

En el cultivo de la caña de azúcar la variedad sembrada ha representado como ya se comentó, el factor de la productividad tal vez más importante y estudiada, lo que se sustenta en razones como las siguientes:

- La naturaleza extensiva-intensiva del cultivo implica la presencia de condiciones de siembra muy variables, muchas veces estresantes y limitantes para la práctica de una agricultura competitiva.
- La caña es por origen y naturaleza un cultivo de adaptación tropical y subtropical, motivo por el cual se le encuentra cultivada comercialmente desde el paralelo 35° Latitud Norte y 35° Latitud Sur, lo que ratifica su gran adaptabilidad.
- El cambio de variedades ha sido el método empleado tradicionalmente por la agroindustria para contrarrestar y combatir plagas y sobre todo enfermedades; así como introducir incrementos importantes en los índices de productividad tanto agrícola como industrial.
- Con el paso del tiempo el mercado azucarero ha venido dinamizando y cambiando algunos patrones e indicadores agroindustriales, procurando alcanzar con ello una mayor competitividad y posicionamiento de los mercados, lo que se traduce consecuentemente en modificaciones en el prototipo de unidad productiva y de materia prima que se requiere producir y procesar, como se analizará más adelante.

- La agroindustria azucarera mundial dispone en principio de numerosas opciones genéticas que facilitan y favorecen potencialmente la selección, identificación y empleo de variedades con elevada capacidad de adaptación a condiciones limitantes, lo que representa una de las fortalezas que la diferencia de otros cultivos y actividades agro empresariales.

Los argumentos anteriores han favorecido y obligado a la vez a orientar, fortalecer y concentrar mucha de la investigación desarrollada por la agroindustria azucarera mundial, en el componente del mejoramiento genético de variedades para uso comercial, lo que ha permitido identificar y liberar numerosas opciones de cultivo para las diferentes condiciones productivas y tipologías de agricultores existentes.

El caso de Costa Rica no resulta excepcional en esta materia, como lo demostrara **CHAVES** (1995b, 1999b) oportunamente.

El Cuadro 1 identifica por su sigla las variedades que según **ROSSI** (2001), se encuentran mayoritariamente cultivadas comercialmente en los 26 principales países productores de caña de azúcar del Continente Americano; desagregando la información en el caso de los EUA en sus 4 regiones productoras más importantes: Florida, Hawaii, Louisiana y Texas. En todos los casos (excepto los EUA y Puerto Rico) se anotan las 5 primeras variedades cultivadas por país, indicando el porcentaje de siembra respectivo de cada una de ellas respecto al total.

Como se aprecia en dicho cuadro, la cantidad y diversidad de variedades cultivadas es como se ha argumentado muy amplia, pues de las 139 variedades sembradas en el Continente Americano, un total de 108 para una representatividad del 77,7% son de sigla y origen diferente, como lo describe a su vez el Cuadro 2.

Se concluye de esa información, que las variedades originadas en Barbados identificadas internacionalmente por la sigla B son las que mayor cantidad de clones poseen sembradas comercialmente en el continente, al reportar el cultivo de 21 clones lo que representa el 19,44% del total (108).

Le siguen en orden de importancia los clones originados y procedentes de Canal Point (CP) con 12 variedades para una representación del 11,11%; Puerto Rico (PR) con el 6,48% (7 clones); Norte Argentino (NA) y Barbados-Jamaica (BJ) con el 5,55% al sembrar 6 variedades de cada una de esas series; São Paulo-Brasil (SP) y Tucumán-Argentina (TUC) con el 4,62% cada una, correspondiente a 5 clones. Esas 7 siglas representan en conjunto el 20,6% del total de las 34 siglas de origen diferente, e implican un significativo 57,37% del total (108) de opciones de siembra existente y utilizada en la región.

CUADRO 1.
VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR CULTIVADAS COMERCIALMENTE EN EL
CONTINENTE AMERICANO SEGÚN PAÍS Y ORDEN DE PRIORIDAD DE SIEMBRA.

PAÍS	AÑO	PRIMERA		SEGUNDA		TERCERA		CUARTA		QUINTA	
		VARIEDAD	%	VARIEDAD	%	VARIEDAD	%	VARIEDAD	%	VARIEDAD	%
ARGENTINA	6	CP 65-357	20,2	TUC 77-42	12,1	NA 63-90	11,1	CP 63-350	9,5	NA 56-79	5,0
BARBADOS	6	B 77-602	22,0	B 82-238	16,2	B 74-541	12,7	B 80-689	10,3	B 62-163	9,1
BELICE	6	B 52-298	34,8	CP 72-1312	16,0	BBZ 82-57	11,2	Mex 59-32	10,0	CP 70-1133	6,4
BOLIVIA	2	NA 56-26	71,8	CIMCA 77-316	11,0	Co 421	7,9	CB 38-22	5,7	B 37-161	1,7
BRASIL	6	RB 72-454	18,8	SP 79-1011	9,6	SP 70-1143	7,1	SP 80-1842	5,6	RB 83-5486	4,8
COLOMBIA	6	CC 85-92	23,0	MZC 74-275	20,7	V 51-71	19,2	CC 84-75	10,3	PR 61-632	7,1
<u>COSTA RICA</u>	<u>7</u>	<u>SP 70-1284</u>	<u>17,1</u>	<u>CP 72-2086</u>	<u>11,9</u>	<u>SP 71-5574</u>	<u>8,8</u>	<u>CP 72-1210</u>	<u>7,8</u>	<u>Q 96</u>	<u>7,5</u>
CUBA	7	C 323-68	19,9	Ja 60-5	13,5	C 1051-73	7,6	CP 52-43	7,5	C 87-51	6,9
EL SALVADOR	3	CP 72-2086	22,0	PR 1013	18,3	PINDAR	17,6	Ja 64-20	6,0	B 34-104	5,5
ECUADOR	4	RAGNAR MORADA	86,4	B 73-16	5,7	PR 1059	3,5	AZUL CASA GRANDE	2,0	NCo 310	1,4
GUYANA	6	DB 78-69	30,9	DB 66-113	15,4	DB 75-159	12,8	D 84-15	10,5	DB 71-60	7,7
GUATEMALA	5	CP 72-2086	65,2	Mex 68-p-23	8,5	CP 72-1210	6,5	CP 73-1547	4,1	CP 72-1312	1,9
HONDURAS	7	CP 72-2086	46,6	PR 1013	10,7	PINDAR	9,8	NA 56-79	9,0	Ja 64-20	4,3
ISLA GUADALUPE	6	R 570	43,0	B 47-258	13,0	B 80-689	13,0	B 69-566	10,0	B 82-139	6,0
JAMAICA	6	BJ 75-04	29,0	BJ 70-15	19,0	BJ 74-65	16,0	BJ 76-27	6,0	BJ 82-119	6,0
MARTINICA	6	B 59-92	58,5	R 570	17,0	B 69-566	9,0	B 80-08	7,0	B 64-277	6,0
MÉXICO	5	Mex 69-290	23,8	CP 72-2086	15,5	Mex 68-p-23	11,8	Mex 57-473	7,0	NCo 310	7,0
PANAMÁ	3	Ja 60-5	34,8	RAGNAR	19,5	B 76-249	12,2	My 54-65	10,2	B 74-125	6,1
PARAGUAY	5	SP 70-1143	29,8	TUC 26-83	18,2	TUC 56-19	16,7	NA 56-30	13,8	TUC 77-42	4,8
PUERTO RICO	5	PR 980	-	PR 66-2281	-	PR 67-1355	-	PR 67-1070	-	-	-
REPÚBLICA DOMINICANA	6	CR 74-250	42,7	BR 82-30	12,1	CR 61-01	9,4	CP 52-43	8,0	CR 83-323	6,8
SAINT KITTS	6	B 78-208	25,3	B 75-466	13,0	B 69-566	11,0	B 76-621	6,5	B 67-215	6,3
TRINIDAD Y TOBAGO	6	B 41-227	27,6	BT 74-209	26,2	B 80-689	16,4	DB 66-113	13,9	BT 73-686	4,2
URUGUAY	4	NA 63-44	37,1	NA 63-119	22,4	TUC 68-18	16,4	TUC 67-27	6,0	CP 72-312	3,9
USA											
Florida	6	CP 80-1743	18,0	CP 72-2086	15,0	CP 80-1827	14,0	CP 78-1628	8,0	-	-
Hawaii	6	H 78-4153	34,0	H 78-7750	15,0	H 77-4643	14,0	H 78-3567	12,0	-	-
Louisiana	7	LCP 85-384	71,0	CP 70-321	13,5	HoCP 85-845	7,8	LCP 82-89	2,1	-	-
Texas	4	CP 72-1210	60,0	CP 70-321	26,0	TCP 87-3388	6,0	CP 70-1133	3,0	-	-
VENEZUELA	1	PR 980	11,6	PR 61-632	9,8	RAGNAR	6,8	V 64-10	6,5	-	-

Fuente: Rossi Machado J.R., G. (2001).

Año de referencia de la información: 1 (1990), 2 (1993), 3 (1995), 4 (1997), 5 (1998), 6 (1999) y 7 (2000).

CUADRO 2.
DENTIFICACIÓN POR SIGLA DE LAS VARIEDADES (108)
CULTIVADAS COMERCIALMENTE EN EL CONTINENTE
AMERICANO.

VARIEDAD	VARIEDAD	VARIEDAD
AZUL CASA GRANDE	CC 84-75	Mex 69-290 *
B 34-104	CC 85-92	My 54-65
B 37-161	CIMCA 77-316	MZC 74-275
B 41-227	Co 421 *	NA 56-26
B 47-258	CP 52-43 (2)	NA 56-30
B 52-298	CP 63-350	NA 56-79 (2)
B 59-92	CP 65-357	NA 63-44
B 62-163	CP 70-321 (2)	NA 63-90
B 64-277	CP 70-1133 (2) *	NA 63-119
B 67-215	CP 72-1210 (3) *	NCo 310 (2) *
B 69-566 (3)	CP 72-1312 (3) *	PINDAR (2) *
B 73-16	CP 72-2086 (6) *	PR 980 (2)
B 74-125	CP 73-1547 *	PR 1013 (2)
B 74-541	CP 78-1628	PR 1059
B 77-602	CP 80-1743	PR 61-632 (2) *
B 76-249	CP 80-1827	PR 66-2281
B 76-621	CR 61-01 *	PR 67-1070
B 78-208	CR 74-250 *	PR 67-1355
B 80-08	CR 83-323	Q 96 *
B 80-689 (3) *	D 84-15	RAGNAR (3)
B 82-139	DB 66-113 (2)	R 570 (2)
B 82-238	DB 71-60	RB 72-454
BBZ 82-57	DB 75-159	RB 83-5486
BJ 70-15	DB 78-69	SP 70-1143 (2) *
BJ 74-65	H 77-4643 *	SP 70-1284 *
BJ 75-04 *	H 78-3567	SP 71-5574 *
BJ 75-466	H 78-4153	SP 79-1011
BJ 76-27	H 78-7750	SP 80-1842
BJ 82-119	HoCP 85-845	TCP 87-3388
BR 82-30	Ja 60-5 (2) *	TUC 26-83
BT 73-686	Ja 64-20 (2)	TUC 56-19
BT 74-209	LCP 82-89	TUC 67-27
C 87-51	LCP 85-384	TUC 68-18
C 323-68	Mex 57-473 *	TUC 77-42 (2)
C 1051-73	Mex 59-32	V 51-71
CB 38-22	Mex 68-p-23 (2) *	V 64-10

El número entre paréntesis indica el número de países donde la variedad se cultiva comercialmente.

* Se refiere a las variedades (22) que se encuentran cultivadas actualmente en Costa Rica.

Hay 22 (20,4%) variedades de caña de azúcar que son sembradas comercialmente en ese nivel de prioridad en varios países a la vez, manteniendo la CP 72-2086 la hegemonía en ese sentido al emplearse simultáneamente en 6 países (23,1%); seguida por B 69-566, B 80-689, CP 72-1210, CP 72-1312 y RAGNAR, las cuales se cultivan en 3 países cada una para un 11,5%.

El análisis de la información anterior ratifica por una parte, la gran diversidad de materiales genéticos empleados en la siembra de plantaciones comerciales de caña de azúcar y, por otra, la disponibilidad de variedades que responden selectivamente a condiciones diferentes de cultivo, lo que permitiría identificar a través de estudios específicos de campo, variedades potencialmente idóneas para la producción de caña y azúcar orgánica.

4. VARIEDADES CULTIVADAS EN COSTA RICA

En Costa Rica al igual que ocurre en el resto de países del continente y del mundo, se utilizan para la producción comercial de caña de azúcar una gran cantidad y diversidad de materiales genéticos, en consideración y como respuesta a la gran variabilidad de condiciones de suelo, de clima y de manejo prevalecientes en el país.

En ese sentido, Costa Rica constituye una verdadera excepción en el mundo cañero, ya que las plantaciones comerciales orientadas a la producción de azúcar se ubican en un piso altitudinal que va de 0 a 1.550 msnm, donde se tiene muy marcada la influencia de las dos vertientes: Atlántica y Pacífica, que inducen condiciones climáticas extremas. Las plantaciones se cultivan en suelos de diferente pendiente, tipo y Orden Taxonómico, predominando los Inceptisoles, Andisoles, Ultisoles, Alfisoles, Vertisoles y Entisoles, todo lo cual contribuye a generar una elevada condición de variabilidad. (**CHAVES 1999a**).

De acuerdo con el resultado del último censo cañero realizado en el año 2000 (**CHAVES et al 2001**), se identificó en el país la siembra de 75 variedades diferentes, cuya área de siembra es también variable en virtud de que algunas de ellas se encuentran en un activo y sistemático proceso de disminución (sustitución); en tanto que otras, más bien vienen paulatinamente incrementando sus áreas en respuesta a su aceptación por parte del agricultor en razón de sus buenas características agroindustriales.

El Cuadro 3 identifica la sigla de los 75 materiales genéticos sembrados comercialmente en el país, anotando el área (hectáreas) muestreada y el porcentaje respectivo de representación.

CUADRO 3.
VARIEDADES (75) DE CAÑA DE AZÚCAR CULTIVADAS COMERCIALMENTE
EN COSTA RICA, SEGÚN ÁREA MUESTREADA, AÑO 2000.

VARIEDAD	ÁREA SEMBRADA		VARIEDAD	ÁREA SEMBRADA	
	has	%		has	%
SP 70-1284	7.481,22	17,06	H 77-2545	43,15	0,10
CP 72-2086	5.224,98	11,91	CP 73-1547	43,03	0,10
SP 71-5574	3.877,80	8,84	Mex 70-485	39,80	0,09
CP 72-1210	3.412,46	7,78	POJ 2878	38,88	0,09
Q 96	3.272,83	7,46	H 71-4441	34,80	0,08
NA 56-42	2.958,85	6,75	H 68-1158	32,86	0,07
PINDAR	2.813,39	6,41	H 44-3098	31,65	0,07
NCo 310	1.823,79	4,16	H 65-7052	31,60	0,07
SP 71-6180	1.654,13	3,77	RD 75-01	30,00	0,07
NCo 376	1.502,26	3,43	CR 74-250	24,57	0,06
B 74-132	1.085,12	2,47	LAICA 82-135	22,76	0,05
B 80-689	975,77	2,22	Q 99	22,69	0,05
SABORIANA	700,10	1,60	Co 421	21,70	0,05
Ja 60-5	630,47	1,44	CP 80-1953	20,00	0,05
B 76-259	578,14	1,32	B 54-142	19,80	0,05
SP 70-1143	507,29	1,16	CATO	17,80	0,04
RB 73-9735	454,58	1,04	COIMBATORE	13,10	0,03
H 77-4643	429,13	0,98	H 78-2315	12,30	0,03
H 61-1721	425,79	0,97	H 74-1715	11,50	0,03
H 62-4671	403,60	0,92	RD 75-11	10,26	0,02
BT 65-152	386,00	0,88	Mex 68-p-23	9,30	0,02
B 60-125	322,20	0,73	CP 87-1248	9,00	0,02
H 60-8521	294,07	0,67	SP 71-1406	7,20	0,02
B 47-44	281,13	0,64	Mex 69-290	6,95	0,02
B 77-95	238,01	0,54	PR 61-632	5,71	0,01
BJ 75-04	232,04	0,53	Ja 64-11	5,60	0,01
SP 79-2233	182,24	0,42	B 50-135	4,90	0,01
CP 70-1133	171,82	0,39	B 61-161	3,20	0,01
CP 72-1312	143,98	0,33	H 32-8560	3,00	0,01
CP 57-603	142,00	0,32	COLOMBIANA	3,00	0,01
LAICA 87-601	112,90	0,26	SANTA CRUZ	2,75	0,01
B 60-267	98,50	0,22	RD 75-10	2,40	0,01
LAICA 85-653	97,33	0,22	B 59-233	2,10	0,005
RB 72-1012	93,13	0,21	LAICA 93-326	1,40	0,003
SP 71-3149	83,01	0,19	UCW 54-65	0,70	0,002
Mex 57-473	75,84	0,17	Q 68	0,50	0,001
H 70-0144	58,00	0,13	CR 61-01	0,50	0,001
H 57-5174	45,60	0,10			
			TOTAL	43.859,96	100

Fuente: CHAVES *et al* (2001).

Como se observa en ese Cuadro, las 12 (16%) variedades más cultivadas en el país son SP 70-1284 cuya área ocupa un 17,1% del total nacional, seguida por CP 72-2086 (11,9%), SP 71-5574 (8,8%), CP 72-1210 (7,8%), Q 96 (7,5%), NA 56-42 (6,8%), PINDAR (6,4%), NCo 310 (4,2%), SP 71-6180 (3,8%), NCo 376 (3,4%), B 74-132 (2,5%) y B 80-689 (2,2%), todo lo cual representa el 82,4% del área cañera nacional. El restante 17,6% del área cultivada con caña está cubierta por las 63 (84%) variedades restantes.

De los 105 cultivares de caña de azúcar sembrado comercialmente en el Continente Americano (luego de eliminar los nacionales), se tiene que en el país se cultivan actualmente 19, lo que significa un 18,1% de los mismos. Hay que señalar al respecto, que otra buena cantidad de variedades allí citadas, en alguna oportunidad se cultivaron en el país y no prosperaron favorablemente por mucho tiempo, por lo que fueron sustituidas.

Al ubicar los cultivares sembrados por región, se verifica en el Cuadro 4 que su representatividad local y nacional es muy variable; por ejemplo, en la Zona Sur del país (Pérez Zeledón), el área de la variedad SP 71-5574 representa el 96,3% dentro de la zona, aunque apenas un 3,9% al proyectarla a nivel nacional. Por el contrario, la CP 72-2086 ocupa el 20,5% del área cañera de Guanacaste, lo que representa un significativo 11,3% de la nacional.

Las variedades sembradas por región son diferentes en consideración a su grado de adaptabilidad y comportamiento agroindustrial.

Hay dentro de las variedades cultivadas actualmente en el país, algunas que poseen gran tradición azucarera tanto para la fabricación de azúcar como para la producción de dulce o panela, como es el caso de POJ 2878, H 57-5174, H 32-8560, H 44-3098, B 50-135, B 47-44, Q 68, Co 421, SANTA CRUZ y B 60-267 entre muchas otras, la mayoría de las cuales se mantiene sin embargo en un proceso acelerado de reducción de sus áreas de siembra, por sus características agroindustriales ya superadas.

Queda así demostrada, la elevada disponibilidad de variedades de caña potencialmente idóneas para sustentar la producción de azúcar orgánica en el país; lo cual implica necesariamente la ejecución de toda una estrategia de análisis, evaluación y caracterización agroindustrial que permita identificar los materiales genéticos potencialmente más sobresalientes en consideración de sus antecedentes y atributos productivos (**CHAVES** 1996; **CHAVES** y **AGUILAR** 1989).

CUADRO 4.
VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR MAYORITARIAMENTE CULTIVADAS
EN COSTA RICA, UBICADAS SEGÚN REGIÓN PRODUCTORA. AÑO 2000.

REGIÓN	VARIEDAD	ÁREA SEMBRADA (has)	PORCENTAJE DEL ÁREA	
			RELATIVO*	ABSOLUTO**
GUANACASTE	CP 72-2086	4.950,43	20,46	11,29
	SP 70-1284	4.169,72	17,23	9,51
	NA 56-42	2.957,10	12,22	6,74
	CP 72-1210	2.519,21	10,41	5,74
	NCo 310	1.799,99	7,44	4,10
	SP 71-6180	1.612,81	6,66	3,68
	NCo 376	1.499,46	6,20	3,42
	Q 96	1.173,77	4,85	2,68
SUBTOTAL	8	20.682,49	85,47	47,16
PUNTARENAS	SP 70-1284	3.141,50	48,69	7,16
	CP 72-1210	893,25	13,84	2,04
	SP 71-5574	694,78	10,77	1,58
	B 74-132	413,00	6,40	0,95
	BT 65-152	386,00	5,98	0,88
	Q 96	291,62	4,52	0,66
	CP 72-2086	274,55	4,25	0,63
SUBTOTAL	7	6.094,70	94,45	13,90
VALLE CENTRAL	SP 71-5574	592,79	28,20	1,35
	Q 96	399,05	18,98	0,91
	RB 73-9735	217,53	10,35	0,50
	SP 70-1143	134,66	6,41	0,31
	B 47-44	119,48	5,68	0,27
	PINDAR	94,97	4,52	0,22
	SP 71-3149	83,01	3,95	0,19
SUBTOTAL	7	1.641,49	78,09	3,75
SAN CARLOS	PINDAR	2.356,00	40,41	5,37
	Q 96	753,30	12,92	1,72
	SABORIANA	700,10	12,01	1,60
	SP 71-5574	649,60	11,14	1,48
	B 60-125	322,20	5,53	0,74
	RB 73-9735	211,00	3,62	0,48
SUBTOTAL	6	4.992,20	85,63	11,39
TURRIALBA	Q 96	618,69	17,59	1,41
	B 76-259	437,24	12,43	1,00
	H 77-4643	428,85	12,19	0,98
	H 62-4671	403,60	11,47	0,92
	H 61-1721	376,65	10,71	0,86
	PINDAR	316,17	8,99	0,72
	B 77-95	238,01	6,77	0,54
SUBTOTAL	7	2.819,21	80,15	6,43

REGIÓN	VARIEDAD	ÁREA SEMBRADA (has)	PORCENTAJE DEL ÁREA	
			RELATIVO*	ABSOLUTO**
PÉREZ ZELEDÓN	SP 71-5574	1.693,91	96,28	3,86
	Q 96	36,40	2,07	0,08
	Mex 68-p-23	9,30	0,53	0,02
	CP 87-1248	9,00	0,51	0,02
SUBTOTAL	4	1.748,61	99,39	3,98

Fuente: CHAVES *et al* (2001).

* El **Porcentaje Relativo** se refiere al valor (%) del área sembrada de la variedad dentro de la región.

** El **Porcentaje Absoluto** es el área respecto al **Total Nacional** (43.859,96 has).

5. BIOTIPO PARA PRODUCIR CAÑA ORGÁNICA

Comenta ampliamente CHAVES (1995a) en un artículo técnico referido al componente varietal, la gran dificultad que por lo general existe para unificar y encontrar coincidencia en los elementos que a criterio de personas vinculadas desde diferentes perspectivas con la producción de caña de azúcar, caracterizan, tipifican y califican en este caso una buena variedad.

Señala ese mismo investigador al respecto, que “En virtud de que cada productor califica de manera diferente esas características de acuerdo a sus criterios, intereses, experiencia personal, preconcepciones y otros elementos subjetivos, es más bien importante tratar de dar respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las características básicas que tipifican la variedad ideal de caña de azúcar para uso comercial? La presencia y grado de intensidad de esas características en un clon comercial, indicará por tanto lo sobresaliente del mismo”.

En la caña de azúcar al igual que acontece con el resto de vegetales, existen elementos del entorno (modificables y no modificables) que ejercen una influencia muy significativa y determinante, que favorece o limita la expresión del potencial que genéticamente la variedad posea.

En este sentido se debe tener presente que en la capacidad y expresión productiva de una planta participan dos factores fundamentales, así como también su interacción, como se indica seguidamente:

**COMPOSICIÓN GENÉTICA + AMBIENTE + GENOMA x AMBIENTE
(GENOMA)**

La sumatoria de los efectos individuales y su interacción son los que generan e inducen un determinado comportamiento de la planta, motivo por el cual, la búsqueda y presencia de las mejores condiciones de entorno contribuye muy significativamente en la expresión del potencial génico de la variedad.

¿Es diferente una variedad de caña destinada a la fabricación de azúcar convencional, respecto a otra cuyo destino es la producción de azúcar orgánica? La respuesta a esta pregunta contiene los argumentos fundamentales que justifican y motivan el fondo del presente artículo.

La respuesta a esa interrogante es en principio que no, al analizarlo desde la perspectiva del compuesto azúcar, puesto que el disacárido (*Glucosa + Fructuosa*) es el mismo independientemente de su origen, en el tanto éste sea natural. Es así como el azúcar proveniente de la remolacha (*Beta vulgaris*) o la caña (*Saccharum spp*), resulta químicamente igual.

¿Dónde está entonces la diferencia? En realidad la variación se encuentra básicamente en la forma de producir la caña y en la manera de extraer y fabricar el azúcar a partir de la planta, puesto que en el caso del endulzante orgánico no debe intermediar el uso de materiales y procedimientos no aceptados ni permitidos por el movimiento orgánico.

Hay en lo que respecta a la forma de producir y cultivar la caña en el campo diferencias fundamentales entre el sistema convencional y el orgánico, principalmente en lo concerniente al uso de agroquímicos, maquinaria y prácticas de manejo de las plantaciones.

Es sin embargo válido y muy necesario para la producción orgánica de azúcar, integrar, potenciar y maximizar los factores y efectos que el medio (ecosistema) puedan inducir a favor de una producción de materia prima óptima; que concentre además sacarosa en cantidades comercialmente satisfactorias.

Es por tanto muy importante para un sistema de producción orgánica, identificar variedades de caña que posean características y propiedades que potencien y satisfagan los principios aceptados, y permitan superar a la vez algunos problemas que surgen dentro de una propuesta tecnológicamente más limitada como es la orgánica, en cuanto al uso de los recursos que la agricultura convencional dispone pero que están restringidos para la orgánica.

La obtención de buena materia prima orgánicamente hablando, requiere disponer básicamente de:

- ❖ Plantas rústicas dotadas de una elevada capacidad de extracción, conversión y transformación de principios activos en tejido verde (caña) y sacarosa.
- ❖ Buena capacidad de adaptación a condiciones productivas limitantes y estresantes, como pueden ser: acidez o salinidad del suelo, infertilidad natural, altas o bajas temperaturas extremas, sequía, inundación, humedad, pedregosidad, alta pendiente, etc.
- ❖ Alta fitosanidad expresada a través de la tolerancia a plagas y enfermedades de impacto, efectos y consecuencias económicas negativas relevantes.
- ❖ Plantas de rápido crecimiento, de maduración temprana, estable y homogénea que contrarresten en lo posible la presencia de condiciones adversas para la producción (clima, malezas, plagas, etc.)
- ❖ Plantas con una estructura y arquitectura favorable expresada por tallos erectos, con buen despaje, baja fibra (contenidos aceptables), buena concentración de sacarosa y jugos de alta pureza.

Para que una determinada variedad logre expresar estos atributos requiere disponer de algunas características que de manera tanto individual como conjunta, como indicara **CHAVES** (1995a), generan un efecto comercialmente satisfactorio. Pueden citarse entre esas características las siguientes como más relevantes:

- Contar con un sistema radicular vigoroso que posea amplia capacidad exploratoria en el suelo, tanto en sentido vertical (profundidad) como horizontal (extensivo) ; así como disponga de gran poder extractor y de “sostén” de la planta, que le provea capacidad de alcanzar algún grado importante de “autoabastecimiento nutricional”.

Resulta fundamental que el sistema radicular posea algún grado de tolerancia a la presencia de condiciones de alta acidez y efectos tóxicos provocados por algunos elementos químicos como Al, Fe y Mn en el suelo.

- La estructura anatómica de la planta debe ser apropiada para operar en condiciones limitantes como es el disponer de hojas posicionadas verticalmente, dotadas de una lámina foliar ancha que favorezca la captación de luz; principalmente en aquellas localidades donde la duración e intensidad lumínica es baja.
- Poseer buena capacidad de germinación (superior al 90%) y ahijamiento, lo que contribuye a obtener productividades de caña elevadas y estables.

- La capacidad de retoñamiento de las plantas debe ser alta, pues ello asegura estabilidad productiva, eliminando el “cepeo” y la ejecución de renovaciones tempranas que elevan los costos y reducen el margen de beneficio. Si bien el manejo de la plantación es determinante, las características genéticas de la variedad también participan de manera significativa en superar esta deficiencia, prolongando con ello la vida comercial del clon (**CHAVES** 1999b).
- Las poblaciones de tallos deben mostrar estabilidad y homogeneidad en sus diferentes estados vegetativos de crecimiento, manteniendo uniformidad durante la cosecha, lo que implica una baja generación de “mamones”. La población de tallos fabrilmente industrializables debe ser durante la cosecha al menos de 12 tallos/m (80.000/ha) y deseable de 15 o superior, lo que genera una población de aproximadamente 100.000 tallos/ha o más.
- La tasa de crecimiento de la planta debe ser rápida de manera que contrarreste el efecto competitivo promovido por las malezas, lo que resulta fundamental para la orientación orgánica de producción que se pretende desarrollar.
- La cepa debe ser vigorosa y estructuralmente bien conformada.
- Los tallos deben ser erectos y poseer una longitud aceptable, preferiblemente superior a 1,80 m (sin cogollo); con internudos de aproximadamente 16 cm que incrementen la zona de acumulo de sacarosa y reduzcan la de nudos y con ello el contenido de fibra.
- El grosor del tallo no debe ser excesivo pues dificulta las labores de cosecha, se recomienda por ello un diámetro preferiblemente entre 3,0 y 3,5 cm.
- La variedad debe contar con un cogollo pequeño (corto) que favorezca el “despunte” durante la cosecha, así como la extracción de azúcar y la minimización de pérdidas en el ingenio.
- Las plantas no deben poseer características físicas negativas que afecten la calidad de la materia prima, como son: tallos deformes, con rajaduras, con ahuecamientos (corcho), presencia de pilosidad (pelos urticantes), hojas cortantes (silicatadas), raíces adventicias y predisposición a la germinación de las yemas laterales (lalas).
- El despaje natural de los tallos resulta igualmente fundamental para lograr una cosecha ágil y eficiente, en virtud de que se puede cortar, cargar, acomodar y transportar mejor la materia prima; además de que se deposita e incorpora mayor cantidad de materia orgánica al medio (suelo), reduciendo también la cantidad de basura (materia extraña) que ingresa al proceso fabril.

- La ausencia de floración resulta trascendente para efectos de mejorar la calidad de la materia prima al disminuir su contenido de fibra y los efectos colaterales que provoca. La materia prima que se emplee debe ser excelente para poder así optimizar el proceso industrial (**CHAVES** 1984).
- La fitosanidad de la variedad como se anoto con anterioridad debe ser máxima, con el fin de eliminar la presencia de problemas vinculados con plagas y enfermedades de consecuencias económicas graves.

Esta propiedad es estrictamente varietal, por lo que puede ser alcanzada mediante la selección y empleo de un material que muestre algún grado importante de tolerancia o resistencia a las enfermedades (vertical-horizontal).

Pese a que la condición fitosanitaria de las plantaciones comerciales del país puede considerarse satisfactoria, como lo indicaran **CHAVES Y DURÁN** (1999) y **CHAVES et al** (1999), en esta materia los programas de Mejoramiento Genético proporcionan especial preferencia al control de las siguientes enfermedades.

- | | |
|---|--|
| ➤ Carbón | (<u>Ustilago scitaminea</u> Sydow) |
| ➤ Roya | (<u>Puccinia spp.</u>) |
| ➤ Escaldadura Foliar | (<u>Xanthomonas albilineans</u> (Ashby)Dowson) |
| ➤ Mancha de Ojo u Ojival | (<u>Bipolaris sacchari</u> Butler) |
| ➤ Raquitismo del Retoño | (<u>Clavibacter xyli subsp. xyli</u> Davies) |
| ➤ Raya Roja | (<u>Pseudomonas rubrilineans</u>) |
| ➤ Gogollo Retorcido o <i>Pokkah Boeng</i> | (<u>Fusarium moniliforme</u> Sheldon) |
| ➤ Peca Amarilla | (<u>Mycovellosiella koepkei</u> Krurger) |
| ➤ Mancha Parda | (<u>Cercospora longipes</u> Butler) |
| ➤ Pudrición Roja | (<u>Colletotrichum falcatum</u> Went) |
| ➤ Mancha Púrpura | (<u>Dimeriella sacchari</u>) |
| ➤ Mosaico | (Virus) |
| ➤ Síndrome de la Hoja Amarilla - YLS | (Virus) |

En el caso de las plagas se debe procurar contar con variedades que muestren algún grado de tolerancia a los siguientes patógenos:

- | | |
|------------------------------|--|
| ➤ Taladrador del Tallo | (<u>Diatraea spp</u>) |
| ➤ Salivazo | (<u>Aeneolamia póstica</u>) |
| ➤ Taladrador Menor del Tallo | (<u>Elasmopalpus lignosellus</u>) |
| ➤ Picudo | (<u>Metamasius hemipterus serius</u>) |

- Joboto, Gallina Ciega (*Phyllophaga spp*)
 - Cigarrita Antillana (*Saccharosydne saccharivora*)
 - Taladrador Mayor del Tallo (*Castnia licus*)
 - Nemátodos (*Pratylenchus spp; Helicotylenchus spp; Tylenchorhynchus spp*)
- El ciclo vegetativo de la variedad debe ser por razones económicas preferiblemente corto, de manera que retorne en el menor tiempo posible la inversión realizada.
 - La maduración de los tallos debe ser uniforme y sostenida, de manera que favorezca una alta concentración de sacarosa por un tiempo conveniente para efectos de cosecha (**CHAVES** 1982, 1985b). Hay grandes diferencias entre las variedades con respecto a esta característica, lo que induce comportamientos diferentes entre clones comerciales.
 - La calidad de los jugos debe mantener estabilidad en condiciones climáticas de precipitación y humedad permanente; como acontece en las zonas cañeras de la Vertiente Atlántica del país.
 - El tonelaje de caña producido debe ser satisfactorio y preferiblemente superior a 70 toneladas/ha, lo que en condiciones de producción orgánica resulta realmente bueno.
 - La variedad debe mostrar estabilidad en las cosechas que sucesivamente se realicen a la plantación, obviando caídas significativas y declinación de rendimientos agrícolas en fases vegetativas iniciales, lo que se traduce en una vida comercial prolongada que optimiza la Tasa de Retorno Marginal de los factores implicados.
 - Industrialmente la variedad debe contar con tallos que:
 - ➔ Posean una buena cantidad y calidad de jugo
 - ➔ Los jugos deben ser fácilmente clarificables (refractarios) durante el proceso fabril de extracción y elaboración del azúcar
 - ➔ Contenidos de fibra varietal (genética) aceptables, ubicados en valores de 13,5 a 14,5%
 - ➔ Alta concentración de sacarosa en la caña (> 13%)
 - ➔ Pureza de los jugos alta (> 87%)
 - ➔ Baja producción de miel final (< 30 kg/t)

- La alta productividad agrícola (caña) e industrial (kg azúcar/t) debe integrarse y traducirse en una elevada producción de azúcar por unidad de área (t/ha), el que al final de cuentas resulta ser el indicador técnico- económico más relevante.

Los anteriores atributos e indicadores de eficiencia productiva poseen una estrecha vinculación con la variedad que se cultive comercialmente, pues muchos de ellos son de alta heredabilidad y dependencia genética, motivo por el cual, la vía de lograr optimizar los factores de la producción y maximizar el beneficio agrícola, industrial, económico, ambiental y social que se pretendan alcanzar, se encuentran en un alto grado presentes en este caso en la variedad de caña de azúcar seleccionada y cultivada.

Los estudios fitogenéticos de la planta de caña de azúcar, han demostrado un alta heredabilidad genética para algunas características agroindustriales particularmente importantes, como es el caso de la pilosidad de la vaina, la floración, el (%) de Brix y Sacarosa en los jugos y en la caña, el número, grosor y longitud de los tallos, la longitud del entrenudo y, en menor grado, el contenido (%) de fibra, el peso de los tallos y el volcamiento de la planta, los cuales manifiestan contrariamente una mayor influencia del ambiente.

6. VARIEDADES RECOMENDADAS

Hablar de variedades especialmente recomendables para producir azúcar dentro de un sistema orgánico resulta realmente difícil, en razón de que como se explico anteriormente, las diferencias con respecto a un sistema de producción convencional se encuentran básicamente en el manejo de factores permitidos o en su caso restringido, como ocurre con los agroquímicos. La investigación en este campo es por otra parte prácticamente inexistente, al menos en el caso particular de Costa Rica.

Existen sin embargo como se expuso en el tópico de las propiedades y atributos potencialmente deseables en una variedad, características ligadas (heredables) muy estrechamente con la genética del material, que pueden y deben identificarse en aquellos clones que se empleen comercialmente para producir azúcar.

La larga experiencia adquirida en el país en cuanto a producción de caña en condiciones técnicamente muy limitadas, como es el caso de la elaboración de dulce o panela; ha demostrado que existen variedades especiales en virtud de su rusticidad, capacidad de adaptación, productividad y calidad de jugos para ese fin, lo cual podría ser un punto de referencia interesante.

Entre esas variedades se tienen como más sobresalientes las siguientes: B 47-44, B 50-135, Co 421, CP 57-603, H 32-8560, H 57-5174, H 44-3098, Mex 57-473 (conocida como Mex58-1230), NCo 310, PINDAR, POJ 2878, Q 68, Q 96, Q 99 y la denominada SANTA CRUZ; así como otras que pueden en la actualidad incrementarse como POJ 2714, H 50-7209, BAMBÚ y MORADA, las cuales se encuentran muy dispersas, aisladas y disminuidas.

En un estudio comparativo de variedades destinadas a la producción de dulce realizado en Platanillo de Turrialba (890 msnm), **CHAVES** y Compañeros (1989) encontraron que las variedades Q 68, B 47-44, B 50-377 y H 50-7209 superaron ampliamente al testigo PINDAR y otros clones, tanto en producción de caña como de azúcar.

Esta situación podría conducir a restituir y emplear algunos de esos cultivares, obviamente partiendo de un programa de producción de semilla de alta calidad que asegure su pureza, seleccionando además las condiciones naturales de producción idóneas que complementen y favorezcan la expresión del potencial genético.

Disponer de una condición climática que favorezca la maduración, la concentración de sacarosa y la alta pureza de los jugos, resultan fundamentales para optimizar la expresión de la capacidad industrial contenida en una determinada variedad (**CHAVES Y BERMÚDEZ** 1999a)

Cuando estos elementos se complementan e integran con un suelo fértil, disponibilidad de agua, buen manejo técnico de la plantación, uso de semilla de alta calidad, un suelo bien acondicionado, suministro de la nutrición (orgánica) requerida y el control de malezas apropiado, el resultado productivo final viene a ser muy satisfactorio y rentable.

Resulta obligante en este punto reiterar y señalar como se expuso al inicio, la significancia y trascendencia que tiene el disponer no sólo de una buena variedad, sino también del material de reproducción vegetativo (semilla) de la más alta calidad y pureza, puesto que ambos factores operan integralmente y su éxito está articulado (**CHAVES** 1985a).

Además de las variedades tradicionales indicadas anteriormente, existen otros clones en la actualidad de uso más reciente, que están en capacidad de ser empleados en la producción de azúcar orgánica con buen suceso, como lo ha demostrado su empleo en la producción de dulce, entre los que se citan los siguientes: B 76-259, B 77-95, Mex 69-290, RD 75-11, SP 70-1143, SP 70-1284 y SP 71-5574 entre otras.

Es importante tener presente que el grado de adaptación de cada una de esas variedades esta productivamente definida, por lo que las opciones deben necesariamente recomendarse y ubicarse para cada región, localidad y condición específica para explotar plenamente sus potenciales.

7. MEJORAMIENTO GENÉTICO

El proceso de Mejoramiento Genético de la caña de azúcar desarrollado en Costa Rica, se ha orientado y focalizado principalmente hacia la introducción de clones promisorios procedentes del exterior (Vía Asexual), mecanismo que desde inicios del siglo anterior ha operado satisfactoriamente, como lo demuestran el ejercicio y antecedente productivo alcanzado por el país a través de los años.

Con la creación de DIECA en 1982 se centralizó, fortaleció, mejoró y consolidó dicho mecanismo, estableciendo acuerdos internacionales con importantes instituciones proveedoras de clones; sistematizando además el ingreso de materiales genéticos de acuerdo con su origen y antecedentes productivos, hacia localidades y condiciones donde el potencial y las características de la planta presumen un alto grado de adaptabilidad.

El proceso de introducir clones de caña procedentes del exterior se ha por tanto orientado y direccionado en los últimos años hacia la identificación de potencialidades y similitudes agroclimáticas y productivas, procurando con ello alcanzar una mayor eficiencia de selección entre lo que ingresa y lo que tiene potencial real de adaptación a nuestras condiciones productivas.

En un principio DIECA incorporó y desarrolló alternativamente un programa de producción de clones empleando semilla sexual procedente del exterior (Brasil y México), el cual permitió liberar las primeras variedades nacionales obtenidas por la vía sexual, inscritas y reconocidas internacionalmente por la sigla LAICA.

Recientemente, luego de superar un largo proceso de estudio, evaluación, experimentación, consulta y capacitación, se logró realizar en el país en 1998 los primeros cruzamientos entre variedades sobresalientes, reconocidas en el país y con amplio potencial agroindustrial, posibilitando con ello la generación de híbridos dotados con los mismos atributos (**CHAVES 1995cd**).

Este procedimiento podría contribuir significativamente a la obtención de variedades adecuadas para la producción de caña dentro del concepto orgánico, puesto que la identificación y cruzamiento de cultivares de reconocido uso dentro de ese sistema de producción potencia y amplía significativamente el marco de probabilidades.

Entre los progenitores empleados en los cruzamientos realizados por DIECA se tienen por ejemplo POJ 2878, SP 70-1284, S P71-5574, Q 96, RD 75-11, Co 421, PINDAR, Mex 69-290, B 76-259, SP 70-1143, NCo 310, CR 61-01, SP 79-2233 y otras variedades de reconocida trayectoria que aportan tanto rusticidad como azúcar a los híbridos que de ellos se generen.

Es importante indicar que en el protocolo metodológico seguido en los cruzamientos genéticos realizados en el país, no intervienen procedimientos biotecnológicos ni de ingeniería o manipulación genética de ningún tipo.

El procedimiento seguido es enteramente natural, puesto que lo único que se hace es simular lo que ocurre naturalmente en el campo, favoreciendo por aproximación física de los padres la llegada del polen del progenitor (cruce simple o biparental) o progenitores (cruce compuesto, multiparental o abierto) utilizados como masculino, a la flor de la variedad que actúa en este caso como femenina.

8. VARIEDADES TRANSGÉNICAS

La posibilidad de utilizar las modernas técnicas que la Biotecnología propiamente de la Ingeniería Genética provee para “fabricar” variedades dotadas de atributos excepcionales, no están permitidas y no tienen cabida en el movimiento orgánico internacional; motivo por el cual, cualquier alteración o modificación del componente genético de una planta por inducción resulta violatoria de los postulados y principios que deben seguirse para aceptar y certificar un producto como orgánico.

9. CONCLUSIONES

Con fundamento en los comentarios realizados a través del texto, puede concluirse lo siguiente:

- 1) La experiencia y la información relativa al uso de variedades comerciales de caña especiales para la producción de azúcar orgánica es muy limitada, lo que conduce al empleo obligado de las cañas cultivadas convencionalmente para ese fin, hasta tanto no se experimente e investigue con mayor especificidad en esa materia.
- 2) Independientemente de conceptos filosóficos y personales, un sistema de producción orgánica deber ser ante todo eficiente y muy competitivo dentro de sus límites y criterios de aceptación y regulación, lo cual obliga a prestar especial atención al componente varietal en virtud de las implicaciones positivas (y también negativas) que el mismo incorpora a la producción.
- 3) La caña de azúcar ha sido un cultivo que ha manifestado a través del tiempo un elevado tratamiento “biológico-cultural” en el manejo de sus plantaciones comerciales, lo que representa una importante ventaja para la transición y adaptación satisfactoria de un sistema de producción convencional a uno orgánico.

El uso de agroquímicos en la caña es relativamente muy bajo cuando comparado con otros cultivos, restringiéndose los mismos en el caso de Costa Rica apenas al empleo de fertilizantes, herbicidas y en casos muy puntuales madurantes químicos.

- 4) En la variedad residen y se concentran elementos potenciales de índole agrícola, fitosanitario y productivo, que por su carácter intrínseco (genómico) representan importantes “insumos naturales” que no implican costos alternativos para el agricultor, que pueden y deben por tanto desarrollarse, maximizarse y optimizarse en todos los sentidos.
- 5) La cantidad y diversidad de variedades de caña que dispone y se emplean por parte de la agroindustria azucarera nacional e internacional para la fabricación del endulzante es elevada, lo que amplía significativamente las probabilidades de identificar cultivares idóneos y específicos para la producción de azúcar orgánica.
- 6) Disponer de las variedades de caña apropiadas, contribuye significativamente al éxito productivo, económico, ambiental y social que pueda alcanzarse en un sistema de producción de azúcar orgánica.
- 7) Las características y condiciones naturales (edafoclimáticas) del lugar donde se pretenda desarrollar un proyecto para la producción de azúcar orgánica, contribuyen y constituyen un factor de la producción fundamental para el éxito agro empresarial y ambiental, motivo por el cual estas deben ser idóneas.
- 8) Es prioritario estructurar y desarrollar programas de investigación bien conceptualizados, orientados a la generación e identificación de variedades de caña, entre otros tópicos, apropiadas para la producción de azúcar orgánica, dotadas de gran rusticidad, capacidad adaptativa, fitosanidad y potencial productivo agroindustrial comprobado.

Esta acción resulta emergente y prioritaria si consideramos que un proceso de selección de variedades desarrollado con profesionalismo y seriedad, implica un periodo de tiempo superior a los 9 años para identificar un buen material genético, como lo demostrara **CHAVES** (1999c) en Costa Rica.

10. LITERATURA CITADA

- 1 ARRIETA QUESADA, L. 1999. Procesos Productivos Ambientalmente Amigables. In: Congreso de ATACORI, 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, Setiembre. p: 227-229.
- 2 BERMÚDEZ LORIA A.Z. 1997. Agricultura Orgánica: otra Opción Viable para el Agricultor Costarricense. In: Congreso de ATACORI, 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica. Tomo II. p: 86-98.
- 3 BERMÚDEZ LORIA A.Z. 1998. La Certificación de Productos Orgánicos: El Caso del Azúcar de Caña. In: Congreso de ATACORI, 12, Guanacaste, Costa Rica, 1998. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, Setiembre. p: 62-68.
- 4 CASTAÑEDA SAMAYOA, O.R. 1998. Producción y Certificación de Azúcar de Caña Orgánica. In: Congreso de ATACORI, 12, Guanacaste, Costa Rica, 1998. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, Setiembre. p: 31-33.
- 5 CASTAÑEDA SAMAYOA, O.R. 1999. La Certificación como un Requisito para la Exportación de Productos Orgánicos hacia Europa y Estados Unidos. In: Congreso de ATACORI, 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Apéndice. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, Setiembre. 8 p.
- 6 CORDOVES HERRERA, M. 2000. La Producción Orgánica: Características y Perspectivas. In: Congreso ATALAC, 5, ATACA, 13, ATACORI, 14, San José, Costa Rica, 2000. Memoria. San José, ATALAC/ATACA/ATACORI, Setiembre. p: 174-177.
- 7 CHAVES SOLERA, M.A. 1982. La Maduración, su Control y la Cosecha de la Caña de Azúcar. In: Seminario de Tecnología Moderna de la Caña de Azúcar, 2, San José, Costa Rica, 1982. Memorias. San José, CAFESA. p: 28-40.
- 8 CHAVES SOLERA, M.A. 1984. La Calidad de la Materia Prima como Factor Determinante de los Rendimientos Agroindustriales. *El Agricultor Costarricense* 40(3-4): 62-66.
- 9 CHAVES SOLERA, M.A. 1985a. La Semilla, Elemento Determinante en la Productividad de la Caña de Azúcar. *El Agricultor Costarricense* 43(3-4): 59-61.
- 10 CHAVES SOLERA, M.A. 1985b. Es Tiempo de Iniciar el Control de Madurez de sus Cañales. DIECA (Costa Rica). *El Agricultor Costarricense* 43(3-4): 41-42.
- 11 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. In: Congreso Agronómico Nacional, 8, Cartago, Costa Rica, 1989.

- Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Julio. Volumen 1. p: 76-77.
- 12 CHAVES S., M.A.; AGUILAR, F.; ORTUÑO, F.; GUZMAN, G. 1989. Estudio comparativo de rendimiento de 11 clones de caña de azúcar, para producción de dulce en Platanillo de Turrialba, promedio de dos cosechas. In: Congreso Agronómico Nacional, 8, Cartago, Costa Rica, 1989. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Julio. Volumen 1. p: 70-71.
 - 13 CHAVES SOLERA, M. 1995a. Características de la variedad ideal de caña para la producción de azúcar en Costa Rica. In: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, DIECA, Setiembre. p: 293-306.
 - 14 CHAVES SOLERA, M. 1995b. Variedades de caña de azúcar de uso comercial en Costa Rica: una sinopsis histórica. In: 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.
 - 15 CHAVES SOLERA, M. 1995c. Obtención de variedades comerciales de caña de azúcar a partir de semilla sexual: un logro de la tecnología costarricense. In: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, DIECA, Setiembre. p: 347-354.
 - 16 CHAVES SOLERA, M. 1995d. Progenitores de la semilla de caña utilizada por el Programa de Mejoramiento Genético vía sexual desarrollado por DIECA. In: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, DIECA, Setiembre. p: 355-363.
 - 17 CHAVES, M. 1996. Paradigmas del Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, 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. Volumen I. p: 265.
 - 18 CHAVES, M. 1999a. Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p:193-214.
 - 19 CHAVES, M. 1999b. Determinación de la Vigencia Comercial de 60 Variedades Tradicionales de Caña de Azúcar en Costa Rica. In: 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:237.
 - 20 CHAVES, M. 1999c. Tiempo Requerido en el Proceso de Investigación y Liberación de 60 Variedades de Caña de Azúcar para Uso Comercial en Costa Rica. In: 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: 238
- 21 CHAVES, M. 1999d. Competitividad Agroindustrial del Azúcar Costarricense en el Entorno Internacional. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Aspectos Sociales, Económicos y Políticos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 1. p: 501.
- 22 CHAVES, M; BERMÚDEZ, A.1999a. Factibilidad y Perspectivas Técnicas para la Producción de Caña y la Fabricación de Azúcar Orgánico en Costa Rica. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 449-452.
- 23 CHAVES, M.; BERMÚDEZ, A. 1999b. Por una Mayor Conciencia Ambiental en el Sector Azucarero. In: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre 1999. Volumen 1. p: 274-278.
- 24 CHAVES, M; RODRÍGUEZ, A; SALAZAR, J.D; SÁENZ, C. 1999. Plagas y Fitosanidad de la Caña de Azúcar en Costa Rica. In: 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: 129.
- 25 CHAVES, M; DURÁN, J.R. 1999. Actualidad de las Enfermedades que Afectan la Caña de Azúcar en Costa Rica. In: 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: 30.
- 26 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.
- 27 GARCÍA, J.E. 1998. Potencialidad y Perspectivas Comerciales de los Productos Orgánicos. In: Congreso de ATACORI, 12, Guanacaste, Costa Rica, 1998. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, Setiembre. p: 30-31
- 28 ROSSI MACHADO J.R., G. 2001. Sugarcane Variety Notes "An International Directory" 7th revision. Piracicaba, Brazil, February. 132 p.