

CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD IDEAL DE CAÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR EN COSTA RICA

Ing. Agr. Marco A. Chaves Solera, MSc.

INTRODUCCIÓN

En cualquier encuentro o conversación relativa o donde intervenga el componente varietal de la caña de azúcar, independientemente del nivel académico de las personas involucradas, nacionalidad, región agrícola de procedencia de las mismas, características tecnológicas de la explotación o experiencia de los interlocutores, es común y casi ineludible escuchar el empleo de términos como: buena variedad, clon recomendable, variedad adecuada, clon promisorio y otros similares, términos todos por medio de los cuales se trata de tipificar y expresar el comportamiento productivo satisfactorio de una determinada variedad.

Es sin embargo cierto, que los criterios involucrados en esos conceptos incluyen aspectos de índole técnico, productivo y económico referidos a los componentes agrícola e industrial, base de la actividad azucarera.

Cabe ante esto preguntarnos entonces ¿Qué es lo que un productor de caña de azúcar conceptualiza como una buena variedad?, respuesta que conduce a citar necesariamente características y propiedades consideradas como sobresalientes y que lo hacen acreedor a tan significativo título.

En virtud de que cada productor califica de manera diferente esas características de acuerdo a sus criterios, intereses, experiencia personal, preconceptos y otros elementos subjetivos, es más 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.

La benevolencia de una determinada variedad comercial, valorada en términos técnicos y económicos como fin último y primordial de la gestión empresarial, puede ser en principio referida a tres grandes componentes, a partir de los cuales se derivan los elementos mayoritariamente determinantes de eficiencia; esos componentes son:

- Edafoclimáticas
- Agrícolas e
- Industriales

Las características sobresalientes se presentan en dicho caso en forma tanto individual como también asociada en cada uno de ellos, razón por la cual es de fundamental importancia conocer los antagonismos (efectos asociados negativos) y sinergismos (efectos asociados positivos) que pudieran existir con el fin de atenuarlos o promoverlos, según sea la situación prevaleciente o de interés promover.

Ingeniero Agrónomo. Presentado en: *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.*

A- Componente Edafoclimático

Este importante componente incluye factores de diversa naturaleza entre los que destacan:

1. Climáticos del entorno
2. Edáficos del substrato (suelo)

Como fácilmente se deduce, la gran mayoría de las variables que integran esos factores son de naturaleza “no controlable” para el agricultor, aunque algunas de ellas pueden ser sustancialmente modificadas en sus efectos, como sucede por ejemplo con la topografía, la humedad y la disponibilidad de nutrientes del suelo, A continuación se analizan brevemente los mismos.

A 1. Factor Climático

Los elementos del clima que mayoritariamente intervienen sobre la germinación, desarrollo y maduración de la caña de azúcar son:

1. **Lluvia**: en cantidad (mm) y distribución en el tiempo
2. **Temperatura**: (°) expresada en máxima, media y mínima, así como la determinación de la amplitud de variación observada entre máxima y mínima.
3. **Luz**: Valorada en sus componentes de calidad (longitud de onda), intensidad de radiación solar (calorías/cm². minuto) y duración (horas).
4. **Humedad (%) Ambiente.**
5. **Viento (km/hr)**: la existencia de “ráfagas” es también importante
6. **Evapotranspiración (mm).**
7. **Brillo Solar**: representa una medida indirecta del grado de nubosidad existente en el lugar

A 2. Factor Edáfico

En el caso del factor edáfico, son varios los elementos que inciden de manera diferencial sobre el comportamiento de la planta de caña, entre los que pueden citarse los siguientes:

1. **Relieve**: determina la topografía del terreno.
2. **Altitud (msnm) de la localidad**: determina la intensidad de otros elementos como luz, temperatura, humedad, etc.
3. **Grado de pendiente (%)**.
4. **Pedregosidad del terreno.**
5. **Características químicas del suelo**: pH contenido y disponibilidad de nutrientes esenciales, contenido de materia orgánica, condiciones de oxi-reducción, etc.
6. **Características físicas**: textura, grado de compactación, retención de humedad, facilidad de laboreo del suelo, etc.
7. **Características microbiológicas**: relación C/N, velocidad de mineralización, etc.
8. **Nivel freático.**
9. **Disponibilidad de agua para riego.**
10. **Profundidad del suelo (cm).**
11. **Riesgo de inundación.**

La acción individual y conjunta de todos esos factores sobre la planta de caña, inducen comportamientos diferentes de un mismo clon al afectar (positiva o negativamente) de manera determinante el metabolismo del vegetal, ejerciendo influencia sobre la capacidad genética potencial (genotipo) y su expresión productiva (fenotipo), lo cual ocurre desde su fase de germinación hasta el periodo pos-cosecha de la materia prima.

B- Componente Agrícola

En este componente se incluyen factores propios de la caña de azúcar, entre los que destacan características de índole anatómico-estructural y fisiológica, que determinan el comportamiento metabólico de la planta. Entre los más sobresalientes se tienen aquellos relacionados con:

- 1. Tamaño y ángulo de inserción de la hoja en el tallo.**
- 2. Ritmo de crecimiento dentro del proceso general de desarrollo.**
- 3. Capacidad de germinación, retoñamiento y ahijamiento.**
- 4. Número, longitud y grosor de los tallos.**
- 5. Duración del ciclo vegetativo (meses).**
- 6. Tipo de crecimiento.**
- 7. Características de la raíz.**
- 8. Floración.**
- 9. Comportamiento fisiológico de la planta.**
- 10. Ciclo de maduración natural de la población de tallos.**
- 11. Tolerancia o resistencia fitosanitaria natural.**

C- Componente Industrial

En lo que respecta a este factor, son elementos relacionados básicamente con la capacidad de concentración de sacarosa en los tallos, los que mayoritariamente intervienen como determinantes de eficiencia y que tipifican por tanto a una variedad ideal. Destacan entre ellos principalmente:

- 1. Ritmo secuencial de concentración de sacarosa (curva de madurez).**
- 2. Tiempo requerido (meses) para alcanzar el punto de máxima concentración (%) de sacarosa.**
- 3. Sostenibilidad de la concentración de sacarosa (%) en la población de tallos en un periodo de tiempo determinado (días).**
- 4. Contenido de azúcares reductores.**
- 5. Contenido de fibra (%) en los tallos.**
- 6. Cantidad de jugo contenida.**
- 7. Deterioro pos-cosecha.**
- 8. Facilidad de clarificación de los jugos.**
- 9. Alta Calidad de jugos.**

D- Tipificación de biotipo ideal de caña

Como se indicó al inicio del texto, son muchos los factores que intervienen y deben considerarse al tratar de definir lo que a criterio técnico podría ser considerada la variedad ideal para producir azúcar (no dulce pues algunos elementos varían) en Costa Rica.

Para ello, deben necesariamente integrarse aspectos que son en muchos casos tangibles y verificables como acontece por ejemplo con la calidad de los jugos, sin embargo, existen otros cuyo criterio es altamente subjetivo y responde muchas veces a los gustos y preferencias del productor, tal como ocurre con la apariencia general de la plantación, el porte de los tallos, o las características anatómicas de la planta.

Procurando identificar las mejores características y propiedades que mayoritariamente intervienen para declarar una variedad de caña de azúcar como ideal, y tratando de incurrir al mínimo en subjetividades, podrían anotarse como atributos de la misma los siguientes:

1. Poseer gran capacidad de adaptación (rusticidad) a condiciones adversas y también favorables para la germinación, el crecimiento, el desarrollo y la maduración de la planta, las cuales le proveen "*plasticidad*" a su capacidad de uso, posibilitando su cultivo satisfactorio en "*ambientes agrícolas*" diferentes. Esta capacidad viene favorecida y es producto de ventajas en características anatómico-estructurales y fisiológicas de la variedad, las que se traducen en una mayor tolerancia a la condición particular.

Es fundamental la adaptación de la variedad respecto a condiciones diversas inductoras de "*estress*" a la planta, como son:

- **Condiciones de infertilidad natural en el suelo.**
 - **Existencia de alta humedad, como sucede en situaciones de mal drenaje (avenamiento) o nivel freático muy elevado en el lugar de siembra.**
 - **Presencia de alta acidez o contenidos tóxicos de nutrimentos, como es el caso del aluminio, hierro, manganeso o cobre.**
 - **Concentraciones elevadas de sales en el suelo, particularmente de sodio intercambiable, que tipifican los suelos salinos y sódicos.**
 - **Tolerancia al frío y a los cambios bruscos de temperatura, como sucede en algunas regiones altas (+ 1.100 msnm) del país.**
 - **Adaptación a condiciones de falta de humedad en el suelo (sequía), tanto parcial como permanente.**
 - **Grado de desarrollo impedido o reducido (lento) por presencia de alta nubosidad, condición típica de las zonas altas.**
 - **Resistencia al viento, principalmente a las "ráfagas" que provocan volcamiento.**
 - **Aceptación al cultivo bajo condiciones topográficas variables: plana-ondulada-quebrada.**
2. Disponibilidad de un sistema radicular que exhiba gran capacidad exploratoria en suelo (vertical-horizontal), poder extractor y de sostén, que le permita sustentar altas productividades y evitar "*acame*" por el viento. Importante que se desarrolle bien en condiciones de alta acidez y presencia de elementos tóxicos.

3. Hojas preferiblemente con un ángulo de inserción vertical en el tallo (45°) que favorezca y optimice la captación de luz, sobre todo en regiones deficitarias.
4. Tamaño de la yema vegetativa pequeña, lo que induce menor daño físico y pérdida de poder germinativo en la semilla que se utilice posteriormente.
5. Buena Germinación, con una relación entre (yemas cultivadas/yemas germinadas x 100) superior al 90%.
6. Excelente capacidad de retoñamiento en ciclos (socas) sucesivos, mostrando estabilidad en su comportamiento, lo que evita el “cepeo” y elimina la práctica de la resiembra o la renovación pronto e innecesaria, la cual es onerosa.
7. Ahijamiento óptimo, que permita obviar el efecto de competencia y estabilizar el número de tallos industrializables en una población preferiblemente superior a los 100.000 tallos por hectárea.
8. Existencia de una tasa de crecimiento rápida que reduzca el efecto competitivo de las malas hierbas, hasta ocurrir el cierre de la plantación.
9. Alta vigorosidad en el ritmo general de desarrollo de la plantación.
10. Presencia de una cepa vigorosa y estructuralmente bien conformada.
11. Tolerante a la mecanización en todas las fases del cultivo: establecimiento – manejo – cosecha. El daño que sufre la planta y la cepa deben ser despreciables.
12. Población de tallos persistente y estable hasta cosecha, siendo el ideal una población superior a los 100.000 tallos por hectárea, lo que asegura una alta cantidad de tallos industrializables dependientes de la distancia de siembra, tal como lo refiere el Cuadro 1 para diferentes distancias y poblaciones de tallos/metro lineal de surco; la cantidad óptima depende básicamente de la distancia utilizada, debido a que el número de surcos por hectárea también varía.
13. No debe producir nuevos hijos en el periodo cercano a la cosecha, evitando lo que en el gremio cañero se conoce como “mamoneo”, y que corresponde a la presencia de tallos en fase inadecuada de crecimiento que los convierte en inmaduros durante la cosecha, afectando la calidad de los jugos. Esto es una característica muy varietal de algunos clones.
14. La longitud puede ser definida para el tallo (m) como un todo, así como también para el internudo (cm), lo cual incide directamente sobre factores importantes como es el número de nudos presente, lo que repercute a su vez sobre el contenido de fibra (%). Asimismo, una variedad que posea internudos largos obliga al empleo de una mayor densidad (TM/ha) de semilla durante la siembra, elevando con ello significativamente los costos de producción. Se estima conveniente que la longitud del tallo industrializable (sin cogollo) sea superior a 1,80 m, y el tamaño del internudo de aproximadamente 16 cm.

15. La variedad ideal debe poseer un grosor adecuado que no sea excesivo, pues esto dificulta labores como la corta, cosecha y la molienda. Se indica como óptimo un diámetro entre 3,0 y 3,5 cm.
16. Es muy importante que el tipo de crecimiento se adapte bien a la localidad o condición particular de la finca; existen tres tipos básicos de crecimiento: erecto – reclinado – postrado. La escogencia del modelo adecuado dependerá en mucho de la topografía del terreno y el tipo de cosecha utilizado (manual – mecánico). Considerando que la tendencia actual y principalmente futura de la agroindustria azucarera es por razones de costos de cosecha e insuficiencia de mano de obra, la corta mecanizada, lo recomendable es disponer de una variedad erecta que no vuelque, que además posea por su condición de clon, total homogeneidad y uniformidad en la población de tallos.
17. La sección correspondiente al cogollo (palmito) debe ser corta y poco voluminosa, evitando dificultades durante el “despunte” y la extracción del azúcar en el ingenio. Un cogollo grande es importante solamente cuando se pretende destinarlo a la alimentación animal como actividad complementaria. Se estima adecuado un tamaño de 50 a 65 cm.

Cuadro 1.
Población de Tallos Generadas por Hectárea de Acuerdo con la Distancia de Siembra (m) Utilizada y el Número de Surcos Existentes.

Tallos pr Metro Lineal	Distancia de Siembra (m)								
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
	NUMERO DE SURCOS POR HECTAREA								
	10,000	9,091	8,333	7,692	7,143	6,667	6,250	5,882	5,555
8	80,000	72,728	66,664	61,536	57,144	53,336	50,000	47,056	44,440
9	90,000	81,819	74,997	69,228	64,287	60,003	56,250	52,938	49,995
10	100,000	90,910	83,330	76,920	71,430	66,670	62,500	58,820	55,550
11	<u>110,000</u>	100,001	91,663	84,612	78,573	73,337	68,750	64,702	61,105
12	120,000	<u>109,092</u>	99,996	92,304	85,716	80,004	75,000	70,584	66,660
13	130,000	118,183	<u>108,329</u>	99,996	92,859	86,671	81,250	76,466	72,215
14	140,000	127,274	116,662	<u>107,688</u>	100,002	93,338	87,500	82,348	77,770
15	150,000	136,365	124,995	115,380	<u>107,145</u>	100,005	93,750	88,230	83,325
16	160,000	145,456	133,328	123,072	114,288	<u>106,672</u>	100,000	94,112	88,880
17	170,000	154,547	141,661	130,764	121,431	113,339	<u>106,250</u>	99,994	94,435
18	180,000	163,638	149,994	138,456	128,574	120,006	112,500	<u>105,876</u>	99,990
19	190,000	172,729	158,327	146,148	135,517	126,673	118,750	111,758	<u>105,545</u>
20	200,000	181,820	166,660	153,840	142,860	133,340	125,000	117,640	111,100
21	210,000	190,911	174,993	161,532	150,003	140,007	131,250	123,552	116,655

NOTA: Los valores subrayados corresponden al mínimo considerado como adecuado por cada distancia de siembra.

18. Los tallos deben ser flexibles para evitar “acame” y problemas de quebraduras provocadas por viento, exceso de peso por causa de la lluvia, daños por taladradores de tallo o plagas de suelo, sistema radicular deficiente o terreno mal preparado y deficientemente acondicionado (encalado y fertilización) para la siembra. Esta propiedad viene dada por los tejidos de la epidermis del tallo.

19. Es vital la ausencia total de características negativas que afecten la calidad de la materia prima como son rajaduras, ahuecamiento, tallos deformes, raíces adventicias o tendencia a germinar las yemas laterales (lalas).
20. Un alto despaje de la caña es muy importante puesto que se permite una cosecha mecanizada eficiente, y reduce (lo preferible es que elimine) el uso de la quema como práctica de acondicionamiento y preparación de la plantación para la cosecha.
21. Es óptima la ausencia de floración, lo que reduce el contenido de fibra y aumenta el de azúcar en los tallos.
22. Las vainas deben carecer de pelos "*urticantes*" que dificultan el manejo y la cosecha de la plantación, obligando al uso de la quema para eliminarlos.
23. Es importante que la planta sea por naturaleza de bajos requerimientos nutricionales, lo que reduce significativamente el empleo de fertilizante y los costos involucrados. Esta propiedad viene asociada con su capacidad de adaptación, características del sistema radicular, eficiencia de conversión energética y nutricional en materia prima (tejido).
24. La variedad debe ser tolerante (selectiva) al efecto de los plaguicidas, principalmente los herbicidas.
25. Muy importante es que el clon sea de porte erecto y de hojas verticales, de manera que permita una reducción de la distancia entre surcos cuando la planta es sembrada en condiciones favorables de luz, fertilidad, humedad y topografía, etc. Esta característica favorece un mayor aprovechamiento del espacio y de la tierra disponible.
26. La población de tallos debe mostrar aceptación y adaptabilidad al sistema de manejo tecnológico utilizado en las plantaciones comerciales, como es paso de maquinaria, uso de agroquímicos, etc.
27. Significativo sería que la variedad mostrara una capacidad de fijación simbiótica de Nitrógeno elevada, tal como se ha demostrado internacionalmente a nivel experimental.
28. La apariencia general de la plantación debe ser agradable para la vista, lo que se traduce en homogeneidad de crecimiento, vigor, erecta, buen ahijamiento, ausencia de cepeo, color de hojas y tallos definidos, gran sanidad, alto despaje, etc. Este criterio hay que aceptar que es bastante subjetivo en sus apreciaciones.
29. La variedad debe ser de fácil corta y carga, acomodándose especialmente bien el medio de transporte, lo que favorece al productor en términos de tiempo (hr) y cantidad (TM) de materia prima cargada y cosechada.
30. La fitosanidad debe ser total, de manera que todas las partes de la planta se encuentran sin manchas, decoloraciones, ni afecciones de ningún tipo. Es

fundamental que la variedad muestre tolerancia (preferiblemente resistencia) vertical y horizontal, de tal manera que enfermedades como las siguientes existentes en Costa Rica no le afecten en ningún grado:

- **Carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow)**
- **Roya (*Puccinia* spp)**
- **Mancha parda (*Cercospora longipes* E. Butler)**
- **Peca Amarilla (*Cercospora koepkei* Kruger)**
- **Escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson)**
- **Pudrición roja (*Colletotrichum falcatum* Went)**
- **Cogollo retorcido o pokkah boeng (*Fusarium moliniforme* Sheldon)**
- **Mancha púrpura (*Dimeriella sacchari*)**
- **Mancha anular (*Leptosphaeria sacchari* B de Hann)**
- **Mancha de ojo u ojival (*Bipolaris sacchari* Butler)**
- **Raquitismo de Retoño (*Clavibacter xyli* sbsp *xily* Davies)**
- **Raya roja (*Xanthomonas rubrilineans* Lee et al)**
- **Mosaico (virus)**
- **Raya clorótica (virus)**
- **Enfermedad de la piña (*Thielaviopsis paradoxa* De Seynes)**

En el caso de plagas limitantes pueden citarse las siguientes:

- **Taladrador del tallo (*Diatraea* spp)**
- **Taladrador mayor del tallo (*Castnia licus*)**
- **Salivazo (*Aeneolamia póstica*)**
- **Baba de Culebra (*Prosapia* spp)**
- **Taladrador menor del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*)**
- **Picudo (*Metamasius hemipterus serius*)**
- **Joboto, gallina ciega (*Phyllophaga* spp)**
- **Gusano medidor (*Mocis latipes*)**
- **Gusano cortador (*Spodoptera frugiperda*)**
- **Cigarrita antillana (*Saccharosydne saccharivora*)**

La presencia de otras plagas de suelo como sucede con nematodos de los géneros **Pratylenchus spp**, **Helicotylenchus spp** y **Tylenchorhynchus spp** puede ser desastrosa, razón por la cual algún grado de tolerancia a los mismos sería valioso. La susceptibilidad de roedores es igualmente importante, principalmente la perteneciente a los géneros **Sigmodon hispidus**, **Oryzomys ssp** y **Perognatus hispidus**, entre otras; se ubica en este grupo la taltuza (**Orthogemis chemierre**), cuya ubicación está bastante regionalizada en el Valle Central.

31. Por razones de índole estrictamente económica, es importante que la variedad posea un ciclo vegetativo (germinación o retoñamiento hasta óptimo de maduración) corto, que asegure un retorno rápido de la inversión realizada. Lo ideal sería un ciclo vegetativo tanto para soca como para planta no superior a los 13 meses.

32. El clon debe ser preferiblemente de maduración natural homogénea (uniforme), de duración temprana a intermedia según sea la condición y características del lugar. Importante es que el grado de concentración de azúcar en los tallos sea mantenido (perdurable) durante el mayor tiempo posible a través de zafra.
33. La calidad de los jugos debe mantener estabilidad ante la influencia de lluvias significativas.
34. El tonelaje de materia prima producido (TM/ha) debe ser elevado, esperándose productividades no inferiores a 90 TM/ha en condiciones normales (suelos de fertilidad media).
35. Debe existir sostenibilidad productiva que asegure productividades elevadas y mantenidas por varias cosechas, lo que permite utilizar el clon por un periodo (vida) comercial prolongado, el cual se esperaría no menor a siete cosechas consecutivas.
36. El grado de deterioro (inversión) de los jugos luego de la cosecha debe ser bajo lo que permite mayor estabilidad entre el periodo cosecha – molienda.
37. Como características industriales favorables la variedad ideal debe tener:
- Buena cantidad de jugo en los tallos
 - Jugos fácilmente clarificables (refractarios) en la fábrica
 - Fibra varietal aceptable (13,5 – 14,5%)
 - Alto contenido de sacarosa en caña (+ 13%)
 - Purezas elevadas (+ 87%)
 - Baja producción de miel final (< 30 kg)
38. Alta producción de azúcar por unidad de área (TM/ha), estimándose como mínimo una productividad de 12 TM (12%).

Como se comprenderá es bastante difícil por no decir imposible, identificar una variedad para uso comercial que reúna todas las características y propiedades anotadas, razón por la cual el Programa Nacional de Mejoramiento Genético y los técnicos que lo desarrollan, se esmeran y proyectan a tratar de optimizar muchas de ellas que tipifiquen entonces lo que conocemos como una buena variedad.