

DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA Y PERSPECTIVAS

Mario Melgar*

INTRODUCCIÓN

Desarrollo tecnológico es el proceso de organización sistemática del conocimiento científico y tecnológico para la producción de bienes y servicios.

La tecnología es esencialmente conocimiento, pero conocimiento organizado específicamente para la producción. El desarrollo tecnológico causa transformaciones en los procesos productivos.

Según Enríquez, 2001 “Que un país sector, organización, empresa o individuo lleguen a triunfar depende de su habilidad para entender y aplicar cambios en tecnología”.

Alvin Tofler en su libro *La tercera ola*, 1982 sintetiza la historia tecnológica de la humanidad a través del impacto de tres olas, que han desencadenado tres revoluciones. La primera: la revolución agrícola; la segunda: la revolución industrial, y la tercera: la revolución de la informática. Cada una creando una nueva civilización con sus propios empleos, estilos de vida, estructuras económicas y esquemas políticos.

Richard Oliver, en *The Coming Biotech Age*, 1999 plantea que el mundo esta entrando a una nueva era u ola, “La Revolución Bionanotecnológica”, la cual orientará la economía global en las primeras décadas del siglo XXI. En la Figura 1 se observa la evolución de estas eras a través del tiempo y su impacto en términos de globalización y valor agregado (producto interno bruto (PIB), per capita y esperanza de vida). La duración de cada ola ha sido más corta, debido a la acumulación previa de conocimiento.

* Ing. Agr., Ph.D., Director General de CENGICANA. www.cengicana.org

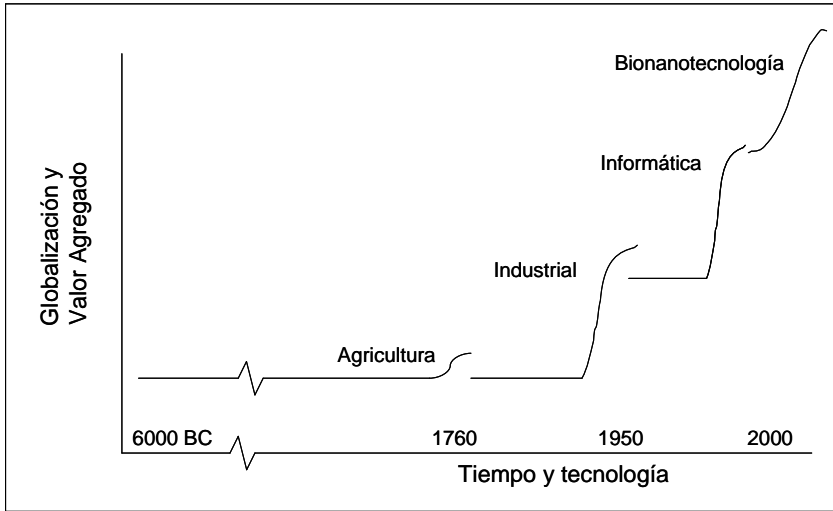


Figura 1. La tecnología crea olas económicas

Fuente: Melgar, M. 2003. No debemos perder la siguiente ola: La revolución biotecnológica ATAGUA (Gua) 3(4): 14:18.

HISTORIA TECNOLÓGICA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN GUATEMALA

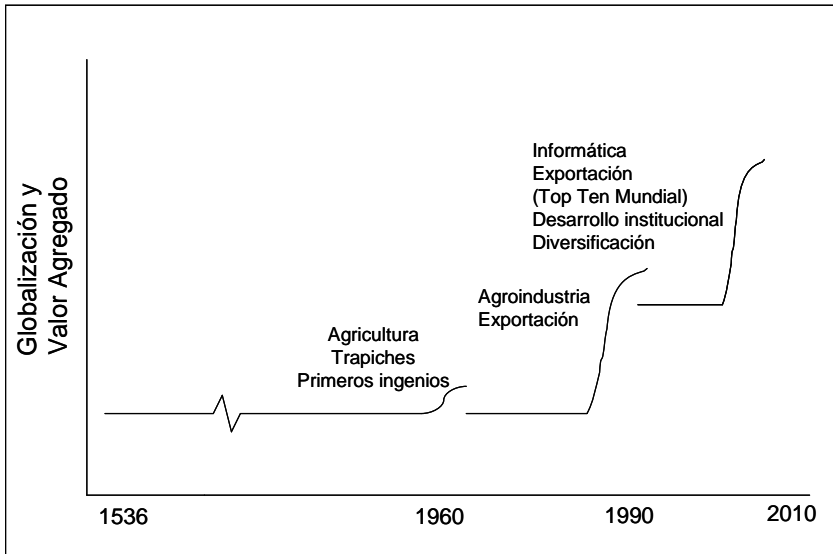


Figura 2. Olas en la Agroindustria Azucarera de Guatemala

De manera similar a las olas tecnológicas de Tofler, podemos proponer que el desarrollo tecnológico de la Agroindustria Azucarera de Guatemala ha ocurrido en tres olas, que se describen sintéticamente a continuación.

Wagner, 2007, en el libro *Historia de la caña de azúcar en Guatemala*, menciona que la caña de azúcar comenzó a cultivarse en Guatemala en 1536 en Amatitlán.

Los primeros trapiches de Guatemala se fundaron en el valle central de Guatemala y en el valle de Salamá durante el siglo XVI.

En el siglo XVII creció el número de trapiches, estando los más importantes en manos de las órdenes religiosas.

Wagner menciona que en esa época “el consumo y la producción de panela y aguardiente se volvieron tan comunes entre la población, que se encontraban trapiches en todas las regiones de clima cálido de todo el país”.

Fue hasta mediados del siglo XIX que Guatemala comenzó a exportar azúcar en cantidades menores.

En 1957 se fundó la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA), con el fin de resolver los problemas en la producción azucarera y desarrollar programas para fomentar, mejorar y tecnificar la industria azucarera del país.

Según McSweeney, en 1960 Guatemala recibió su primera cuota de Estados Unidos, en ese tiempo la producción total de azúcar de Guatemala fue de 68,000 toneladas métricas.

En el Prólogo del libro *Historia de la caña de azúcar en Guatemala*, Fraternal Vila, 2007 menciona que para la historia moderna de la caña de azúcar se toma como punto de partida el año de 1960. En el mundo la era industrial estaba muy desarrollada y se empezaba a hablar de cambios en la dinámica mundial, fue entonces que los ingenios azucareros definieron su estrategia de modernización y crecimiento. La industria se transformó de local a una industria de exportación, y se convirtió en una de las actividades agroindustriales más importantes del país.

Al expandirse las exportaciones de azúcar de Guatemala, la Asociación de Azucareros de Guatemala comenzó a desarrollar una serie de proyectos y estrategias, que fueron los impulsores de la Agroindustria Azucarera nacional. Para incrementar la producción, los ingenios introdujeron mejoras en el cultivo, la cosecha, la fábrica, la distribución y comercialización del producto, así como mejores condiciones de vida para los trabajadores de la Agroindustria Azucarera.

En 1971 se fundó la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (ATAGUA) con el fin de fomentar el intercambio de experiencias y tecnología, y la difusión de conocimientos técnicos para impulsar el desarrollo de la agroindustria azucarera. Esto propició la transferencia de tecnología en congresos y simposios con otras Asociaciones de Técnicos Azucareros de Centroamérica y Latinoamérica.

En la década de 1970 varios ingenios comenzaron a contratar a profesionales guatemaltecos y a técnicos azucareros y consultores principalmente de Cuba para mejorar la eficiencia en la operación industrial, y para diseñar proyectos de ampliación y modernización de algunos ingenios.

La formación de técnicos azucareros en centros universitarios se inició en 1975, permitiendo a los nuevos profesionales ocupar posiciones importantes en los ingenios. Así comenzó la transformación de la Agroindustria Azucarera Guatemalteca, que continuó evolucionando progresivamente en el cultivo, la cosecha y el transporte.

ASAZGUA creó el Departamento de Experimentación Agrícola en 1974 y el ingenio Pantaleón en 1978 principió a desarrollar trabajos de investigación. Posteriormente lo hicieron los ingenios Santa Ana, Concepción y La Unión.

La Asociación de Azucareros de Guatemala, creó FUNDAZUCAR en 1990, cuya misión es “Convertirse en un modelo de promoción de desarrollo social, replicable por otros sectores del país”; CENGICANA en 1992, cuya misión es “Ser la organización de la Agroindustria Azucarera responsable de generar, adaptar y transferir tecnología de calidad para su desarrollo rentable y sostenible”; EXPOGRANEL en 1994 cuya misión es “Ser la terminal de embarque que posibilita la competitividad de la industria azucarera de Guatemala a nivel mundial a través del manejo efectivo y confiable del azúcar de exportación” y en 1994 también creó el Departamento de Manejo Ambiental.

A partir de 1990 la Agroindustria Azucarera comienza a posicionarse como un modelo a nivel mundial, se ubica entre los diez países más importantes en volúmenes de exportación, según la International Sugar Organization (ISO), y en productividad según la LMC International, como se muestra en la Figura 3, donde Guatemala ocupa el tercer lugar a nivel mundial.

Muestra de ello es haber sido seleccionado como sede del XXV Congreso Mundial de Técnicos Azucareros de la ISSCT que se realizó exitosamente en enero del 2005 en Guatemala.

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), fue fundado por ASAZGUA en 2010, cuya misión es “Crear y promover acciones y procesos que faciliten la mitigación y la adaptación al cambio climático en la región con base en lineamientos técnico-científicos”.

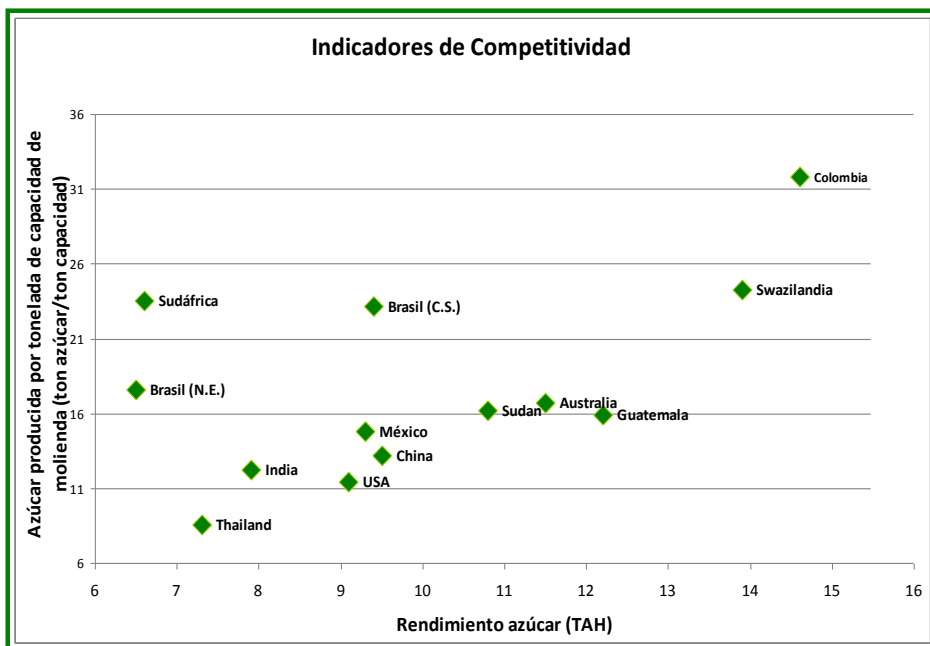


Figura 3. Indicadores de competitividad

Fuente: LMC Sugar Technical Performance - Executive Summary. September 2008.

En este capítulo se presentan, brevemente los siguientes temas, con énfasis en el período 1990-2010:

1. Factores de desarrollo de la Agroindustria Azucarera Guatemalteca.
2. El sistema de innovación de la caña de azúcar.
3. Estrategias de investigación y desarrollo a nivel sectorial.
4. Cambios en los factores de la producción dentro del sistema agronómico.
5. Las perspectivas.

FACTORES DE DESARROLLO

La Agroindustria Azucarera Guatemalteca ha venido creciendo permanentemente desde 1960 hasta llegar a ubicar a Guatemala como:

- El quinto país exportador de azúcar a nivel mundial, el segundo en Latinoamérica, y el tercer lugar en productividad (toneladas métricas de azúcar/ha) a nivel mundial (Figura 3).
- El azúcar es el segundo producto agrícola en Guatemala en generación de divisas, constituyéndose en una importante contribución a la economía nacional (Cuadro 4).

En la Figura 4 se observa que el aumento en la producción se debe a incremento en área y en productividad.

El aumento en la productividad ha sido más notable en los últimos 20 años como se muestra en la Figura 5.

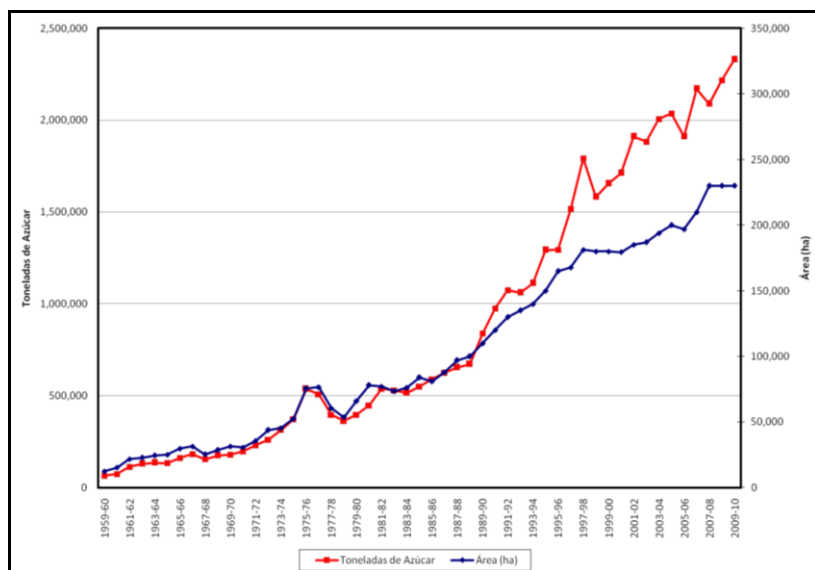
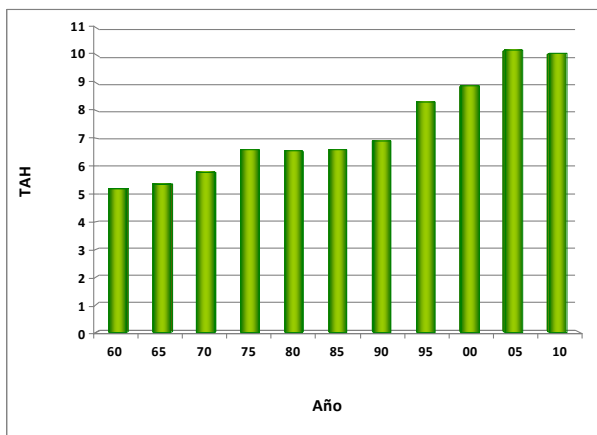


Figura 4. Tendencias en área, producción y rendimiento de azúcar en Guatemala, 1960-2010

Fuente: Melgar, M. 2010. "Estrategias de la investigación tecnológica en la agroindustria azucarera de Guatemala". Presentación en Power Point en el simposio "Modelos de investigación y desarrollo tecnológico agrícola" Experiencias del sector privado. USAID-AGEXPORT. 15 de julio 2010.



Quinquenio	TCH	% Sac	TAH
1959/60*	53	9.70	5.20
1960/65	57	9.34	5.34
1965/70	62	9.24	5.76
1970/75	74	8.83	6.58
1975/80	77	8.49	6.54
1980/85	76	9.10	6.58
1985/90	71	9.66	6.90
1990/95	82	10.10	8.32
1995/00	85	10.42	8.87
2000/05	90	11.33	10.17
2005/10	94	10.75	10.05

* Solo 1959/60

Figura 5. Rendimiento de azúcar/TAH 1960-2010

Fuente: CENGICAÑA. 2007. Eventos históricos y logros 1992-2007 y actualización 2010 (Ver Anexo 1). Guatemala.

En la década 1980-1990 se produjeron en promedio 6.77 toneladas de azúcar por hectárea (TAH), mientras que para la década 2000-2010 el promedio fue 10.11 TAH.

Diversos autores describen los principales factores que han incidido en el desarrollo de la Agroindustria Azucarera Guatemalteca. Estos son:

Cuadro 1. Principales factores de desarrollo de la Agroindustria Azucarera de Guatemala

FACTOR	DESCRIPCIÓN	AUTOR (ES)
Ecológico	Condiciones agroecológicas favorables	International Sugar Journal 1998
Organizacional Gerencial	Industria privada Organización gremial Método de exportación Terminal de exportación Diversificación	International Sugar Journal, 1998 Hasrajani, 2004 McSweeney, 2005
Tecnológico	Operaciones en campo Operaciones en fábrica Investigación Capacitación Transferencia de tecnología Benchmarking	Int. Sugar Jul 1998 Herrera <i>et al.</i> , 2001 Meneses <i>et al.</i> , 2003 Hasrajani, 2004 McSweeney, 2005 Menéndez y Estévez, 2005 Tay y Huete, 2006
Social	Condiciones de los trabajadores Responsabilidad Social	Herrera <i>et al.</i> , 2001 McSweeney, 2005

Fuente: CENGICAÑA. 2007. Eventos históricos y logros 1992-2007. Guatemala.

Los autores mencionados coinciden en que el componente tecnológico ha tenido un rol importante en el desarrollo de la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

SISTEMA DE INNOVACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN GUATEMALA

De acuerdo con Tosi, 2010, el desempeño innovador de un país, región o sector no puede ser evaluado focalizando solo los logros de las organizaciones individualmente. Por el contrario, la innovación es un proceso que resulta de la interacción de diversas organizaciones.

En la Figura 6 se presentan las principales empresas u organizaciones que participan en el sistema de innovación de la caña de azúcar en Guatemala.

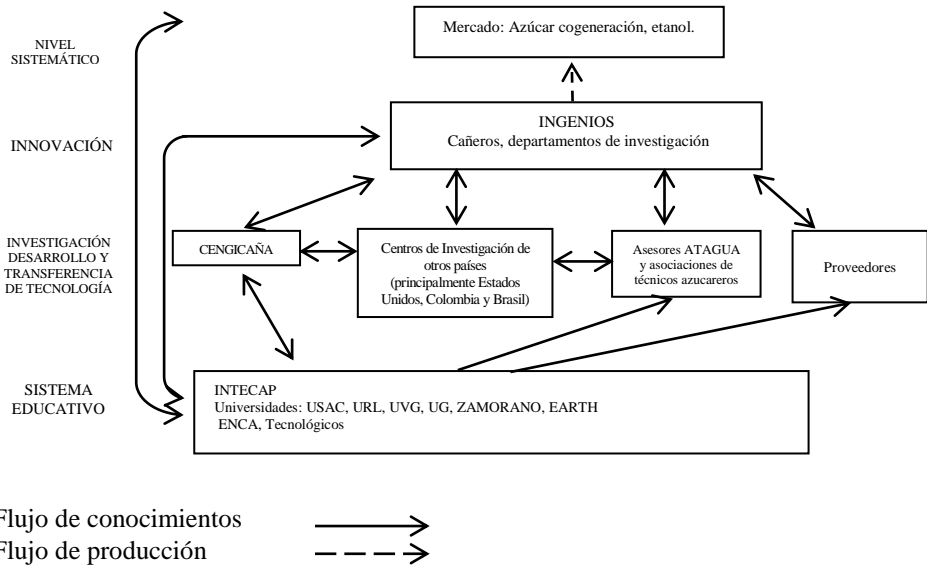


Figura 6. Sistema de innovación de la caña de azúcar en Guatemala

Algunas de las actividades que ha desarrollado el sistema de innovación, como capacitaciones, publicaciones y congresos, se pueden apreciar en las Figuras 7, 8 y 9.

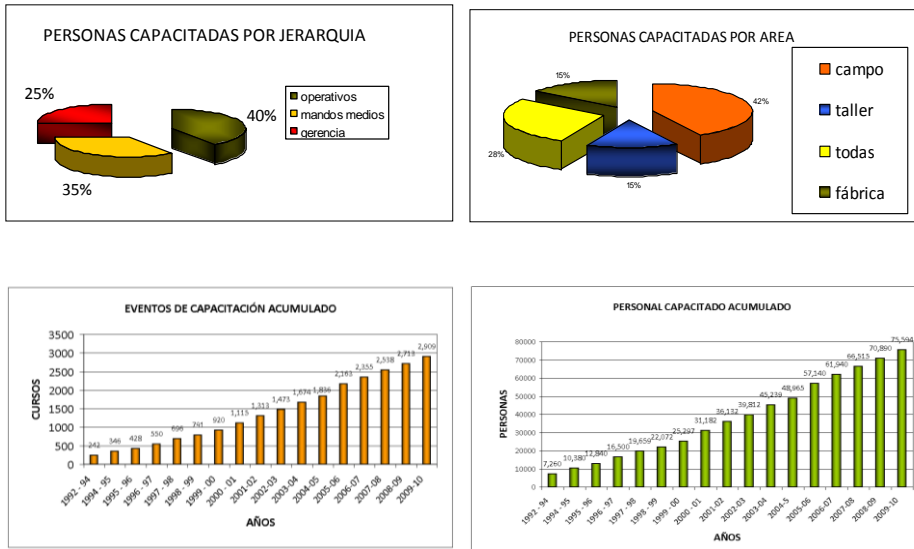


Figura 7. Eventos de capacitación coordinados por CENGICAÑA

Fuente: Melgar, M. 2011. "Desarrollo Tecnológico de la Agroindustria Azucarera y su Impacto en la Costa Sur de Guatemala". Presentación en Power Point en el foro "La Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Rural Integral" XI Congreso de Ingenieros Agrónomos, Forestales y Ambientales de Guatemala. 15 de junio 2011.

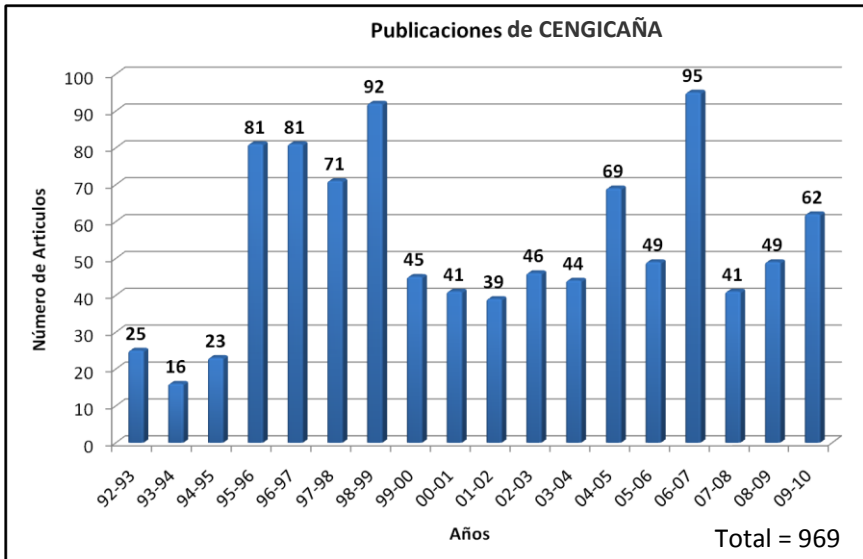


Figura 8. Publicaciones elaboradas por CENGICAÑA, la mayoría se encuentran disponibles en www.cengicana.org

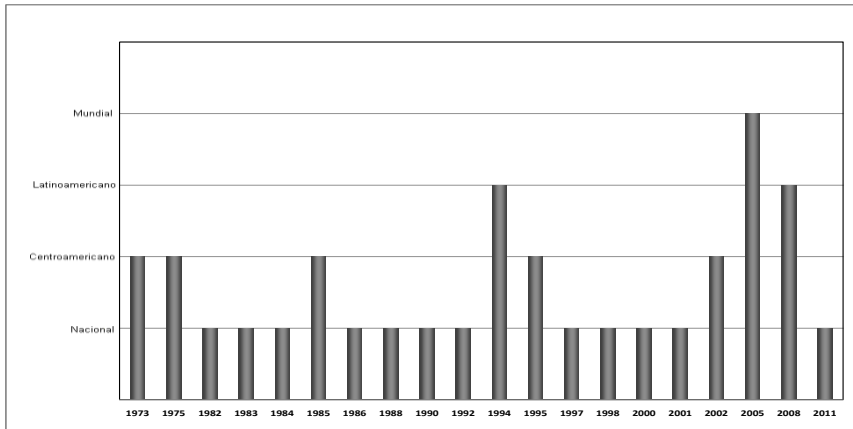


Figura 9. Congresos de caña de azúcar organizados en Guatemala por ATAGUA, con apoyo de ASAZGUA y CENGICAÑA

La Figura 10 sintetiza los actores de la red tecnológica del sistema de gestión de tecnología, que permiten formar el “Stock de tecnología” de la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

SISTEMA DE GESTIÓN TECNOLÓGICA RED TECNOLÓGICA



Figura 10. Actores de la red tecnológica del sistema de gestión de tecnología

Fuente: Melgar, M. 2011. “Estrategias de la investigación tecnológica en la agroindustria azucarera de Guatemala”. Presentación en Power Point en el seminario-taller “Situación actual y perspectivas de la investigación agropecuaria, forestal e hidrobiológica en Guatemala”. 02 de junio 2011.

POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO A NIVEL SECTORIAL

Como se observa en la Figura 6, las fuentes de innovación son diversas y cada una tiene sus políticas, en el Cuadro 2 se presentan las políticas de investigación y desarrollo a nivel sectorial que han dirigido el trabajo de CENGICAÑA y que han sido documentadas en publicaciones o presentaciones.

Cuadro 2. Políticas de investigación y desarrollo

POLÍTICA	DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA
1. POLÍTICA DE COORDINACIÓN SECTORIAL	Las actividades de desarrollo científico y tecnológico, y transferencia de tecnología se realizarán con la participación de las empresas que conforman el sector azucarero en forma coordinada.	Creación del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA).
2. POLÍTICA DE PRIORIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	La investigación científica y tecnológica se orientará a resolver los problemas prioritarios del cultivo de la caña de azúcar.	Elaboración de planes estratégicos y operativos con la participación de los niveles gerenciales y técnicos de los ingenios.
3. POLÍTICA DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	La capacitación, actualización y formación de profesionales y técnicos será una actividad prioritaria para el desarrollo tecnológico del sector.	Vinculación con instituciones nacionales e internacionales para la formación de recursos humanos.
4. POLÍTICA DE GESTIÓN TECNOLÓGICA	Se facilitará la difusión de los resultados de las investigaciones a través de actividades conjuntas con los ingenios azucareros. Se desarrollará un sistema de gestión tecnológica y un sistema de innovación.	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de comités específicos • Organización de eventos técnicos y congresos • Elaboración de publicaciones • Investigación coordinada • Eventos de Benchmarking • Establecimiento de una biblioteca especializada. • Creación de portal Web
5. POLÍTICA DE COOPERACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL	Se establecerá y fortalecerá la vinculación de CENGICAÑA con otros centros de investigación de caña y azúcar, a nivel internacional y organizaciones nacionales	Establecer convenios y otros mecanismos que permitan el desarrollo de programas o proyectos conjuntos, que promuevan el intercambio tecnológico.

POLÍTICA	DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA
6. POLÍTICA DE INVERSIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	Se identificarán mecanismos que estimulen la inversión en ciencia y tecnología por parte de los empresarios del sector.	Presentaciones o elaboración de publicaciones que demuestren la rentabilidad de las inversiones en investigación.
7. POLÍTICA DE GESTIÓN DE CALIDAD	CENGICAÑA implementará un sistema de gestión de calidad	Certificación del Sistema de Gestión de Calidad de CENGICAÑA, de acuerdo con la Norma ISO 9001:2000 en 2006 y recertificación ISO 9001:2008 en 2009.

Fuente: CENGICAÑA. 2007. Eventos históricos y logros 1992-2007. Guatemala.

ESTRATEGIA DE PRIORIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

El Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar fue creado por la Asociación de Azucareros de Guatemala en 1992, para apoyar el avance tecnológico de la agroindustria azucarera, con el objetivo de mejorar la producción y la productividad del cultivo de la caña de azúcar y sus derivados. Es financiado por los ingenios que conforman la agroindustria azucarera de Guatemala, que hacen sus aportes al presupuesto del Centro, proporcionales a la producción de azúcar.

De acuerdo con el Plan Estratégico 2005-2015 la visión de CENGICAÑA es “Ser líderes en generar tecnología para incrementar la competitividad de la Agroindustria Azucarera en la región”, y la misión: “Ser la organización de la Agroindustria Azucarera responsable de generar, adaptar y transferir tecnología de calidad para su desarrollo rentable y sostenible”.

El Centro tiene como objetivos estratégicos:

1. Aumentar la rentabilidad y sostenibilidad de la Agroindustria Azucarera a través de la mejora continua de los procesos de Variedades, Manejo Integrado de Plagas, Biotecnología, Fertilización, Riegos, Agrometeorología, Zonificación agroecológica y Malezas y Madurantes.
2. Evaluar e implementar nuevos programas de investigación en fábrica, cogeneración y coproductos.
3. Mejorar la transferencia de tecnología a los ingenios asociados, por medio de capacitación, divulgación y promoción de los procesos de Benchmarking, en campo, fábrica y transporte.

4. Asegurar la satisfacción de los asociados con tecnologías para mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad y *mantener el Sistema de Gestión de la Calidad certificado de acuerdo con la Norma ISO 9001:2008*.
5. Desarrollar un programa continuo de educación, formación y actualización del personal técnico de CENGICAÑA y la Agroindustria Azucarera.

Los programas y proyectos que desarrolla CENGICAÑA con base en la priorización definida conjuntamente, por la Junta Directiva, Gerentes Agrícolas y Gerentes Industriales, se listan en el siguiente Cuadro:

Cuadro 3. Programas y proyectos de investigación de CENGICAÑA

PROGRAMAS	ÁREAS	PROYECTOS
■ Programa de Variedades	1. Fitomejoramiento	1. Recurso genético. 2. Cruzamientos. 3. Programa de selección, 4. Semilla genética. 5. Promoción de nuevas variedades
	2. Biotecnología	1. Selección asistida con marcadores moleculares (MAS) 2. Detección molecular de enfermedades. 3. Cultivo de tejidos
	3. Fitopatología	1. Detección de patógenos en semilleros
■ Programa Manejo Integrado de Plagas	1. Entomología	1. Bioecología de plagas y sus enemigos naturales. 2. Investigación bioeconómica de plagas. 3. Desarrollo de estrategias de control
■ Programa de Agronomía	1. Fertilización y Nutrición Vegetal	1 Requerimiento de nutrientes y fertilización. 2. Uso y manejo de fertilizantes. 3. Uso y manejo de subproductos. 4. Abonos verdes
	2. Riegos	1. Eficiencia técnica y económica del riego. 2. Eficiencia técnica y económica de métodos de riego. 3. Estudios de niveles freáticos
	3. Agrometeorología	1. Análisis de información meteorológica para caña de azúcar
	4. Sistema de Información para Agricultura de Precisión	1. Sistema de información agronómico. 2. Zonificación agroecológica. 3. Mapas temáticos
	5. Malezas y Madurantes	1. Inhibidores de floración. 2. Madurantes. 3. Manejo de malezas
■ Programa de Investigación Industrial		1. Recuperación de sacarosa 2. Estandarización y normalización 3. Eficiencia energética

Fuente: Melgar, M. 2011. "Estrategias de la investigación tecnológica en la Agroindustria Azucarera de Guatemala". Presentación en Power Point en el seminario-taller "Situación actual y perspectivas de la investigación agropecuaria, forestal e hidrobiológica en Guatemala". 02 de junio 2011.

CAMBIOS EN LOS FACTORES TECNOLÓGICOS

La Figura 11 presenta el sistema agronómico de producción comercial de caña de azúcar. A continuación se describen los principales cambios en estos factores con énfasis en el período 1990-2010.

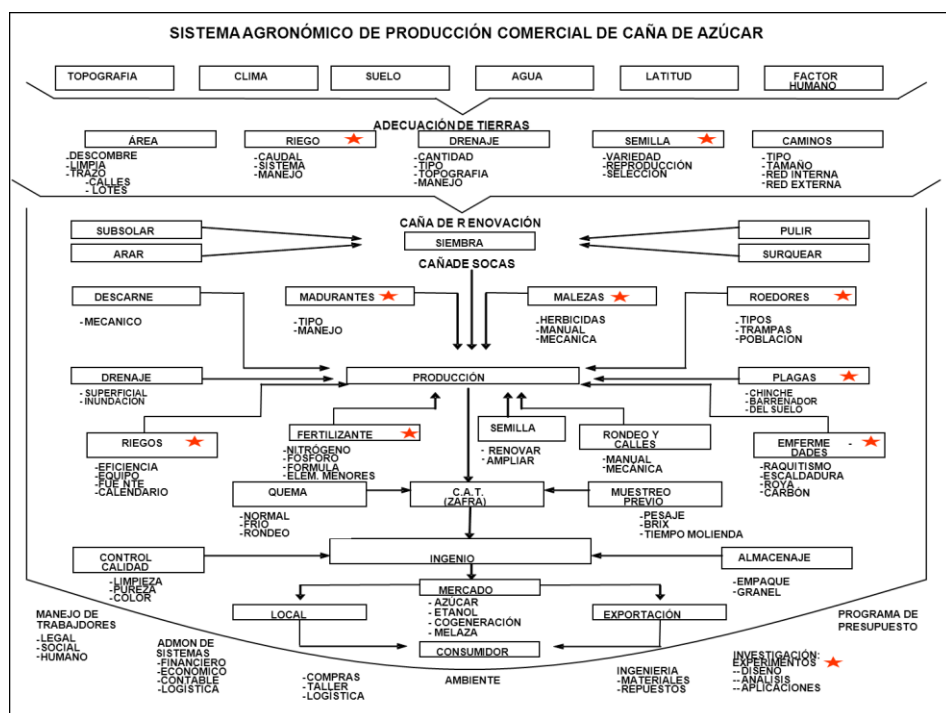


Figura 11. Sistema agronómico de producción comercial de caña de azúcar

Fuente: Melgar, M. 2011. "Desarrollo Tecnológico de la Agroindustria Azucarera y su Impacto en la Costa Sur de Guatemala". Presentación en Power Point en foro "La Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Rural Integral" XI Congreso de Ingenieros Agrónomos, Forestales y Ambientales de Guatemala. 15 de junio 2011. Adaptado de Gundersen, 2006.

★ Factores en los que se ha realizado investigación coordinada con CENGICAÑA.

Variedades

Durante el período de 1990/2010 (Figura 12) en la composición varietal de la Agroindustria Azucarera Guatemalteca, se observó un predominio de las variedades CP provenientes de la Estación Experimental de Canal Point, Florida. Destaca la variedad CP72-2086 que en la zafra 2002/2003, ocupó el 75 por ciento del área sembrada.

A la variedad CP72-2086 se le ha denominado “supervarietad” porque ha ocupado más del 40 por ciento del área sembrada durante más de 10 años y, con más de 8 toneladas de azúcar por hectárea. Casos similares se registraron en Brasil en la década de 1980 con la variedad NA5679; en Louisiana, en la década de 1990 con la variedad LCP85-845; en Australia, en la década de 1990 con la Q124, y en la actualidad Colombia con la variedad CC85-92.

A partir de la detección de la Roya naranja en Guatemala, en 2007, el área de la variedad CP72-2086 ha disminuido y ha crecido el área de la variedad CP88-1165.

Otras variedades sembradas a partir de 2007 son CP, Mex, PGM, BR, SP, NA y CG.

En el período 1990/2010 se inició el proceso de hibridación para el desarrollo de las variedades guatemaltecas CG, las cuales para la zafra 2010/2011 ocuparon 9,000 hectáreas.

Se han introducido más de 1,700 variedades provenientes principalmente de Canal Point Estados Unidos, México, Brasil, Barbados, Australia, Mauricio, Cuba, Tailandia y Colombia. Se estableció la cuarentena de importación en 1993 y se han reportado dos nuevas enfermedades, la Escaldadura foliar y la Roya naranja.

Para el mejoramiento de los semilleros, el tratamiento hidrotérmico para Raquitismo es una tecnología usual, se estableció en 1999 el servicio de análisis por métodos serológicos; en 2010, se implementó la detección molecular de enfermedades para variedades importadas. En tanto que la multiplicación de semilla por micropropagación la realizan dos ingenios.

Se han establecido convenios para intercambio de variedades con BSES de Australia, Barbados, Canal Point Florida y ARS-USDA-HOUMA-LOUISIANA de Estados Unidos, CENICANA de Colombia, CINCAE de Ecuador, CIDCA de México, Mittr Phol de Tailandia, DIECA de Costa Rica, MSIRI de Mauricio y CTC de Brasil.

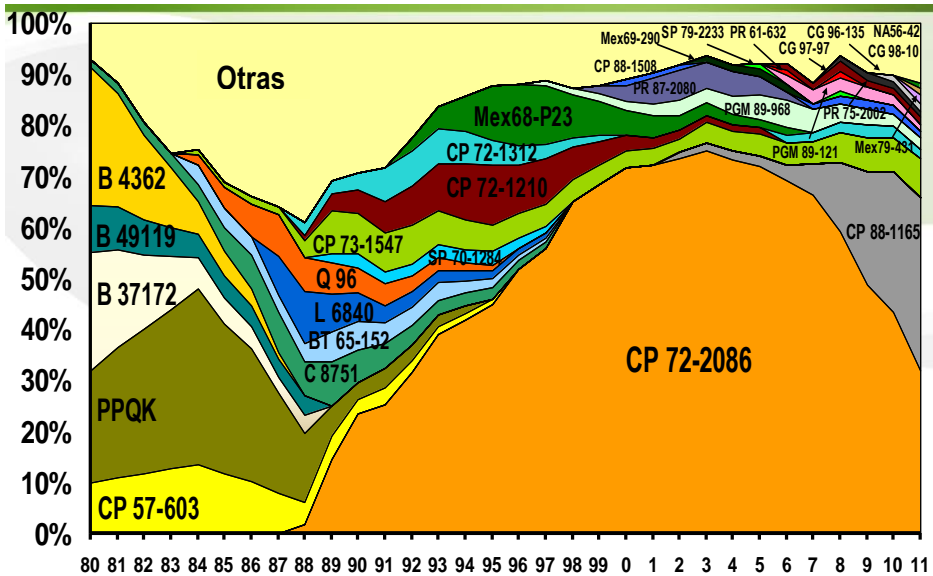


Figura 12. Porcentaje de área cultivada comercialmente por variedad en Guatemala, de 1980 a 2011

Fuente: CENGICAÑA. 2010. Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2009-2010.

Manejo Integrado de Plagas

En la Figura 13 se observan los niveles de infestación de las principales plagas de importancia económica. Con excepción de algunos porcentajes altos de infestación de roedores y un año de Chinche salivosa, la presencia de las plagas se ha mantenido por debajo del nivel de daño económico, lo que muestra un manejo sostenible en el cultivo.

El trabajo que realizan los responsables de manejo de plagas en cada ingenio es apoyado por el Programa de Manejo Integrado de Plagas de CENGICAÑA, que con el Comité de Manejo Integrado de Plagas (CAÑAMIP) ha desarrollado planes en manejo integrado para Barrenador, Chinche salivosa y Roedores.

Los ingenios han contado también con el apoyo de algunos asesores de Guatemala, Colombia, Costa Rica y México. A la vez que se han efectuado estudios bioecológicos para plagas del suelo, termitas y homópteros.

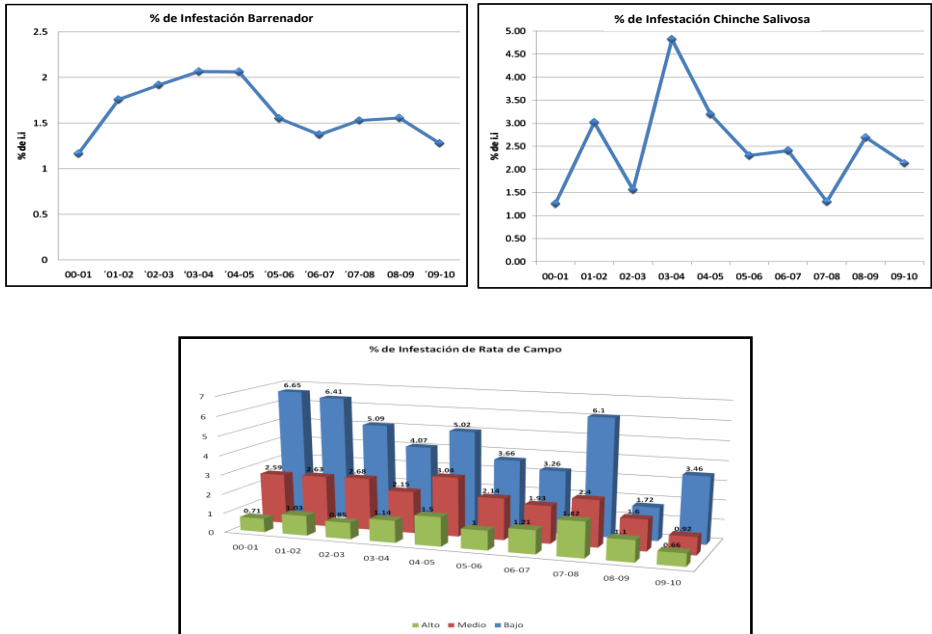


Figura 13. Evolución de diversas plagas de caña de azúcar 2000-2010

Fuente: CENGICAÑA 2011. Situación actual y proyección de la producción de azúcar Zafra 2010/2011. Presentación en Power Point a Junta Directiva de ASAZGUA. 22 de marzo 2011.

Fertilización

A partir de 1993 se realizaron los estudios “Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera de Guatemala”, y “Grupos de manejo de suelos”, asimismo un trabajo sistemático de investigación científica-tecnológica que permitió determinar estrategias para la optimización del fertilizante nitrogenado y recomendaciones económicas para el uso y manejo de fertilizante fosforado.

Los fertilizantes son aplicados por grupos de manejo de suelos, de acuerdo con los requerimientos, análisis de suelos y rendimiento potencial. Se han especificado recomendaciones para nitrógeno y fósforo como se observa en la Figura 14.

Durante este período se desarrollaron las técnicas para la utilización eficiente de la cachaza y vinaza, manejo de abonos verdes y respuesta diferencial para variedades promisorias.

Recomendaciones de dosis de nitrógeno (kg N/ha) para el cultivo de caña de azúcar en suelos derivados de ceniza volcánica de Guatemala

Categoría de MO (%)	Caña Plantía (kg N/ha)	Caña Soca		
		¹ Rel N:TC	Dosis mínima	Dosis máxima
			Kg de N/ha	
Baja (< 3.0)	80	1.14	100	150
Media (3.0 – 5.0)	70	1.0	90	130
Alta (> 5.0)	60	0.9	80	120

¹Rel N:TC=Relación kg de N por tonelada métrica de caña esperado

Recomendaciones de fósforo según P del suelo, ciclo de cultivo y tipo de suelo

Categoría de P	Plantía		Soca	
	Andisoles	Otros suelos	Andisoles	Otros suelos
Bajo (< 10 ppm)	80	60	40	25
Medio (10-30 ppm)	60	40	0	0
Alto (>30 ppm)	0	0	0	0

Figura 14. Recomendaciones de nitrógeno y fósforo.

Fuente: Adaptado de Pérez, O.; Ufer, C.; Azañón, V. and Solares, E. 2010. Strategies for the optimal use of nitrogen fertilizers in the sugarcane crops in Guatemala. In: Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. Veracruz, Mexico.

Fuente: Adaptado de Pérez, O.; Hernández, F. 2002. Comportamiento y manejo del fósforo en la fertilización de caña de azúcar en suelos de origen volcánico. En: Memoria de XIV Congreso de Técnicos Azucareros de Centro América ATACA. Guatemala. pp. 161-168.

Riegos

El área bajo riego en la zona cañera de Guatemala ha aumentado, como se muestra en la Figura 15, pero el apego a las recomendaciones técnicas y económicas para la aplicación del riego ha aumentado la eficiencia en la utilización del agua, como se observa en la Figura 16. Se ha avanzado también con la aplicación de otras tecnologías que incrementan la producción, como las siguientes: uso de balance hídrico, programación de riego precorte, análisis de la calidad del agua y del aporte del agua capilar y el manejo de vetas arenosas.

Se ha reportado la ampliación de áreas con sistemas mecanizados de riego, como pivotes fijos y pivotes móviles y desplazamiento frontal, y mayor número de sistemas por aspersión.

El uso de estos métodos de riego innovadores varía de acuerdo con la eficiencia en el uso del agua, facilidad en el manejo y costo operación y de inversión.

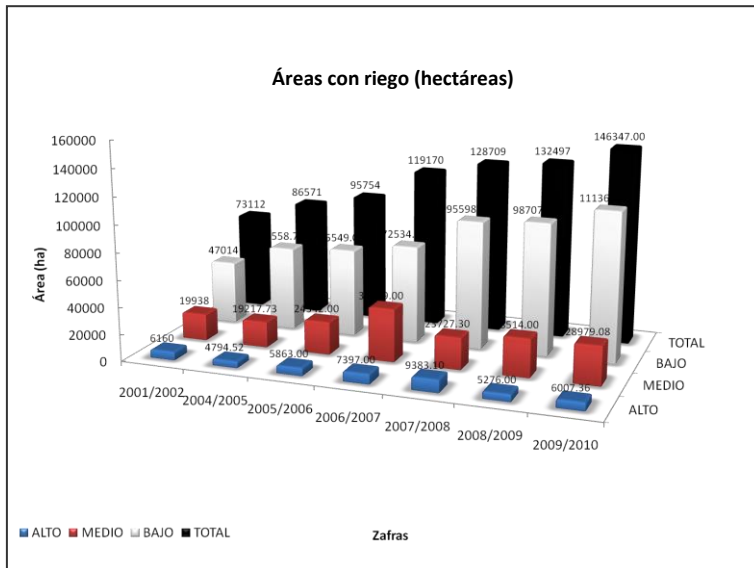


Figura 15. Crecimiento del área bajo riego 2001-2010, por estrato altitudinal bajo (1-100 msnm), medio (100-300 msnm) y alto (más de 300 msnm)
Fuente: CENGICANA 2011. Situación actual y proyección de la producción de azúcar Zafra 2010/2011. Presentación en Power Point a Junta Directiva de ASAZGUA. 22 de marzo 2011.

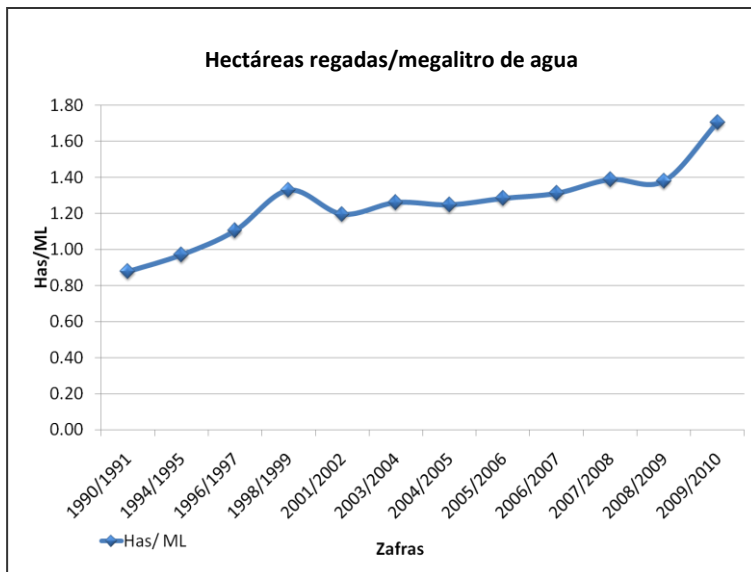


Figura 16. Evolución de la eficiencia en riego
Fuente: CENGICANA 2011. “Situación actual y proyección de la producción de azúcar” Zafra 2010/2011. Presentación en Power Point a Junta Directiva de ASAZGUA. 22 de marzo 2011.

Madurantes

La aplicación de la tecnología para la utilización de madurantes para aumentar los rendimientos, se amplió de 2,900 hectáreas en la zafra 1989/1990 a más de 140,000 en la zafra 2009/2010, como se observa en la Figura 17.

A través del tiempo se han ido evaluando los factores que afectan la respuesta al madurante como: calidad del agua, humedad del suelo, rendimiento potencial y variedades.

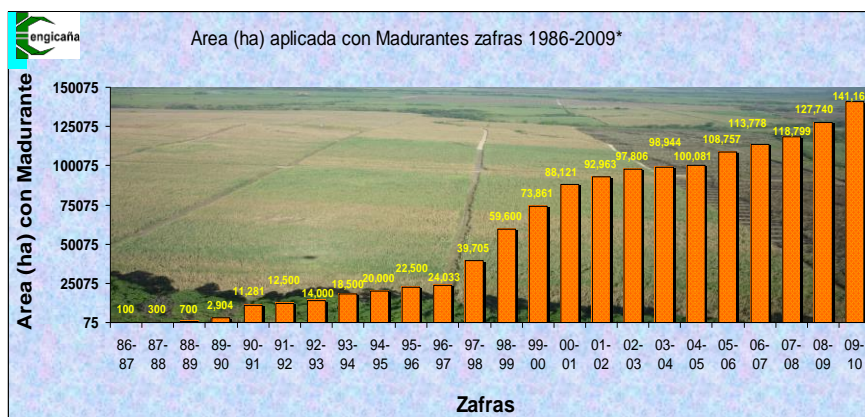


Figura 17. Área aplicada con madurantes

Fuente: CENGICAÑA 2011. Situación actual y proyección de la producción de azúcar Zafra 2010/2011. Presentación en Power Point a Junta Directiva de ASAZGUA. 22 de marzo 2011.

Malezas

Con el fin de generar información acerca del control de las malezas, se ha elaborado el Manual para la identificación y manejo de las principales malezas de caña de azúcar y el Catálogo técnico de herbicidas utilizados en la Agroindustria Azucarera Guatemalteca. De igual manera se han evaluado nuevas moléculas de herbicidas, la eficiencia de herbicidas y herbicidas específicos.

Agrometeorología

Para disponer de datos básicos, se estableció la Red automática meteorológica en la Zona Cañera de Guatemala, con 16 estaciones que proporcionan información de las principales variables meteorológicas, a las cuales se puede ingresar a través de la página de CENGICAÑA www.cengicana.org

A través de estudios agrometeorológicos se ha encontrado la relación de diversas variables climáticas con la producción de caña de azúcar, como es el caso de la radiación solar de agosto que está altamente correlacionada con la producción de caña de azúcar como se observa en la Figura 18.

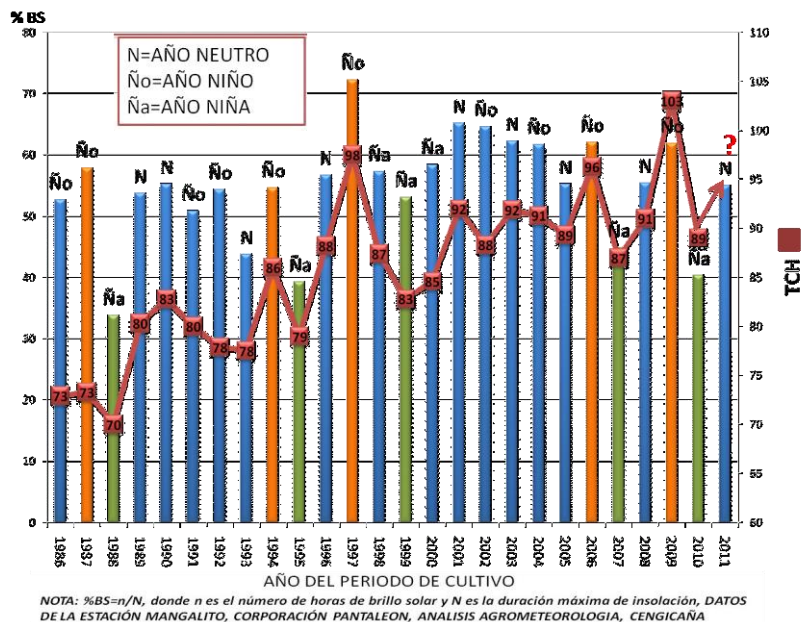


Figura 18. Relación ENSO, brillo solar de agosto y toneladas de caña de la Agroindustria Azucarera Guatemalteca

Fuente: CENGICAÑA 2011. Situación actual y proyección de la producción de azúcar Zafra 2010/2011. Presentación en Power Point a Junta Directiva de ASAZGUA. 22 de marzo 2011.

En 2009, Villatoro *et al.*, publicaron el estudio *Primera Aproximación de la Zonificación Agroecológica para el Cultivo de la Caña de Azúcar en la Zona Cañera de la Costa Sur de Guatemala*.

Las tecnologías de GPS y Sistema de Información Geográfica, se han utilizado principalmente para las aplicaciones de agroquímicos en el cultivo de la caña de azúcar, aplicaciones topográficas, riegos y transporte.

IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL

Según la fuente www.azucar.com.gt los impactos más importantes son:

- Generación de 65,000 empleos directos y 350,000 empleos indirectos y directos en 230,000 hectáreas que equivalen al 2.1 por ciento del territorio nacional.

- El azúcar para la zafra 2009/2010 representó el 10.25% del PIB de las exportaciones totales del país; 20.80% de las exportaciones agrícolas y generó US\$ 493 millones divisas, las cuales son la base para el intercambio económico del país que incluyen alimentos, contribuyendo a la seguridad alimentaria. El ingreso de divisas por exportación de azúcar y melaza ocupa el segundo lugar, después del café, incluso en algunos años ha logrado el primer lugar (Cuadro 4).
- Las actividades que promueven el desarrollo humano se llevan a cabo mediante programas educativos.
- El impacto social de la Agroindustria Azucarera se refleja en el nivel de desarrollo regional, principalmente del departamento de Escuintla, el cual lo posiciona como el tercer departamento con mejores indicadores de desarrollo en Guatemala (mejores condiciones de vida, menores índices de pobreza y de desnutrición).
- Ocho ingenios azucareros desarrollan cogeneración para la producción del 23 por ciento de energía eléctrica en época de zafra dentro del Sistema Nacional Interconectado (SIN), que representan 310 MW de potencia.
- Durante la zafra 2009/2010, cinco empresas asociadas a los ingenios azucareros produjeron 265 millones de litros de etanol, el cual fue exportado a Europa y Estados Unidos.

Cuadro 4. Ingresos de divisas por exportación del 2003 al 2010, en miles de US\$

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ingreso total de divisas por exportación	2,284,338	3,074,419	3,644,832	3,813,657	4,219,396	5,034,553	4,795,305	5,490,744
Principales Productos	944,528	1,244,861	1,456,635	1,449,539	1,560,044	1,540,893	1,855,565	2,087,566
Azúcar v melaza	316,429	457,024	497,499	550,608	546,509	406,708	492,987	763,831
Banano	228,051	277,481	289,119	266,020	302,383	322,919	494,291	351,565
Café	328,122	424,740	575,322	529,553	587,987	660,130	589,245	705,477
Cardamomo	67,548	98,473	108,152	122,851	143,890	180,435	300,212	307,500
Centroamérica	312,833	382,765	371,876	590,535	692,547	1,147,115	1,212,780	1,991,856
Otros productos	1,036,975	1,446,793	1,816,320	1,773,583	1,966,805	2,346,544	1,726,960	1,411,321

Fuente: Banco de Guatemala

http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/comercio/por_producto/prod0207DB001.htm&e=92002

PERSPECTIVAS

La caña de azúcar es actualmente cultivada por más de 100 países con más de 20 millones de hectáreas en el mundo, en donde se producen 1,300 millones de toneladas de caña (D'Hont *et al.*, 2008).

En el pasado ha sido utilizada principalmente para producir azúcar, proveyendo casi dos tercios de la producción mundial.

Aunque la economía mundial dependerá en las próximas décadas de la energía fósil, la biomasa sustituirá parcialmente a la energía fósil por ser una fuente de energía renovable. Debido a la excepcional capacidad de la caña de azúcar para producir biomasa, será una fuente importante de la misma (Botha, 2009).

La caña de azúcar será la materia prima preferida para producción de etanol o generación de energía eléctrica y coproductos como: bioplásticos y derivados de la sucroquímica (ISO, 2009).

NIVELES DE PRODUCCIÓN

Moore, 2005 describe los diferentes niveles de producción asociados a factores limitantes y prácticas agronómicas o tecnologías para proteger o incrementar el rendimiento de los cultivos.

En la Figura 19 se presentan estos niveles de producción adaptados a la caña de azúcar en Guatemala. El rendimiento actual se define como aquel alcanzado bajo condiciones de factores limitantes como malezas, plagas, enfermedades o déficit de nutrientes.

Con apropiada fertilización y control de malezas, plagas y enfermedades se puede alcanzar el rendimiento obtenible. El rendimiento obtenible está determinado por limitantes ambientales asociadas a factores tales como agua, radiación, temperatura o salinidad de suelos.

El rendimiento potencial es alcanzado cuando el cultivo está en óptimas condiciones de aportación de insumos como agua y nutrientes en la ausencia de plagas y con las variedades apropiadas. El rendimiento potencial en una región puede ser estimado por los rendimientos récord alcanzados.

El rendimiento teórico es calculado a través de modelos de simulación basados en la fenología y fisiología de la caña de azúcar, y es posible alcanzarlo con el apoyo de la biotecnología y la agricultura de precisión.

Los rendimientos récord de caña de azúcar alcanzan aproximadamente un 65 por ciento del rendimiento teórico (Moore, 1997), por lo que existe un alto potencial para incrementarlos.

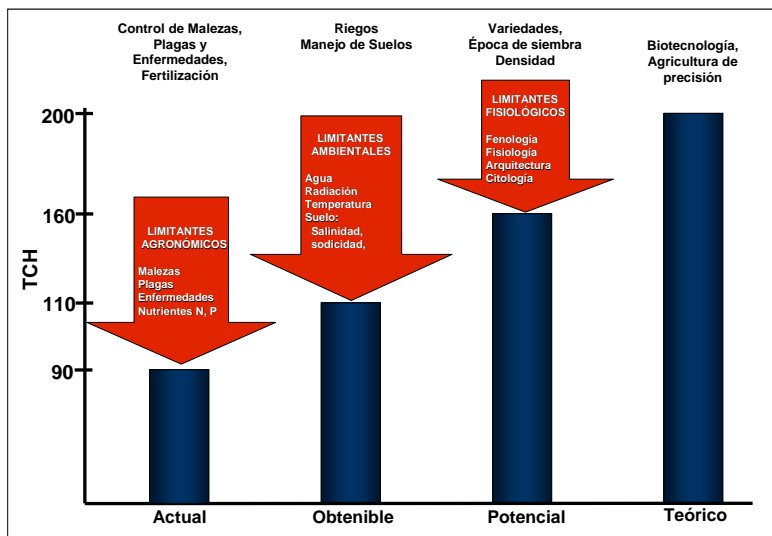


Figura 19. Niveles de producción, factores limitantes de la producción y prácticas agronómicas o tecnologías con potencial para proteger o incrementar el tonelaje (Adaptado de Moore, P. 2005).

Fuente: Melgar, M. 2010. Tendencias de la Investigación en Caña de Azúcar a Nivel Mundial. Sugar Journal (USA). November 2010. pp. 6-18

TENDENCIAS EN LA INVESTIGACIÓN

Melgar, 2010, presenta una revisión de algunas tendencias de la investigación en caña de azúcar, en el Cuadro 5 se listan las tecnologías que serán utilizadas en el futuro en caña de azúcar.

Cuadro 5. Tendencias tecnológicas en la caña de azúcar

Área	Actualmente en desarrollo	Mediano plazo
Mejoramiento genético	Mejoramiento tradicional Cruzas ininterespecíficas e intergenéricas Caña energética	Biotecnología: Selección asistida por marcadores moleculares Caña transgénica
Manejo de limitantes bióticos (plagas, enfermedades y malezas)	Manejo Integrado de Plagas Diagnóstico de enfermedades	Biocontrol Biología molecular Caña transgénica Silenciadores de genes

Área	Actualmente en desarrollo	Mediano plazo
	Manejo de malezas Estrategias para los cambios en la evolución de plagas, enfermedades y malezas	Diagnóstico molecular de enfermedades
Manejo de los recursos naturales (Ecoeficiencia)	Manejo del suelo Manejo integrado del agua Sistema de información agrometeorológico Cultivos complementarios para biocombustibles Mecanización (siembra, cosecha)	Nuevos fertilizantes Cosecha de agua Agricultura de precisión (GPS, GIS, sensores remotos) Tecnologías de información y comunicación (Internet, teléfonos, celulares)

Fuente: Melgar, M. 2010. Tendencias de la investigación en caña de azúcar a nivel mundial. Sugar Journal (USA). November 2010. pp. 6-18.

Con base en la revisión Melgar (2010), se presentan algunas tendencias sobre la caña de azúcar y sus derivados que señalan las tendencias de investigación:

1. En la medida que crezca la demanda energética a nivel mundial, la caña de azúcar jugará un rol muy importante como biocombustible y fuente de energía. El liderazgo en el desarrollo de investigación para la optimización de los procesos de producción de etanol y energía lo está ejerciendo Brasil, a través de universidades e instituciones localizadas principalmente en el estado de Sao Paulo y el Centro de Tecnología Canavieira (CTC). El aprovechamiento de toda la biomasa producida por la caña de azúcar se presenta como uno de los principales retos de investigación y desarrollo, para lo cual diversos países están desarrollando clones de caña energética derivados de cruzamientos interespecíficos e intergenéricos.
2. La mayoría de los centros de los países revisados, están haciendo grandes inversiones en biotecnología de la caña de azúcar, por lo que a mediano plazo se estarán utilizando a nivel comercial variedades transgénicas de caña de azúcar, especialmente en aquellos países que tienen ya variedades transgénicas a nivel experimental (Brasil, Colombia, Estados Unidos, Sudáfrica, China, India y Australia). Los principales caracteres que se han transformado en la caña de azúcar son: Resistencia a herbicidas, a plagas y a enfermedades, mayor acumulación de sacarosa y producción de polímeros y productos farmacéuticos.

3. Las tecnologías derivadas de la Biología Molecular y la Ingeniería Genética se estarán utilizando no solamente para el desarrollo de variedades de caña de azúcar, sino también como herramientas para el manejo integrado de plagas, diagnóstico de enfermedades, control de malezas y para métodos asociados a la fertilización, como la fijación biológica de nitrógeno y microbiología de suelos.
4. Un factor limitante mencionado por varios países es la ocurrencia de sequías, por lo que será indispensable la investigación de sistemas de riego de uso eficiente del agua, como riego por goteo, tecnologías para la optimización del uso del agua, cosecha de agua, conservación y manejo de fuentes de agua.
5. La agricultura de precisión para el uso óptimo de los insumos, en la búsqueda de la ecoeficiencia, requerirá investigación en técnicas de diagnóstico más precisas, uso de herramientas como: sistemas de información geográfico (GPS), sensores remotos y la aplicación de tecnologías de información: teléfonos celulares e Internet.
Cenicaña, Colombia tiene desarrollado el modelo de agricultura específica por sitios. La India por tener una gran cantidad de pequeños cañicultores ha impulsado el uso de las tecnologías de información para la transferencia de tecnología.
6. La competencia por el uso de la tierra para otros cultivos, silvicultura, y desarrollo urbano, hace necesaria la investigación económica.
7. Debido al cambio climático y a la preocupación por el ambiente, existirá más legislación enfocada a la protección del medio ambiente (agua, suelo, áreas protegidas, biodiversidad, uso de agroquímicos, seguridad industrial, tráfico y quemas), por lo que el enfoque del desarrollo debe basarse en la sostenibilidad.

AGRADECIMIENTO

A la Licda. Priscila López de Alvarado por su valiosa colaboración para la integración de este capítulo y la diagramación de este libro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Botha, F.C. (2009). Energy Yield and Cost in a Sugarcane Biomass System. En: Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., Vol. 31:1–10.
2. CENGICAÑA. 2007. Eventos históricos y logros 1992-2007. Guatemala. 85 p
3. CENGICAÑA. 2010. Logros 2006-2010. Presentación en Power Point a Junta Directiva de CENGICAÑA. 03 de mayo 2010.
4. CENGICAÑA. 2011. Situación actual y proyección de la producción de azúcar Zafra 2010/2011. Presentación en Power Point a Junta Directiva de ASAZGUA. 22 de marzo 2011.
5. D'Hont, A., et al (2008). Sugarcane: A Major Source of Sweetness, Alcohol, and Bio-energy. Springer. 2008. Genomics of tropical crop plants. Springer. p. 483-513.
6. Enriquez, Juan. 2001. As the Future Catches You. Crow Business New York. USA.
7. Hasrajani, N. 2004. La industria azucarera en Guatemala: Una Visión Global. ISJ Vol CVI N1267 jul p.385-389
8. Herrera, J.; Orive, J.; Boesche, A. 2001. Guatemala Sugar industry , INT. SUGAR JNL., VOL. 103, NO. 1235 p.484-485
9. International Sugar Journal. 1998. Guatemala continúa la trayectoria de éxitos. ISJ Vol100 No 1190 February. p46
10. ISO. International Sugar Organization. 2009. Sugar Year Book 2009. Documento en línea: <http://www.isosugar.org/PDF%20files/SUGAR%20YEAR%20BOOK%20-%20sample.pdf>
11. ISO. Organización Mundial del Azúcar. 2009. Potencial de mercado para bioproductos derivados de la remolacha y de la caña de azúcar.
12. McSweeney, J.F.; 2005. Guatemala From Zero to major exporter 1960-2004. Proc ISSCT Vol25. pp.465-470

13. Melgar, M. 2003. No debemos perder la siguiente ola: La revolución biotecnológica. ATAGUA (Gua) 3(4): 14:18
14. Melgar, M. 2010. Estrategias de la investigación tecnológica en la agroindustria azucarera de Guatemala. Presentación en Power Point, en simposio “Modelos de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agrícola” Experiencias Del Sector Privado. USAID-AGEXPORT. 15 de julio 2010.
15. Melgar, M. 2010. Tendencias de la investigación en caña de azúcar a nivel mundial. Sugar Journal (USA). November 2010. pp. 6-18.
16. Melgar, M. 2011. Estrategias de la investigación tecnológica en la agroindustria azucarera de Guatemala. Presentación en Power Point en el seminario-taller “Situación actual y perspectivas de la investigación agropecuaria, forestal e hidrobiológica en Guatemala”. 02 de junio 2011.
17. Melgar, M. 2011. Desarrollo Tecnológico de la Agroindustria Azucarera y su Impacto en la Costa Sur de Guatemala. Presentación en Power Point en foro "La ciencia y tecnología para el Desarrollo Rural Integral" XI Congreso de Ingenieros Agrónomos, Forestales y Ambientales de Guatemala. 15 de junio 2011.
18. Menéndez, M.; Estévez, M.; 2005 Reporte de inteligencia competitiva, DCE, Ministerio de Economía de El Salvador. Artículo electrónico. [Http://www.elsalvadorcompetitivo.gob.sv/Reportes%20IC/Reporte%20de%20Inteligencia%20Competitiva%20_azucar.pdf](http://www.elsalvadorcompetitivo.gob.sv/Reportes%20IC/Reporte%20de%20Inteligencia%20Competitiva%20_azucar.pdf)
19. Meneses, A.; Melgar, M.; Cano, W. 2003. Desarrollo de la agroindustria azucarera en Guatemala. SJ October Vol.62, No5. pp.18-19
20. Moore, P. 2005. Integration of sucrose accumulation processes across hierarchical scales: towards developing an understanding of the gene-to-crop-continuum. Field Crops Research 92 119:135.
21. Moore, P.H.; Botha, F.C.; Furbank, R.T.; Grof, C.R.L. 1997 Potential for overcoming physio-biochemical limits to sucrose accumulation. in Intensive sugarcane production: Meeting the challenges beyond 2000, eds Keating B.A, Wilson J.R.(CAB International, Wallingford, UK), pp. 141 - 156.
22. Oliver, Richard W. 1999. The Coming Biotech Age. McGraw Hill. USA.
23. OROZCO, H.; Buc, R. 2010. Censo de Variedades de Caña de Azúcar en Guatemala a la Zafra 2010-2011. En: Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2009-2010. Guatemala, CENGICANA. pp. 21-30

24. Pérez, O.; Hernández, F. 2002. Comportamiento y manejo del fósforo en la fertilización de caña de azúcar en suelos de origen volcánico. En: Memoria de XIV Congreso de Técnicos Azucareros de Centro América ATACA. Guatemala. pp. 161-168
25. Pérez, O.; Ufer, C.; Azañón, V. and Solares, E. 2010. Strategies for the optimal use of nitrogen fertilizers in the sugarcane crops in Guatemala. In: Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. Veracruz, Mexico.
26. TAY, K.; Huete, S. 2006. Guatemala sugar Annual 2006. Gain Report USDA Foreign Agricultural Service. Global Agriculture Information Network. USA. Documento en línea <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200604/146187439.doc>
27. Toffler, Alvin. 1982. La tercera ola. Plaza & Janés, S.A. Barcelona, España.
28. Tosi, F.; Andreé; Gaya, S. Mirna; Barbosa, C. Luis. 2010. The Brazilian sugarcane innovation system. Energy Policy. Vol. 39. pp. 156-166.
29. Villatoro, B.; Pérez, O.; Suárez, A.; Castro, O.; Rodríguez, M.; Ufer, C. 2009. Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en la zona cañera de la Costa Sur de Guatemala – Primera Aproximación -. En: Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2008-2009. Guatemala, CENGICAÑA. pp. 226-239.
30. Wagner, Regina. 2007. Historia de la caña de azúcar en Guatemala. Galería Guatemala.

Anexo 1

Producción de azúcar de Guatemala, 1959/60 - 2009/10

ZAFRA	AREA (ha)	CAÑA MOLIDA (TM) **	AZÚCAR (TM) **				RENDIMIENTO			
			BLANCA	CRUDA	AMA*	TOTAL	AZÚCAR (%)	CAÑA (TM/ha)	AZÚCAR (TM/ha)	AZÚCAR TM/ha/mes
1959-60	12,534	670,130				65,163	9.70	54.00	5.24	0.46
1960-61	15,315	878,735	73,337	701		74,038	9.16	57.38	5.25	0.46
1961-62	21,859	1,217,472	106,240	7,539		113,779	9.35	55.70	5.21	0.45
1962-63	22,829	1,373,991	81,306	48,399		129,706	9.44	60.19	5.68	0.49
1963-64	24,576	1,461,832	80,364	55,775		136,138	9.31	59.48	5.54	0.48
1964-65	25,109	1,427,067	99,891	33,707		133,598	9.36	56.83	5.32	0.46
1965-66	29,715	1,844,223	112,118	48,822		160,940	8.73	62.06	5.42	0.47
1966-67	31,502	2,005,247	109,842	73,493		183,334	9.14	63.65	5.82	0.51
1967-68	25,306	1,605,109	102,915	51,588		154,503	9.63	63.43	6.11	0.53
1968-69	28,699	1,852,901	108,250	67,255		175,505	9.47	64.56	6.12	0.53
1969-70	31,446	1,946,474	115,252	64,660		179,911	9.24	61.90	5.72	0.50
1970-71	30,633	2,075,293	139,435	58,281		197,717	9.53	67.75	6.45	0.56
1971-72	35,780	2,543,070	114,887	116,246		231,133	9.09	71.08	6.46	0.56
1972-73	43,878	3,166,241	144,112	116,300		260,412	8.23	72.16	5.94	0.52
1973-74	45,384	3,584,436	171,391	142,854		314,244	8.77	78.98	6.92	0.60
1974-75	52,517	4,258,341	163,180	210,013		373,193	8.76	81.09	7.11	0.62
1975-76	75,594	6,220,755	193,071	343,811		536,882	8.63	82.29	7.10	0.62
1976-77	76,643	6,049,351	224,907	283,143		508,051	8.40	78.93	6.63	0.58
1977-78	60,629	4,785,963	236,869	159,362		396,231	8.28	78.94	6.54	0.57
1978-79	53,706	4,242,057	201,415	161,367		362,782	8.55	78.99	6.76	0.59
1979-80	66,000	4,624,547	184,866	212,183		397,049	8.59	70.07	6.02	0.52
1980-81	78,000	5,485,805	247,456	200,439		447,896	8.17	70.33	5.74	0.50
1981-82	76,964	6,410,563	294,027	244,728		538,756	8.40	83.29	7.00	0.61
1982-83	73,446	5,527,187	360,014	171,004		528,837	9.61	75.26	7.23	0.63
1983-84	76,146	5,536,266	290,281	225,236		515,517	9.31	72.71	6.77	0.59
1984-85	84,000	5,569,528	270,528	279,280		549,809	9.87	66.30	6.55	0.57
1985-86	81,000	5,696,386	382,403	207,089		589,492	10.35	70.33	7.28	0.63
1986-87	88,000	6,413,251	388,551	236,497		625,048	9.75	72.88	7.11	0.62
1987-88	97,000	7,113,195	385,107	268,767		653,874	9.20	73.33	6.75	0.59
1988-89	100,000	7,006,059	485,315	187,476		672,791	9.60	70.06	6.73	0.59
1989-90	110,000	8,834,892	559,232	279,595		838,827	9.50	80.32	7.63	0.66
1990-91	120,000	9,934,918	557,853	416,944		974,798	9.81	82.79	8.12	0.71
1991-92	130,000	10,402,975	548,843	526,093		1,074,936	10.33	80.02	8.27	0.72
1992-93	135,000	10,519,424	523,290	538,410		1,061,699	10.09	77.92	7.86	0.68
1993-94	140,000	10,847,973	622,816	489,693		1,112,508	10.26	77.49	7.95	0.69
1994-95	150,000	12,916,574	651,231	641,976		1,293,207	10.01	86.11	8.62	0.75
1995-96	165,000	13,033,507	615,096	680,021		1,295,117	9.94	78.99	7.85	0.68
1996-97	167,702	14,792,739	701,854	815,175		1,517,029	10.25	88.21	9.04	0.79
1997-98	181,218	17,666,169	630,452	1,161,233		1,791,686	10.15	97.49	9.89	0.86
1998-99	180,000	15,644,721	664,020	919,032		1,583,053	10.10	87.40	8.83	0.77
1999-00	180,000	14,338,961	642,060	1,013,108		1,655,168	11.55	82.80	9.56	0.83
2000-01	179,471	15,174,029	548,724	1,163,108		1,711,832	11.30	84.64	9.56	0.83
2001-02	185,000	16,900,237	718,007	1,193,410		1,911,418	11.30	92.00	10.40	0.90
2002-03	187,000	16,623,874	674,761	1,172,302	35,053	1,882,115	11.30	88.32	9.98	0.87
2003-04	194,000	17,780,557	908,481	1,052,834	44,424	2,005,740	11.30	91.89	10.38	0.90
2004-05	200,000	17,819,763	820,447	1,165,937	50,734	2,037,118	11.45	91.30	10.45	0.91
2005-06	197,000	16,883,877	719,196	1,066,348	61,247	1,910,683	11.25	89.30	10.04	0.87
2006-07	210,000	19,813,455	1,024,846	1,020,039	125,005	2,169,890	10.95	96.31	10.54	0.92
2007-08	230,000	19,697,218	1,158,401	815,590	115,405	2,089,396	10.60	87.26	9.25	0.80
2008-09	230,000	20,156,217	1,206,521	886,661	124,150	2,217,332	11.00	91.12	10.02	0.87
2009-10	230,000	22,033,540	1,371,868	880,291	43,547	2,329,795	10.04	102.40	10.28	0.89

Fuente: Para producción de caña molida, azúcar y rendimiento: ASAZGUA, CENGICANA

Para área cosechada: de 1959-60 a 1972-73 (ASAZGUA 1974), de 1973-74 a 1978-79 (Banco de Guatemala), de 1979-80 a 1980-81 y de 1984 a 1986-87 (Sugar and Sweetener, 1996), de 1981-82 a 1983-84 (ASAZGUA, 1984), de 1987-88 a 1998-99 (LMC International, 1998) y CENGICANA. de 1999 a 2010 CENGICANA y ASAZGUA

t** = Toneladas métricas

AMA* = Quintales equivalentes a la producción de materiales azucarados