

Periodo 08 de agosto al 21 de agosto 2022

## RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA QUINCENA DEL 25 DE JUNIO AL 07 DE AGOSTO

El Instituto Meteorológico Nacional (IMN) con el apoyo del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar de LAICA (DIECA-LAICA), presenta el boletín agroclimático para caña de azúcar.

En este se incorpora el análisis del tiempo, pronósticos, notas técnicas y recomendaciones con el objetivo de guiar al productor cañero hacia una agricultura climáticamente inteligente.

En la figura 1 se puede observar, a partir de datos preliminares de 111 estaciones meteorológicas, el acumulado quincenal de lluvias sobre el territorio nacional.

Los promedios de lluvia acumulada a nivel diario varían según la región azucarera. Se tuvieron valores acumulados de lluvia diaria entre 1-25 mm, excepto los días sin lluvia (28, 29, 30 y 4) en la Región Guanacaste Este; por su parte Guanacaste Oeste registra entre 2-28 mm, excepto los días sin lluvia (31 y 6); al tiempo que Región Norte reporta entre 2-40 mm, excepto los días sin lluvia (25). Puntarenas presenta entre 1-19 mm, excepto los días sin lluvia (28, 29, 31, 3 y 5), además de los días 26 (76 mm) y 2 (84 mm). La Región Sur muestra entre 4-45 mm, excepto los días sin lluvia (29-31 y 1-2); en cambio la Región Turrialba acumula lluvias entre 1-21 mm, excepto los días sin lluvia (29 y 1); mientras la Región Valle Central evidencia entre 1-25 mm, excepto los días sin lluvia (29-31). Donde se asume un día con lluvia si iguala o supera 1 mm.

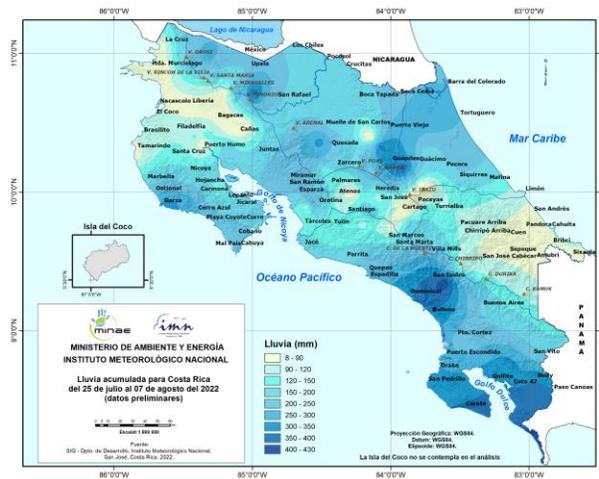


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la quincena 25 de julio al 07 de agosto del 2022.

## PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CAÑERAS DEL 08 DE AGOSTO AL 14 DE AGOSTO

De la figura 2 a la figura 8, se muestran los valores diarios pronosticados de las variables lluvia (mm), velocidad del viento (km/h) y temperaturas extremas (°C) para las regiones azucareras. La **Región Norte** mantendrá humedad alta, excepto entre martes y miércoles que será media; mostrando viento del Este con sus máximos lunes y miércoles; además de madrugadas cada vez más frescas hasta el sábado. La **Región Guanacaste (Este y Oeste)** mantendrá humedad media, excepto el lunes que sería alta; viento del Este con su máximo el miércoles; así como madrugadas más frescas entre martes y miércoles. En la **Región Sur** se espera contenido de humedad media-alta; además de viento variable (Este-Oeste) hasta el viernes, seguido de viento del Oeste; así como la madrugada más cálida el sábado. El **Valle Central (Este y Oeste)** tendrá contenido de humedad media-alta, excepto miércoles-jueves que sería baja-media; mostrando viento del Este hasta el viernes, seguido de viento variable (Este-Oeste); con las mañanas más frescas entre viernes y sábado.

## IMN

www.imn.ac.cr  
2222-5616

Avenida 9 y Calle 17  
Barrio Aranjuez,  
Frente al costado Noroeste del  
Hospital Calderón Guardia.  
San José, Costa Rica

## LAICA

www.laica.co.cr  
2284-6000

Avenida 15 y calle 3  
Barrio Tournón  
San Francisco, Goicoechea  
San José, Costa Rica

Para la **Región Turrialba (Alta y Baja)** se prevé humedad media, excepto lunes y viernes que será media; además de viento del Este hasta el jueves seguido de viento variable (Este-Oeste); con la tarde más fresca el lunes. La **Región Puntarenas** mantendrá humedad media, excepto sábado-viernes que será alta; con viento variable (Este-Oeste) hasta el viernes, seguido de viento del Oeste; con las madrugadas del sábado-domingo como las más frescas.

*“La semana inicia bajo el efecto de la onda tropical #25; este viernes la onda tropical #26 afectaría el país parcialmente, debido a que se acompaña de polvo Sahariano.”*

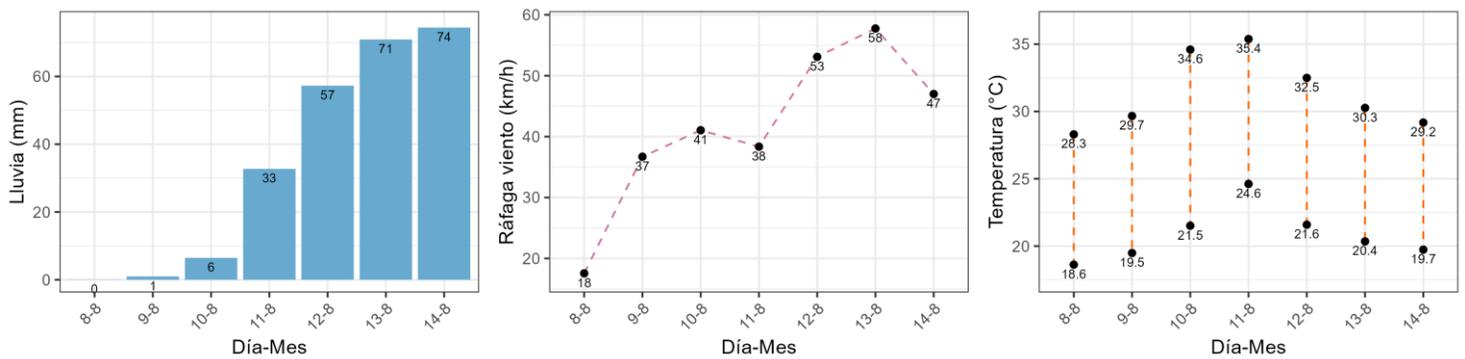


Figura 2. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 08 de agosto al 14 de agosto en la región cañera Guanacaste Este.

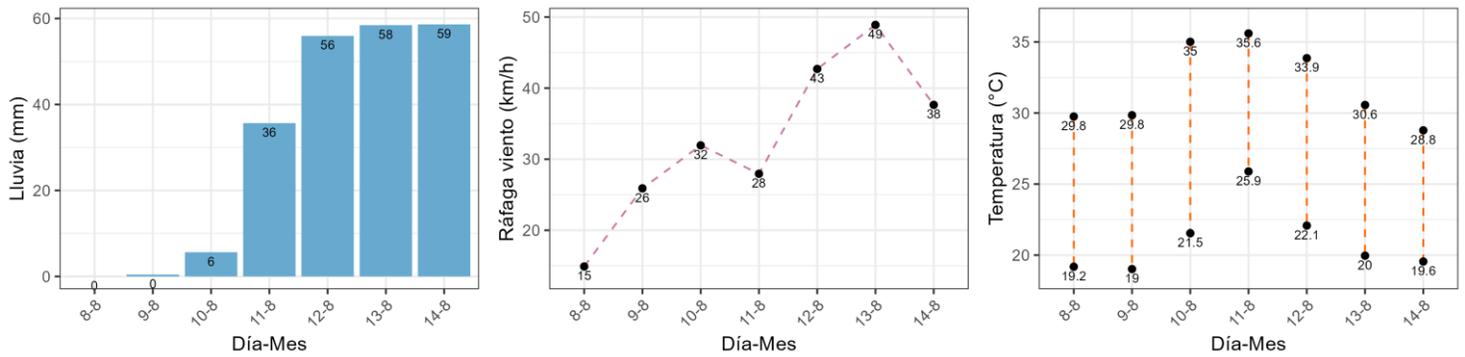


Figura 3. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 08 de agosto al 14 de agosto en la región cañera Guanacaste Oeste.

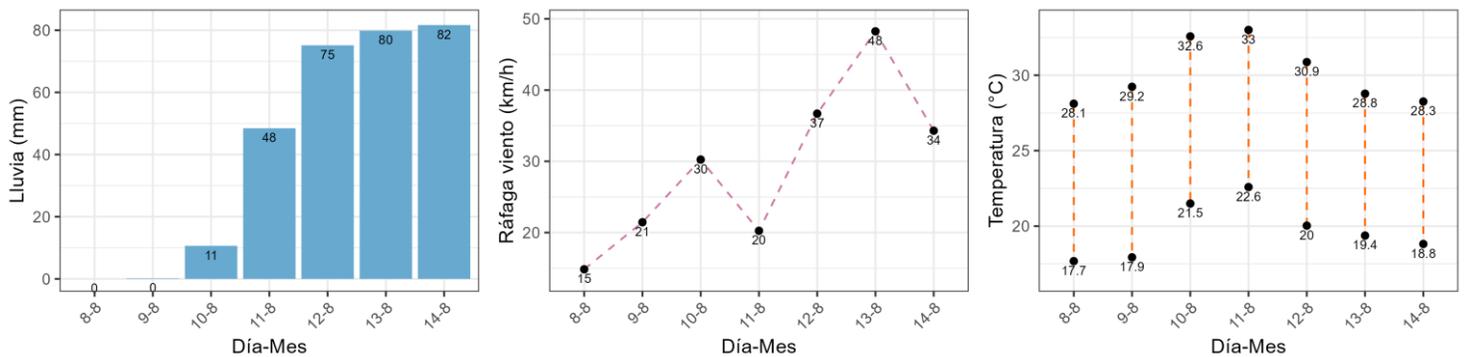


Figura 4. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 08 de agosto al 14 de agosto en la región cañera Puntarenas.

Agosto 2022 - Volumen 4 – Número 16

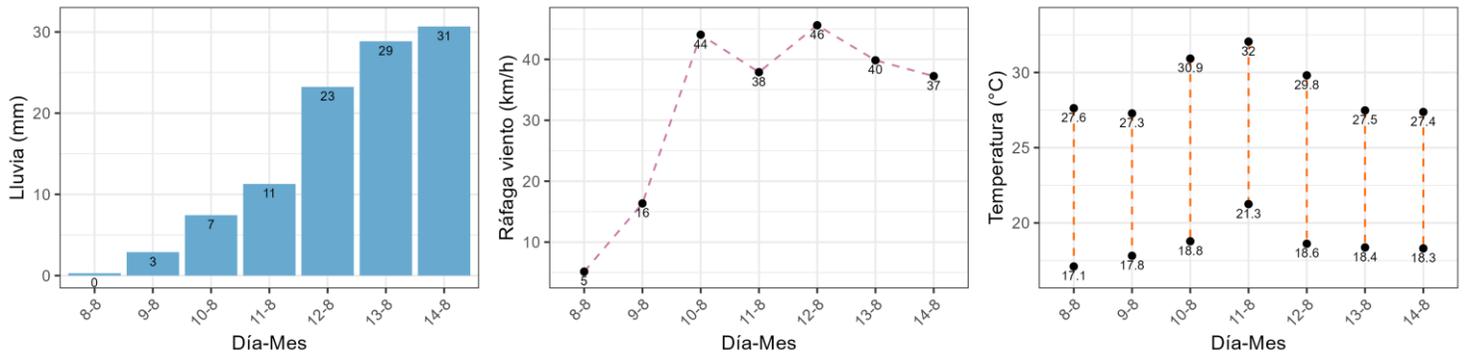


Figura 5. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 08 de agosto al 14 de agosto en la región cañera Región Norte.

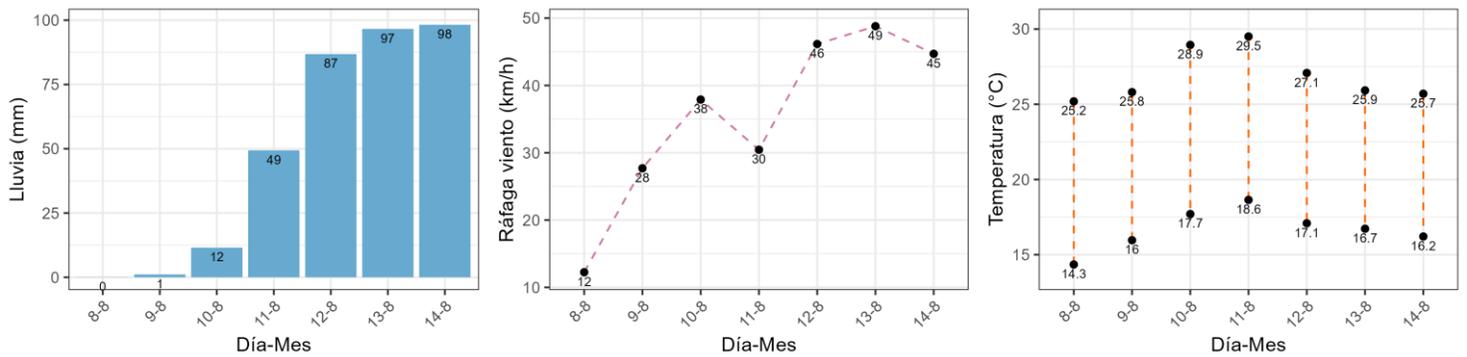


Figura 6. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 08 de agosto al 14 de agosto en la región cañera Valle Central (Este y Oeste).

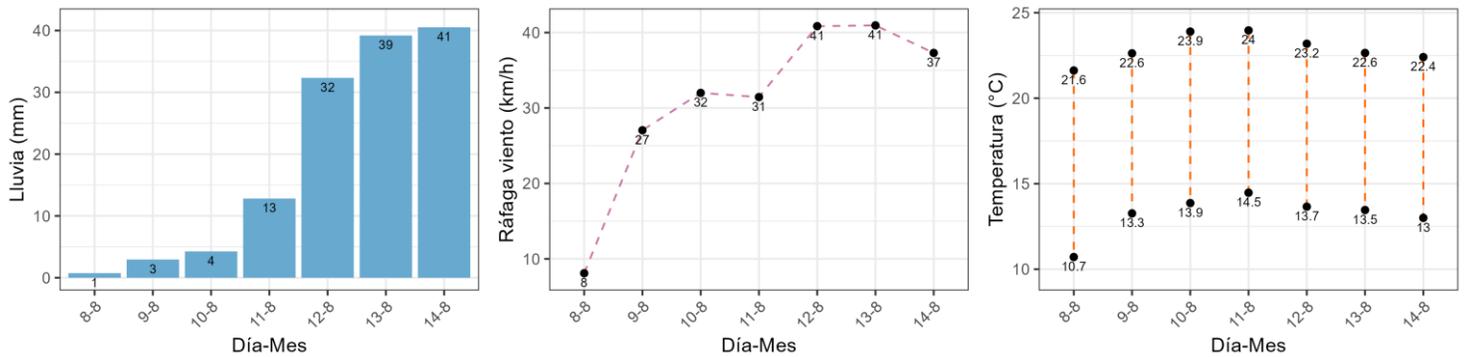
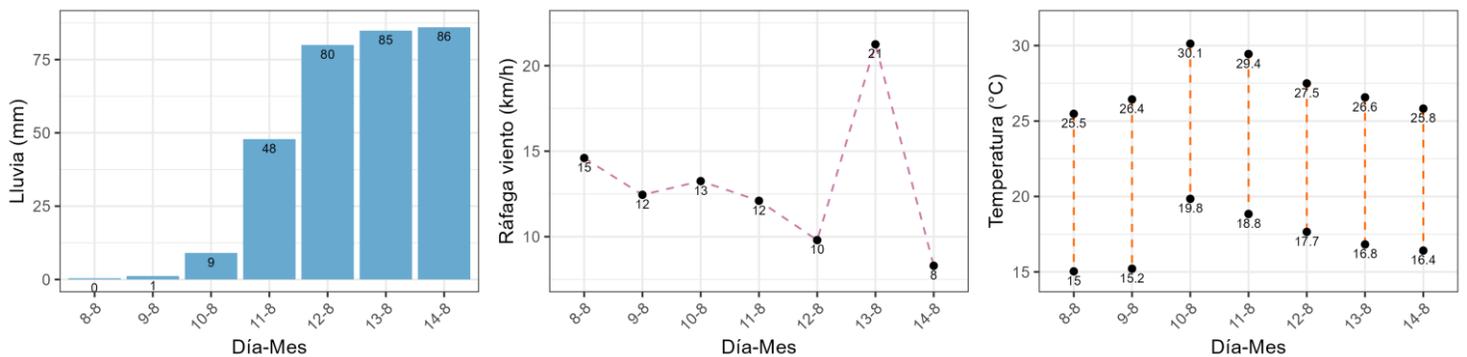


Figura 7. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 08 de agosto al 14 de agosto en la región cañera Turrialba (Alta y Baja).



Agosto 2022 - Volumen 4 – Número 16

**Figura 8.** Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 08 de agosto al 14 de agosto en la región cañera Región Sur.

## TENDENCIA PARA EL PERIODO DEL 15 DE AGOSTO AL 21 DE AGOSTO

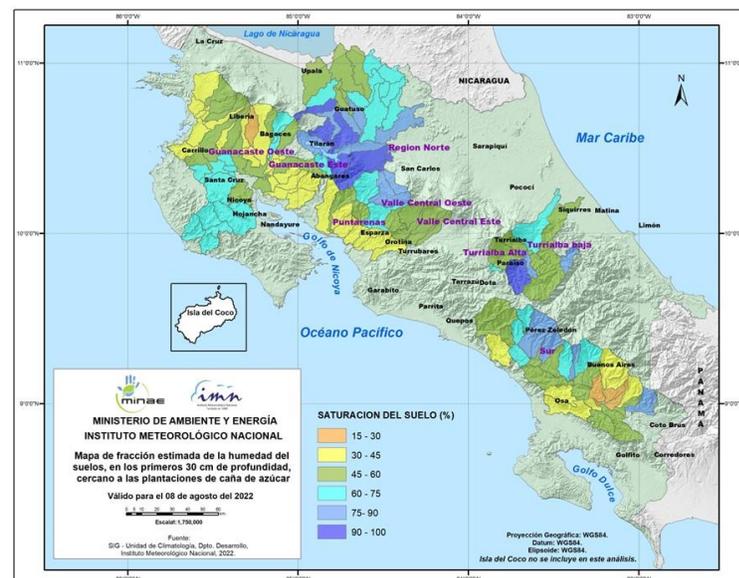
Se espera el tránsito de la onda tropical #27, que, aunque el Centro Nacional de Huracanes (NOAA) le da hoy día una probabilidad del 40% de convertirse en depresión tropical en los próximos 5 días, el análisis local muestra pocas posibilidades de si quiera incursionar en el Mar Caribe. La **región Huetar Norte** humedad media el lunes con viento del Este, entre martes y jueves mantendrá humedad alta con viento del Oeste; y la madrugada del miércoles más cálida que el fin de semana previo; en tanto la semana completa mostrará lluvias y viento normal para la época. La **Región Chorotega (Este y Oeste)** el lunes tendrá humedad media con viento del Este seguida de humedad alta hasta el miércoles con viento del Oeste; la madrugada más fresca el miércoles; en tanto la semana completa evidenciará condiciones lluvias y viento normal para la época. En la **Región Sur** entre lunes y miércoles, evidenciará condiciones de humedad alta; viento variable (Este-Oeste) con dominancia del Oeste; con la madrugada del martes y miércoles más frescas que la semana previa; en tanto la semana completa evidenciará lluvia sobre lo normal y viento dominante del Oeste. La **Región Valle Central (Este y Oeste)** entre lunes y miércoles mostrará humedad alta; así como viento variable (Este-Oeste); con tardes más frescas que el fin de semana; en tanto la semana completa presentará lluvias y viento normal para la época. La **Región Turrialba (Alta y Baja)** entre lunes y miércoles presentará humedad alta, viento variable (Este-Oeste); con tardes más frescas que el fin de semana; en tanto la semana completa mantendrá lluvias y viento normal para la época. La **Región Puntarenas** entre lunes y miércoles mostrará humedad alta, así como viento variable (Este-Oeste) y tardes más frescas que el fin de semana; en tanto la semana completa presentará lluvia sobre lo normal y viento dominante del Oeste.

## HUMEDAD DEL SUELO ACTUAL PARA REGIONES CAÑERAS

De acuerdo con Central America Flash Flood Guidance System (CAFFG), el cual estima la humedad en los primeros 30 cm de suelo, al inicio del periodo del 01 al 07 de agosto se presentaron condiciones de muy baja saturación en las regiones cañeras; sin embargo, a partir del miércoles la humedad empezó a incrementarse en todas las regiones productoras de caña pero especialmente en Guanacaste Oeste, Turrialba, Región Norte y Región Sur.

Como se observa en la **figura 09**, la Región Guanacaste Oeste tiene entre 15% y 75%, la Región Guanacaste Este presenta entre 30% y 75%, la Región Puntarenas está entre 30% y 60%, la Región Valle Central Oeste tiene entre 45% y 90% y la Región Valle Central Este está entre 45% y 75%.

La Región Norte presenta entre 30% y 100%, la Región Turrialba Alta (> 1000 m.s.n.m.) tiene entre 45% y 100%, la Región Turrialba Baja (600-900 m.s.n.m.) está entre 45% y 75%. La Región Sur varía entre 15% y 90% de humedad.



**Figura 09.** Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), en los primeros 30 cm de profundidad, cercano a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 08 de agosto del 2022.

## CONARROZ Y EL IMN LE RECOMIENDAN

Mantenerse informado con los avisos emitidos por el IMN en:

-  @IMNCR
-  Instituto Meteorológico Nacional CR
-  [www.imn.ac.cr](http://www.imn.ac.cr)

## CRÉDITOS BOLETÍN AGROCLIMÁTICO

Producción y edición del Departamento de Desarrollo

*Meteoróloga Karina Hernández Espinoza*

*Ingeniera Agrónoma Katia Carvajal Tobar*

*Geógrafa Nury Sanabria Valverde*

*Geógrafa Marilyn Calvo Méndez*

Modelos de tendencia del Departamento de  
Meteorología Sinóptica y Aeronáutica

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

## PERSPECTIVA CLIMÁTICA

Trimestre de agosto a octubre del 2022.

Met. Karina Hernández Espinoza, M.Sc.

[khernandez@imn.ac.cr](mailto:khernandez@imn.ac.cr)

Coordinadora del Boletín Agroclimático del IMN

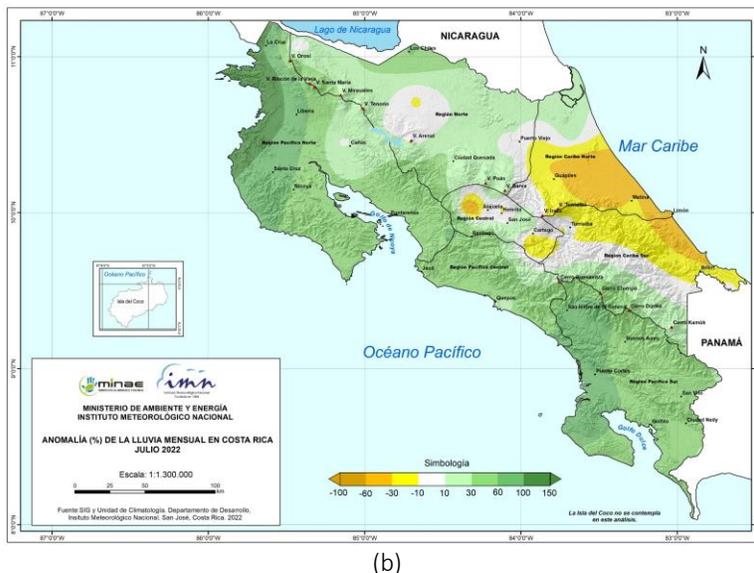
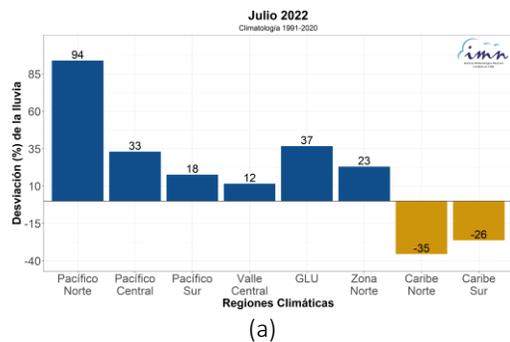
Coordinadora CT-ENOS y COENOS

### Análisis de las lluvias del mes de julio 2022

El mes de julio del año 2022 presentó anomalías porcentuales promedio de lluvia sobre lo normal en las diversas regiones climáticas, excepto las ubicadas en la vertiente del Caribe, figura 1.a. Si vemos la distribución espacial de las anomalías, figura 1.b, donde podemos evidenciar aquellas regiones climáticas que muestran un dipolo, de forma que muestran excesos de lluvia en

algunos sectores y déficit de lluvias en otros. Como ocurre con Valle Central y Zona Norte Oriental que regionalmente registra un promedio de exceso de lluvia, pero espacialmente muestran un dipolo.

En el mes de julio algunas estaciones meteorológicas superaron su récord de lluvia. Estas se ubican en Guanacaste, una en Liberia (324 mm) y tres en La Cruz (365, 492 y 312 mm).



**Figura 1.** Gráfica con los porcentajes de lluvia en cada región climática (a) y mapa de la desviación porcentual de lluvia acumulada (b), ambos para el mes de julio del 2022.

La lluvia acumulada debido a la tormenta tropical Bonnie, del 1 al 3 de julio del 2022, se registró principalmente durante el día 2 de julio. En un análisis de lluvia acumulada cada seis horas, del día 2 de julio, se identifican máximos de lluvia de más de 100 mm en las primeras 6 horas del día, así como de 6 a.m. a 12 medio día y de 6 p.m. a medianoche. La figura 1.1 evidencia que fueron las regiones climáticas del Pacífico Norte, Zona Norte Oriental quienes registraron los mayores acumulados del evento.

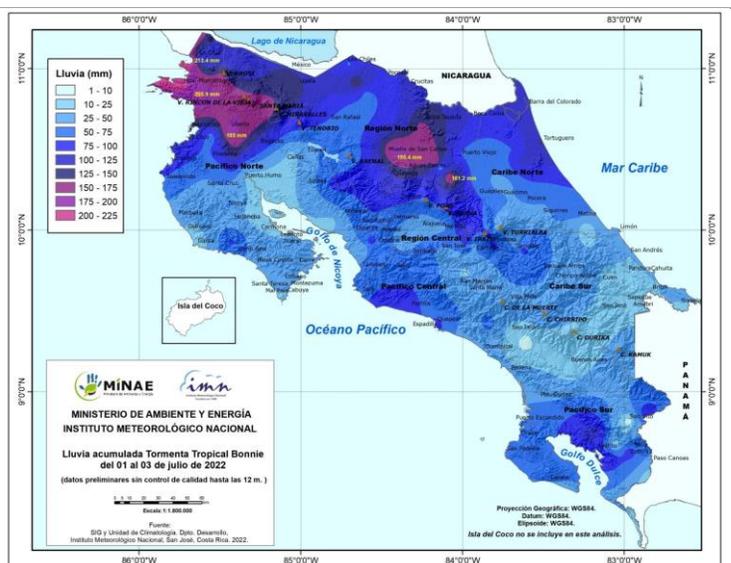


Figura 1.1. Mapa de lluvia acumulada debido a la afectación de la tormenta tropical Bonnie del 1 al 3 de julio del 2022.

## Pronóstico del fenómeno ENOS y perspectiva de lluvias

El fenómeno ENOS que hemos experimentado en su fase La Niña desde el año 2021, se mantendrá en su fase La Niña de débil intensidad durante el trimestre agosto a octubre. Figura 2.

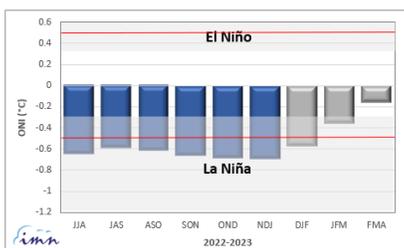


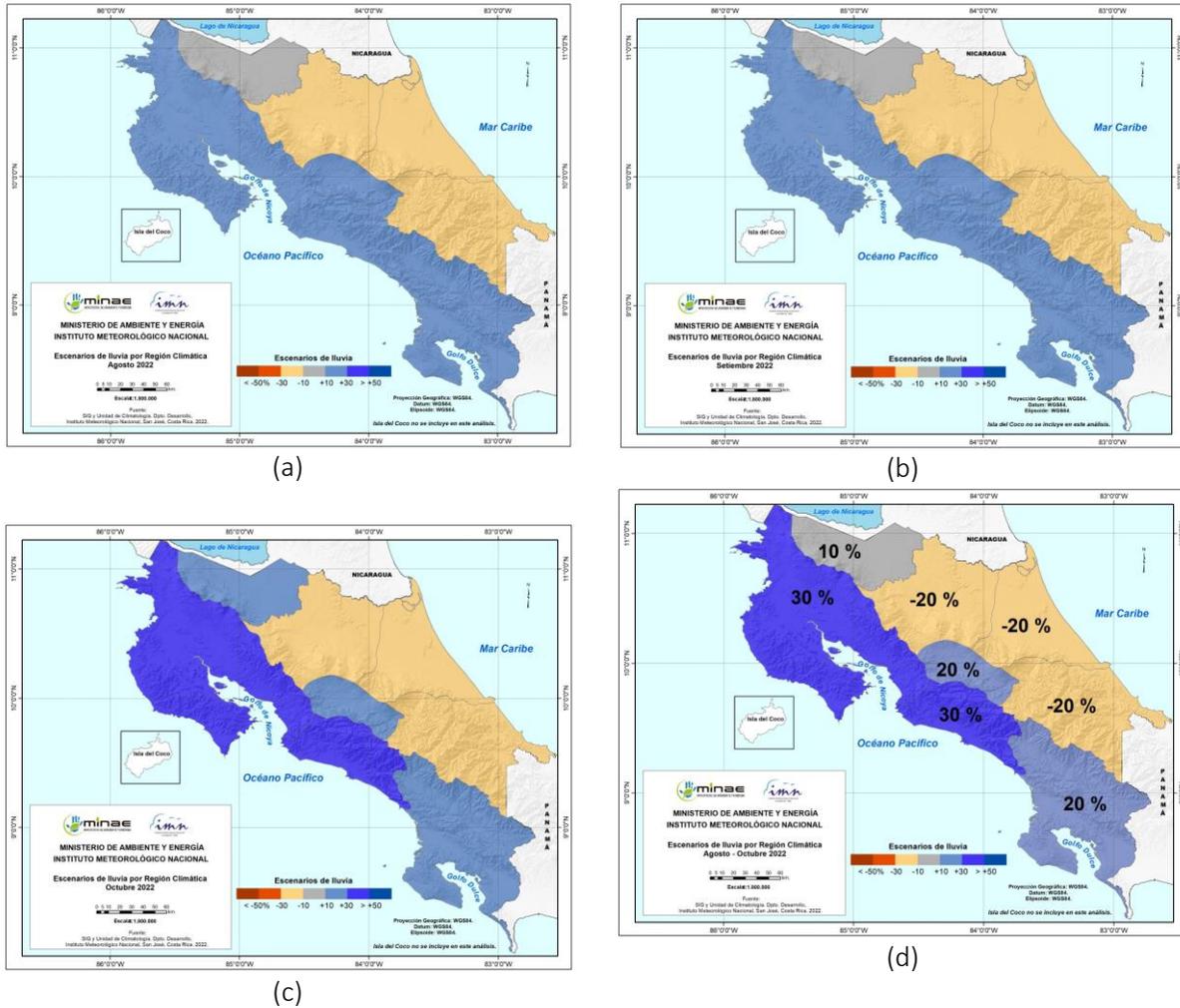
Figura 2. Pronóstico del índice ONI, región 3.4.

En cuanto a la perspectiva climática mensual y trimestral de lluvia, visualizado en la figura 3. El trimestre evidenciará condiciones normales en la región climática Zona Norte Occidental (GLU) (+10%); en tanto condiciones más lluviosas de lo normal se esperan en Pacífico Norte (+30%), Pacífico Central (+30%), Valle Central (+20%) y Pacífico Sur (+20%); mientras se mantendrán las condiciones deficitarias en Zona Norte

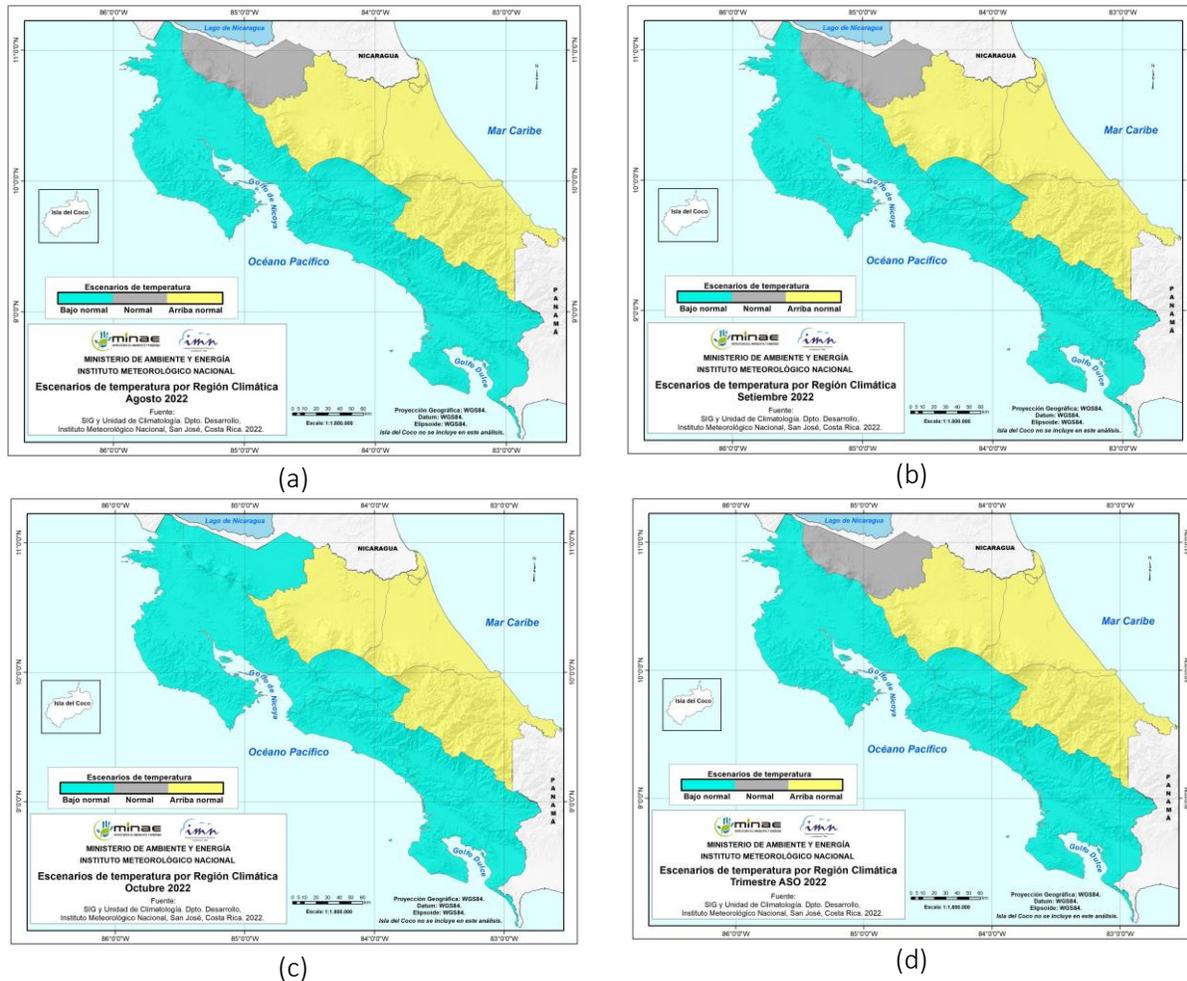
Oriental (-20%), Caribe Norte (-20%) y Caribe Sur (-20%). Las zonas costeras de la vertiente Caribe registrarían los mayores déficits.

Se prevé un trimestre con mayor cantidad de días con lluvia (respecto a lo normal) en las regiones climáticas de la vertiente Pacífico, Zona Norte Occidental (GLU) y Valle Central; así como un menor número de días con lluvia (respecto a lo normal) en la vertiente Caribe y Zona Norte Oriental. Se espera que la Canícula, la cual ocurre con normalidad en las regiones climáticas del Pacífico Norte y Valle Central específicamente, se establezca con mayor regularidad en la primera quincena de agosto, respecto a su ocurrencia en la segunda quincena de julio.

En cuanto a la perspectiva climática mensual y trimestral de la temperatura media, visualizado en la figura 4. El trimestre evidenciará temperaturas normales en la región climática Zona Norte Occidental (GLU); en tanto temperaturas más frías de lo normal en Pacífico Norte, Pacífico Central, Valle Central y Pacífico Sur; mientras se mantendrán las temperaturas más cálidas de lo normal en Zona Norte Oriental, Caribe Norte y Caribe Sur.



**Figura 3.** Pronóstico de los porcentajes de lluvia para el periodo agosto a octubre del 2022 (d); así como para los meses de agosto (a), setiembre (b) y octubre (c). Los colores en el mapa indican el escenario de lluvia o sequedad, cuanto más azul es más lluvioso y cuanto más café es más seco en comparación con el promedio. El color gris significa que lloverán los montos normales.



**Figura 4.** Pronóstico probabilístico de la temperatura media para el periodo agosto a octubre del 2022 (d); así como para los meses de agosto (a), setiembre (b) y octubre (c). Los colores en el mapa indican el escenario de temperatura media respecto a al promedio climatológico. El color “verde agua” indica temperaturas más bajas de lo normal, el color “amarillo” indica temperaturas más altas de lo normal y el color “gris” indica temperatura normal.

En la más reciente actualización del pronóstico de la temporada de ciclones tropicales del Atlántico (Océano Atlántico Tropical, Mar Caribe y Golfo de México) se mantiene una perspectiva de temporada más activa que la temporada normal, definida mediante el promedio de sistemas del período 1991-2020, tabla 1; pero no tan activa como la temporada récord del año 2020. No se

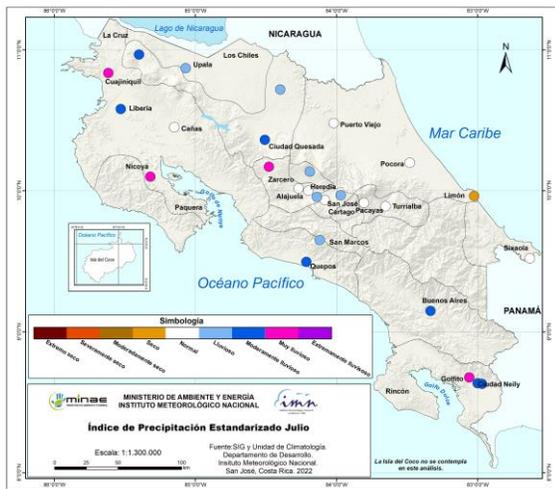
descarta la afectación, ya sea directa o indirecta, de entre uno y dos de estos sistemas.

En base al Sistema de Alerta Temprana de Sequía (SAT-sequía) que maneja el IMN, la región climáticas Caribe Norte y Caribe Sur rompen la condición de sequía meteorológica. En base a un análisis de sequía respecto al periodo climatológico más reciente (1991-2020), se

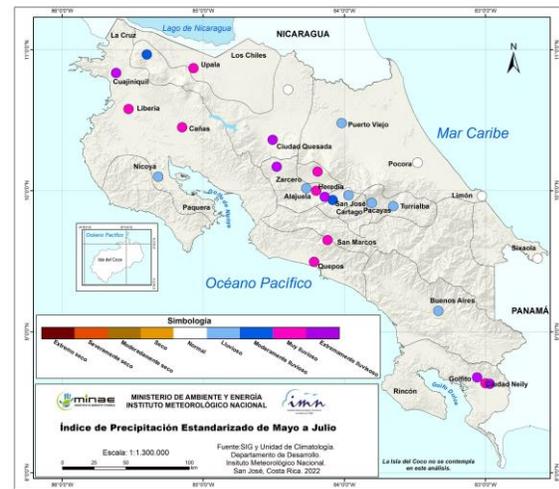
evidencia un trimestre mayo-julio (figura 5) con condiciones de excedente de lluvias en los sitios de monitoreo del Caribe Norte; mientras los ubicados en el Caribe Sur, aunque deficitarios se mantienen dentro del rango normal. Desde el trimestre febrero-abril se registran valores trimestrales asociados a condiciones normales y mayormente superávit de lluvias en ambas regiones. No se descarta un reinicio de la sequía para finales de año.

**Tabla 1.** Pronóstico de la temporada de ciclones tropicales de la cuenca del Atlántico (Océano Atlántico, mar Caribe y golfo de México).

Temporada normal (1991-2020)			
Tormentas nombradas	Tormentas tropicales	Huracanes categoría 1 y 2	Huracanes categoría 3, 4 y 5
14	7	4	3
Temporada record 2020			
Tormentas nombradas	Tormentas tropicales	Huracanes categoría 1 y 2	Huracanes categoría 3, 4 y 5
30	16	7	7
Pronóstico de la temporada 2022			
Tormentas nombradas	Tormentas tropicales	Huracanes categoría 1 y 2	Huracanes categoría 3, 4 y 5
18	10	4	4



(a)



(b)

**Figura 5.** Índice de sequía mensual de julio (a) y trimestral de mayo a julio (b), ambos estimados en base al periodo climático 1991-2020. Las tonalidades de los colores de colores azul y morado se asocian a condiciones de excedente de lluvia; mientras las tonalidades de los colores café y rojo se asocian a condiciones deficitarias de lluvia.

## NOTA TÉCNICA

**Razones y circunstancias que motivan, determinan, potencian y condicionan el desarrollo y la adopción de tecnología en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica**

**Ing. Agr. Marco A. Chaves Solera, M.Sc.**

*chavessolera@gmail.com*

*Especialista en el Cultivo de la Caña de Azúcar*

### Introducción

La modernización de la agricultura y en lo particular la vinculada con la producción de caña destinada a la fabricación de azúcar, implica necesaria e imperativamente tener que diseñar, implementar y ejecutar cambios integrales de fondo a la forma tradicional e ineficiente en que accionan y operan algunos sistemas de producción actualmente vigentes; sin ello, cualquier esfuerzo técnico o financiero que se realice resultara aislado e infructuoso. Para lograr esa meta se debe trabajar y concentrar esfuerzos y recursos en configurar, establecer y desarrollar un nuevo y moderno escenario agroindustrial basado y fundamentado inexorablemente en principios de mejora en productividad, rentabilidad, sostenibilidad, equidad, ecoeficiencia y eco-competitividad.

Los retos y desafíos que requiere y plantea la modernización y el desarrollo sostenible de la agricultura en la actualidad son muchos y muy complejos, demandando para que se traduzcan y materialicen en beneficios tangibles y con valor agregado, contar con la organización y la institucionalidad apropiadas que diseñen, potencien y orienten el cambio requerido; sin lo cual cualquier esfuerzo y logro se torna insuficiente y efímero. La configuración correcta de esa institucionalidad es un proceso complejo, dinámico y multidisciplinario que implica diálogo, análisis, concertación, capacitación, aprendizaje, investigación y construcción colectiva de ideas y propuestas por parte de todos los participantes. Este nuevo modelo debe imperativa e indiscutiblemente fundamentarse y construirse sobre la base de los valores, la creatividad, la sana ambición, la eficiencia, el compromiso y la creatividad de quienes asisten y participan, creando identidad por el logro compartido; solo así podrá generarse conocimiento, capacidad y desarrollo. El presente documento pretende realizar un abordaje sucinto sobre algunos de los factores y elementos que determinan, potencian y condicionan el desarrollo y la adopción tecnológica en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.

### Cambios en el paradigma productivo

Es un hecho comprobado que no se avanza con posibilidad de éxito hacia el desarrollo si no se accede en primera instancia a innovar, cambiar y

mejorar; lo cual, sin embargo, paradójicamente tampoco asegura que se logre alcanzar el nivel de desarrollo deseado y esperado. Es por esto esencial e insoslayable si se pretende trabajar para alcanzar ese objetivo, construir institucionalidad para que los sistemas agroproductivos, como el de la caña de azúcar, viabilicen y orienten los procesos de mejora al aseguramiento de un crecimiento y desarrollo sostenible y perdurable en el tiempo con inclusión, participación y equidad. El cambio requerido es profundo pero necesario e implica revisar, ajustar y realinear el paradigma que ha orientado y conducido el quehacer de la agroindustria por muchos años, particularmente en el campo tecnológico; esto sin desconocer que ese factor en particular ha mantenido una dinámica de revisión y ajuste constante.

Debe en esta materia reconocerse, sin embargo, que muchos de los métodos y sistemas productivos actualmente utilizados en la agricultura en el mundo y también en Costa Rica, aunque no son eficientes y sostenibles en su ejercicio y componente técnico, se justifican de alguna manera porque son considerados necesarios para alimentar poblaciones cada vez más numerosas; o en su caso, para aportar a la autosuficiencia alimentaria como argumento de política social, comercial y de seguridad nacional. El resultado de esta situación es que el retraso tecnológico y la ineficiencia productiva se han aceptado y hasta considerado justificables para atender de forma mediática y coyuntural esos desafíos obligados que tienen los diferentes gobiernos de turno. El problema y tema de fondo para reflexionar es que esa condición no mejora la condición tecnológica y por el contrario se consolida y agrava con el tiempo, conduciendo inexorablemente a la ruina a muchos agricultores y segmentos de la producción poco o nada organizados, lo que es grave y muy preocupante.

Los tiempos y circunstancias actuales y sobre todo futuras de acceso a mercado preferenciales perfilan sin embargo una nueva era, en la cual las exigencias en cuanto a la forma de producir en el campo y la calidad de los productos finales puestos a disposición del consumidor, adquieren una condición particular y especial que no puede desconocerse ni violentarse si se pretende alcanzar y mantener un nivel de competitividad satisfactorio que asegure mantenerse vigente en el cada vez más exigente comercio actual. En este caso todas, aún las

organizaciones consolidadas y maduras como acontece con la agroindustria cañero-azucarera costarricense, deben cumplir y satisfacer a cabalidad de manera obligada, conforme e insoslayable, con los requisitos que esos mercados y consumidores de destino exigen como condicionante inexcusable para adquirirlos.

En este contexto tan complejo son muchos y muy diversos los factores, elementos y condiciones que dominan en la actualidad los debates sobre alimentación, nutrición, ambiente y producción agropecuaria en todos los ámbitos, dominando el tema ambiental operado con la promoción de los elementos benéficos que lo favorecen, complementados con la mitigación y reducción de aquellos que lo perjudican. Tópicos como cambio climático, eliminación de la contaminación ambiental y reducción de la degradación de los suelos, protección de la biodiversidad, conservación de los recursos naturales (edáficos, hídricos, biológicos), inocuidad de los alimentos, trazabilidad socio productiva evidenciando cómo, qué, dónde y para quién se produce adquiere una determinante relevancia, que se integra y manifiesta en el cumplimiento satisfactorio de los principios de la sostenibilidad.

Este nuevo entorno agroproductivo, nueva circunstancia y realidad comercial ha conducido a que actualmente surja y prevalezca un serio conflicto entre la producción agrícola tradicional, orientada a la obtención de productos básicos, y los nuevos intereses conservacionistas y de respeto al medio ambiente, que hacen que el logro de la sostenibilidad y la competitividad se obstaculicen y dificulten, con los resultados negativos que ello implica para los intereses de un país, un sector y en lo particular para el agricultor, como está demostrado.

En consecuencia, se ha comenzado a realzar en los mercados de destino y en la decisión final de los consumidores, el valor implícito e intrínseco que se atribuye con fuerza y determinación a los aspectos ambientales y sociales de las tierras, la estructura de tenencia de la tierra, su capacidad productiva y la calidad del producto final, entre otros elementos, lo que a su vez afecta y determina el proceso de innovación tecnológica e institucional de una actividad y un sector. Como apuntara Chaves (1996a) en torno al tema *“El mundo viene experimentando cambios drásticos en los últimos tiempos. Los cambios geopolíticos, socioeconómicos culturales, científicos y tecnológicos han modificado significativamente nuestra realidad. Vivimos una realidad exigente, competitiva, que reclama creatividad, inteligencia y productividad.”*

El sector azucarero costarricense no está para nada alejado de esta realidad y circunstancia comercial y productiva actual, lo que obliga sin justificación alguna a movilizar, concentrar y orientar con carácter prioritario sus recursos y capacidades institucionales a satisfacer y cumplir con las condiciones que imponen quienes comercializan, adquieren y consumen los productos con gran esfuerzo generados en el

campo. En esto el incremento de la productividad agroindustrial ocupa un papel incuestionablemente preponderante y determinante, para inducir y conducir el cambio tecnológico requerido en los sistemas de producción de caña hacia estados de conformidad ambiental y comercial.

Como se ha señalado y comentado de manera amplia y abundante sobre tecnología y mejora productiva, como lo demostrara Chaves (1996a) al manifestar, que *“La productividad está determinada por factores tales como la tecnología empleada, la calidad y la combinación de insumos utilizados en la producción. Es por ello, que los incrementos en productividad han estado por lo general asociados a una mayor calidad de los insumos, al empleo de mejores técnicas y una mejor organización de la infraestructura.”*

*En términos generales, puede afirmarse que la competitividad es un proceso formado por diversas y complejas relaciones de encadenamiento de carácter tecnológico, productivo, financiero, comercial, político y sociocultural, lo cual implica un fuerte trabajo interdisciplinario; en la competitividad todos los elementos interactúan de modo continuo.”*

Es imperativo e inexcusable entonces, atender y resolver con prontitud, capacidad y eficiencia los problemas que más impactan, limitan y reducen la competitividad productiva y económica de nuestra agroindustria azucarera, muchos de los cuales están ubicados y concentrados fundamentalmente no en asuntos técnicos y tecnológicos; sino en aspectos de otra índole, como son los elevados costos de producción, los precios deprimidos pagados por los productos finales, la presencia de la distorsión comercial interna conocida como *“extracuota”*, la falta de crédito accesible, la infraestructura vial deficiente, las limitantes de mano de obra calificada, los impactos ambientales y hasta la necesidad de renovar y actualizar el equipo fabril, entre otros. Más adelante se desarrolla una valoración sobre este tópico tan relevante.

#### Organización cañero-azucarera nacional

La organización cañero-azucarera costarricense es madura por las luchas que ha debido emprender y los trascendentes logros alcanzados; también de muy larga data habiendo promulgado su primera legislación un 24 de agosto de 1940, con la creación de la Junta de Protección a la Agricultura de la Caña, refrendada por la Ley N° 359. Posteriormente y luego varias mejoras y reformas sucesivas que adecuan, contextualizan y actualizan la legislación a las necesidades del momento, se aprueba un 4 de noviembre de 1965 la Ley N° 3579 que crea la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), como lo apuntara Chaves (1993, 2015df). LAICA es una Corporación de derecho público no estatal, dotada de personería jurídica propia, sometida al Derecho Público en lo concerniente a sus potestades de imperio, y al Derecho Privado en lo atinente a sus actividades de comercialización, como lo sustentan el

contenido de la Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 22 de setiembre de 1998, su Reglamento Ejecutivo Decreto N° 28665 - MAG (LAICA 1998, 2000) y sus reformas, que rigen, regulan, lideran y orientan su operación en la actualidad. En agosto próximo la organización estará cumpliendo 82 años desde su creación y gestión organizada continua en favor de los intereses del país y muchas familias agricultoras (Chaves 2020ad; Chaves y Bermúdez 2020).

El sector cañero costarricense responsable de la producción primaria que procesan los Ingenios está organizado y conformado por seis Cámaras de Productores de Caña de Azúcar, ubicadas en cada una de las seis regiones declaradas oficialmente (LAICA 1998) productoras de la materia prima destinada a la fabricación de azúcar y derivados; las cuáles a su vez se integran en una Federación de Cámaras de Productores de Caña (FEDECAÑA). En tanto que los 11 Ingenios actualmente vigentes y en operación se agrupan en la denominada Cámara de Azucareros. Las seis Cámaras se ubican geográficamente en Turrialba (Atlántico), Grecia (Pacífico), Carrillo (Guanacaste), San Carlos (Zona Norte), Pérez Zeledón (Zona Sur) y Esparza (Puntarenas).

Se considera que actualmente (zafra 2020-21) el área sembrada con caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica y no a otros usos alternativos (pecuario, forrajero, dulce), se estima en 60.668 hectáreas de las cuales se cosecha un total de 55.357 ha correspondiente al 91,2%. Dichas áreas se distribuyen ampliamente por todo el territorio nacional, ocupando terrenos en 6 provincias, 29 cantones y aproximadamente 115 distritos distribuidos en todo el territorio nacional, como lo señalan Chaves (2017e, 2019b, 2020a, 2021, 2022a), Chaves y Bermúdez (2020) y Chaves y Chavarría (2021ab). Los antecedentes demuestran que la movilización de las plantaciones comerciales en el territorio nacional es muy dinámica y cambiante cuando valorada en el tiempo, con desplazamientos importantes y significativos entre localidades. En los últimos 10 años se observa una tendencia sólida de aumento sostenido y significativo de área cultivada (hectáreas) en las regiones de Guanacaste y Zona Norte (San Carlos, Los Chiles), con reducción importante en el Valle Central y Turrialba; manteniendo el Pacífico Central y la Zona Sur una leve tendencia hacia la reducción el aumento, respectivamente.

En la zafra 2020-2021, LAICA contabilizó la existencia de un total de 5.188 Productores Independientes de caña que efectivamente entregaron materia prima en ese periodo, distribuidos por región agrícola, como sigue: 2.227 (42,9%) en Zona Sur; 1.111 (21,4%) en Zona Norte; 807 (15,6%) en Valle Central; 753 (14,5%) en Guanacaste; 248 (4,8%) en Turrialba y 42 (0,8%) en Puntarenas. La presencia del agricultor particularmente los pequeños y medianos (entregas menores de 1.500 toneladas), es determinante en el modelo de organización que sustenta y da sentido al sector (Figura 1).



Figura

1. Productor de caña de azúcar: esencia del modelo productivo.

Como expresaran Chaves y Bermúdez (2020) de manera contundente *“No hay duda en reconocer que mucho del éxito que como organización sólida, pujante y permanente ha mantenido de manera consistente el sector cañero-azucarero durante 80 años, se fundamenta en su institucionalidad, representada en este caso por seis Cámaras de Productores de Caña, una Federación de Cámaras de Productores de Caña, una Cámara de Azucareros y LAICA como Corporación líder de derecho público no estatal. En lo técnico el sector cuenta con un calificado Departamento Técnico y otro de Investigación y Extensión (DIECA)”*

No hay duda que el éxito y sostenimiento de la actividad y gestión institucional del sector desarrollada de forma continua por tantos años se fundamenta en la fortaleza, coherencia y visión de la organización, como lo señalaran Chaves y Bermúdez (2015) al calificarla, como *“Agroindustria azucarera costarricense: un modelo organizacional y productivo efectivo.”*

#### DIECA y tecnología

En mayo de 1982 LAICA creó luego de varios intentos fallidos el Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), como unidad de carácter científico y tecnológico con sumisión y dependencia técnica, económica y legal de la Corporación, razón por la cual no posee personería jurídica propia; es financiado con recursos propios del sector cañero-azucarero costarricense, opera sin fines de lucro y brinda servicio a todos los productores y fabricantes de azúcar organizados y representados en LAICA. El Departamento concentra, coordina, articula, ejecuta y lidera la mayoría de las actividades que en materia de investigación, innovación y transferencia de tecnología se realizan en Costa Rica; las cuales se ubican principalmente en el área

agrícola, aunque también involucra y participa a los Ingenios. El Departamento Técnico, instancia de LAICA con orientación mayoritaria al área industrial, también contribuye a la causa tecnológica con personal especializado, particularmente en el campo fabril. Destaca el hecho que los Ingenios, Cooperativas y las Cámaras de Productores de Caña aportan adicionalmente personal técnico-profesional muy calificado que sirve de apoyo y colaboración con el desarrollo tecnológico. Mucho se ha escrito en torno al sector azucarero y particularmente a DIECA operando dentro del modelo sectorial, como lo demuestran los aportes de Chaves (1992, 1993, 1995, 1996b, 1998a, 1999abcde, 2010ab, 2012, 2017d), Chaves y Villalobos (2008), Chaves y Bermúdez (2015), Chaves y Bermúdez (2020).

Expresa Chaves (2017d) al respecto exaltando su incuestionable importancia, que *“En DIECA se concentran y ejecutan, o en su caso se coordinan, la mayoría (no todas) de las actividades que en materia de generación y transferencia de tecnología agrícola se efectúan en Costa Rica en el cultivo de la caña de azúcar; es por ello que mantiene estrechas relaciones y desempeña un papel de liderazgo en su relación con los productores, industriales, cuerpos técnicos de investigación en ingenios y empresas relacionadas; así como también con instituciones académicas (Universidades) y Centros de Investigación relacionados directa o indirectamente con la actividad cañero-azucarera.”*

Por la naturaleza y el tipo de estructura funcional y forma de operación, DIECA ve ampliamente facilitada y muy favorecida la importante labor de identificación, selección y priorización de demandas tecnológicas y tópicos necesarios investigar (actuales y futuros); así como también asuntos por transferir, comunicar, capacitar y divulgar por medio de sus múltiples, dinámicas y permanentes actividades ejecutadas en el ámbito nacional con enfoque regional. Esto sustentado en la determinante ventaja de mantener una estrecha vinculación y comunicación con todos los agentes de la agroindustria, y contar además con representantes de ambos subsectores (productores e industriales) ante el Consejo Directivo que se responsabiliza de orientar su operación. Esta circunstancia provoca que los mecanismos de estructura administrativa, operativa, funcional y de planificación se vean facilitados al darse un proceso continuo de revisión, ajuste y priorización programática integrada, asegurando la oportuna y necesaria atención y concentración de esfuerzos institucionales en asuntos realmente importantes y trascendentes como lo apunta Chaves (1991, 2010a, 2011abc, 2015bc, 2016d, 2017ag, 2022c). La importancia e inversión incorporada en DIECA está por sus resultados más que justificada.

### Tecnologías para la producción

De manera similar a lo que acontece con cualquier actividad de producción agropecuaria son por lo general más los problemas, limitantes y barreras que de manera constante surgen respecto a las

ventajas reales y potenciales de poder operar de manera fluida y competitiva. Esta realidad obliga buscar cada vez mejores sistemas y mecanismos de trabajo en el campo que permitan superar los impedimentos y aprovechar satisfactoriamente las ventajas y opciones potenciales de mejora y crecimiento que puedan existir, traducidas en mitigar impactos, incrementar productividad agroindustrial, minimizar costos, maximizar ingresos, optimizar rentabilidad y sostenibilidad, elevar competitividad económica y social en un marco de ecoeficiencia y eco-competitividad ambiental.

Como es comprensible entender y reconocer la cantidad de factores y elementos participantes e interventores en esta ecuación es muy alta, dinámica y muy compleja, lo que dificulta priorizar los tópicos por investigar y transferir. En términos genéricos las áreas funcionales de mayor interés institucional y énfasis operativo que concentran las actividades de naturaleza tecnológica en la actualidad son de índole biótico y abiótico (Figura 2), ubicando entre otras las siguientes áreas como prioritarias:

- Mejoramiento Genético: *importación y protección de germoplasma, cruzamiento y fabricación de variedades nacionales (sigla LAICA), investigación y validación de nuevos clones*
- Producción de semilla de alta calidad y pureza genética: *métodos, cantidad y condición de acceso*
- Fitosanidad de plantaciones: *identificación y control de patógenos, medición de impacto*
- Cultivo de tejidos *in vitro*: *calidad, reproducción y distribución*
- Control biológico de plagas: *identificación, reproducción, distribución, aplicación y venta, impacto*
- Biotecnología: *métodos, aplicación*
- Manejo, preparación y mejoramiento de suelos: *degradación, mejoramiento*
- Mecanización agrícola: *necesidades y dimensionamiento (HP), equipos, labores, impactos*
- Nutrición y fertilización del cultivo: *corrección, elementos, fuentes (químico, orgánico), dosis, interacciones, pérdidas, formas y momento de aplicación, efectos*
- Manejo y control de malezas: *malezas, agroquímicos, dosis, equipos, protección*
- Manejo del agua: *riego y drenaje, calidad, frecuencia, lámina, suelos*
- Prácticas de manejo de plantaciones: *ciclo planta y soca, orgánico, bajo en insumos*
- Empleo de agroquímicos y bioinsumos: *productos, dosis, efectos, costos*
- Agricultura de Precisión: *potenciales, áreas de implementación, costos, equipos, prácticas*
- Maduración de variedades y plantaciones: *control, insumos, variedades, clima, manejo*

- Cosecha de plantaciones: *corta, carga, transporte, costos, pérdidas, calidad, formas*
- Manejo, uso racional y aprovechamiento de residuos agroindustriales: *tipo, cantidad, tratamiento*
- Conservación de recursos naturales: *edáfico, hídrico, biológico, erosión, prácticas*
- Clima: *medición, estimación, proyección, impactos, control*
- Productividad agrícola e industrial: *factores, estimación, mejoramiento, beneficios*
- NAMA Caña de Azúcar: *diseño, implementación, ejecución, escalamiento, financiamiento*
- Costos de producción agrícola: *estimación, control, optimización*
- Actividades de transferencia tecnológica: *individuales, grupales, didácticas, tópicos, localidades*
- Documentación e información técnico-científica: *publicaciones, boletines, revistas*
- Asistencia técnica especializada: *necesidades, tópicos, localidades, calidad*
- Alianzas público-privadas: *convenios, acuerdos, cartas de entendimiento, acercamientos, intercambios, relaciones, integración, coordinación*

et al 1999; Chaves 2017acd, 2018b, 2020d; Chaves et al 2020b; Rodríguez y Chaves 2020).

Como apuntara Chaves (2022c) en relación con el tópico y circunstancia actual “La tecnología adquiere en este contexto mayor relevancia económica no apenas por la fabricación de azúcar como producto básico, sino también por el aprovechamiento integral y potencial de los derivados y subproductos que genera, como son bagazo, melaza, alcohol y energía por cogeneración. En este sentido, la diversificación e incorporación de valor agregado permitirá aumentar la rentabilidad y competitividad de los productores y el sector cañero-azucarero como un todo. Al tema económico se suma de manera inalienable el social, virtud del significado y alcances que tiene para toda la sociedad costarricense la estabilidad y el bienestar del productor cañero y sus familias.”

#### Glosario de aplicación tecnológica al cultivo

Pese a ser la tecnología un tema popular ampliamente conocido y utilizado por todos, independiente de su formación académica, área de gestión profesional, destino de su empleo y aplicación, siempre existen términos y conceptos asociados que de manera inconveniente se emplean a la libre, de manera genérica y bajo criterios poco fundamentados que desconciertan y conducen a generar confusión, muchas veces con consecuencias inusitadas. Es por este motivo siempre importante ubicar y buscar concertar el significado más apropiado de lo que se considera implica cada acepción, interpretada obviamente bajo los principios que el autor del presente artículo considera válido para fines agrícolas aplicados a la caña de azúcar. No se trata tampoco de desplegar un tedioso ejercicio etimológico, filológico y de ciencia profunda, sino apenas ubicar los conceptos más habituales a lo que se considera válido, comprensible y conveniente para los fines procurados; reconociendo en todo momento que son formas estructuradas o no de pensamiento, que surgen como respuesta a las exigencias que el medio natural y social impone al ser humano.

Con ese objetivo se presentan y definen a continuación algunos términos vinculados con el tema tecnológico de muy amplio uso popular aplicado en el presente caso a las actividades desarrolladas en torno al cultivo de la caña de azúcar, como son:

- **Ciencia:** es concebida como el conjunto de conocimientos objetivos, representativos, verificables y comprobables de una materia determinada, obtenidos por medio de la observación, la experimentación y la investigación, que hace posible predecir y explicar los principios, propiedades, características, causas y comportamientos de un evento o materia, favoreciendo con ello la formulación de inferencias y conclusiones y la verificación de hipótesis. Se caracteriza por el empleo de metodologías adecuadas y apropiadas para el objeto de estudio valorado y la sistematización de los conocimientos generados. El conocimiento científico se



Figura 2. Tecnología: factor determinante para la productividad.

En este ejercicio no pueden soslayarse ni ignorarse los ingentes esfuerzos de investigación, innovación y transferencia realizados de manera formal, continua y sistemática por muchos años que confluyen y conciertan en resultados sobresalientes y muy destacables en materia tecnológica relacionada con el mejoramiento genético y el control biológico de plagas, lo que hoy permite contar con variedades de caña de muy alta calidad agroindustrial y con un mecanismo no destructivo ni contaminante para realizar el control de plagas y patógenos en el cultivo, lo que resulta incuestionablemente muy satisfactorio y ejemplar (Sáenz

obtiene de manera metodológica, sistemática, articulada, razonada y bien fundamentada por medio de la observación y la experimentación en campos de estudio específicos, empleando el método científico, lo que la diferencia de la experimentación cotidiana. Buena parte de la tecnología generada y recomendada en el cultivo de la caña de azúcar es obtenida a través de la investigación formal. Se dice que la ciencia produce conocimientos que responden a la “necesidad de conocer, ordenar y explicar la realidad”.

- **Método científico:** consiste en una metodología empleada con el fin de generar y obtener nuevos conocimientos, que ha caracterizado y dado fundamento histórico a la ciencia basada en la observación sistemática y rigurosa, la medición, la experimentación y la formulación, análisis y comprobación de hipótesis planteadas sobre el objeto estudiado. Obedece a la descripción de un modo de investigar, de pensar, cuyo propósito es descubrir y revelar el funcionamiento y la composición del asunto investigado. Las etapas que componen ordenan y estructuran su operación son: 1) definición del problema, 2) formulación de hipótesis (razonamiento deductivo), 3) recopilación y análisis de datos, 4) confirmación o rechazo de la hipótesis planteada, 5) resultados y 6) inferencias y conclusiones generadas. Procedimiento seguido en agricultura para encontrar mediante la investigación la verdad de las cosas (comportamientos, efectos, causas, reacciones), evidenciarla, explicarla y poder luego enseñarla.
- **Conocimiento científico:** entendido como el conjunto ordenado, comprobado y sistematizado de saberes obtenidos de forma metódica y sistemática a partir del estudio, la observación, la investigación, la experimentación y el análisis de fenómenos o hechos de interés valorados. Constituye el conjunto de hechos verificables y sustentados en evidencia constatable, recabados por las teorías formuladas con base científica; así como el estudio de la adquisición y elaboración de nuevos conocimientos aplicando el método científico.
- **Tecnología:** se define como el conjunto de conocimientos técnicos y científicos empleados y aplicados en este caso a la agricultura cañera para la consecución de resultados prácticos. La diferencia entre ciencia y tecnología es que la primera estudia los fenómenos que nos rodean, mientras que la segunda aplica el conocimiento de estos a la solución de problemas concretos. Por tanto, la tecnología utiliza a la ciencia como base de su desarrollo.
- **Investigación:** proceso intelectual y experimental que involucra y comprende un conjunto de métodos aplicados de manera sistemática, ordenada y estructurada (método científico), con la finalidad de indagar sobre un asunto o tema de interés específico; así como de ampliar o desarrollar su conocimiento, sea este de interés científico, social, tecnológico, productivo y hasta económico. Actividad cuyo objetivo es la adquisición de nuevos conocimientos

que puedan resultar de utilidad para la creación de nuevos productos, procesos o servicios o contribuir a mejorar considerablemente los ya existentes. Busca el conocimiento que sea útil para apoyar, resolver problemas y generar nuevas opciones destinadas a desarrollar y mejorar procesos, sistemas y mecanismos tecnológicos en mejora directa de la actividad productiva agroindustrial (Chaves 1985, 1986, 2020c). En lo específico la investigación científica implica “conocer” las características, propiedades, dimensiones, comportamientos y composición de un evento, materia o fenómeno particular; mientras que la investigación tecnológica implica “hacer” de todo el conocimiento conocido y disponible la parte material, física, aplicada de la investigación científica. Requiere contar con recursos físicos, infraestructura, humanos, equipamiento, financieros y operativos. Es un proceso por lo general oneroso que requiere tiempo para obtener resultados confiables y de calidad.

- **Innovación:** en lo esencial significa cambiar las cosas introduciendo novedades, lo cual no siempre implica necesariamente investigación formal; se puede cambiar por ej. la boquilla de una bomba, colocar un lector de presión, calibrar un equipo de aplicación, etc. No es conveniente igualar y confundir el término con investigación como sinónimos, pues el método científico marca la diferencia. Define la actividad cuyo resultado procura la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de las ya existentes. Corresponde a la aplicación de un método de producción o suministro nuevo o significativamente mejorado, incluyendo cambios importantes en cuanto a técnicas, equipos y/o programas informáticos (innovación tecnológica y en materia de procesos), aplicación de nuevos métodos organizativos a las prácticas comerciales (innovación comercial), la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa (innovación en materia de organización), etc. Como sintetizó el ex primer ministro de Finlandia, *Esto Aho*: la I+D es “invertir dinero para obtener conocimiento”, mientras que la innovación es “invertir conocimiento para obtener dinero”. La investigación busca conocer y dar solución a problemas agrícolas al tiempo que la innovación busca dar soluciones a los agricultores; dicho de otra forma, la innovación es la llegada al mercado de la I+D. Un proyecto innovador es un plan estratégico que supone la creación de nuevas ideas, productos o servicios, que conlleven el desarrollo tecnológico para obtener una mejora en la calidad del asunto, práctica o producto tratado. La innovación tecnológica es un proceso por medio del cual se crea un nuevo producto, servicio, proceso o modelo de negocio en la agricultura, o bien mejoran significativamente las características de uno ya existente, utilizando para ello las herramientas tecnológicas disponibles.
- **Investigación, desarrollo e innovación:** reconocido habitualmente por la expresión I+D+i o I+D+I, es un concepto de relativa reciente

aparición en el contexto de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad; con el cual se amplía y supera en sus alcances el anterior concepto de investigación y desarrollo (I+D). En lo pragmático no existe una definición unificada para definir los conceptos de investigación, desarrollo e innovación, de manera que su definición puede variar dependiendo de quién la aplique y para qué fin los utilice.

- **Experimentación:** la diferencia entre la investigación cotidiana denominada y reconocida en este caso como “experimental” y la investigación científica formal, radica en el empleo del método científico, el cual puede ser comprendido como esa serie de pasos que están establecidos y se deben seguir rigurosa y protocolariamente para realizar investigaciones que generen resultados confiables, representativos y bien fundamentados. Es muy común en la agricultura cañera que un agricultor haga una “*valoración personal*” de un aspecto basado simplemente en la observación y en los resultados obtenidos (causa-efecto) sin medición rigurosa de indicadores claves, replicación (repeticiones), validación, explicación ni confiabilidad, pues se carece de método y rigor científico que mitigue y/o elimine posibles sesgos. Es una operación destinada a estudiar un fenómeno o a comprobar un efecto o una propiedad; por lo que es muy común y hasta coloquial que el agricultor practique pruebas de campo basadas en evaluar “*con y sin*” un determinado factor, concluyendo con base en la observación final de resultados, sin otras evidencias que den sustento a los mismos. La experimentación siempre ha existido y forma parte de la esencia misma del ser humano por examinar, comprobar y buscar explicación y nuevas formas de hacer las cosas. No es prudente ni tampoco conveniente confundir e igualar el término experimentación con el de investigación como sinónimos, pues el método científico marca una diferencia determinante.
- **Transferencia tecnológica:** algunos organismos como el ISNAR (International Service for National Agricultural Research) la equiparan y califican como sinónimo de la “extensión” y la explican como la entrega y/o traspaso de tecnología de una fuente que la genera, hacia otra que la utiliza y aplica como es el caso del agricultor. Comprende las funciones complementarias del suministro de insumos y servicios agrícolas. Se explica como el proceso (cultural y educativo) por medio del cual se transfieren habilidades, conocimientos, tecnologías, métodos y procedimientos de cómo hacer bien y mejor las cosas en el campo; lo que implica e involucra el empleo de estrategias, planes, programas, mecanismos, herramientas, métodos y didácticas acordes con la situación y necesidad particular. En el caso de la actividad cañero-azucarera este componente es muy amplio, intenso, dinámico, diverso y multidisciplinario en su accionar, pues se compone de actividades de naturaleza individual o grupal (masiva) realizadas en campo, laboratorio, invernadero, sala, auditorio. Los mecanismos

empleados para operar la transferencia en el sector azucarero se fundamentan en la organización y realización de: seminarios, congresos, talleres y paneles, cursos, charlas, días de campo, demostraciones de método, giras técnicas (intra e interregionales) y participación en ferias agropecuarias, entre otras. A lo anterior se integra lo concerniente a comunicación y traslado de información técnica por vías escrita, radial y electrónica. El tema se desarrolla más adelante de manera específica.

- **Desarrollo:** es la adquisición, combinación, configuración y empleo de conocimientos y técnicas ya existentes de índole científica, tecnológica, empresarial, comercial, financiera o de otro tipo, destinados a la elaboración de planes y estructuras, diseño de productos, procesos o servicios nuevos, modificados o mejorados destinados a mejorar integralmente el sistema de producción y con ello el nivel de competitividad de la empresa. Incluye la elaboración de proyectos, diseños, planos y demás tipos de documentación siempre y cuando no vaya destinada a usos comerciales; así como el desarrollo de prototipos y proyectos piloto.
- **Desarrollo tecnológico:** tiene como propósito generar, mejorar, adaptar, dominar y utilizar con solvencia y capacidad una tecnología nueva o renovada en una región, sector productivo o aplicación específica; que permite a quienes la implementen acumular los conocimientos y las habilidades requeridas para explicar exitosamente la tecnología y posibilitar su mejora continua. En el campo cañero busca incorporar un cambio y mejoramiento integral y sustantivo que evolucionen el sistema productivo vigente hacia una condición mejor. Es un cambio tecnológico positivo.
- **Desarrollo agrícola:** se entiende como el paso operado en el empleo de métodos tradicionales a otros nuevos, modernos y de base científica que comprenden nuevos elementos técnicos (nuevas variedades, mejores prácticas de cultivo, fertilizantes y/o plaguicidas comerciales, reducción de impactos ambientales, etc.), nuevos cultivos o incluso la adopción e implementación de nuevos sistemas de producción agrícola en el campo (mecanizado, riego, bajo en insumos, orgánico, ladera, familiar, etc.).
- **Desarrollo sostenible:** modelo de desarrollo que comprende la dimensión social, económica y ambiental, en la cual se impulsa un uso y manejo sostenible de los recursos naturales, de tal manera que pueda satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades y recursos de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades.
- **Eco-competitividad:** es una estrategia integral basada en un enfoque de ciclo de vida en la utilización de los recursos, que busca la creación de ventajas competitivas para una empresa, organización o país, que le permitan obtener un beneficio que provoque una mejora en términos productivos, sociales y ambientales. Dicha estrategia se basa entre otros aspectos en: la utilización de tecnologías, innovaciones, técnicas de producción más eficientes o

el uso sostenible de los recursos. Todo ello con el fin de obtener una mejor posición de mercado, una mejor imagen, una mayor cantidad y/o calidad de productos o servicios, tener costos de producción menores por unidad de producto, reducir los impactos negativos generados a la sociedad o al medio ambiente y mejorar la calidad de vida de las personas.

- **Ecoeficiencia:** implica crear más bienes y servicios utilizando menos recursos mientras se reducen la polución, la contaminación, los impactos ambientales y la generación de residuos de conformidad con lo que establece la legislación vigente. La ecoeficiencia se alcanza mediante la distribución de "*bienes con precios competitivos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y brinden mayor calidad de vida, a la vez que reduzcan progresivamente los impactos medioambientales de bienes y la intensidad de uso de los recursos, a través del análisis del ciclo de vida de un producto o servicio*".
- **Capacitación:** proceso de enseñanza y aprendizaje destinado a que los participantes, en este caso productores de caña de azúcar, adquieran nuevos conocimientos y habilidades, modifiquen actitudes, se concienticen sobre tópicos relacionados con necesidades de una labor, práctica o actividad determinada, a través de eventos por lo general de corta duración. Corresponde a las actividades que la agroindustria cañera organiza y desarrolla de manera intensa y permanente en todo el país donde aborda diferentes temas, empleando didácticas y participando expositores diferentes y muy calificados acordes con la naturaleza del asunto tratado y la necesidad particular del momento.
- **Adopción tecnológica:** el concepto es complejo y hace referencia a aquellas tecnologías de origen exógeno provenientes del exterior de las unidades de producción, que los productores incorporan a sus sistemas productivos y, en consecuencia, constituyen sólo un subconjunto de la totalidad de innovaciones tecnológicas introducidas por los productores en sus fincas. Es un término que se utiliza para definir el proceso de reconocimiento, convencimiento, aceptación, integración y uso de nuevas tecnologías por parte de los agricultores; en cuyo caso "*convencidos aceptan y hacen suya una tecnología*". No todo lo que un agricultor practica en el campo necesariamente califica como adopción, pues pueden aún existir dudas y falta de convencimiento sobre su beneficio. El liderazgo es un factor crucial para la adopción de nuevas tecnologías. Los innovadores corresponden al primer grupo de agricultores que adoptan una tecnología; están dispuestos a asumir riesgos, no tienen temor en aceptar los nuevos productos y/o recomendaciones; les agrada experimentar y probar nuevas rutas para lograr el desarrollo. En el caso cañero existen ejemplos interesantes de eventos en esta materia, como lo señala la experiencia expuesta por Barrantes y Chaves (2006) con una variedad sobresaliente en la Zona Sur.
- **Extensión agrícola o agropecuaria:** es en su esencia un proceso social integral y multidisciplinario de educación participativa, de construcción del conocimiento, donde los productores en este caso de caña de azúcar asumen un rol protagónico en la toma de decisiones para mejorar sus sistemas y procesos productivos, para desarrollar sus propias habilidades y prácticas técnicas, organizacionales y de gerencia; que facilita su acceso, el de sus familias y organizaciones a la información, las tecnologías y la capacitación, favoreciendo y habilitando la relación e interacción con actores de investigación, enseñanza, agronegocios, servicios técnicos generales y otras instituciones relevantes. Los principios que la fundamentan son: *equidad, participación, competitividad, sostenibilidad e inclusión*. Algunos autores enuncian que es una expresión difícil de definir porque se estructura de diferentes formas para cumplir una amplia variedad de objetivos; razón por la cual el término presenta varios significados e interpretaciones.
- **Asistencia técnica:** se entiende como los servicios técnicos y logísticos que presta un programa (MAG, DIECA) u organización (cañera) para apoyar, guiar y orientar la producción, la transformación y comercialización de los productos; como también para operar de mejor forma la gestión organizacional y empresarial. En el caso cañero se refiere al apoyo y acompañamiento permanente que brindan los especialistas del cultivo, para asegurar que las actividades de preparación, establecimiento, manejo y cosecha de plantaciones se realizan de conformidad con las recomendaciones técnicas y buenas prácticas de cultivo vigentes. Es ideal que la asistencia técnica sea presencial y con visita directa de observación a la plantación de caña en el campo. Se muestra en la Figura 3 para el caso particular de la actividad cañera la atención brindada por funcionarios de DIECA durante el periodo de 37 años continuos, transcurrido entre los años 1983 y 2020. Dicha tendencia está determinada directamente por la cantidad de profesionales disponibles y la estrategia institucional seguida, como fuera amplia y oportunamente comentado por Chaves (2015e, 2016c, 2020d).

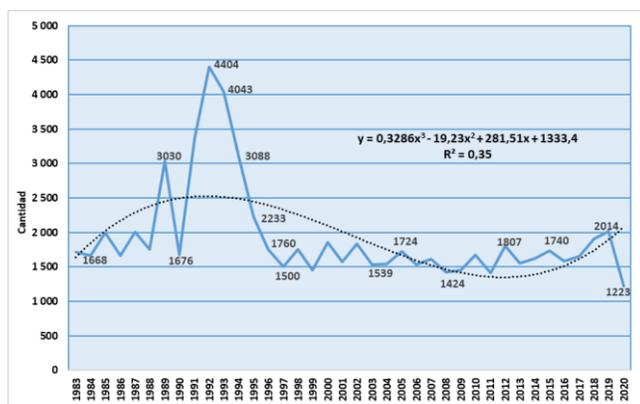


Figura 3. Visitas a finca realizadas por funcionarios de DIECA, periodo 1983-2020 (37 años).

### Transferencia y adopción tecnológica

Este componente del quehacer tecnológico es vital y fundamental para promocionar e impulsar el desarrollo productivo eficiente y equilibrado, virtud de que constituye el último eslabón de toda la cadena de generación, transferencia y adopción de una determinada técnica; lo que justifica y obliga esmerar recursos y esfuerzos institucionales en procura de su optimización y fortalecimiento.

En el caso de la agroindustria azucarera costarricense el empeño y esfuerzo puestos de manifiesto en apoyar y fortalecer de manera decidida este componente ha sido grande y profuso, como lo evidencian los contundentes resultados de actividad expuestos por Chaves (1997, 1998b, 2015e, 2016c) y Chaves y Guzmán (2018, 2019, 2020, 2021), donde se infiere en el primer caso la cantidad, naturaleza, distribución geográfica y contenido temático de las numerosas actividades de transferencia realizadas por DIECA durante el periodo de 32 años continuos transcurrido entre los años 1982 y 2014. Se aprecian y notan en dichos resultados las diferentes modalidades, métodos, instrumentos y didácticas empleadas en la gestión de información, capacitación y adiestramiento de personal técnico, agricultores y empresarios desarrollada en ese tiempo, las cuales se concentraron en actividades individuales y grupales operadas en diferentes lugares (campo, laboratorios, invernaderos, salas) de acuerdo con la necesidad, naturaleza y objetivo procurado (Figura 4).



Figura 4. Actividades de transferencia tecnológica desarrollada en el cultivo.

En ese estudio Chaves (2015e) formula una reseña del estado y la condición tecnológica que mantenía la agroindustria azucarera nacional en ese momento (año 2015), como se transcribe seguidamente:

*“Una valoración objetiva y detenida del estado del arte en materia tecnológica nacional en el campo agrícola de la caña de azúcar, revela y permite inferir de manera genérica varios aspectos relevantes, como son:*

- a) Existe tecnología generada en el país suficiente para incrementar la productividad agroindustrial en niveles importantes, sostenibles y competitivos.*
- b) La competitividad y rentabilidad de la agroindustria azucarera está determinada por múltiples factores, no apenas exclusivamente por el tecnológico, virtud de responder a elementos y factores multivariados. No puede pretenderse por ello elevar la competitividad exclusivamente por la vía tecnológica; eso no es viable.*
- c) El uso de tecnologías modernas y competitivas está fragmentado y hasta polarizado en consideración del desequilibrio vigente en cuanto a facilidades de acceso a los factores y recursos requeridos y necesarios (crédito, riego, drenaje, mecanización, insumos, información, etc.) para la producción.*

d) La tecnología es un recurso determinante y esencial que debe venir complementado y condimentado con la información, capacitación y adiestramiento para ser efectivo.

e) La generación y la transferencia de tecnología son procesos independientes que forman parte de un mismo sistema continuo que debe ser operado integralmente. Poco valor tendrá la tecnología que no se transfiere como la transferencia e información sin contenido de fondo que lo sustente.

f) Los niveles de productividad agroindustrial logrados por la actividad azucarera nacional, como se aprecia en el Cuadro 1, son en la actualidad aceptables, pero pueden y deben mejorarse muchísimo más.

g) Los diferentes entornos productivos existentes en el país marcan alguna variabilidad e incompatibilidad significativa en cuanto al potencial productivo esperable y alcanzable; lo que interviene a su vez el componente costos de producción y con ello la rentabilidad de la empresa.

h) La existencia de la distorsión de mercado conocida y nombrada como “extracuota”, resulta altamente desestimulante y contraria al desarrollo y mejoramiento productivo de la agroindustria azucarera costarricense, independientemente del rango y características del productor afectado.

i) Los altos costos de producción, las limitaciones de acceso a capital de trabajo, la afectación productiva por causas climáticas (sequía-inundación), los bajos precios pagados por el producto final, entre otras, deterioran, determinan y conducen hacia una baja rentabilidad, lo que se manifiesta en la inversión tecnológica incorporada.

j) Pese a que los programas sectoriales de transferencia tecnológica y capacitación nacional son amplios y dinámicos, poca capacidad de inversión y muy escasa motivación posee el agricultor para implementar y ejecutar el cambio tecnológico requerido, deseado y esperado, lo que se manifiesta consecuentemente en bajas productividades en el campo”.

Una valoración objetiva actual de lo señalado hace siete años, revela y concluye que la mayoría de los señalamientos indicados son aún válidos y están vigentes en la actualidad, lo que dimensiona la profundidad y arraigo de los problemas y limitantes indicadas. Como se infiere, la problemática del agricultor que condiciona significativamente la posibilidad, viabilidad y factibilidad de acceder al cambio tecnológico no es exclusiva y necesariamente de índole biótico y técnico, sino que trasciende también al campo institucional, económico y comercial.

Las temáticas abordadas, tratadas y/o impartidas y desarrolladas se identifican, seleccionan, priorizan y despliegan de manera objetiva y considerando varios criterios muy específicos, como son:

a) Necesidades puntuales en función de limitantes demostradas

- b) Promoción e impulso de nuevas tecnologías y opciones de mejora
- c) Necesidades emergentes y mediáticas
- d) Solicitudes expresas de grupos, organizaciones o clientes particulares
- e) Divulgación de información de interés general
- f) Época del año y práctica o actividad dominante y referente

Se concluyó a partir de esa amplia revisión de resultados de gestión y labor sectorial el importante esfuerzo institucional y personal desarrollado durante los 32 años consecutivos transcurrido entre los años 1983 y 2014, en los cuales DIECA realizó, asistió y participó directamente en la organización de 245 seminarios, congresos, talleres y paneles; 228 cursos; impartió además 3.127 charlas; efectuó 348 días de campo; 2.898 demostraciones de método; 1.743 giras técnicas en 26 años y participó en 64 ferias agropecuarias en 14 años. Se estimó que la asistencia presencial alcanzada durante 25 años de gestión institucional continua realizada por DIECA a nivel nacional durante el periodo 1990-2014, fue de un total de 424.143 personas, lo que genera un promedio de 16.966 personas atendidas por año, destacando en orden descendente según asistencia las siguientes actividades: ferias agropecuarias (30,6%), charlas (23,9%), atención en oficinas (13,8%), visitas directas a finca (11,7%), días de campo (5,3%), visitas a instalaciones de Grecia (4,7%), seminarios, congresos y talleres (4,2%), demostraciones de método (3,0%), giras técnicas (1,5%) y cursos (1,4%). La magnitud de cobertura y asistencia ratifica la importancia que la labor de transferencia ha tenido históricamente en el sector azucarero (Chaves 2015e).

Información más reciente (Chaves 2020d) ratifica la trascendente actividad desarrollada por DIECA en el campo de la información, capacitación y adiestramiento, operado mediante diferentes actividades de carácter grupal e individual, como las expuestas en la Figura 5, donde se anota la cantidad de congresos, seminarios, talleres, cursos, charlas técnicas y días de campo organizados y desarrollados durante el periodo continuo de 37 años transcurrido entre los años 1983-2020. Esas actividades han permitido llevar mensajes técnicos y capacitación valiosa a productores de caña distribuidos en todas las localidades del país, aún las más recónditas y alejadas, promoviendo y favoreciendo el cambio y el desarrollo tecnológico. Las mismas son organizadas con base en demandas y solicitudes puntuales en respuesta a necesidades identificadas como prioritarias.

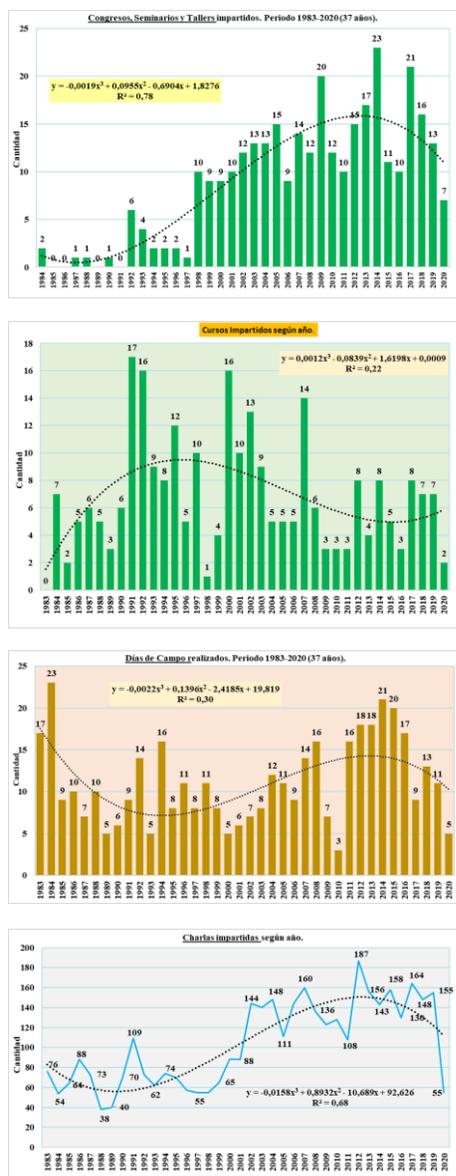


Figura 5. Actividades (N°) de transferencia tecnológica desarrolladas por DIECA, durante el periodo 1983-2020 (37 años).

El tema de las publicaciones y comunicados dirigidos a diferentes instancias como productores, equipos técnicos, dirigentes, administradores, estudiantes y usuarios en general, ha mantenido siempre un nivel muy alto de prioridad y atención virtud de la importancia e impacto que tienen como mecanismo de transferencia tecnológica y también como instrumento de rendición de cuentas públicas; la evidencia en esta materia es muy amplia como lo

demuestran los reportes generados en los últimos años por Chaves (2016a, 2017b, 2018a, 2019a, 2020c).

No puede dejar de mencionarse virtud de su trascendencia y significado sectorial e institucional la organización con sello propio por parte de DIECA de sus propios Congresos Tecnológicos, de los cuales se han realizado a la fecha 7 Congresos siendo los últimos 4 (57,1%), como se aprecia en el Cuadro 1, realizados luego de 1990; los mismos se vieron al igual que las otras actividades de transferencia impedidas por causa de la Pandemia Covid-19 luego del año 2020.

**Cuadro 1. Congresos tecnológicos sectoriales organizados por DIECA.**

Actividad	Lugar	Fecha	Exposiciones
I Congreso Tecnológico	DIECA, EE Santa Gertrudis, Grecia	19 y 20 noviembre 1987	20 Charlas
II Congreso Tecnológico	DIECA, EE Santa Gertrudis, Grecia	24 y 25 noviembre 1988	15 Charlas
III Congreso Tecnológico	INA, San José	30 noviembre y 01 diciembre 1989	18 Charlas
IV Congreso Tecnológico	Coopevectoria, Grecia	22, 23 y 24 setiembre 2010	18 Charlas y Día de Campo
V Congreso Tecnológico	Coopevectoria, Grecia	5, 6 y 7 setiembre 2012	23 Charlas y Día de Campo
VI Congreso Tecnológico	Coopevectoria, Grecia	20 y 21 agosto 2015	20 Charlas
VII Congreso Tecnológico	Colegio Agropecuario de Santa Clara, San Carlos	29, 30 y 31 agosto 2018	21 Charlas, Mesa Redonda y Día de Campo

Fuente: Chaves (2020c).  
EE = Estación Experimental.

Como expresara Chaves (2020c) en relación a los mismos *“Puede asegurarse que la organización de este tipo de eventos ha sido el corolario de toda una gestión gradual, sistemática y permanente de rendición de cuentas, información, capacitación e intercambio tecnológico que parte desde lo más simple como son la ejecución de actividades individuales y grupales realizadas en finca hasta culminar en sofisticados Congresos del más alto nivel con la participación de los más connotados especialistas en las materia impartidas.”*

### Ventajas y potencial nacional

La agroindustria azucarera costarricense es una organización sólida, integrada, madura y muy articulada en todos sus eslabones, que cuenta, como se indicó anteriormente, con importantes ventajas institucionales que facilitan la gestión que en materia de generación (investigación) y transferencia de tecnología se promueven y ejecutan sectorialmente, como pueden mencionarse entre otras las siguientes:

- 1) El sector cuenta con experimentadas organizaciones regionales consistentes, integradas, articuladas y claras en sus necesidades y capacidades, que operan bajo la figura de Cámaras de Productores de Caña (6), Cooperativas (2) e Ingenios Azucareros (11).
- 2) Las Cámaras de Productores e Ingenios reúnen, concentran y articulan esfuerzos bajo la figura de una Federación de

Cámaras de Productores (FEDECAÑA) y una Cámara de Azucareros, respectivamente, que dan respaldo y mucha fuerza a cualquier iniciativa que se emprenda en materia tecnológica y/o productiva. Las mismas cuentan además con el músculo corporativo que le provee LAICA como institución líder.

- 3) El modelo de organización e institucionalidad vigente favorece y facilita mucho poder recabar, identificar, ordenar, seleccionar y priorizar de manera selectiva y discrecional las demandas, necesidades y oportunidades tecnológicas más importantes del sector aplicadas por región, zona y localidad; lo que dará fundamento al diseño y formulación de programas de investigación y transferencia tecnológica realistas, objetivos y muy representativos. Las necesidades emanan de los propios usuarios y beneficiarios como lo demuestran los informes emitidos por Chaves (1991, 2015e, 2016d, 2020c, 2022c), Chaves *et al* (2000, 2020a) y Monge *et al* (1986).
- 4) Existe una importante cadena de valor institucional que opera de manera integrada y muy eficiente, que sirve de apoyo y respaldo a los programas de investigación, innovación, capacitación y transferencia tecnológica que puedan establecerse sectorialmente a nivel nacional, regional y local.
- 5) La mayoría de las Cámaras y Cooperativas cuentan con almacenes de suministros e insumos que aseguran en un alto grado la disponibilidad de lo tecnológicamente necesario para acompañar las recomendaciones generadas y aplicadas en el cultivo de la caña.
- 6) En la región de Guanacaste y con alcance nacional se cuenta con GUANAZUCAR como instancia privada ligada al sector, vinculada directamente con la adquisición de insumos, equipos y maquinaria específica para satisfacer las necesidades más exigentes y perentorias de la agroindustria bajo un concepto de proveeduría común, que facilita la adquisición de bienes e insumos (maquinaria, equipos, llantas, agroquímicos, etc.) fuera del mercado comercial en condiciones favorecidas. En tecnologías de punta esta instancia resulta por sus contactos, costos y agilidad operativa de muy alto valor.
- 7) El sector cuenta con DIECA como órgano técnico institucional especializado en el cultivo, que dispone de profesionales regionalizados en todas las zonas productoras de caña, lo que asegura la atención y la asistencia técnica en materia tecnológica de manera particularizada a las condiciones y ambientes de producción propios de cada localidad. Lo anterior hace que el producto ofertado sea una *“tecnología contextualizada y servida geográficamente a la carta”*. Son muy pocos los sectores productivos nacionales e internacionales que disponen de esta importante ventaja. En

mayo anterior DIECA cumplió 40 años de labor continua (1982-2022).

- 8) Adicionalmente, los Ingenios y las Cooperativas Azucareras poseen calificados y muy experimentados equipos profesionales que participan y acompañan la producción comercial de caña en sus regiones y empresas; siendo además fuentes proveedoras de materiales, insumos y prestación de servicios técnicos cuando le son solicitados, como son la mecanización, labores de preparación de suelos y siembra, dotación de semilla de alta calidad y pureza genética, labores de mantenimiento de plantaciones, cosecha y transporte de materia prima, aplicación de fertilizantes y agroquímicos, entre otras. Hay especial atención y tratamiento a los agricultores que entreguen su materia prima en los mismos.
- 9) Algunos Ingenios cuentan con unidades de investigación particulares que desarrollan de manera coordinada e integrada con DIECA, programas de investigación y capacitación muy específicos en atención a las demandas y necesidades propias y la de sus usuarios.
- 10) Esos equipos profesionales se integran y colaboran de manera conjunta con la gestión de investigación y transferencia tecnológica que desarrolla DIECA, lo cual amplía ostensiblemente la capacidad técnica, la cobertura, capacidad, calidad y operación del sistema sectorial.
- 11) Se cuenta con Comités Técnicos Regionales (COTER) en los cuales participan los especialistas de DIECA (coordinador) y del Departamento Técnico de LAICA ubicados en cada región cañera; así como también Productores Independientes nombrados por la Cámara y representantes de los Ingenios del lugar. Se tiene adicionalmente integrado un representante local del MAG y el INTA, como indica y referencia. La función básica de los mismos es identificar y analizar demandas, proponer asuntos de interés y formular programas integrados para su desarrollo anual, como lo apuntara Chaves (2011abc, 2015c).
- 12) DIECA cuenta para la ejecución de sus programas con asignación presupuestaria específica y segura, infraestructura y equipamiento moderno de alta calidad, entre los que destacan laboratorios (parasitoides, hongos entomopatógenos, cultivo de tejidos, biotecnología), unidades de producción de sustratos, tratamiento hidrotérmico de semilla, cruzamiento genético, fotoperiodo y una planta de producción de biocarbón (*biochar*); además de un área importante de invernaderos. Se dispone de áreas de investigación de campo en todas las regiones productoras, un amplio Banco de Germoplasma (con más de 1.050 introducciones) ubicado en Cañas, Guanacaste (10 msnm); una finca experimental situada en Tuis de Turrialba (740

msnm) y una Estación Experimental en Santa Gertrudis Sur de Grecia (999 msnm), Alajuela (Chaves 2020c).

- 13) Los programas de investigación, innovación y validación desarrollados se fundamentan y sustentan en protocolos serios y responsables basados operativamente en el método científico, lo que obvia y supera la improvisación y la desacreditada “extrapolación” de resultados como criterios empleados para sustentar las recomendaciones generadas.
- 14) Muchos de los productos e insumos de naturaleza biológica (controladores biológicos, semilla básica) y servicios requeridos para el control de plagas y patógenos son proveídos por DIECA; lo que asegura la calidad y disponibilidad de estos (Chaves 2002b, 2016e, 2017acd, 2020c).
- 15) Se cuenta con “paquetes tecnológicos diferenciados” forjados a partir de la investigación, la innovación y la experimentación científica, que están debidamente validados y comprobados pragmáticamente a nivel de campo, lo que da solidez, confianza y credibilidad a las recomendaciones técnicas generadas y difundidas a nivel regional, como lo demuestran Angulo *et al* (2020), Barrantes y Chaves (2020), Calderón y Chaves (2020) y Chaves y Barquero (2020).
- 16) En lo pragmático se busca con el desarrollo tecnológico operado y sistemáticamente mejorado mediante los programas de investigación e innovación desarrollados a nivel regional, actuar sobre los mecanismos que viabilizan desarrollar, implementar y orientan en consolidar las “Buenas Prácticas Agrícolas”, que permitan corregir y superar los “Errores y omisiones técnico-administrativas que sacrifican productividad y cuestan dinero en la agroindustria azucarera”, como lo apuntara Chaves (2013a, 2015a, 2017c).
- 17) Sectorialmente los agricultores de caña disponen de un sistema integrado y permanente de asistencia técnica de campo gratuito altamente especializado, constituido y operado por profesionales pertenecientes a DIECA, LAICA, Cámaras de Productores, Ingenios y Cooperativas.
- 18) Lo anterior aplica también para los programas de transferencia constituidos y conformados por tres áreas principales de gestión: a) capacitación y adiestramiento, b) información y c) publicaciones y documentación técnica. Para dicho fin se emplean métodos, mecanismos y didácticas acordes con la situación, ocasión y necesidad, entre los que pueden citarse como principales: congresos, seminarios, paneles, talleres de trabajo, días de campo, demostraciones de método, charlas técnicas, giras técnicas, entre otros. Se emplean y aplican los sistemas presenciales, virtuales, App y electrónicos.
- 19) Toda la información técnico-científica generada se documenta, comunica, distribuye y pone a disposición pública

y gratuita de los usuarios personales e institucionales que deseen adquirirla y consultarla.

- 20) Sectorialmente se cuenta con importantes y selectas alianzas público-privadas nacionales e internacionales en materias técnicas, científicas y socioambientales, operadas mediante convenios, acuerdos y acercamientos institucionales con centros de investigación e instituciones de muy alto nivel tecnológico, como lo señalara Chaves (2016b).
- 21) El sector cuenta con una moderna y bien documentada Biblioteca Virtual donde se ubica buena parte de la información técnico-científica generada por DIECA y la agroindustria azucarera en general, que es de acceso público para quién desee consultarla. La misma se encuentra disponible en la dirección: <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/catalog>

La Figura 6 presenta un detalle de la cantidad acumulativa de publicaciones técnicas y de otra índoles ingresadas y disponibles en la Biblioteca Virtual a partir del año 2010, cuando se creó el espacio de consulta bajo esa modalidad y hasta el año 2020, la cual fue alimentada con los materiales técnicos e innovadores generados a partir de la investigación y puestos a disposición pública. Como se infiere hasta diciembre del 2020 se disponía de aproximadamente 1.200 documentos incorporados y accesibles para el público en general.



Figura 6. Publicaciones incorporadas en Biblioteca Virtual, periodo 2010-2020 (10 años).

Esas y otras condiciones tipifican y caracterizan el modelo de organización y operación vigente como una actividad productiva dotada de grandes ventajas para desarrollar, operar y sustentar con capacidad y calidad el crecimiento y desarrollo tecnológico requerido y auspiciado por el sector. Esos y otros elementos constituyen facilidades para la

inversión y promotores y dinamizadores del desarrollo tecnológico cañero en el país.

### Barreras y limitantes actuales

La experiencia dicta razonable y hasta esperable encontrar en contrasentido siempre elementos distorsionantes dimensionados y calificados como barreras y limitantes a la gestión desarrollada durante las fases de planificación, implementación y operación de cualquier iniciativa o emprendimiento técnico-empresarial, orientado a favorecer y promocionar la mejora tecnológica sostenible que coloque la actividad de cualquier proyecto productivo de caña de azúcar en una condición rentable, sostenible y competitiva. A pesar de las circunstancias y los cambios de coyuntura que se dan naturalmente con el tiempo, la calidad y dimensión de los problemas y limitantes que aquejan y afectan a la agroindustria cañero-azucarera costarricense son muy similares en su naturaleza, efectos e impactos, como lo evidencian los estudios de consulta realizados por DIECA a productores en los años 1993 (Chaves 1993), 1998 (Chaves *et al* 1998), 1999 (Chaves *et al* 1999) y 2019 (Chaves *et al* 2019).

La implementación y el ejercicio de medidas estratégicas en el ámbito tecnológico está siempre inevitablemente expuesto y pendiente de la conjugación de varios elementos considerados como limitantes y calificados como barreras al cambio y la modernización promovido y esperado en el sistema productivo, entre los cuales pueden citarse los siguientes como principales virtudes de su incidencia:

1) **Cambios geopolíticos mediáticos y coyunturales significativos y de impacto:** como es perceptible y de todos conocido, la situación geopolítica y el acontecer mundial es en la actualidad muy dinámico, cambiante y en definitiva muy volátil, lo cual trasciende, alcanza e impacta ineludiblemente al país, al sector agropecuario y consecuentemente también a la agroindustria cañero-azucarera mundial y nacional. El ambiente empresarial y la expectativa proyectada aún en el corto y mediano plazo (5-10 años) revelan una condición mundial muy inestable y variable en todos los ámbitos que amplían el margen de riesgo, lo que inevitablemente genera sentimientos de incertidumbre y duda hacia el devenir futuro. Los problemas asociados con el conflicto bélico Rusia-Ucrania de duración y alcances inusitados, los efectos provocados por la prolongada crisis de los contenedores, el costo desproporcionado de los combustibles, el inicio de un creciente problema alimentario mundial, el incremento exagerado de los insumos agropecuarios particularmente los fertilizantes; asociados a lo interno del país con la reducción en el consumo de productos azucarados, el incremento inflacionario, el valor cambiario del dólar, la tasa básica y con ello los intereses bancarios, las distorsiones provocadas por la Pandemia Covid-19,

entre otros, crean un escalamiento empinado y sostenido de los costos de producción que poco contribuye con la deseada, procurada y necesaria estabilidad económica. A lo anterior deben añadirse las graves consecuencias que en materia ambiental vienen sistemáticamente aconteciendo, cada vez con mayor frecuencia e intensidad, manifestadas por el indeseable cambio climático que tanto daño provoca al mundo y al país. Hay que reconocer en todo esto que las crisis, los cambios profundos, imprevistos en su temporalidad, de alcance y consecuencias muchas veces incontrolables son cosa del día a día y casi “normales” en un mundo dinámico y cambiante, como una revisión en retrospectiva puede fácilmente demostrar; los cuales, sin embargo, no dejan de tener efecto mental y real en la disposición y el entusiasmo por invertir en el desarrollo de nuevos proyectos y emprendimientos empresariales. Por otra parte, buscar el “*mejor momento para invertir*” puede constituirse en una espera eterna, pues siempre han existido y existirán motivos y circunstancias desequilibrantes que inevitablemente solo alimentan la duda, la incertidumbre y el escepticismo. Sin embargo, no se puede despreciar tampoco que, a nuevos problemas, nuevos paradigmas y espacios de crecimiento surgen alternativamente como rutas comerciales futuras lo que abre un interesante espacio potencial de crecimiento. Este pensamiento es válido y entendible en un mundo cambiante, aunque también genera complementariamente interesantes expectativas de mejoras potenciales fundadas en nuevos mercados (azúcar orgánico y bajo en emisiones GEI) para productos novedosos, apegados a nuevas formas de producir y hacer agricultura basada en principios de armonía con la naturaleza, combate al cambio climático, salud, ecoeficiencia y eco-competitividad.

2) **Precios internacionales deprimidos:** la inestabilidad y volatilidad manifestada por los cambios abruptos y constantes observados en los precios de compra de los productos agropecuarios en los mercados internacionales, entre ellos el azúcar, constituye un elemento que da para pensar y accionar la calculadora con el objeto de establecer relaciones costo/beneficio y proyectar márgenes potenciales de rentabilidad, que delimitan y condicionan la magnitud y naturaleza de las inversiones posibles implementar. Este factor representa posiblemente el mayor determinante y condicionante para invertir en tecnología productiva, pues el grado de recuperación de las mejoras puede ser contraproducente y poco motivante para estimular el cambio deseado. Una revisión de la evolución histórica que ha mantenido el precio internacional del azúcar durante el periodo 1994-2022 (28 años), demuestra variaciones muy significativas marcadas por precios de compra en el rango de 4,58 US\$/libra Valor Crudo en el periodo 1999 y 34,39 US\$ en el 2010. En los últimos 7 años

(2017/22) los precios se han movido en valores entre US\$9,0 y US\$24,0/libra, lo que demuestra y ratifica la significativa volatilidad de estos, aún para periodos cortos de tiempo.

- 3) **Distorsión comercial conocida como “extracuota”:** la cual ha venido luego del año 1998 con la aprobación de la última legislación azucarera (N° 7818), impactando negativamente y de manera creciente los precios de liquidación final, afectando productores e industriales, y constituyéndose en un fuerte desestímulo a la inversión tecnológica. Los esfuerzos institucionales de la organización azucarera operados en materia política han provocado y rendido resultados positivos, como lo demuestra la última adecuación aplicada a la ley en el mes de julio 2022 por parte de la Asamblea Legislativa, mediante la aprobación del expediente N° 22.887 que reforma los artículos 17 bis y 128 de la Ley 7818 “*Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar*”, que fuera presentado por diputaciones del periodo constitucional anterior, con el fin de aumentar el financiamiento al Fondo de Asistencia Económica de Productores en Régimen de Excedentes, y con ello mitigar la abismal diferencia existente entre el precio de cuota y el precio de excedentes o “*extracuota*” que afecta los pequeños y medianos productores de caña nacionales. Esta mejora resuelve parcialmente la distorsión.
- 4) **Decrecimiento en el consumo de productos azucarados:** tópico alineado y vinculado con el anotado en el punto N° 1 anterior de alcances y consecuencias mundiales y nacionales, que genera proyecciones un tanto desestimulantes al negocio azucarero; las cuales alcanzan y debilitan las intenciones de invertir en mejoras productivas de alto costo (expansión territorial, mecanización, sistemas de riego, infraestructura vial, cosecha mecanizada, agricultura de precisión, etc.) que pueden comprometer el futuro y estabilidad financiera de una empresa o un agricultor. El tema es complejo pues implica revisar relaciones de producción, exportación y consumo mundial, donde Brasil, India, Unión Europea y Tailandia acumulan un 54,4% de toda la producción mundial y en el Continente Americano Estados Unidos, México, Guatemala y Colombia, representan el 10,6% del azúcar fabricado en la región. Desde el punto de vista del consumo, los cinco mercados mundiales más relevantes son India, UE, China, Estados Unidos y Brasil. El mercado azucarero es sin duda y como se ha demostrado, uno de los más distorsionados del mundo, explicado por: a) la aplicación de subsidios, medidas de defensa comercial y otros instrumentos y tecnicismos de política comercial; b) la existencia de excedentes de producción en algunos de los principales países exportadores y c) una demanda incierta favorecida por el cambio en los gustos y preferencias de los consumidores, causado por las nuevas tendencias alimentarias.
- 5) **Presencia de estructuras de tenencia de la tierra basada en minifundios:** lo cual limita incorporar las economías de escala de alta rentabilidad debido a la presencia de unidades productivas (fincas) muy pequeñas y con limitaciones para ese fin. Algunas tecnologías virtud de su costo resultan mejor cuando incorporadas en áreas extensas (ej. mecanización, riego, drenaje, agricultura de precisión, etc.).
- 6) **Condiciones bióticas y abióticas desfavorables del entorno agroproductivo:** las condiciones prevaletentes en el entorno agroproductivo nacional vinculado con la caña de azúcar son como lo han demostrado fehacientemente Chaves *et al* (2018) y Chaves (2019bc), muy disímiles, heterogéneos y variables, lo que favorece la inestabilidad y los cambios constantes no planificados e inesperados que puedan suceder en todos los sentidos, lo que debe tenerse presente al momento de implementar planes y programas de mejora tecnológica. En este particular, factores de contenido y trasfondo edáfico, climático, hídrico, de relieve, genéticos, fitosanitarios, de manejo de plantaciones, financieros, tecnológicos, administrativos y de estructura de tenencia de la tierra, crean ambientes de producción particulares no siempre convenientes a nivel de región, zona, localidad y hasta de unidad productiva. La variación biótica y abiótica es una condición prevaletente en la agroindustria azucarera costarricense que debe tenerse y tomarse en cuenta. Esta realidad provoca que las tecnologías generadas y recomendadas deban ser imperativamente ajustadas y apegadas estrictamente a condiciones específicas y particulares de cultivo y también geográfico, lo que desvirtúa y descarta operar bajo la pésima práctica de generalizar y popularizar las técnicas de producir caña en el campo. Esta barrera obliga necesariamente a considerar cada condición y unidad productiva como especial y particular, evitando las inconvenientes recomendaciones de “paquete” fundadas en supuestos teóricos y equivocados de homogeneidad.
- 7) **Carencia de apoyo y asistencia técnica calificada:** el condicionante de tener que promocionar e impulsar la adopción e implementación de cambios tecnológicos novedosos de alcance productivo variable en el sistema vigente; pero también mental sobre las personas involucradas, obliga a no dejar nunca solos y sin apoyo y acompañamiento técnico al agricultor y al empresario inversor, aún al más calificado y experimentado. Esta labor asistencialista se fundamenta en dos razones principales: a) es

necesario que se sientan acuerpados y acompañados y b) se tenga virtud de su novedad absoluta certeza de que las acciones por ejecutar se den en la forma, tiempo y calidad deseadas. Las medidas resolutivas para superar esta barrera son simples y sencillas de operar en el caso cañero, pues están basadas en el grado de organización que sustenta la agroindustria; donde no todas las actividades productivas cuentan con una DIECA y la figura de apoyo desplegada por los Ingenios azucareros y las Cámaras de Productores de Caña a nivel regional. Mucho del problema de la falta de adopción tecnológica observada en los sistemas agroproductivos transcurre por esta deficiencia.

**8) Tecnologías con baja viabilidad y factibilidad de implementación por su alto costo:**

la decisión personal de incorporar cambios, ajustes y mejoras técnicas al sistema tradicional de manejo de una plantación comercial de caña está sujeta y determinada en alto grado por el costo individual e integral que signifiquen e impliquen las mismas. La “compra” para acceder a incorporar una nueva tecnología no pasa solo por el deseo, su beneficio utilitario y el grado de convencimiento que se tenga de la misma; sino también por la viabilidad y factibilidad técnico-económica de poder implementarla bajo las condiciones vigentes y prevaletentes. Pretender por ejemplo en una condición de secano llevar agua a la finca implica inexorablemente tener que realizar inversiones de muy alto costo en equipos, infraestructura de riego, adecuación y acondicionamiento de terrenos y plantaciones (nivelación, surcado y alineamiento) y operación integral del sistema (conducción, calidad y disponibilidad de agua, drenajes), lo que puede eventualmente pese al convencimiento de la mejora, constituirse en una seria limitante al deseo y la necesidad de cambiar y perfeccionar las condiciones existentes. La intensión y decisión de desarrollar un sistema de producción con cosecha en verde, incorporar medidas de agricultura de precisión, entre otras, tienen implicaciones similares. Debe por ello considerarse e informarle al agricultor con la antelación debida y el detalle requerido, sobre los costos e inversiones implicadas para evitar sorpresa y estados de incapacidad e inconformidad posteriores. Esta no pareciera en principio ser una barrera infranqueable lo cual amerita sin embargo mantener una buena comunicación y asesoramiento técnico.

**9) Desconocimiento presupuestario:** las medidas previstas potencialmente incorporar e implementar en el campo requieren contar necesariamente con una presupuestación previa detallada y realista del costo implícito asociado, que sirva de referencia y marco orientador de lo que económicamente implica la inversión, su ejecución y su mantenimiento en el tiempo. La mejora tecnológica no puede quedarse apenas en el campo teórico de los

deseos, por lo que debe cimentarse en elementos y estrategias objetivas fundamentadas en la viabilidad y factibilidad técnico-económica de las inversiones, costos y acciones por desarrollar en varios campos. La barrera se considera fácilmente superable pues tiene como base la planificación, la programación, la proyección y la comunicación.

**10) Falta de recursos económicos:**

es comprensible para cualquiera entender que sin recursos financieros suficientes y oportunos cualquier deseo, intensión y necesidad de mejora tecnológica se torna restrictiva y hasta inviable de implementar en el campo; lo cual obliga buscar y contar con mecanismos de financiamiento favorables (monto, tasa de interés, plazo y garantías) que posibiliten acceder y satisfacer este incuestionable y determinante factor. Se debe tener presente que no basta con la implementación, pues también deben proyectarse los costos por mantenimiento. Esta barrera no es en el marco de las realidades actuales del país fácil de resolver, lo que justifica concentrar esfuerzos y recursos institucionales en su atención y posible solución.

**11) Rentabilidad limitada:**

constituye un imperativo obligado satisfacer que cualquier mejora tecnológica e inversión recomendada aplicar e incorporar al sistema agroproductivo debe tener como base fundamental e insoslayable, estrechamente ligados, el incremento sostenido en los niveles de productividad agroindustrial, todo en un contexto de ecoeficiencia y eco-competitividad. Incurrir en medidas técnicas que impacten e incrementen los gastos y los costos, pero no los ingresos, reduzcan o no aumenten la rentabilidad de la unidad productiva resultan poco vendibles y de aceptación muy limitada. Invertir y gastar sin retorno económico o ambiental es empresarialmente inaceptable. No hay duda en admitir que esta es posiblemente una de las barreras más importantes por resolver y superar, que limita la posibilidad de que un cambio tecnológico sea aceptado, adoptado e implementado.

**12) Carencia de equipo, materiales e insumos adecuados:**

es posible que en algunas localidades y condiciones productivas muy particulares del país no se cuente con los elementos, insumos y materiales necesarios para acompañar y hacer efectivas las recomendaciones técnicas; lo que debe ser revisado y asegurado previo a fijar recomendaciones; pues sin el sustento complementario necesario ésta se convierte en una burla para el interesado. No puede por ejemplo en una localidad cañera recomendarse el empleo de fertilizantes modernos de liberación controlada, lenta y estabilizados si el comercio de insumos del lugar no los posee. Esto obliga hacer una revisión y cotejo entre lo

que se necesita y lo que se dispone en el lugar. La barrera es perfectamente superable a través de la organización sectorial.

- 13) **Dificultades técnicas en la fase de implementación de las mejoras previstas:** por su naturaleza, novedad y grado de complejidad podría suceder eventualmente que algunas de las medidas técnicas previstas implementar, tengan dificultades durante su ejecución en el campo, lo que obliga informar, capacitar y sobre todo adiestrar de previo al agricultor y al empresario como inversor directo. En casos particulares debe conocerse con bastante exactitud el ámbito potencial de variación y/o sesgo implícito que exista, como acontece por ejemplo con la materia climática de muy poco control. No puede ser extraño ni tampoco pasar desapercibido que en las regiones cañeras de Guanacaste y el Pacífico Central, por ejemplo, puedan darse eventos severos de sequía, o en la Zona Norte y Turrialba por el contrario periodos de muy alta precipitación; lo que no evita que esos efectos sorpresivamente se inviertan. Hay tópicos técnicos que por su novedad deben pasar por una etapa obligada de capacitación previo a su aplicación en el campo. La barrera es superable en alto grado en el tanto se atiende con la previsión requerida, lo que amerita contar con muy buena información.
- 14) **Falta de información oportuna y específica sobre tópicos técnicos:** esta limitante es muy común de encontrar en el campo no solo por razones de incomunicación; sino también y principalmente por falta de explicación comprensiva oportuna y de calidad. En materia tecnológica el canal de información y comunicación debe ser expedito, fluido, inclusivo, claro, comprensible, oportuno y permanente, asegurando la cobertura e integración de todos los participantes sin distingo alguno; razón por la cual deben evitarse los individualismos, los privilegios y las preferencias. No puede pretender inducir cambio donde hay desinformación y desconocimiento. La barrera es de muy fácil atención y solución con los recursos institucionales disponibles.
- 15) **Desconocimiento pragmático en la implementación de las mejoras en el campo:** algunas de las labores de campo recomendadas implementar, aún las más sencillas, conocidas y tradicionales, obligan revisar y conciliar la forma, intensidad y momento de hacerlas y no dejar a criterio y libertad del agricultor su ejecución; pues muchas veces se dan cambios en apariencia leves que pueden distorsionar un efecto y/o resultado. Es necesario conciliar y coincidir en criterios técnicos y formas de ejecutar las labores para eliminar sesgos innecesarios que desvirtúen la meta esperada y pretendida. La aplicación de un herbicida para controlar malezas debe efectuarse en el momento oportuno dependiendo de su mecanismo de acción, sea pre o postemergente (temprano,

tardío, en secano), por ejemplo. No pareciera haber problema en superar esta barrera, lo que obliga mantener sin embargo un buen nivel de supervisión al momento de darse la implementación de la tecnología o ejecución de la labor en el campo.

- 16) **Fraccionamiento y falta de integralidad en la implementación tecnológica:** las mejoras recomendadas implementar aplican sobre todo el sistema productivo y por lo general no apenas sobre una labor puntual, motivo por el cual deben ser vistas y operadas de manera integral, holística y no aislada. La visión conjunta y completa de la tecnología o mejora sobre todo el sistema de producción forma parte esencial e inequívoca de su éxito técnico. Un cambio de variedad por ejemplo debe intervenir y modificar todos los elementos vinculados, como son: distancia de siembra, fertilización, cierre de la plantación y control de malezas, presencia de plagas y enfermedades potenciales, fenología, control de madurez (temprana, tardía, intermedia), momento de cosecha. Esta barrera se resuelve relativamente fácil con buena información, comunicación y asistencia técnica oportuna y de calidad.
- 17) **Desinterés, duda e incredulidad por las tecnologías recomendadas:** en materias técnicas siempre hay un margen variable y entendible de duda e incredulidad en los resultados y forma de implementar las medidas recomendadas, lo que implica y obliga *“convencer y nunca obligar”*. Esa barrera corre tanto por el lado del agricultor como también del técnico. El tema debe manejarse con prudencia y mucho tacto evitando crear discrepancias, oposición y competencia innecesaria, reconociendo siempre que *“no hay una única forma de hacer las cosas”*, lo cual no implica ceder y violentar lo técnico y protocolariamente correcto. El técnico debe buscar convencer y armonizar criterios y ajustarse a lo mejor sin desvirtuar lo pretendido. La motivación resulta esencial en todo el proceso y vale para todas las partes, no apenas para el agricultor. La atención y solución de esta barrera debe manejarse con mucha sensatez y juicio por intervenir elementos sentimentales, de relaciones humanas, credibilidad, experiencia, preconceptos y hasta tradición. Está demostrado que no es fácil romper esquemas mentales fortalecidos por la tradición y los antecedentes de muchos años de hacer agricultura; sin embargo, cuando la situación se torna inmanejable y desgastante ante la incomprensión, falta de colaboración, intransigencia y hasta desinterés del agricultor es mejor abandonar la gestión y apoyar a quienes deseen sumarse al cambio.
- 18) **Cambio generacional:** este factor puede operar de manera dual sea positiva (en favor) o negativa (renuente) a promover e inducir el cambio dependiendo de varias circunstancias, como son: a)

grado de receptibilidad del interesado, b) interés por superarse, aceptar el cambio e incrementar la productividad, c) liderazgo y autonomía en la toma de decisiones, d) expectativa que tenga de la actividad agrícola y e) proyectos y expectativa (mantenerse o salir). Los datos sectoriales proveídos por LAICA revelan una fuga importante y sostenida de Productores Independientes como muestra de desinterés de la juventud de ingresar o de continuar con la labor agrícola de sus antecesores.

**19) Equipos de apoyo profesional de bajo perfil, desmotivados y con deficiente formación técnica:**

es una realidad para nada despreciable que la parte técnica y profesional encargada de liderar y conducir el cambio no está ajena ni exenta en absoluto de fallar y convertirse en una barrera al cambio tecnológico deseado; pues razones de formación, experiencia, actitud, aptitud, liderazgo e interés pueden generar efectos contrarios a los promovidos y deseados. La organización debe tener presente y pendiente esta barrera como una contingencia con una alta posibilidad de ocurrencia; lo cual obliga actuar en primera instancia sobre los equipos técnicos. Se debe capacitar al capacitador y asegurar que los agentes de cambio estén realmente preparados para liderar la gestión.

**20) Pérdida de interés con el tiempo:**

es común que por tratarse de programas visualizados y operados en el mediano y largo plazo (5-10 años) virtud del ciclo vegetativo del cultivo, el interés por mantener vigentes de manera continua las medidas implementadas, puedan perder fuerza con el paso del tiempo, desvirtuando la integralidad y los resultados esperados de la iniciativa tecnológica. Cambios en el sistema productivo requieren por su naturaleza de tiempo para constatar, validar y comprobar sus efectos. Un cambio de variedad implica tener que realizar varias cosechas para comprobar sus atributos; la corrección de acidez y adopción de un programa nutricional implican lo mismo. Esta barrera debe superarse con un tratamiento de motivación y seguimiento continuo que mantenga activo el interés del agricultor por el programa. Pueden darse también cambios de propiedad de la tierra o liderazgo en el manejo de las plantaciones, lo que inevitablemente debe considerarse. La organización cañero-azucarera no puede como sector una vez aceptado e iniciado el compromiso institucional, desatender y perder interés por continuar con la operación de la NAMA, por ejemplo, independientemente de lo que suceda en materia programática de prioridades y visión de futuro.

**21) Desencanto con la agricultura y/o la actividad cañera:**

las razones que provocan este comportamiento son múltiples virtud de los factores que lo incitan y motivan, pero definitivas y determinantes

para efectos de invertir en tecnología. Resulta muy preocupante comprobar como la agroindustria se reduce de manera sistemática y significativa en la cantidad de participantes con el tiempo, como lo demuestra la significativa caída en el número de productores de caña registrados en las nóminas oficiales de LAICA como entregadores entre las zafas 2005/06 y 2020/21 (15 años), que alcanzó un significativo -58,4% correspondiente a la salida de 7.276 agricultores, al pasar de 12.464 a 5.188 entregadores. También la cantidad de Ingenios activos ha verificado una reducción importante al pasar de 15 a 11 unidades fabriles para un -26,7% donde 4 ingenios desaparecieron cuando fue evaluado en el mismo periodo de 15 años. Una estimación más corta en tiempo aplicada a los últimos 10 años (zafas 2010/11-2020/21) reporta la salida de 2.839 agricultores equivalente también a un significativo -35,4% con igual pérdida de Ingenios. No cabe mayor explicación pues la evidencia es contundente.

**22) Infraestructura y eficiencia fabril limitada y/o deficiente:**

para pretender provocar un cambio integral efectivo, perdurable y sostenible en todo el sistema productivo, es necesario tener presente que la actividad es de carácter agroindustrial donde se involucran, integran y articulan perfectamente dos sectores que están estrecha y directamente asociados: *productor de materia prima e industrial extractor y fabricante de azúcar*. Ambos sectores deben mantener un balance que asegure la producción de buena materia prima en el campo que sea debida y eficientemente procesada en la fábrica para aprovechar y optimizar todo su potencial. Como señalara Chaves (2020b) con mucho sentido pragmático y realista al respecto “...el azúcar se hace en el campo, extrae y fabrica en el Ingenio”, motivo por el cual y de manera consecuente “Un ingenio no puede extraer más del azúcar que la caña lleve contenida en sus tallos procedentes del campo”. Agregando y recordando adicionalmente de manera aclaratoria el adagio popular que dicta, que “Una excelente plantación de caña de azúcar que no cuente con un buen Ingenio para el procesamiento de su materia prima, representa simple maleza; de igual manera, un excelente Ingenio que no disponga de una materia prima de muy alta calidad procedente de una buena plantación de caña de azúcar, será simple chatarra”. Así de simple, cruda y directa es la relación que prevalece en la agroindustria cañero-azucarera. Las diferencias que existen en términos de eficiencia fabril entre ingenios, interpretado aún para una misma región y considerando las variaciones edafoclimáticas naturales y hasta de manejo agronómico que existan, pueden ser significativas, como lo demostraron y evidenciaron Chaves *et al* (2018) y Chaves (2019bc). Mucho del problema pasa por la disponibilidad y empleo de equipos e infraestructura obsoleta e ineficiente.

Las anteriores son apenas algunas de las muchas barreras y limitantes que por lo general se encuentran en grado e intensidad variable durante las fases de promoción, adopción, implementación e incorporación de cambios tecnológicos sustantivos a un sistema de producción rentable y competitiva de caña de azúcar. Como se indicó, la mayoría de las barreras mencionadas se consideran viables y hasta factibles de superar con alguna relativa facilidad en el tanto se cuente con los programas, los protocolos, los técnicos, las tecnologías y los recursos necesarios. La planificación, la información, la capacitación, la coordinación, la integración y la articulación representan insumos necesarios para satisfacer a cabalidad la meta de inducir el cambio tecnológico en la forma, el tiempo y con los resultados.

### ¿Qué nos espera?

Un ejercicio responsable de ponderación con análisis objetivo y realista de los asuntos señalados y mencionados anteriormente, donde se coteje en torno a las ventajas y potenciales vs dificultades y limitantes expuestas, revela que unos y otros son apreciables en cantidad y calidad, pero también preocupantes en sus alcances y consecuencias, lo que alimenta de alguna manera el sentimiento de duda, inquietud e incertidumbre anotado inicialmente. El tema pasa entonces por la visión de futuro positiva o fatalista que cada persona o institución tenga en torno de esa realidad, reconociendo como aliciente que siempre han existido y siempre seguirán existiendo limitaciones e inconvenientes a la sana y equilibrada gestión empresarial y actividad productiva que un agricultor ejerza, pudiendo pese a todo superarlas, mitigarlas o en su caso aceptarlas pasivamente como parte del entorno y del acto de sembrar y cosechar caña de azúcar.

Lo que viene en términos mediáticos y coyunturales en el futuro próximo no es fácil de superar, nunca ha sido fácil, pero hay que aceptar que los instrumentos y elementos que se tienen ahora dispuestos para confrontarlos es muy superior a los disponibles años atrás. Los temas geopolíticos, productivos, fitosanitarios, ambientales, financieros y de hábitos de alimentación, representan y constituyen grandes retos y enormes desafíos por superar. La ciencia, la tecnología y el conocimiento representan en este caso y sin lugar a duda, los mejores y más calificados elementos para transitar con alta probabilidad de éxito por esa difícil y tortuosa ruta de superación hacia la competitividad y el éxito empresarial.

Como expresara Chaves (2017d) con optimismo al respecto “*Los grandes retos y desafíos que hay actualmente planteados para el sector azucarero, sobre todo en el tema del mejoramiento de la productividad agroindustrial y la competitividad sectorial, demandan acciones inmediatas y profundas para superarlas; lo cual, no hay duda, es indiscutiblemente una labor obligada de todos. DIECA tiene*

*insoslayablemente en esta iniciativa un papel determinante e inquestionable que cumplir.*”

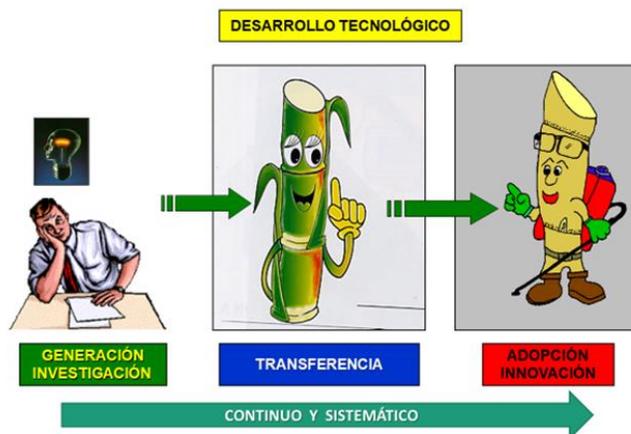
### ¿Qué hacer y cómo actuar?

La solución de problemas simples y complejos y la concreción y materialización de potenciales intrínsecos en la agricultura, está demostrado que solo pueden resolverse y alcanzarse por las vías conocidas y tradicionales de la investigación, la innovación, la capacitación, la información y la asistencia técnica permanente y de calidad; otras rutas resultan onerosas, ineficientes, efímeras y de adopción limitada lo que les provee baja consistencia. **Los asuntos del campo deben resolverse en el campo.** Siendo así, es claro que la forma de enfrentar los desafíos que existen y vendrán en el futuro próximo, es acrecentando y fortaleciendo los esfuerzos sectoriales de generación y transferencia de tecnología, dotándolos de más recursos y capacitación al personal técnico-profesional involucrado con el cambio. Como se indicó, en el caso cañero la coordinación y articulación de todas las instancias asociadas con la organización forma parte inalienable del éxito sectorial. La tecnología para el desarrollo productivo implica imperativamente incorporar y tener una visión holística e integrada de la investigación y la transferencia de tecnología como partes inseparables de un solo y único proceso que debe operar como sistema en estrecha relación, articulación y armonía.

Es imperativo concebir y tener claro para fines institucionales y también pragmáticos, que los procesos de generación de tecnología ejecutados a través de la investigación, la innovación y la experimentación; aunados a los de transferencia de tecnología, aunque independientes en su gestión y accionar, forman parte unívoca de un mismo y único proceso. Esta verdad lleva a comprender que ambos esfuerzos deben necesariamente actuar y operar de manera conjunta, coordinada y articulada para ser efectivos. En el plano de la realidad agrícola el mejor programa de generación de tecnología resulta insuficiente y hasta inviable, si no cuenta con un componente complementario y bien articulado de transferencia satisfactorio que divulgue, capacite, facilite el acceso y la adopción de la técnica promocionada por parte de los usuarios beneficiarios. Lo mismo acontece en sentido inverso cuando se transfieren tecnologías que no cuentan con una base sólida y confiable de investigación y validación que asegure sus efectos, consecuencias y resultados.

En el primer caso (tecnología sin transferencia) se tienen tecnologías valiosas restringidas, sin divulgación, poco conocidas y por tanto de acceso muy limitado que se quedan acumuladas en informes, publicaciones y exposiciones de salón en congresos y seminarios; por el otro lado (transferencia sin tecnología), las tecnologías recomendadas y utilizadas se tornan cuestionables, peligrosas y de muy alto riesgo ya que no cuentan con el refrendo técnico necesario y obligado. Lo correcto es

contar con un proceso único, integrado, equilibrado y bien articulado de generación y transferencia de tecnología debidamente validado, comunicado, transferido y dotado de una fortaleza investigativa muy elevada (Figura 7).



**Figura 7.** Proceso sistemático de generación y transferencia tecnológica.  
**Conclusión**

Actualmente Costa Rica se encuentra al igual que acontece con el resto de las naciones y sociedades en el mundo, atravesando un dinámico, abrupto y profundo periodo de transición e incertidumbre caracterizada por la ocurrencia de grandes, intensos y vertiginosos cambios en todos los órdenes, incluyendo el agropecuario y particularmente el vinculado con la producción de caña y la fabricación de azúcar y derivados, cuyo futuro depara sin lugar a duda importantes retos y desafíos por confrontar y superar para todos los actores y agentes que intervienen en el proceso productivo agroindustrial. Esa realidad no puede ni debe de ninguna manera desconocerse, ignorarse y menos aún evadirse.

Es por tanto de vital importancia para el país, el sector agropecuario y particularmente para la actividad cañero-azucarera enfrentar inteligentemente y con capacidad el presente y también el futuro, y hacer confluír la experiencia con la ciencia para que con mucha conciencia sea factible liderar y conducir la construcción del desarrollo socioeconómico deseado y esperado por todos. De este trascendente compromiso nadie está exento de responsabilidades y es ahí donde se debe cumplir eficiente y responsablemente el papel que corresponde desempeñar a todos sean agricultores, técnicos, empresarios o dirigentes, independientemente de la condición o posición particular que desempeñen, pues el interés patrio es supremo. Un agricultor consciente y responsable no puede ni debe nunca justificar y posponer su aporte a la sociedad dentro del contexto, posibilidades y capacidades

que le competen por su misma condición y recursos disponibles; por lo que siempre debe trabajar con empeño y contribuir con ahínco por su propio desarrollo y bienestar y no esperar que sean otros los que lo favorezcan. Como apuntara y concluyera Chaves (2017f) *“el agricultor debe ser gestor y protagonista de su propio desarrollo”* y por ello autogestionario de su mejoramiento y crecimiento.

En el tema técnico pareciera que la ruta y meta por seguir y procurar es de consenso y está clara, como lo señalara y evidenciara Chaves (2013b, 2022bc) al manifestar, que *“El reto insoslayable e impostergable del sector azucarero nacional y en particular de los productores de caña de azúcar en este contexto, lo representa lograr el incremento de su productividad agrícola e industrial, expresada por las toneladas de caña (t/ha), azúcar (t/ha) y concentración de sacarosa contenida y extraída de los tallos procesados (kg/t), mediante el uso generalizado de tecnologías eficientes, rentables, accesibles, amigables con el ambiente y muy competitivas, conceptualizadas y entronizadas en los principios del desarrollo sostenible. Esto será posible solo mediante la investigación, la innovación, la transferencia de tecnología, la capacitación y la asistencia técnica permanente y bien orientada hacia la atención y solución priorizada de los problemas, limitantes y demandas más imperiosas que aquejan al sector productor. Asimismo, el aprovechamiento real y efectivo de los grandes potenciales de diversificación y mejoramiento que la agroindustria posee.”*

Tener entonces la capacidad de saber disponer y aprovechar las significativas facilidades productivas y tecnológicas que la agroindustria azucarera como organización madura y responsable le ofrece, forman parte de ese aporte y contribución pendiente de cumplir. No puede pasar desapercibido que el hecho de contar con un desarrollo tecnológico suficiente y de libre acceso para ser eficiente y competitivo no es cosa menor, ni tampoco producto de la inercia institucional o de la casualidad, sino de un esfuerzo institucional mancomunado desarrollado de manera planificada, permanente y sistemática dotado con visión de futuro, en el cual DIECA ha sido indiscutible protagonista auspiciado y apoyado por los demás órganos sectoriales representados por LAICA, Ingenios, Cámaras de Productores de Caña y Cooperativas Azucareras.

No hay duda en reconocer el beneficio que tiene para el agricultor y el empresario nacional contar con una organización de excelencia, madura, bien estructurada funcional y operativamente consolidada como es la cañero-azucarera representada y liderada por LAICA; que cree, confía, aporta y apuesta de manera decidida al desarrollo tecnológico, pese a las limitaciones que la situación coyuntural y mediática imponen. No puede, pues resulta inviable y hasta utópico pensar en mejorar, evolucionar, crecer y desarrollarse de forma competitiva sin el uso de la ciencia y la tecnología. Las palabras expresadas por el Dr. Oscar Arias Sánchez, el 1º de agosto de 1989, con

oportunidad de celebrarse el “Día de la Ciencia y la Tecnología”, son pertinentes y consecuentes con todo lo manifestado anteriormente, al manifestar, que:

*“...Hemos considerado el desarrollo científico y tecnológico desde la perspectiva, si bien utilitaria, humanamente utilitaria.*

*Los cambios conllevan retos. Los líderes para la adopción de nuevas tecnologías deben de motivar a los otros profesionales de las empresas y enfrentarse a los retos.*

*Para nosotros no hay contradicción entre los valores materiales que van unidos al uso correcto del conocimiento científico, y los valores humanos. Para nosotros, la maravillosa posibilidad de poner el conocimiento científico al servicio del hombre se vincula a una ética de la ciencia y la tecnología como partes de la cultura.*

*Esa ética nos señala las diversas obligaciones que debemos atender a la hora de promover la aplicación de la ciencia al desarrollo”.*

El conocimiento y la tecnología constituyen y representan para una sociedad y un sector productivo como el vinculado con la producción de caña y la fabricación de azúcar, un factor de cambio determinante dotado de una extraordinaria fuerza y capacidad de transformación, motivo por el cual el apoyo decidido a la promoción del desarrollo tecnológico representa, sin lugar a duda, una de las principales necesidades de inversión pública y privada en materia agroproductiva. Sin embargo, no puede ni debe tampoco ignorarse que el desarrollo tecnológico aislado es insuficiente para lograr alcanzar el ansiado y deseado desarrollo socioeconómico, pues hay otros factores que también acompañan, participan, inciden y determinan el resultado final. Ciertamente el desarrollo tecnológico es fundamental, incuestionable y esencial para lograr alcanzar el desarrollo sostenible y competitivo de la agroindustria azucarera, pero representa apenas un factor que debe ser necesariamente complementado con otros elementos para ser completo y efectivo en sus resultados; esa realidad no puede desconocerse ni tampoco ignorarse. Las expectativas que puedan tenerse y proyectarse a futuro son inciertas y no siempre son satisfechas a cabalidad como está demostrado, pese a la solidez y sustento que algunos estimadores válidos puedan aportar (Chaves 2002a).

#### Literatura citada

- Angulo Marchena, A.; Rodríguez Rodríguez, M.; Chaves Solera, M.A. 2020. **Guía Técnica. Cultivo Caña de Azúcar. Región: Guanacaste.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 78 p.
- Barrantes Mora, J.C.; Chaves Solera, M. 2006. **Adopción tecnológica de los productores de caña de azúcar de la región sur de Costa Rica: el caso de la variedad SP 71-5574.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 15 p.
- Barrantes Mora, J.C.; Chaves Solera, M.A. 2020. **Guía Técnica. Cultivo Caña de Azúcar. Región: Sur.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 75 p.
- Calderón Araya, G.; Chaves Solera, M.A. 2020. **Guía Técnica. Cultivo Caña de Azúcar. Región: Turrialba.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 95 p.
- Chaves Solera, M.A. 1985. **Metodología experimental en caña de azúcar.** En: Metodología para Investigación en Caña de Azúcar. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA. p: 2.
- Chaves S., M.A. 1986. **La investigación: fundamento del desarrollo tecnológico de la caña de azúcar.** Boletín Informativo DIECA (Costa Rica) Año 4, Nº 29, San José. p: 2-4.
- Chaves Solera, M.A. 1991. **Instrumentos metodológicos y operativos para la identificación, ejecución e información de las actividades de investigación, transferencia de tecnología y servicio, desarrolladas por DIECA.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 74 p.
- Chaves Solera, M.A. 1992. **DIECA: una respuesta institucional a la necesidad tecnológica de la agroindustria nacional del azúcar.** Revista Azucarera ATACORI (Costa Rica) Año 1, Nº 1, San José, octubre. p: 4-6.
- Chaves Solera, M.A. 1993. **Antecedentes, situación actual y perspectivas de la agroindustria azucarera y alcoholera costarricense.** En: Participación de DIECA en el IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. p: 1-116. *También en:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Memoria: *Sesiones de Actualización y Perspectivas.* San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre. Volumen 1. 116 p.
- Chaves Solera, M.A. 1995. **Participación de DIECA en el desarrollo tecnológico de la caña de azúcar en Costa Rica.** En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 284-292.
- Chaves Solera, M.A. 1996a. **El estudiante como agente de cambio.** En: Congreso Nacional de Estudiantes del Sector Agropecuario Costarricense “José Figueres Ferrer”, 1, Santa Clara, San Carlos, Costa Rica, 1996. Memoria. San Carlos, Federación de Estudiantes del Sector Agropecuario Costarricense (FESAC), enero. p: 22-33.
- Chaves, M. 1996b. **Aportes de DIECA al desarrollo de la agroindustria azucarera costarricense.** En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996.

- Memoria: *Agronomía y Recursos Naturales*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 369. *También en*: Congreso de ATACORI “*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*”, 10, Hotel Sol Playa Hermosa, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 54.
- Chaves Solera, M.A. 1997. **Resumen de las actividades de generación y transferencia de tecnología más sobresalientes obtenidas por DIECA durante 1996**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, junio. 37 p.
- Chaves Solera, M.A. 1998a. **Sugarcane research and extension center - DIECA**. In: World Meeting, 1, and Latinamerican and the Caribbean Meeting of the Directors of Sugarcane Research Centers, 7, Guatemala, 1998. Sugarcane Research Center’s Presentations. Guatemala. CENGICAÑA, GEPLACEA, ASAGUA, 19-25 July 1998. p: 28-38.
- Chaves Solera, M.A. 1998b. **Participación de DIECA en las actividades de generación y transferencia de tecnología desarrolladas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 49 p.
- Chaves Solera, M.; Angulo M., A.; Barrantes M., J.C.; Rodríguez R., M.; Calderón A., G.; Alfaro P., R.; Chavarría S., E.; Rodríguez F., J.M. 1998. **Opinión del productor respecto a los principales problemas y limitantes que afectan la agricultura de la caña de azúcar en Costa Rica**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo 29 p.
- Chaves, M.; Angulo, A.; Barrantes, J.C.; Rodríguez, M.; Calderón, G.; Alfaro, R.; Chavarría, E.; Rodríguez, J.M. 1999. **Limitantes para la producción de caña de azúcar en Costa Rica durante 1997: la opinión del agricultor**. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 333-334. *También en*: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 247-248.
- Chaves Solera, M.A. 1999a. **DIECA: apoyo tecnológico a la agroindustria azucarera**. Revista Innovación al Día del Grupo Trisán (Costa Rica) N.º 20, mayo. p: 13.
- Chaves, M. 1999b. **Papel de DIECA en la Innovación tecnológica de la caña de azúcar en Costa Rica**. En: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. p: 10-33.
- Chaves, M. 1999c. **DIECA: un esfuerzo institucional puesto al servicio del productor de caña de azúcar en Costa Rica**. En: 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, julio. Volumen I. p: 173. *También en*: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 207.
- Chaves, M. 1999d. **Logros y perspectivas de la investigación de la caña de azúcar desarrollada por DIECA en Costa Rica**. En: 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, julio. Volumen I. p: 133-134. *También en*: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 208-209.
- Chaves Solera, M.A. 1999e. **Tecnología en la agroindustria azucarera costarricense**. En: Seminario Técnico Cañero, 1, Aguadulce, Coclé, Panamá, 1999. Memorias. Coclé, Compañías Monsanto, Melo y Rocasa, octubre. 7 p.
- Chaves S., M.; Alfaro P., R.; Rodríguez F., J.M.; Villalobos M., C.; Barrantes M., J.C.; Calderón A., G.; Angulo M., A.; Rodríguez R., M. 2000. **Temas de interés para la capacitación del productor de caña: propuesta de los beneficiarios**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 39 p.
- Chaves Solera, M. 2002a. **Futuro de la caña de azúcar en Costa Rica**. Grecia, Alajuela, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. Presentación Electrónica en Power Point. 36 Láminas.
- Chaves Solera, M. 2002b. **Novedades exportadas: mecanismos de control biológico**. Enlace Mundial (PROCOMER-Costa Rica) 5(6): 12 agosto.
- Chaves Solera, M.; Herrera Echandi, E. 2006. **Políticas para la agroindustria azucarera costarricense**. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p: 15-17.
- Chaves Solera, M.; Villalobos Gamboa, J. 2008. **Agroindustria azucarera costarricense: un modelo ejemplar**. En: Jornadas de Fortalecimiento y Sostenibilidad del Sector Industrial de la Caña de Azúcar. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED); Centro de Automatización, Robótica y Tecnologías de la Información y de la Fabricación (CARTIF) y Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Antigua, Guatemala, 02-06 junio. Presentación Electrónica en Power Point. 53 láminas.

- Chaves Solera, M. 2010a. **Desarrollo institucional de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología de la agroindustria azucarera costarricense.** En: Congreso Salvadoreño de la Ciencia del Suelo, 1, San Salvador, El Salvador. Memoria Digital. Asociación Salvadoreña de la Ciencia del Suelo (ASCS), 10-13 de marzo. Presentación Electrónica en Power Point. 111 láminas.
- Chaves Solera, M. 2010b. **Desarrollo tecnológico de la caña de azúcar en Costa Rica.** En: Congreso Tecnológico DIECA 2010, 4, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 22, 23 y 24 de setiembre del 2010. Presentación Electrónica en Power Point. 145 láminas.
- Chaves Solera, M. 2011a. **Comités Técnicos Regionales (COTER) Caña de Azúcar.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. Presentación Electrónica en Power Point. 28 láminas.
- Chaves Solera, M. 2011b. **Propuesta metodológica para la integración y operación de Comités Técnicos Regionales en el sector azucarero costarricense como instrumento de planificación para el desarrollo tecnológico.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 14 p.
- Chaves Solera, M. 2011c. **Comités Técnicos Regionales: valioso instrumento institucional para la planificación tecnológica en la agroindustria azucarera.** Boletín Informativo DIECA (Costa Rica), N° 06, setiembre-octubre. 7 p.
- Chaves Solera, M. 2012. **Sector azucarero costarricense: una agroindustria dinámica en activa evolución y crecimiento.** En: Congreso Azucarero Nacional ATACORI "Alex Soto Montenegro", 19, Condovac La Costa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 4 y 5 de octubre del 2012. Presentación Electrónica en Power Point. 115 láminas.
- Chaves Solera, M. 2013a. **Buenas prácticas agrícolas aplicadas en caña de azúcar en Costa Rica.** Tucurrique, Jiménez, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. Presentación Electrónica en Power Point. 78 láminas.
- Chaves Solera, M. 2013b. **Productividad agroindustrial: desafío permanente del sector cañero azucarero costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. Presentación Electrónica en Power Point. 184 láminas.
- Chaves Solera, M.A. 2015a. **Errores y omisiones técnico-administrativas que sacrifican productividad y cuestan dinero en la agroindustria azucarera.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 16 p.
- Chaves Solera, M. 2015b. **Ajustes estructurales, operativos y funcionales aplicados en DIECA: avances logrados.** Revista Entre Cañeros N° 1. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, marzo. p: 22-30.
- Chaves Solera, M. 2015c. **Comités Técnicos Regionales (COTER) instrumentos institucionales efectivos de planificación para captar y canalizar demandas tecnológicas en la agroindustria azucarera costarricense.** Revista Entre Cañeros N° 2. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, junio. p: 5-9.
- Chaves Solera, M.A. 2015d. **1940: inicio de la historia institucional del sector azucarero costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. 28 p.
- Chaves Solera, M. 2015e. **Histórico de la gestión de transferencia de tecnología desarrollada por DIECA en el sector azucarero costarricense. Periodo 1982-2014 (33 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 50 p. *También en:* Congreso Tecnológico DIECA 2015, 6, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 20 y 21 de agosto del 2015. 50 p.
- Chaves Solera, M.A. 2015f. **1965-2015: 50 años de la creación de LAICA.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 33 p.
- Chaves Solera, M.A.; Bermúdez Acuña, L. 2015. **Agroindustria azucarera costarricense: un modelo organizacional y productivo efectivo con 75 años de vigencia.** En: Congreso de la Caña de Azúcar- TECNICAÑA 2015, 10, Cali, Colombia. Memoria: *Responsabilidad social empresarial, administración y gerencia, medio ambiente y sostenibilidad.* Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (ASOCAÑA), del 14 al 18 de setiembre 2015. p: 159-171.
- Chaves Solera, M.A. 2016a. **Publicaciones DIECA año 2015: aporte bibliográfico a la agroindustria azucarera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 20 p.
- Chaves Solera, M. 2016b. **¿Con quiénes se vincula y relaciona institucionalmente DIECA en materia tecnológica?** Revista Entre Cañeros N° 4. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, abril. p: 4-10.
- Chaves Solera, M.A. 2016c. **Asistencia técnica y transferencia de tecnología en la agroindustria azucarera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, Junio. Presentación Electrónica en Power Point. 73 Láminas.
- Chaves Solera, M.A. 2016d. **Demandas tecnológicas desde la perspectiva de los Ingenios azucareros de Costa Rica.** Revista Entre Cañeros N° 5. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, julio. p: 4-16.

- Chaves Solera, M.A. 2016e. **Venta de productos y servicios técnicos e ingresos generados por DIECA en su gestión operativa institucional.** Revista Entre Cañeros N° 6. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, diciembre. p: 4-15.
- Chaves Solera, M.A. 2017a. **Enfoque biotecnológico integral en DIECA: pasado, presente y futuro.** Revista Entre Cañeros N° 7. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, enero. p: 5-18.
- Chaves Solera, M.A. 2017b. **Publicaciones DIECA Año 2016: aporte bibliográfico a la agroindustria azucarera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 20 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017c. **Programa de control biológico de plagas de DIECA: 33 años apoyando la sostenibilidad económica y ambiental de la agricultura cañera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 13 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017d. **DIECA: 35 años al servicio de la agricultura cañera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 29 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017e. **La Caña de Azúcar en el Censo Nacional Agropecuario Costarricense Año 2014: presentación de resultados.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 41 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017f. **El agricultor: gestor y protagonista de su propio mejoramiento.** Revista Germinar, Órgano Informativo Oficial del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, Año 7, Edición N° 21, junio. p: 5-6.
- Chaves Solera, M.A. 2017g. **Propuestas y recomendaciones de mejora para la gestión sectorial e institucional desarrollada por DIECA en el sector azucarero costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. 36 p.
- Chaves Solera, M.A.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D.; Bolaños De Ford, F. 2018. **Medición de los indicadores de calidad de la materia prima procesada por los Ingenios azucareros de Costa Rica durante el Periodo 2004-2016 (13 zafras).** En: Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial, 2, Puntarenas, Costa Rica, 2018. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), junio 5 al 7, Hotel Double Tree Resort by Hilton. 75 p. También en: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 75 p.
- Chaves Solera, M.A.; Guzmán Salazar, G. 2018. **Informe Final. Actividades de Transferencia de Tecnología ejecutadas por DIECA durante el año 2017.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 22 p.
- Chaves Solera, M.A. 2018a. **Publicaciones DIECA Año 2017: aporte bibliográfico a la agroindustria azucarera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 22 p.
- Chaves Solera, M.A. 2018b. **Genética aplicada a la mejora de las plantaciones comerciales de caña de caña de azúcar.** En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 43 p.
- Chaves Solera, M.A.; Bolaños Porras, J.; Barrantes Mora, J.C.; Calderón Araya, G.; Rodríguez Rodríguez, M.; Angulo Marchena, M.; Barquero Madrigal, E. 2019. **Problemas y limitantes del productor de caña de azúcar en Costa Rica: opinión del agricultor.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 122 p.
- Chaves Solera, M.A.; Guzmán Salazar, G. 2019. **Informe Final. Actividades de Transferencia de Tecnología ejecutadas por DIECA durante el año 2018.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 26 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019a. **Publicaciones DIECA Año 2018: aporte bibliográfico a la agroindustria azucarera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 28 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019b. **Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica.** En: Seminario Internacional: *Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica.* Hotel Condovac La Costa, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2019. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 15, 16 y 17 de octubre, 2019. 114 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019c. **Ambiente agroclimático y producción de caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(18): 5-10, noviembre-diciembre.
- Chaves Solera, M.A.; Bolaños Porras, J.; Barrantes Mora, J.C.; Angulo Marchena, M.; Calderón Araya, G.; Rodríguez Rodríguez, M.; Barquero Madrigal, E. 2020a. **Temas de interés para la capacitación del productor de caña de azúcar en Costa Rica: propuesta de los beneficiarios - Año 2020.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 85 p.

- Chaves Solera, M.; Bolaños Porras, J.; Barrantes Mora, J.C.; Rodríguez Rodríguez, M.; Angulo Marchena, A.; Barquero Madrigal, E.; Calderón Araya, G. 2020b. **Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2019**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. 166 p.
- Chaves Solera, M.A.; Guzmán Salazar, G. 2020. **Informe Final. Actividades de Transferencia de Tecnología ejecutadas por LAICA-DIECA durante el año 2019**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 26 p.
- Chaves Solera, M.A.; Bermúdez Loría, A.Z. 2020. **80 Años de Vida Institucional del Sector Cañero-Azucarero Costarricense: Breve Recorrido por su Historia**. Revista Entre Cañeros N° 16. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, agosto. 37 p.
- Chaves Solera, M.A.; Barquero Madrigal, E. 2020. **Guía Técnica. Cultivo Caña de Azúcar. Región: Zona Norte**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 135 p.
- Chaves Solera, M. 2020a. **Sector azucarero: Congratulaciones 80 años de vida institucional**. Boletín Germinar N° 35-2020. Órgano Informativo Oficial del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, setiembre. p: 1.
- Chaves Solera, M.A. 2020b. **El azúcar se hace en el campo y extrae en la fábrica: una verdad incuestionable**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(19): 6-13, setiembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020c. **Investigación e innovación agropecuaria: el caso de la caña de azúcar**. En: FORO "TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN AGRÍCOLA", organizado por la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITACORI). San José, Costa Rica, 12 de noviembre. 32 láminas.
- Chaves Solera, M.A. 2020d. **Pasado, Presente y Futuro de DIECA. INFORME FINAL RENDICIÓN DE CUENTAS. Periodo 1990 - 2020 (30 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 133 p.
- Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2021a. **Distribución geográfica de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica según altitud y localidad**. Revista Entre Cañeros N° 20. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, julio. p: 5-35.
- Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2021b. **Estimación del área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica según región productora. Periodo 1985 - 2020 (36 Zafros)**. Revista Entre Cañeros N° 22. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, diciembre. p: 5-39.
- Chaves Solera, M.A.; Guzmán Salazar, G. 2021. **Informe Final. Actividades de Transferencia de Tecnología Ejecutadas por LAICA-DIECA durante el año 2020**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 25 p.
- Chaves Solera, M.A. 2021. **Indicadores históricos de producción y productividad de la agroindustria azucarera costarricense: análisis del periodo 1969-2019 (51 zafros)**. Revista Entre Cañeros N° 19. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, marzo. p: 9-67.
- Chaves Solera, M.A. 2022a. **Área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica según región productora. Periodo 2010 - 2020 (11 zafros)**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(2): 6-27, enero.
- Chaves Solera, M.A. 2022b. **Productividad agrícola de la caña de azúcar en Costa Rica según región productora. Periodo 2012 - 2020 (9 zafros)**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(4): 5-31, febrero-marzo.
- Chaves Solera, M.A. 2022c. **Retos tecnológicos de la agroindustria azucarera costarricense en procura de lograr la ecoeficiencia y la eco-competitividad comercial**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(12): 5-21, junio.
- LAICA. 1998. **Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 22 de Setiembre de 1998**. San José, Costa Rica, LAICA. 117 p.
- LAICA. 2000. **Decreto N° 28665 - MAG. Reglamento Ejecutivo de la Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 de 2 de Setiembre de 1998. Dado en la Presidencia de la República**. San José, a los veintisiete días del mes de abril del año dos mil. 140 p.
- Monge, J.; Chaves, M.; Hine, D. 1986. **Evaluación de los cursos de capacitación en caña de azúcar, impartidos por DIECA a los pequeños agricultores de Turrialba**. En: Congreso Agronómico Nacional, 7 y Congreso de Horticultura ASHS-Región Tropical, 33, Heredia, Costa Rica. 1986. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical-ASHS, CATIE y W.K. Kellogg, julio-agosto. p: 135-137.
- Rodríguez Morales, A.; Chaves Solera, M.A. 2020. **Aportes al desarrollo histórico del control biológico: un enfoque a la caña de azúcar**. Revista Entre Cañeros N° 15. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, abril. p: 16-36.

Sáenz, C.; Chaves, M.; Alfaro, D.; Rodríguez, A.; Salazar, J.D.; Oviedo, R. 1999. **Información y transferencia de tecnología hacia un mejor manejo de los recursos: aplicaciones humanas para el control integrado de plagas en caña en Costa Rica.** En: 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: 174. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional

Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre 1999. p: 130. También en: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. Volumen 1. p: 64-65.

Recuerde que puede acceder los boletines en  
[www.imn.ac.cr/boletin-agroclima](http://www.imn.ac.cr/boletin-agroclima) y en  
[www.laica.co.cr](http://www.laica.co.cr)