

Periodo 09 al 22 de enero 2023

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.

#### 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

## RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA QUINCENA DEL 26 DE DICIEMBRE 2022 AL 08 DE ENERO 2023

En la figura 1 se puede observar, a partir de datos preliminares de 105 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 0-1.32 mm en la **Región Guanacaste Este**; por su parte **Guanacaste Oeste** registró entre 0-14.88 mm; en la **Región Norte** se reportó entre 0-23.16 mm. La **Región Puntarenas** presentó entre 0-17.07 mm. La **Región Sur** mostró entre 0-20 mm; la **Región Turrialba** acumuló lluvias entre 0-8.27 mm; mientras la **Región Valle Central** tuvo entre 0-1.94 mm.

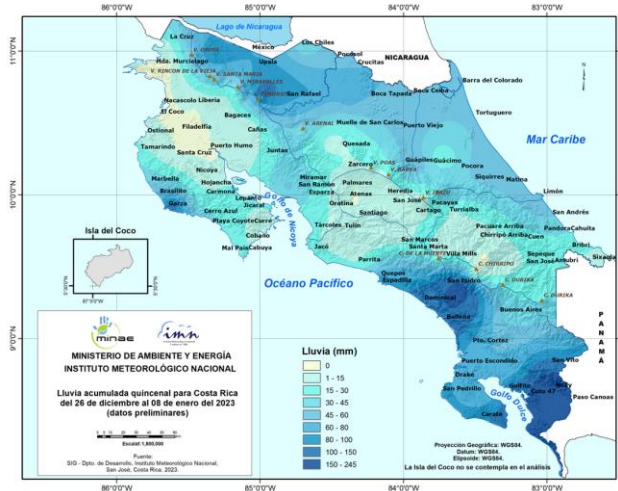


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la quincena 26 de diciembre 2022 al 08 de enero del 2023.

## PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CAÑERAS DEL 09 AL 22 DE ENERO

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. En la **Región Norte** se espera que la precipitación aumente a partir del jueves, la velocidad del viento se incrementará durante la semana y se prevé que haya mayores temperaturas entre el miércoles y el viernes. La **Región Guanacaste (Este y Oeste)** mantendrá humedad baja hasta el jueves, posteriormente de espera precipitación, la velocidad del viento fluctuará a lo largo de la semana, se espera un incremento de las temperaturas entre miércoles y viernes. En la **Región Sur** se prevé contenido de humedad a partir del jueves, además de viento variable, las temperaturas aumentarán a partir del miércoles.

El **Valle Central (Este y Oeste)** tendrá contenido de humedad baja hasta el jueves, seguido de humedad alta; la velocidad del viento será variable, aunque se prevé un aumento significativo para el fin de semana, las temperaturas aumentarán a partir del miércoles. Para la **Región Turrialba (Alta y Baja)** se pronostica lluvia a partir del jueves, la velocidad del viento se incrementará a lo largo

de la semana y se espera un incremento de las temperaturas entre el miércoles y viernes. En la **Región Puntarenas** se prevé precipitación a partir del jueves, la velocidad del viento será variable con un incremento hacia el fin de semana, habrá un aumento de las temperaturas entre miércoles y viernes.

Para el fin de semana, se tendrá la influencia de un nuevo empuje frío en el país, el cual aumentará los vientos alisios generando ráfagas entre moderadas a fuertes y el consecuente incremento en la actividad lluviosa del Caribe, la Zona Norte y las cordilleras del país en general.

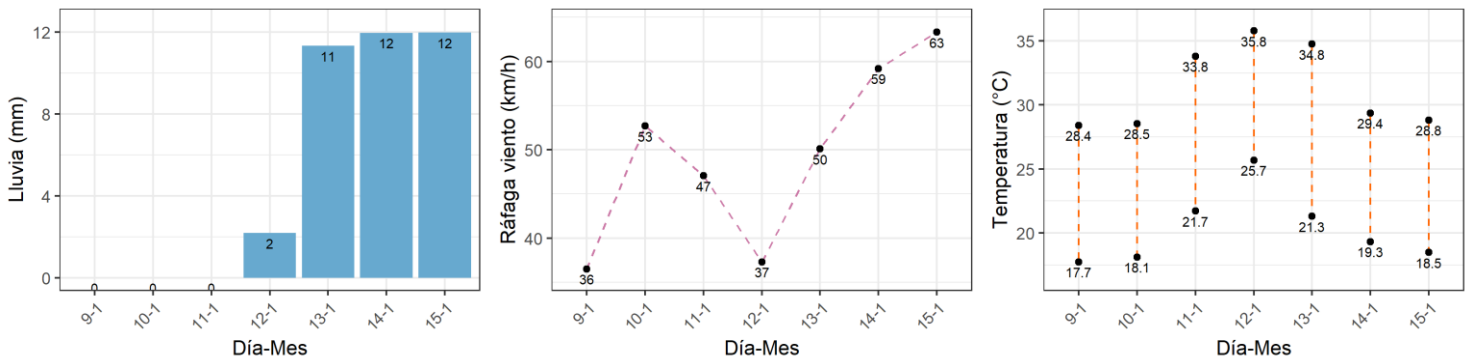


Figura 2. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 09 de enero al 15 de enero en la región cañera Guanacaste Este.

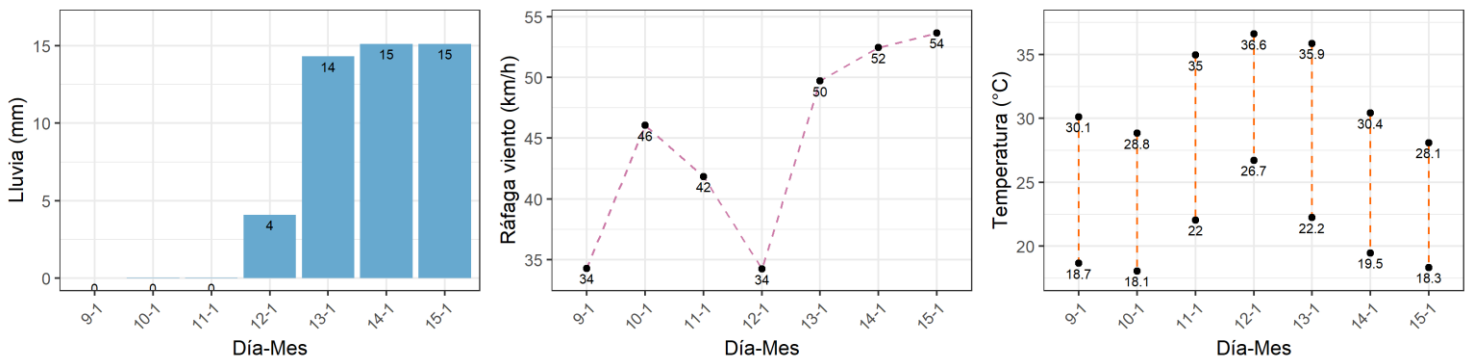


Figura 3 Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 09 de enero al 15 de enero en la región cañera Guanacaste Oeste.

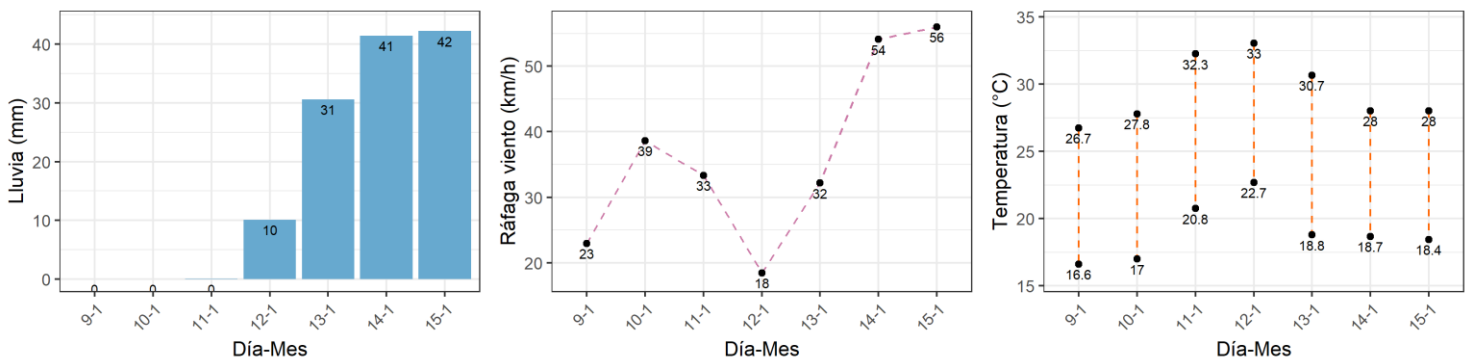


Figura 4. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 09 de enero al 15 de enero en la región cañera Puntarenas.

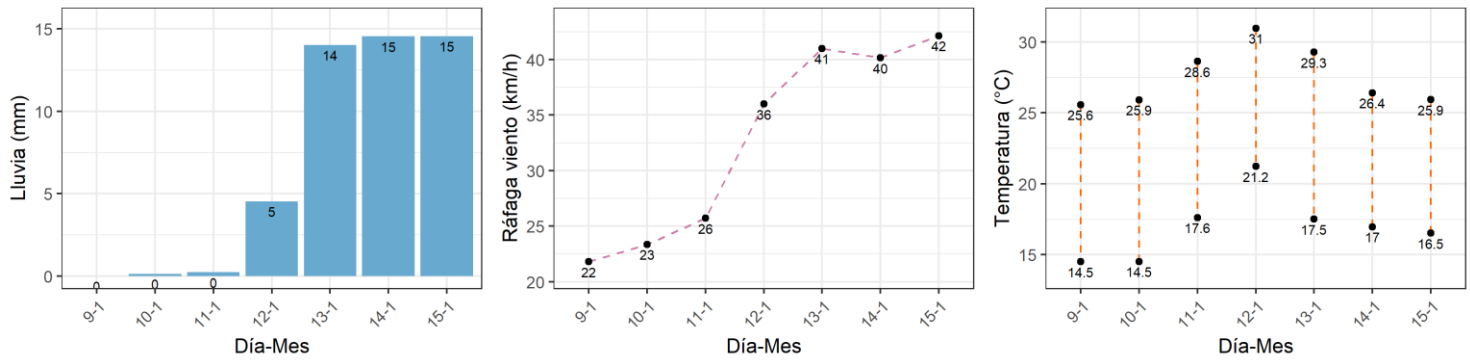


Figura 5. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 09 de enero al 15 de enero en la región cañera Región Norte.

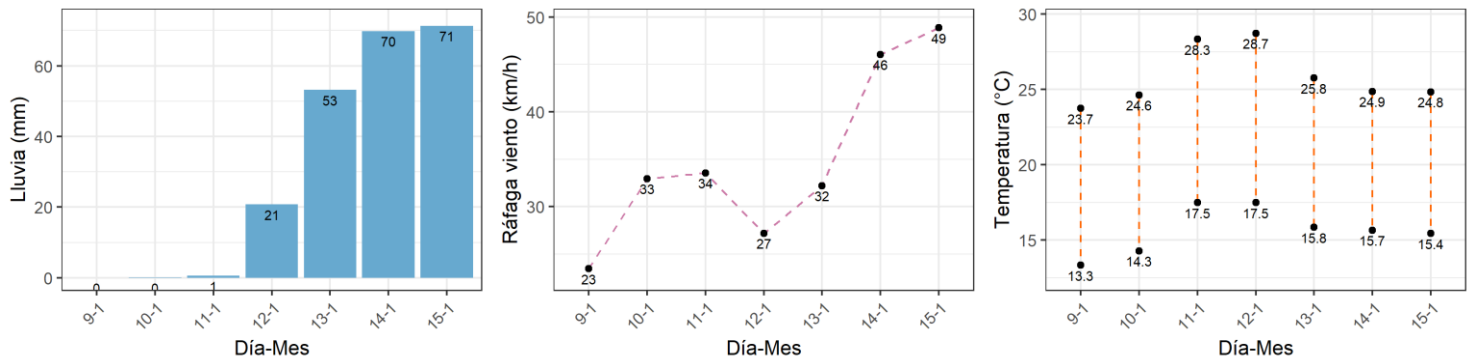


Figura 6. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 09 de enero al 15 de enero en la región cañera Valle Central (Este y Oeste).

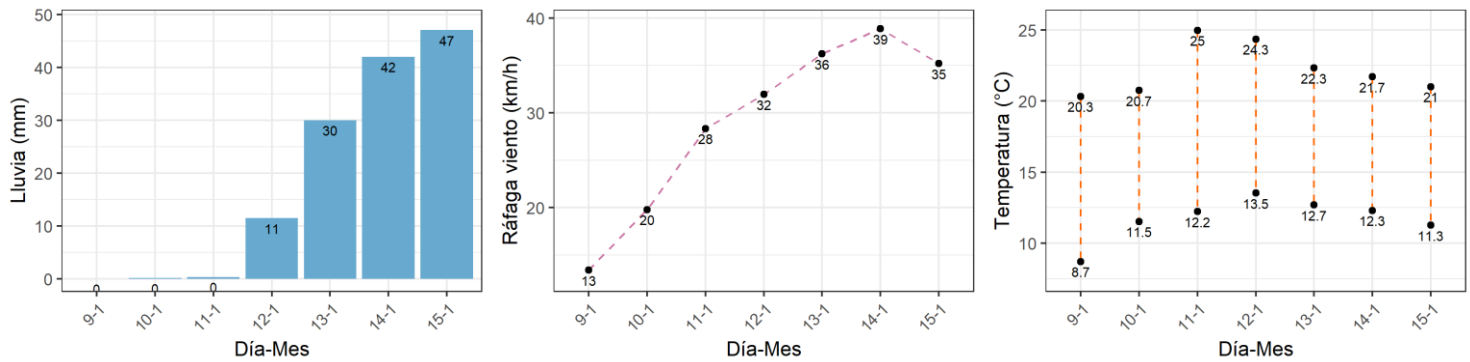


Figura 7. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 09 de enero al 15 de enero en la región cañera Turrialba (Alta y Baja).

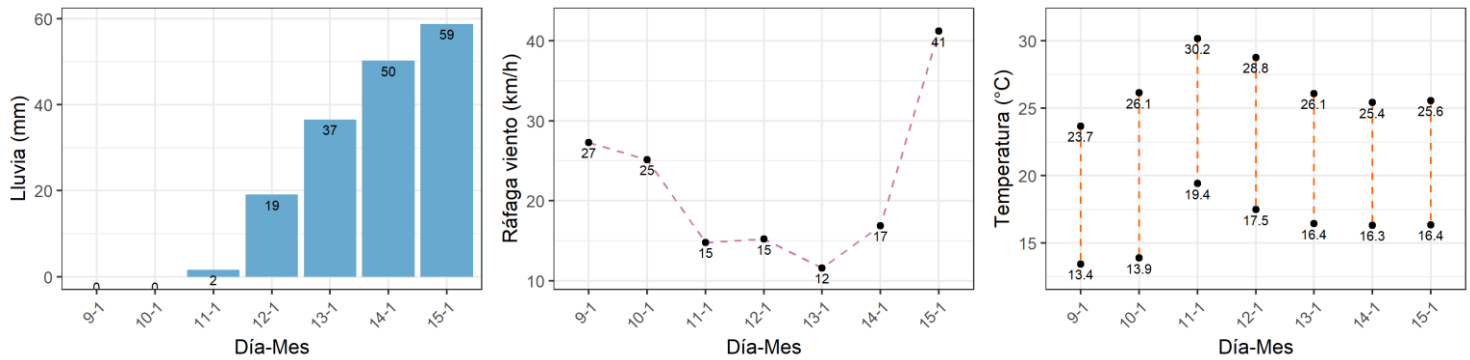


Figura 8. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 09 de enero al 15 de enero en la región cañera Región Sur.

Enero 2023 - Volumen 5 – Número 01

## TENDENCIA PARA EL PERIODO DEL 16 AL 22 DE ENERO

Para este periodo se espera un ambiente de lluvias más recurrente en el Caribe y Zona Norte. El Pacífico Norte y Valle Central tendrán episodios de vientos alisios moderados con ráfagas fuertes ocasionadas por el aumento en la presión atmosférica tras el paso de un empuje frío por el Golfo de México y Mar Caribe. El Pacífico Central se mantendrá con pocas nubes mientras que el Pacífico Sur podría experimentar chubascos dispersos de forma ocasional en las tardes.

## 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, durante el periodo del 02 al 08 de enero se presentaron condiciones de baja saturación en la mayoría de las regiones cañeras, solamente las regiones Norte y Sur tuvieron condiciones de mayor humedad.

Como se observa en la figura 09, la Región Guanacaste Oeste tiene entre 0% y 60%; sin embargo, la mayor parte de la región está entre 0% y 15%. Las regiones Guanacaste Este y Puntarenas presentan entre 0% y 30%, la Región Valle Central Oeste tiene entre 15% y 30% y la Región Valle Central Este está entre 0% y 30%.

La Región Norte presenta entre 0% y 75%, la Región Turrialba Alta (> 1000 m.s.n.m.) tiene entre 15% y 60%, la Región Turrialba Baja (600-900 m.s.n.m.) está entre 15% y 45%. La Región Sur varía entre 0% y 90% de humedad.

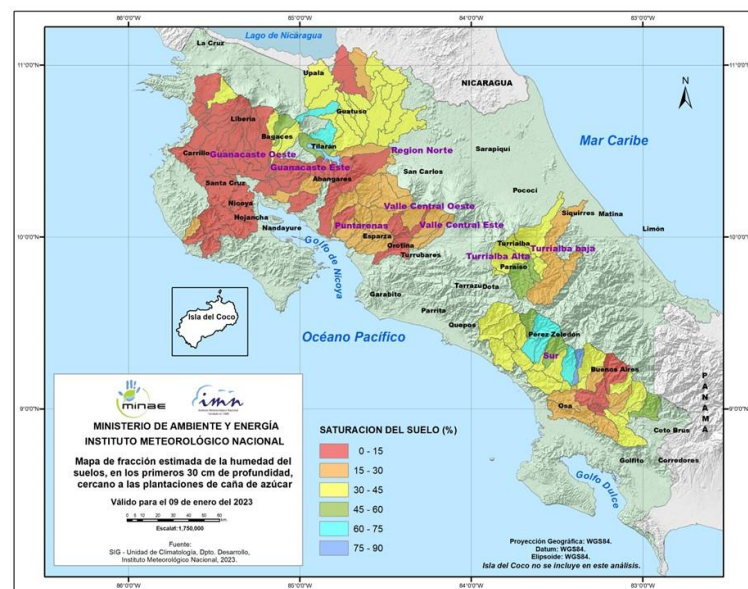


Figura 09. Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), en los primeros 30 cm de profundidad, cercano a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 09 de enero de 2023.

## LAICA 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)

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)

## 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

## NOTA TÉCNICA

## Pérdidas ocultas o invisibles de rendimiento generadas en el establecimiento, manejo y cosecha de plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica

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

chavessolera@gmail.com

Especialista en el cultivo de la Caña de Azúcar

### Introducción

Como está ampliamente demostrado a nivel mundial y particularmente en Costa Rica, la agricultura es una actividad incuestionablemente fundamental para el desarrollo de la sociedad, particularmente, en lo concerniente con la provisión suficiente y permanente de alimentos de calidad para atender y satisfacer nutricionalmente una población activa y en constante crecimiento. En este acápite, considera la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que la producción agrícola debe aumentar en un 60% para el 2050 con el fin de alimentar a una población que se estima llegará pronto a diez mil millones de habitantes según datos de la ONU (FAO 2022).

Pese a constituir una actividad primaria y estratégica para cualquier nación, desarrollada o no, la agricultura no es uniforme pues muestra diferencias notables a escala global, manifestadas en diversas figuras, factores disponibles, modalidades, sistemas y orientaciones productivas, como son entre otros: capital disponible, inversión en tecnología, ambientes naturales y zonas agroecológicas, estructuras de tenencia de la tierra, sistemas agroproductivos, acceso a mercados, mecanización y automatización de labores y procesos, uso de recursos edáficos e hídricos, eficiencia y productividad, costos asociados y competitividad empresarial. Esta aseveración es válida y perfectamente aplicable al caso de Costa Rica. Como señalaran Salcedo y Guzmán (2014) *“La agricultura no es homogénea en su estructura y funcionamiento, como tampoco en sus encadenamientos productivos con otros sectores de la economía.”*

No cabe duda de que la productividad representa uno, sino el más procurado e importante indicador referenciado en la agricultura, virtud de que puede ser empleado como una medida directa e indirecta de la eficiencia técnico-administrativa y financiera en que los insumos y el esfuerzo empresarial incorporados se transforman en productos comercializables; en este caso materia prima de calidad de la cual se extrae la sacarosa y fabrica el azúcar comercial. Por medio de ese indicador se aprecian, juzgan e interpretan la eficiencia y la eficacia con que los factores productivos bióticos y abióticos involucrados dan origen a una cierta cantidad y calidad de producto final; el cual puede ser transitorio y espacial, debido a su conocida relación y dependencia de factores de orden climático, edáfico, ecológico, socioeconómico, tecnológico, cultural, político e institucional.

En el caso particular de la actividad cañero-azucarera una unidad productiva agrícola puede medirse y juzgarse por medio de incrementos observados en el rendimiento agrícola e industrial del cultivo, expresado por más tonelaje de caña (t/ha) de calidad con alta concentración de sacarosa extraíble (kg/t) en el ingenio, logros laborales específicos (tiempos implicados, insumos empleados, pérdidas obtenidas, etc.), grado de fitosanidad presente en las plantaciones, afectación e impacto ambiental, reducción de costos asociados, inversión incorporada, margen de rentabilidad final, entre otros.

Diversos estudios realizados en el mundo azucarero demuestran las importantes y significativas diferencias verificadas en los índices de productividad agroindustrial observadas entre países, regiones y zonas productoras de caña de azúcar, destacando su magnitud relativa cuando comparados con respecto a otros sectores afines de la economía. Para la FAO (2015), la productividad agrícola es fiel reflejo de la condición o diferencia prevaleciente entre países desarrollados y subdesarrollados.

Algunos autores señalan en su análisis y valoración del tema que las diferencias surgidas en materia de productividad agroindustrial están asociadas básicamente con el tipo de productor, el tamaño de la unidad productiva, con la disponibilidad de capital y mano de obra, la inversión en tecnología, con las características edafoclimáticas del lugar y la intensidad de manejo tecnológico implementado, que provocan e inducen que estas diferencias sean el resultado de sistemas de producción agrícola no homogéneos y desiguales. Esas diferencias son muchas veces amplias y muy significativas, al punto que provocan que el potencial productivo de una plantación se distancie entre localidades aun geográficamente muy próximas. Es importante tener presente que, dado el carácter finito y restringido de los recursos naturales disponibles y el desgaste sistemático provocado por la producción, el Cambio Climático (CC), la extracción continua de biomasa y la degradación del suelo, no es posible, como es deseable, mantener indefinidamente incrementos constantes en productividad y prolongación del uso comercial de la plantación.

Un factor que ha venido generando un enorme desequilibrio e inestabilidad actual con peligrosa proyección futura, corresponde a los graves y cada vez más frecuentes impactos provocados por el clima sobre los índices de productividad agrícola e industrial. Esta anomalía atmosférica es causada por el polémico Cambio Climático (CC) cuyas consecuencias vienen siendo perjudiciales para toda la agricultura y calidad de vida de las poblaciones en general, incluyendo las

plantaciones de caña de azúcar del país como está debidamente documentado y lo ha expresado reiteradamente Chaves (2011, 2019c, 2022j).

Conscientes de la insoslayable e imperiosa obligación de procurar incrementar de manera sostenida, sostenible y eco-competitiva los rendimientos agrícolas e industriales de la caña de azúcar en Costa Rica y con ello su nivel de rentabilidad; se considera pertinente revisar con detalle lo concerniente al manejo técnico-administrativo del cultivo, con el objeto de identificar para fines correctivos algunas de las pérdidas más notorias denominadas y conocidas por su naturaleza como “*ocultas o invisibles*”, y que en forma recurrente impactan negativamente de manera importante la productividad del cultivo.

### Cambio Climático y productividad agroindustrial

El tema del CC su origen y sus efectos e impactos en la agricultura ha sido ampliamente desarrollado en diversos foros y con muy diferentes enfoques, virtud de la pertinencia y preocupación que su frecuencia y evolución ha venido teniendo en afectación directa de todas las poblaciones del mundo. No hay actividad ni localidad geográfica que pueda evadir los efectos e impactos negativos que este fenómeno atmosférico viene causando a nivel global, lo que es causa razonable de gran preocupación. En Costa Rica de manera seria y responsable se ha venido atendiendo por parte de los sectores público-privado la preocupación por el tema proponiendo y adoptando medidas y acciones de adaptación, mitigación, contención y erradicación operadas en diferentes áreas estratégicas. La agricultura y en particular el sector cañero-azucarero no son la excepción, pues también buscan la forma de contribuir con el esfuerzo nacional y mundial por alcanzar a satisfacer metas y objetivos comunes (Chaves 2022bcdej).

La agricultura es posiblemente el sector económico que más se ve afectado e impactado por el cambio climático debido a su gran dependencia, exposición y sensibilidad al estado de las condiciones ambientales prevalecientes en el lugar. Aunque como es conocido sus efectos a escala local y regional son de alguna manera inciertos, manifestados por el incremento o disminución inusitada de la temperatura y el agua precipitada en algunas zonas; previendo de acuerdo con las estimaciones y proyecciones meteorológicas un aumento desproporcionado en la ocurrencia de eventos extremos (sequías, inundaciones, tormentas, depresiones, huracanes, heladas, altas temperaturas). Es innegable que la clave para la adaptación de la agricultura frente al cambio climático estará sustentada en la adecuada gestión de riesgos que se implemente, la eficiente estimación y prospección y la oportuna actividad de alarma temprana que se desarrolle y opere en los sistemas agroproductivos.

El impacto climático percibido en los diferentes sistemas de producción cañera identificados en el país (Chaves 2022h) determina y restringe de manera directa la perspectiva de crecimiento y la cantidad de biomasa y azúcar potencialmente producida; así como también el estado fitosanitario manifestado por el desarrollo de plagas y enfermedades problemáticas que también inciden y afectan la calidad integral de la

materia prima producida y con ello las concentraciones de sacarosa recuperadas en la fábrica.

Con ese fin se ha propuesto y desarrollado en el país la figura de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA por sus siglas en inglés) como instrumento institucional para implementar las medidas que favorezcan la mitigación y reducción en la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y apoyar de esta manera los esfuerzos nacionales en atacar el cambio climático y encontrar su propio camino hacia un desarrollo bajo en emisiones. Una NAMA corresponde a un plan donde se definen políticas, regulaciones, programas, actividades u otro tipo de acciones estratégicas orientadas a reducir las emisiones de GEI en sus niveles tendenciales incrementales, que contribuyen a su vez a alcanzar los objetivos de Desarrollo Sostenible de los países. Actualmente se tiene formulada en el país la NAMA Caña de Azúcar que se espera próximamente implementar, como lo referencian LAICA (2022abc) y Chaves (2022d). La meta prevista no es solo ambiental sino también productiva visualizada en lograr un incremento sustancial de los índices de productividad agrícola e industrial, pues como se ha dicho con sentido empresarial “*la mejora de la productividad no es negociable ni tampoco postergable*”. El camino futuro en esta materia está trazado, procede ahora transitarlo según lo previsto.

Es importante señalar virtud de su significado que la planta de caña de azúcar genera y dispone de un elevado componente de biomasa que aporta cantidades importantes de Carbono Orgánico al Suelo (COS); además de contribuir significativamente con el ambiente en lo relacionado con el CC al fijar Carbono atmosférico en cantidades apreciables, lo que mitiga en alguna medida los excesos de ese gas presentes en la atmósfera y que favorecen el calentamiento global (Chaves 2020b, 2022j).

El proceso de producción agrícola se caracteriza porque en función de los objetivos productivos, ambientales, técnicos y financieros planteados y fijados por el agricultor como metas de gestión, y cuyos medios para su obtención están o no naturalmente disponibles (clima, tierra, agua, biodiversidad) o son en su caso generados, incorporados o introducidos al sistema (variedades, semilla, maquinaria, fertilizantes, agroquímicos, mano de obra, etc.), están de alguna manera bajo su control, lo que torna viable controlar, orientar, optimizar y maximizar su beneficio, lo cual implica actuar con criterio técnico, prudencia y sensatez. No cabe duda en reconocer que la agricultura sea de caña o cualquier otra, necesita innovación y tecnología para aumentar sus niveles de productividad, calidad de producción y rentabilidad, conservar los recursos naturales, buscar armonía con la naturaleza, evitar el desperdicio y la contaminación ambiental, promover las buenas prácticas sostenibles e invertir en investigación; entre lo cual no puede ni debe omitirse la obligación de aprovechar las capacidades y potenciales existentes.

### Producción y productividad

En esta materia muchas veces surge la válida inquietud de preguntarse ¿Qué es más importante en la agricultura la producción o la productividad? Lo cual resulta importante dilucidar en consideración de

que la respuesta incide directamente sobre la operación, pero sobre todo interpretación y conceptualización de la gestión productiva de cualquier empresa o emprendimiento agrícola.

En alcances pragmáticos es claro que ambos términos tienen diferencias importantes de fondo que marcan límites en todos los ámbitos que se les valore, virtud de lo cual es importante su correcta y justa interpretación. En principio la **Producción** puede ser concebida y expresada para fines cañeros como el simple acto de producir biomasa industrializable (caña) en un terreno de tamaño variable, que sirve como materia prima para que el ingenio extraiga y fabrique azúcar; esto sin incorporar restricciones ni fijar indicadores comparativos y relativos de eficiencia. Su medida y expresión se da por cantidad total de producto obtenido sean toneladas o kilogramos; se habla en este caso de producción total de caña y de azúcar dada en toneladas; melaza, cachaza o bagazo expresada también en toneladas o kilogramos, entre otros productos y residuos obtenidos de una unidad territorial o tiempo específico de medición que puede ser una zafra.

En el caso de la **Productividad o el Rendimiento** como también se nombra, la acepción cambia radicalmente su contenido pues la producción obtenida se referencia a una unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, tiempo de proceso, costo implicado, insumo aplicado, producto obtenido, etc. Se trata de una relación producto-insumo o de producción-insumos evaluada en una unidad comparativa o período específico con el adecuado control de la calidad. Mide la relación entre lo producido y los medios empleados, sean mano de obra, tierra, insumos, energía, costos, tiempo, etc. Equivale al cociente obtenido entre la cantidad de la producción y la cantidad o número de insumos utilizados o consumidos; se habla por ello de toneladas métricas de caña cortadas o de azúcar fabricado por hectárea (t/ha); kilogramos de sacarosa o melaza contenida en una tonelada métrica de caña (kg/t); kilogramos de bagazo o cachaza recuperados por tonelada métrica de caña (kg/t); toneladas de caña cortada por hora (t/hr); biomasa remanente de cosecha dejada en el campo (t/ha); horas máquina empleadas en una labor por hectárea (hr/ha); costo implicado por hectárea (₡/ha) o por tonelada (₡/ha). Son muchos los ejemplos que pueden colocarse para explicar y conceptualizar correctamente la acepción Productividad o Rendimiento, el cual siempre va referenciado a una unidad medible que permite aplicar comparativos geográficos, territoriales, temporales, productivos, económicos, técnicos, entre otros.

Se puede afirmar con buen criterio que la productividad corresponde a un nivel superior y mejor definido del asunto por juzgar e interpretar al contar con más y mejores elementos referenciadores, lo que le provee mayor especificidad al proceso de producción e inferencia agropecuaria. Lo anterior conduce a una máxima incuestionable en el campo agropecuario: **no se trata solo de producir por producir, sino de hacerlo considerando y ponderando la eficiencia, la eficacia y la optimización de los recursos disponibles y los costos implicados; por ello, la productividad es el indicador más apropiado para juzgar con certeza el resultado del esfuerzo empresarial aplicado al campo. La rentabilidad, la ecoeficiencia y la eco-competitividad están estrechamente ligados a ese concepto.**

Se puede producir mucho o poco con un bajo nivel de productividad lo que va ligado más al área o espacio físico implicado que a factores asociados con la eficiencia desarrollada en los procesos vinculados, lo que no debe confundirse al momento de realizar inferencias y establecer conclusiones. Con la productividad como se indicó el asunto es muy diferente, pues un resultado productivo puede ser valorado y hasta comparado con respecto a diferentes variables medidas con unidades similares referentes a localidades o periodos anteriores de la misma finca. Su valor como instrumento administrativo y proyectista para la correcta y oportuna toma de decisiones es muy alto.

Los índices promedios de productividad agrícola expresados por las toneladas métricas de caña industrializable cosechadas en una hectárea de terreno (t/ha) no son en Costa Rica todo lo deseable y potencialmente viable y factible de obtener; esto de acuerdo y en concordancia con el nivel tecnológico disponible, accesible y utilizable en el país, como lo reporta Chaves (2022a). En el caso del rendimiento industrial expresado por los kilogramos de sacarosa recuperada en los tallos cosechados (kg/t) y empleados como materia prima en el ingenio puede calificarse como aceptable, aunque con un elevado potencial de mejorar. La relación agroindustrial integral anotada por las toneladas métricas de azúcar producidas en una hectárea de cultivo (t/ha) no es la esperada, debido a la influencia ejercida por el bajo rendimiento agrícola. En esta materia es justo señalar que no puede ni debe generalizarse pues hay zonas, localidades y empresas nacionales con buenos indicadores de productividad agrícola e industrial. Son muchas y muy variadas las razones y circunstancias de naturaleza biótica y abiótica que motivan y son causa de esa baja productividad como lo apunta Chaves (2022fg) en su estudio; algunas de ellas de muy elevada complejidad para su posible solución o atenuación.

### Eficiencia y eficacia en agricultura

La productividad en el campo agropecuario se mide como el cociente o relación surgida entre la producción y los factores productivos utilizados; circunstancia por la cual tiene que ver con la eficacia y la eficiencia con que se utilizan los recursos asociados. Se expresa como un por ciento de la producción entre los factores vinculados. En principio puede aseverarse que la **eficacia** es la capacidad de conseguir lo que se propone en el área disponible o el tiempo indicado; en tanto que la **eficiencia** es lograr el objetivo procurado y planteado empleando la menor cantidad de recursos, lo que implica que el gasto temporal es el mismo, pero se reducen los costos de otros recursos.

### ¿Qué es la eficacia y la eficiencia en la agricultura?

La **eficacia** en la gestión agrícola es la capacidad de alcanzar el efecto o producto que se espera o desea obtener tras la ejecución y realización de una determinada acción, en este caso productiva. En el ámbito agrícola, dicha acción deberá estar dirigida con base y fundamento en un protocolo previo establecido a partir de las experiencias realizadas en condiciones conocidas. Por ejemplo: la meta planteada es producir y cosechar 70 toneladas de caña para satisfacer una necesidad diaria (capacidad de corta, carga, transporte y molienda), sin importar el área

cultivada (ha), la intensidad tecnológica implicada y el costo unitario vinculado.

La eficiencia productiva involucra por su parte una cantidad de factores determinantes vinculados con las economías de escala, como son la mano de obra, el uso de nuevas tecnologías, el empleo de materias primas de alta calidad, la determinación de los costos unitarios y los recursos empleados en la productividad total. Se refiere básicamente a lograr las metas propuestas y previstas empleando la menor cantidad de recursos. En este caso el punto clave en la definición es lograr el ahorro, aprovechamiento o reducción máxima de recursos empleándolos al mínimo; por ello se dice que **“la eficiencia es la capacidad de lograr un objetivo o de obtener el mejor resultado empleando la menor cantidad de recursos”**. Por ejemplo: en una plantación de caña se producían 70 toneladas métricas de materia prima en una hectárea y ahora se producen 100 toneladas en el mismo terreno; por lo tanto, el proceso de producción es en definitiva más eficiente, aunque más intenso en el uso óptimo y control de los recursos empleados en su obtención. El costo marginal por unidad es en este supuesto menor respecto al caso anterior.

Como apuntara con acierto y sentido pragmático Chaves (2015) *“En una agricultura dinámica, exigente y muy competitiva como la actual, resulta necesario, esperable y hasta obvio pretender sacar el máximo provecho y utilidad de la gestión empresarial emprendida por cualquier unidad productiva, independientemente de su tamaño, nivel de inversión, grado de especialización y figura administrativo-legal involucrada. Esa acometida donde se integran ineludiblemente elementos fundamentales del entorno agroempresarial, como son: reducir costos, incrementar productividad agroindustrial, maximizar beneficios, ser ambientalmente amigable y socialmente comprometido y responsable, es lo que podríamos conceptualizar como competitividad.”*

#### ¿Qué son pérdidas ocultas u invisibles?

Acontece que, durante el establecimiento, desarrollo, manejo, cosecha y procesamiento de la materia prima producida en una plantación de caña de azúcar en el campo, aún en condiciones normales, suceden eventos controlables o no, muchas veces fortuitos o de fuerza mayor, que son la mayoría de las veces desconocidos e ignorados por los productores y descuidados por gran parte de las empresas azucareras y que son causa de pérdidas económicas importantes. No puede tampoco desconocerse que muchas de esas pérdidas por sutiles y sensibles no son de fácil percepción e identificación, razón por la cual son figurativamente denominadas “invisibles”, lo que limita su posible atención, mitigación o eliminación según sea el caso; lo cierto es que están presentes, son reales y deben ser responsablemente abordadas y en el mejor de los casos resueltas con eficiencia y prontitud.

Es un hecho conocido y ampliamente demostrado como expresara Chaves (2015) con gran sentido pragmático basado en el acontecer del campo, que los **“Errores y omisiones técnico-administrativas sacrifican productividad y cuestan dinero en la agroindustria azucarera”**; lo que debe incuestionablemente motivar a identificar, implementar y operar los mecanismos de registro, monitoreo, revisión y verificación

necesarios que coadyuven a eliminar dichas pérdidas, que como se indicó, algunas son no visibles o se encuentran inmersas y ocultas en el proceso productivo e industrial de producir caña y fabricar azúcar.

Como ha sido abordado con gran detalle y amplitud, las características, propiedades y potenciales naturales prevalecientes en las regiones, zonas y localidades geográficas donde se produce y procesa caña para fabricar azúcar en Costa Rica, son en su mayoría bastante diferentes, heterogéneas y muy disímiles entre sí (Chaves *et al* 2018, Chaves 2008, 2017b, 2019chi, 2020aik), lo cual se manifiesta en la ejecución de actividades y labores de manejo muy diferentes en cuanto a calidad e intensidad con la que impactan también de manera desigual los índices básicos potenciales de productividad agroindustrial, expresados en las toneladas de caña industrializable y de calidad cosechadas por hectárea (t/ha), la concentración de sacarosa recuperable en la materia prima procesada en el ingenio (kg de azúcar/t) y la cantidad de azúcar elaborada por unidad de área (t/ha). Tanto en la acción individual como en la integración y encadenamiento de esas actividades agroindustriales es donde surgen esas pérdidas visibles e invisibles que impactan la productividad en detrimento de los intereses del agro empresario.

Solo mediante el conocimiento pleno y objetivo de nuestras capacidades, nuestra realidad productiva, características del cultivo y la planta de caña y condición del campo, será posible identificar con la eficiencia debida los asuntos de características y naturaleza muy diversa que atentan contra la posibilidad de aspirar a lograr mejoras significativas, consistentes y determinantes en todos los ámbitos sea tecnológico, productivo o financiero; que coadyuven a lograr maximizar la rentabilidad de la unidad productiva, como manifestación última e inmediata de beneficio directo para el agricultor y su familia.

La eficiencia y la calidad operada en todos los procesos vinculados con el proceso productivo deben conducirse inexcusablemente como una constante, lo que incluye el campo administrativo y también técnico; pues como asegura Chaves (2015) *“Debemos reconocer y aceptar que el éxito en la agricultura viene ineludible e inexorablemente ligado a la condición y eficiencia prevaleciente y que se genere en todos los órdenes, sea en factores de carácter biótico, abiótico, financiero, legal, comercial y administrativo, entre otros, algunos de los cuales como es sabido, resultan imprevisibles y no controlables, por lo que califican como verdaderos casos fortuitos y de fuerza mayor; otros por el contrario, son previsibles, contornables y factibles de potenciar, resolver, mitigar o en su caso eliminar, según sea la situación particular. Buena parte del éxito de la empresa cañera está basado en la efectividad y capacidad de administración que se tenga en áreas estratégicas como son la planificación, coordinación, articulación, control y verificación de acciones y actividades en todo el agro cadena productiva de la caña de azúcar, pues caso contrario se generan efectos inconvenientes que impactan negativamente la gestión y resultado comercial.”*

Es importante tener presente que **las pérdidas concebidas en principio como invisibles se tornan evidentes y visibles en el momento en que son identificadas, sensibilizadas y cuantificadas** virtud de su grado de beneficio, efecto, impacto o afectación al sistema productivo; de no ser



así, nunca existirán ni serán percibidas por el agricultor lo que no elimina ni exige su concurrencia. No existe en el campo agrícola un catálogo de pérdidas invisibles que pueda ser estudiado y aplicado; por lo cual, el ejercicio y capacidad de notarlas y evidenciarlas para poder atenderlas responde a circunstancias personales y empresariales de sensibilidad, observación, planificación, estudio, organización, establecimiento de rutas críticas y control de procesos, entre otros. Lo cierto es que *“el azúcar se hace en el campo y extrae en la fábrica”*, motivo y razón por la cual puede perderse o dejar de producirse en el mismo lugar como lo apuntara Chaves (2020g).

### ¿Dónde se dan este tipo de pérdidas?

Las áreas de gestión en el campo productivo agropecuario involucran por naturaleza factores bióticos y abióticos relacionados con elementos de índole edafoclimático, biológico y antropogénico muy diversos, heterogéneos, circunstanciales y dinámicos en su accionar, y obviamente, en sus afectaciones e impactos, sean estos de carácter positivo o por el contrario detrimentales. Esa condición provoca que limitantes y pérdidas nombradas y reconocidas como “invisibles” puedan encontrarse circunstancialmente en varias actividades ordinarias y rutinarias del quehacer productivo diario del campo, cuya incidencia resulta también, como se indicó, variable, virtud de su impacto diferencial sobre los costos, la productividad y la rentabilidad final.

Por esta razón pueden identificarse como más relevantes las pérdidas localizadas en los siguientes componentes:

- Administrativo
- Financiero
- Legal
- Tecnológico
- Ambiental
- Laboral
- Comercial
- Informativo

Como puede inferirse, son múltiples y muy variados los factores y elementos genéricos que concurren y participan de manera positiva y también negativa con intensidad variable en la obtención de una alta productividad agroindustrial, y, en consecuencia, en favorecer y promover la competitividad integral del sector y la agroempresa. Es una realidad y hecho comprobado que tanto perjuicio puede generar una omisión, descuido, error visible o invisible acontecido en el área administrativa, como en la tecnológica o laboral, pues los efectos y consecuencias pueden ser onerosas y conflictivas.

### ¿Cuáles pérdidas podrían calificar eventualmente como invisibles en la actividad cañera?

Son por razones obvias muchos y muy diversos los factores y elementos que podrían identificarse como causantes de pérdidas económicas, productivas (caña y azúcar), insumos, tiempo laboral y administrativo, ambientales, entre otros; algunas más sensibles e impactantes que otras, pero todas importantes. En el Cuadro 1 se anotan 81 asuntos donde podrían eventualmente ocurrir esos desaciertos generadores de pérdidas.

Como se infiere de dicho cuadro la importancia relativa valorada e interpretada por área de gestión es congruentemente balanceada, aunque expone y evidencia algunas particularidades que deben ser conocidas y atendidas con la especificidad y prioridad requeridas de acuerdo con su grado de importancia, trascendencia y grado potencial de impacto. La complejidad del asunto vinculado no necesariamente incide en una pérdida económica significativa, lo que obliga incorporar una lectura completa e integral de todo el proceso productivo agroindustrial considerando todos sus encadenamientos y vinculaciones; las implicaciones y efectos operan también en sentido contrario. Dicha valoración integral y sistemática coincide con lo que Montenegro y Chaves (2022) han denominado **Ciclo de Vida del Cultivo**, como lo referenciaron al valorar las diferentes fases involucradas en seis regiones productoras de caña del país, donde se marcan las evidentes diferencias existentes entre sistemas de producción.

En lo específico se indican y anotan en dicho cuadro asuntos que deben virtud de su trascendencia y grado de impacto ser atendidos con la prioridad y rigurosidad necesaria, no obviados, ignorados, pospuestos o considerados como innecesarios o poco impactantes; tampoco incorporar en las actividades desarrolladas criterios subjetivos basados en interpolaciones y comparaciones sesgadas carentes de la validación y comprobación obligada que aseguren su replicación. Como se podrá notar la mayoría de las pérdidas invisibles se tornan evidentes y visibles cuando son identificadas y cuantificadas por su grado de beneficio o afectación a la gestión productiva desarrollada. Tan importantes y sensibles son las acciones que se despliegan en el área administrativa relativas a planificación, formulación de protocolos, obtención de permisos, prevenciones, registros, distribución y asignación de tiempos, estimaciones y proyecciones, establecimiento de metas, presupuestación, definición de rutas críticas, disponibilidad oportuna de insumos y equipos necesarios acordes con la necesidad; como los atinentes propiamente al área técnica. Precisamente uno de los grandes e inaceptables errores que habitualmente se cometen en el campo de la producción agropecuaria y particularmente en la de caña de azúcar, es adoptar posiciones, tomar decisiones y priorizar subjetivamente sin fundamento comprobado; pues tan importante es obtener oportunamente el permiso de quemas, coordinar las entregas de caña con el ingenio o prever el trazado del terreno para evacuar las aguas de exceso, como fertilizar la plantación. Buena parte de las pérdidas ocurren durante la cosecha de la plantación (Figura 1).



Figura 1. Residuos vegetales generados durante la cosecha de la caña de azúcar.

Cada actividad o labor que se desarrolle en el campo independientemente de su naturaleza y características tiene implicaciones y derivaciones que es necesario conocer con antelación y detalle para la toma oportuna y correcta de decisiones; motivo y razón suficiente por la cual la gestión por desarrollar durante toda la zafra debe ser desagregada, calendarizada y temporalizada en sus partes de acuerdo con las necesidades implícitas propias del cultivo. No puede desconocerse que la Zafra va referida propiamente al año azucarero, pues corresponde al periodo comprendido entre el primero de octubre del año y el 30 de setiembre del año siguiente, lo que la hace bianual en tiempo. Por lo general se le confunde e iguala erróneamente con el periodo de cosecha o molienda, el cual corresponde apenas una parte muy específica de la misma (LAICA 1998, 2000, 2022ab).

En términos productivos y agroempresariales primero se organiza, planifica y proyecta, luego se siembra, maneja y atiende la plantación en

concordancia con las diferentes fases fenológicas del ciclo vegetativo; posteriormente se controla el estado de madurez y procede con la cosecha operando en todas sus fases (corta, carga, transporte) hasta asegurar la entrega y recibo de la materia prima en el ingenio. La labor sin embargo no acaba tampoco con la entrega de la caña, pues luego deben realizarse otras acciones importantes en el campo propiamente administrativo y financiero donde se analicen con base en los registros de gastos e ingresos la rentabilidad obtenida; también debe evaluarse el grado de cumplimiento de los planes, programas, proyecciones y estimaciones técnico-económicas establecidas originalmente, basadas en las expectativas fijadas al inicio de la zafra. Al final, es sano desarrollar un ejercicio objetivo y sincero de análisis de “lecciones aprendidas”, el cual resulta muy valioso para lo que se haga a futuro.

Cuadro 1. Asuntos (81) que de manera visible o invisible se considera afectan la productividad, rentabilidad y competitividad de la agroindustria azucarera costarricense en su fase de producción primaria.

Nº	Factor Limitante
<b>A ADMINISTRATIVOS</b>	
1	No planificar con sentido realista y progresista las acciones y actividades a desarrollar durante la zafra
2	No plantear ni contar con un plan prospectivo que establezca metas y proyecte estimados productivos viables y factibles
3	Desconocer u omitir las responsabilidades y obligaciones laborales, legales y ambientales que demanda hacer agricultura responsable
4	Trabajar por simple suposición y bajo criterio personal sin acudir ni consultar fuentes primarias confiables y certeras
5	Desarrollar una administración mediática y oportunista violentando lo razonable y técnicamente sensato y correcto
6	Creer que todo lo sabe y la consulta es innecesaria
7	Desconocer con el grado de detalle necesario los gastos incurridos durante la gestión productiva en todas sus fases
8	No llevar un registro (bitácora) histórico detallado por área de gestión de gastos, ingresos, rendimientos y producción
9	Carecer de protocolos y guías que orienten las actividades por desarrollar según fase del cultivo, momento y labor
10	No trazar una ruta crítica previa de movimientos, acciones y necesidades por atender y resolver
11	Carecer de un razonable plan alternativo emergente caso surjan situaciones imprevistas, fortuitas o de fuerza mayor
12	Incorporar y utilizar tecnologías sin validación y comprobación previa basadas en "experiencias locales personales"
13	Pensar que obviar incorporar prácticas, labores o insumos apropiados y recomendados constituye y representa un ahorro
14	Trabajar siguiendo la premisa de adquirir y utilizar "lo más barato" alejado de lo óptimo y técnicamente conveniente
<b>B ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN</b>	
15	Adquirir por moda o desconocimiento y emplear equipos y maquinaria innecesaria, sobredimensionada o incorrecta
16	No estar presente durante las labores de preparación del suelo, asegurando la ejecución correcta y oportuna de las mismas
17	Trazar la plantación sin criterio pragmático de acuerdo con las características y condiciones particulares del terreno
18	No trazar líneas de contorno en condiciones de pendiente que lo requieran y justifiquen (> 5%)
19	No prevenir, adecuar y acondicionar el ingreso y salida de las aguas (luvia-riego) evitando erosión, lavado e inundación
20	Laboreo excesivo o insuficiente que limite la producción y favorezca la degradación del suelo
21	No atender con buen criterio técnico y de manera oportuna la compactación del suelo como factor limitante
22	Ignorar y no ejecutar prácticas de conservación del suelo, el recurso hídrico y la biodiversidad
23	No renovar de manera oportuna y sistemática las plantaciones comerciales viejas, deficientes y agotadas
24	Emplear caña comercial o secciones de la misma (cogollo) como semilla
25	Utilizar semilla de edad limitada y baja calidad (< 7 meses y > 9 meses)
26	Utilización de distanciamientos de siembra inconvenientes, sean cortos o largos
27	Densidad de semilla inconveniente e injustificada incorporando cantidades elevadas (> 12 t)
28	Pretender resolver los problemas de calidad de la semilla mediante "resiembrar" onerosa de las plantaciones
29	No resembrar cuando la situación y condición de la plantación lo justifica y amerita
30	Selección equivocada de la variedad con mejor grado de adaptación y aptitud para las condiciones del entorno productivo
<b>C NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN</b>	
31	Actuar por influencia comercial y amiguismo, siguiendo un falso y equivocado sentimiento de modernidad
32	Desconocer las necesidades nutricionales básicas del cultivo (extracción-utilización)
33	Ignorar la función y funcionalidad de los nutrimentos esenciales, lo que limita su adición correcta y oportuna
34	No realizar el acondicionamiento correcto y oportuno de los suelos
35	Obviar el uso de bioinsumos y materiales orgánicos como mejoradores del suelo
36	Realizar una fertilización comercial nutricionalmente desbalanceada o incompleta (solo N o N-P-K)
37	Uso de fórmulas y formulaciones inadecuadas de fertilizantes de acuerdo con la fenología y necesidad fisiológica de la planta
38	Sub dosificar la adición de nutrimentos pensando que se genera un beneficio siendo en realidad un falso ahorro
39	Aplicación de fertilizantes fuera del momento fenológico ideal según dicta el ciclo vegetativo
40	Pensar que fraccionar la adición del fertilizante es cara y constituye un mal negocio. En zonas de alta precipitación es necesario
41	Desconocer y no actuar en favor de la microbiología de los suelos mediante prácticas simples y factibles
<b>D MANEJO DE LA PLANTACIÓN</b>	
42	Descuidar y no atender como procede la "cepa de caña y su brotamiento"
43	Atender el posible problema de endurecimiento y compactación acumulada del suelo mediante la práctica de la descompactación
44	Mantener y no resolver los problemas surgidos con el drenaje y la salida de las aguas
45	No disponer de riego en el lugar y el momento necesario
46	No remangar la plantación recién cosechada en el momento y forma recomendada siendo necesario
47	Ignorar que es imperativo alargar el uso comercial por varias ciclos (> 5 cosechas) reforzando algunas prácticas en ciclos finales
48	Siendo viable y factible, se decide no aporcar la plantación
49	Desconocer principios y no implementar medidas bajo el concepto pragmático de "Buenas Prácticas Agrícolas"
<b>E CONTROL DE MALEZAS</b>	
50	Seleccionar y utilizar agroquímicos por criterios erróneos (precio, facilidad, suposición)
51	No disponer del equipo necesario y requerido durante la aplicación
52	Actuar por simple "oída" y no por valoración y análisis crítico y serio de necesidades reales
53	Utilizar mezclas caras e ineficaces
54	No utilizar el coadyuvante idóneo para la ocasión
55	Realizar control de las malezas presentes en condiciones y momentos inadecuados
56	Desconocer y no identificar las malezas dominantes
57	No calibrar previamente los equipos de aplicación
58	Usar agua de baja calidad en la mezcla
59	No usar el equipo de protección recomendado
<b>F FITOSANIDAD</b>	
60	No actuar oportunamente con carácter preventivo
61	No contar con protocolos de evaluación que estimen el grado de afectación
62	Recurrir innecesariamente a soluciones erradicantes de alta toxicidad y residualidad
63	Pensar que las plagas y las enfermedades no afectan y que la caña es resistente a todo
64	Desaprovechar el empleo del control biológico disponible en el sector
<b>G MADURACIÓN Y COSECHA</b>	
65	No planificar previa y correctamente la cosecha en todas sus acciones (corta, carga y transporte de la materia prima)
66	Ausencia de un protocolo de control de madurez en la plantación como definidor del mejor momento de corta
67	Corta de la plantación sin criterio técnico (por edad, por época, por facilidad)
68	Quemar la plantación sin sacar el permiso de ley correspondiente
69	Incumplir y violentar obligaciones normativas del Reglamento de Quemas Controladas vigente (N°35368-MAG-S-MINAE del 2009)
70	No estar presente o ausentarse antes, durante y después de realizada la quema de la plantación
71	Dejar transcurrir un tiempo prolongado e inconveniente entre quema, corta, entrega y molenda de la caña en el ingenio
72	Permitir el contacto y permanencia de la caña en el suelo lo que genera contaminación microbiana (Dextranas)
73	Dejar la caña cortada a la intemperie por mucho tiempo lo que provoca deshidratación y pérdida de peso
74	Realizar un corte basal y despunte inadecuado de los tallos
75	No limpiar bien y como corresponde la caña cortada
76	Cargar y acomodar la caña en la carreta sin orden, ni cumpliendo las condiciones básicas requeridas
<b>H MATERIA PRIMA</b>	
77	Dejar de producir por razones injustificables buena calidad de materia prima
78	No coordinar de previo las entregas oportunas de caña con el Ingenio
79	Estar ausente durante el muestreo de la entrega de la caña cosechada
80	Criticar y cuestionar resultados industriales de las entregas sin comprobación ni consulta previa calificada
81	Desconocer la lectura e interpretación correcta del recibo generado por cada entrega de materia prima al ingenio

Fuente: Ampliado y adaptado de Chaves (2015).

En lo cuantitativo es notorio comprobar en el Cuadro 2 el balance relativo indicado, siendo el Establecimiento de la plantación donde mayor cantidad de asuntos (16) fueron identificados al representar un determinante 19,8% del total; seguido por el área Administrativa con un importante 17,3%, lo concerniente a Maduración y Cosecha (14,8%), Nutrición y Fertilización con un 13,6% y el Control de Malezas con un representativo 12,3%. Esas cinco áreas representan integralmente un muy significativo 77,8%. Esta es una excelente guía para ubicar con buen criterio donde debe actuarse con prudencia, prevención y cuidado.

**Cuadro 2. Limitantes potenciales según área de gestión.**

N°	Limitante	N°	%
1	Administrativa	14	17,3
2	Establecimiento de la Plantación	16	19,8
3	Nutrición y Fertilización	11	13,6
4	Manejo de Plantación	8	9,9
5	Control de Malezas	10	12,3
6	Fitosanidad	5	6,2
7	Maduración y Cosecha	12	14,8
8	Materia Prima	5	6,2
	<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100</b>

Basado en resultados del Cuadro 1.

### ¿Qué hacer para evitar pérdidas?

No existe como se indicó un catálogo, registro, archivo o manual de pérdidas visibles o invisibles que identifique y clasifique taxativa y categóricamente las mismas para fines correctivos, lo cual obliga necesariamente tener que establecer administrativamente mecanismos de monitoreo, revisión y verificación efectivos, pragmáticos y fáciles de implementar como parte de la rutina de procesos (Montenegro y Chaves 2022).

La vía de acción a seguir en este caso es en primera instancia tener conciencia de la posible existencia del problema para poder intervenir e incidir en la planificación, prevención, fijación de rutas críticas con indicadores efectivos y reveladores por medir, la revisión y evaluación sistemática de labores, acciones y actividades, todo lo cual permitirá identificar buena parte de donde están ocurriendo pérdidas o donde potencialmente puedan darse. La experiencia, los antecedentes (lección aprendida), la consulta y la acuciosidad del agricultor empresario son en este casi muy valiosos y determinantes en el éxito que se pueda tener en la gestión de lograr ahorros importantes y significativos por la vía de reducir o eliminar pérdidas potenciales y/o reales en el proceso productivo.

Algunas estrategias viables y factibles de implementar para aumentar la producción agrícola, mejorar los índices de productividad agroindustrial y evitar las pérdidas innecesarias en el campo son, entre otras, las siguientes:

1) Conocer y dominar lo concerniente al ciclo vegetativo del cultivo y su fenología, las prácticas habituales de manejo, los factores y

procesos fisiológicos incidentes vinculados en su desarrollo. Debe conocerse sin excusa con detalle y profundidad lo que se desea medir, controlar, modelar y mejorar (Chaves 2019bh, 2020b).

- 2) Conocer con detalle la condición y comportamiento de los elementos del clima del lugar. Datos actualizados resultan obligados,
- 3) Implementar actividades o prácticas orientadas a evitar, resistir, conducir o aprovechar los cambios del clima y sus efectos e impactos; con el agua (exceso-déficit) resulta más viable de operar.
- 4) Evitar y contrarrestar en lo posible la formación y el establecimiento de condiciones asociadas al estrés en sus diferentes manifestaciones: *hídrico, térmico, eólico, nutricional y biológico*.
- 5) Incorporar y adecuar criterios operativos consecuentes con una agricultura visionaria y predictiva.
- 6) Formular, instalar y operar un registro de datos representativos consistente con información relevante que facilite la toma de decisiones.
- 7) Fijar rutas críticas y definir indicadores válidos, representativos y de calidad de proceso.
- 8) Formular y operar un plan cronológico de labores y actividades por desarrollar en todos los ámbitos de la gestión fijando (calendarizando) tiempos de ejecución.
- 9) Establecer y fijar metas realistas y razonables de producción, productividad y eficiencia en todas las áreas de gestión. Se debe aspirar a obtener lo que es posible producir en el campo.
- 10) Formular y desarrollar protocolos específicos para actividades y labores específicas que así lo requieran; como acontece con: preparación y manejo del suelo, control de malezas, fertilización, riego y drenaje, control de madurez y cosecha de la plantación, entre otros.
- 11) Desarrollar una labor de presupuestación detallada que identifique rubros cuyos gastos e ingresos puedan ser luego cotejados.
- 12) Tener presente que las plantaciones pierden con el tiempo capacidad productiva requiriendo por ello más asistencia de mantenimiento, lo cual obliga mantener un manejo adecuado de las socas o retoños (Chaves 2021m).
- 13) Desarrollar un programa de uso y reciclaje de residuos que incorpore valor agregado a los mismos; ej. residuos de cosecha.
- 14) Adaptar y emplear tecnologías innovadoras de bajo costo, viables y factibles y de alta eficiencia productiva.
- 15) Procurar sistematizar y automatizar procesos en la medida de las posibilidades.
- 16) Adquirir y emplear siempre insumos certificados por su calidad; no adquirir solo por su bajo costo.
- 17) Conocer y aplicar los principios asociados con las *"Buenas Prácticas en Agricultura"*.
- 18) Atender con sumo cuidado, prioridad y carácter estratégico el tema de la variedad de caña cultivada y la calidad de la semilla empleada en las siembras.

- 19) La preparación y el manejo del suelo debe ser prudente y apegado estrictamente a criterios técnicos.
- 20) Evitar realizar prácticas que favorezcan la degradación del suelo, incorporando por el contrario las que lo mejoren. El deterioro de los suelos cañeros ha venido en franco crecimiento con pérdida de su capacidad productiva e incremento de los costos para procurar mantenerla (Chaves 2019a, 2020dh).
- 21) Deben inexcusablemente adoptarse e implementarse medidas de conservación de recursos: *edáficos, hídricos, biodiversidad* (Chaves 2020ej).
- 22) Debe existir absoluto respeto al ambiente y los recursos naturales, por lo que el enfoque productivo debe girar y enfocarse hacia la ecoeficiencia, el manejo sostenible y la eco-competitividad.
- 23) Adoptar criterios predictivos y de alerta temprana en torno al tema de la fitosanidad de las plantaciones.
- 24) En la medida de las posibilidades implementar sistemas eficientes de riego automatizados.
- 25) Asegurar la evacuación oportuna de las aguas de exceso (encharcamiento-inundación) que provoquen estados de estrés en la plantación o favorezcan la compactación de estos (Chaves 2019a).
- 26) Evitar quemar las plantaciones o en su caso realizar la práctica de acuerdo y en concordancia con lo establecido técnica y legalmente (Chaves 2021i; Montenegro y Chaves 2021).
- 27) Brindar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y maquinaria asegurando su buen estado.
- 28) Practicar el análisis fisicoquímico habitual del suelo y el follaje como criterio orientador para fertilizar y propiciar su manejo (Chaves 2022k).
- 29) Investigar y validar materiales genéticos y tecnologías nuevas cuando fuese necesario.
- 30) Informarse permanentemente a partir de fuentes primarias confiables sobre tópicos de interés: clima, precios, mercados, procesos, nuevos insumos, etc.
- 31) Capacitarse formal e informalmente sobre tópicos atinentes a toda la cadena agroindustrial y no apenas sobre asuntos técnicos.

Esos son apenas algunas de las principales medidas, acciones y estrategias que influyen e intervienen en grado variable sobre el nivel y la calidad de la producción agrícola y la estabilidad de los recursos disponibles en la zona donde la producción tiene lugar.

#### Impacto productivo y financiero

Como es comprensible pensar cualquier pérdida material, aplicada al tiempo laboral, al trabajo mecánico o de cualquier otra índole generada en el campo como parte del proceso de producción agrícola, al final se traduce inevitablemente en una merma económica que es perfectamente cuantificable y valorable.

En su esencia las pérdidas pueden darse por lo habitual bajo las siguientes figuras:

- 1) Cultivar caña sin conocer con detalle las condiciones, características y potenciales del lugar referidas a clima, suelos, la

planta y el cultivo, enfermedades y plagas, edad al corte, índice de floración, curva de madurez, antecedentes con variedades; entre otros elementos básicos y fundamentales para pretender alcanzar un nivel productivo satisfactorio. Es imperativo y obligado revisar exhaustivamente la información técnica vigente en algunas localidades y atender sus sugerencias y recomendaciones como lo apuntan Angulo *et al* 2020, Barrantes y Chaves (2020), Calderón y Chaves (2020) y Chaves y Barrantes (2020).

- 2) Sembrar variedades de reconocida baja adaptación, con problemas fitosanitarios registrados por causa de plagas y enfermedades, alta floración, volcamiento (acame), baja productividad o inadaptadas a las condiciones particulares del entorno productivo donde serán cultivadas (Chaves 2019d).
- 3) No resembrar plantaciones deficientes cuando la condición se torna técnicamente viable y económicamente rentable (Chaves 2021n).
- 4) Frecuencia y estado de renovación avanzado de las plantaciones comerciales agotadas o en estados vegetativos poco rentables. Esta limitante constituye uno de los problemas más serios que padecen actualmente las plantaciones nacionales, pues el ritmo y frecuencia de renovación es muy prolongado (> 6 cosechas).
- 5) Descuidar y/o desatender el manejo de las socas o retoños de la plantación con la prioridad y particularidad que requieren virtud de su desgaste fisiológico y productivo (Chaves 2020c).
- 6) Producir menos cantidad (toneladas) de caña en el campo por unidad de área sembrada.
- 7) Producir materia prima con menos contenido de azúcar expresada en kilogramos de sacarosa por tonelada de caña (kg/t) cosechada.
- 8) Producir poca melaza (kg/t) sin afectar el contenido de sacarosa en los tallos.
- 9) Cosechar cañas con mucha biomasa no industrializable y baja concentración de sacarosa.
- 10) Cultivar variedades que generen poca fibra (bagazo) para alimentar el proceso energético fabril.
- 11) No encalar o aplicar el correctivo de acidez de manera incorrecta en cuanto a fuente, cantidad, momento y forma (Chaves 2020f).
- 12) Fertilizar con una tasa de retorno negativa, esto es no alcanzar al menos una relación de kilogramo de fertilizante (particularmente nitrógeno) por tonelada de caña producida y cosechada (Chaves 2021o).
- 13) Fertilizar y luego encalar o hacerlo en el mismo momento sin dejar al menos 20 días entre ambas prácticas.
- 14) Utilizar agentes de control biológico para el control de plagas y patógenos (parasitoides y hongos entomopatógenos) y posteriormente aplicar agroquímicos con el mismo fin.
- 15) Desaprovechar áreas útiles potencialmente hábiles para sembrar caña; o en su caso, utilizar otras con bajo potencial virtud de sus evidentes limitaciones.
- 16) Incorporar tecnología onerosa que no se traduce necesariamente en incrementos importantes y proporcionales de tonelaje y concentración de sacarosa, interpretada como toneladas de azúcar por unidad de área.

- 17) Emplear equipos mecánicos más del tiempo requerido y técnicamente aceptado para una determinada labor medido en horas. Ej. exceso de afinamiento del suelo por paso excesivo de la rastra.
- 18) Aplicar productos no aptos para la condición del cultivo y momento fenológico particular del cultivo.
- 19) Incurrir en pérdidas (relativas) de insumos y productos químicos por causa de una mala preparación y aplicación, mezclas inadecuadas e incompatibles, uso de agua de mala calidad, empleo de equipos deficientes, adición en condiciones y momentos inadecuados, uso de productos innecesarios, entre otros.
- 20) Cosechar por razones ajenas (financieras, administrativas, edad) a lo técnicamente recomendado plantaciones inmaduras sin contar aún con la concentración de sacarosa potencialmente accesible (Chaves 2019efg).
- 21) Emplear un procedimiento deficiente en la cosecha por corte basal muy alto y despunte muy bajo de los tallos como se aprecia en la Figura 2 (Chaves 1984).
- 22) La falta de calidad en la labor de corte y carga manual y mecánica de la caña cosechada por falta de control y monitoreo. Las pérdidas por esta razón son importantes y están cuantificadas como lo revelan los estudios de Salas y Chaves (1993), Villalobos *et al* (1997), Aguilar y Chaves (2009), Angulo y Chaves (1999bc), Chaves *et al* (2002), Oviedo y Chaves (2002), Rivera y Chaves (2003).
- 23) Dejar cantidades importantes de caña botada en el campo por deficiencias observadas en la fase de recolección y carga de la misma.
- 24) Dejar la caña recién cortada a la intemperie por mucho tiempo haciéndola perder peso (t) por causa de la deshidratación.
- 25) Dejar transcurrir un tiempo largo (> 24 horas) entre corta, transporte y procesamiento de la materia prima en el ingenio; sobre todo si la misma se quema (Chaves 2021l)
- 26) Incurrir en prácticas (quema, contacto con suelo, permanencia en el campo) que favorezcan la contaminación e inversión de la materia prima por causa microbial (*Dextranas, hongos, impurezas vegetales*) (Angulo y Chaves 1999a).
- 27) No adoptar oportunamente las medidas preventivas de contención, control, reducción y mitigación que coadyuven a la conservación de los recursos naturales disponibles (Chaves 2020ej).
- 28) Disponer mucho tiempo laboral a la labor administrativa y no satisfacer las metas o incurrir en errores y omisiones inaceptables generadas por mala proyección, falta de supervisión y verificación en el campo, no contar con los permisos necesarios, operar acciones contrarias a lo previsto y programado; asimismo, no disponer de lo necesario en el momento oportuno sean equipos, insumos y mano de obra; tampoco coordinar con el ingenio la entrega oportuna de la materia prima



Figura 2. Pérdidas por cosecha deficiente.

Como se indicó, esas y muchas otras formas de incurrir en pérdidas son comunes que ocurran en magnitud y frecuencia variable, desde leves hasta muy significativas, durante la zafra y el desarrollo y cosecha de la plantación de caña de azúcar en el campo; lo cual al final se traduce en pérdidas de productividad cuantificables financieramente.

Esas pérdidas pueden ser como apuntara Nunes (2007) minimizadas, pero nunca eliminadas, lo que se torna imposible pues siempre existirán pérdidas inherentes a los procesos vinculados. Asegura que para minimizarlas el camino es largo y debe operarse de manera gradual, pero posible y factible de realizar.

Con el objeto de estimar y proyectar las pérdidas en que puede potenciar y eventualmente incurrir un productor de caña de azúcar, se presenta un interesante ejercicio en el Cuadro 3 y Figura 3, donde se establecen siete niveles teóricos de pérdida: 0-1,4-3,5-5-10-15 y 20 por ciento sobre la caña producida (t) y la sacarosa concentrada (kg/t) y recuperada en los tallos cosechados y procesados en el ingenio. El nivel 0 supone mantener sin alteración la situación observada durante la Zafra 2021-2022; en tanto que los otros seis niveles suponen la ocurrencia de las pérdidas estimadas, las cuales son perfectamente viables y factibles de ocurrir en el campo, dependiendo de la magnitud e intensidad del factor incidente y el impacto sufrido.



Figura 3. Pérdidas por caña dejada en el campo.

En caña es posible y hasta normal tener pérdidas que pueden llegar en condiciones normales al 10% correspondiente 7,1 toneladas, lo que se da por pérdida neta en el campo (mal corte basal y despunte, dejada en el campo en la recolección, caída durante la carga y transporte). Puede asimismo concebirse e interpretarse la pérdida como la caña que dejó de producirse por una limitante, un error u omisión como fue señalado oportunamente. Con la sacarosa la pérdida puede ser normalmente inferior a un 10% correspondiente a 11,0 kilogramos debido a cosecha inmadura por corte temprano o edad inadecuada; también por inversión en el campo, clima inadecuado (lluvia y temperaturas altas), permanencia en el campo por mucho tiempo, exceso de humedad en el suelo o razones fitosanitarias, entre otras. Los niveles de pérdida superiores de 15 y 20% no son tampoco descabellados como por antecedente ha demostrado la práctica de campo.

Las pérdidas físicas de caña y azúcar son convertidas y transformadas para los fines pretendidos a valores económicos con base en los precios de liquidación final reconocidos y aplicados oficialmente por LAICA durante la Zafra 2021-2022 en condición de Cuota; los cuales para el ejercicio planteado utilizan los precios pagados al productor (62,5%) y no al ingenio, que son mayores (100%). Partiendo de esos elementos se hace una estimación para cada nivel de pérdida propuesto, aplicados a una tonelada métrica y proyectados a una hectárea de cultivo. Como se infiere de los resultados, los montos tanto productivos como económicos que dejan de percibirse son importantes y muy significativos, pues alcanzan valores que bien podrían cubrir parcialmente o en su caso reforzar el control de malezas, la fertilización o la semilla empleada en la siembra, entre otros rubros.

Adicionalmente y con el fin de dimensionar y proyectar a nivel nacional el impacto que pueden tener los errores, las omisiones, la impericia, los efectos del clima, los “ahorros” injustificados, las plagas o la incapacidad técnico-administrativa en el manejo de las plantaciones de caña; se realiza una estimación sobre los valores finales de la zafra, donde en primera instancia se calcula la cantidad materia prima perdida (t) y la sacarosa (kg) no concentrada y recuperada. Nótese que los volúmenes son significativos conforme se eleva el nivel de pérdida; por ejemplo, una pérdida neta general de un 10% significa dejar de procesar 389.789

toneladas de materia prima y perder bajo el supuesto establecido 42.903.550 kilogramos de sacarosa como azúcar, cuyo impacto económico alcanza la significativa suma de 8.743.743.490 colones, respectivamente. Una equiparación en dólares de esas pérdidas significa que con el 10% de reducción el sector estaría dejando de percibir US\$11.997.868 por concepto de caña no producida y de US\$14.572.906 por la sacarosa no recuperada cuando se estima desde esa perspectiva. Hay que indicar que la valoración es realizada desde dos visiones diferentes que no son similares: a) la caña perdida o no producida y b) la sacarosa no concentrada o pérdida en los tallos.

En un estudio similar realizado por Nunes (2007) en Brasil donde estimó pérdidas teóricas de 2,5 toneladas de caña/ha y 10 kg de sacarosa (ART) por tonelada de caña molida sobre la producción total del país, encontró reducciones equivalentes a 3.064.102 toneladas de caña y 95.600.000 kg de sacarosa (ART) que alcanzaron la extraordinaria y significativa suma de US\$53.621.793 y US\$22.752.800, respectivamente. Como se infiere, las pérdidas invisibles son muy importantes y deben atenderse con carácter emergente para poder visualizarlas, pero sobre todo para contrarrestarlas, evitarlas y minimizarlas en todo lo posible.

Es interesante comprobar en ese mismo cuadro que el escenario (-1,4%) más bajo donde se plantea perder o dejar de producir en el campo una tonelada de caña y un kilogramo de azúcar, llevaría a perder teóricamente en las 54.848 hectáreas cosechadas durante la Zafra 2021-22 un total de 54.570 toneladas de caña y 6.006.497 kilogramos de azúcar, respectivamente; lo que implica una pérdida de 1.007.812.402 colones (US\$1.679.687) en caña y 1.224.124.089 colones (US\$2.040.207) por azúcar. En definitiva, el impacto es muy significativo.

Queda así demostrado que en el país se vienen perdiendo de manera invisible una cantidad muy importante de recursos económicos que el agricultor y el sector dejan de percibir en afectación directa de su rentabilidad y competitividad. Si a lo anterior se suma lo concerniente al “costo oculto” incurrido por pérdida de insumos, mano de obra, tiempo laboral y administrativo, el monto adquiere entonces dimensiones realmente preocupantes y dignas de adoptar imperativamente y con carácter inmediato medidas correctivas obligadas para procurar reducir las.

Cuadro 3. Escenarios proyectados de pérdidas potenciales nacionales de caña y azúcar en la Zafra 2021-2022.

Nivel de Pérdida	PÉRDIDAS											
	Caña * (toneladas/ha)	Sacarosa * (kg 96%/t)	por Hectárea		por tonelada Caña <sup>1/</sup>		por Hectárea <sup>2/</sup>		Productivas por Zafra <sup>3/</sup>		Económicas por Zafra <sup>4/</sup>	
			Caña (t)	Azúcar (kg)	Azúcar (€)	Azúcar (€)	Caña (t)	Azúcar (kg)	Caña (€)	Azúcar (€)		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,4	1	1	1	109,50	203,80	18.468,30	22.316,10	54.570	6.006.497	1.007.812.402	1.224.124.089	
3,5	2,5	3,9	2,5	277,29	794,80	46.170,65	56.511,70	136.427	15.016.242	2.519.567.943	3.060.310.120	
5	3,6	5,5	3,6	391,05	1.120,90	66.485,70	79.696,00	194.894	21.451.775	3.599.351.115	4.371.871.541	
10	7,1	11,0	7,1	782,10	2.241,80	131.124,60	159.392,00	389.789	42.903.550	7.198.720.699	8.743.743.490	
15	10,7	16,5	10,7	1.173,15	3.362,70	197.610,30	239.088,00	584.683	64.355.325	10.798.071.815	13.115.615.235	
20	14,2	22,0	14,2	1.564,20	4.483,60	262.249,15	318.784,00	779.578	85.807.100	14.397.441.398	17.487.486.980	

Fuente: Elaborado por el autor con información de LAICA.

En la Zafra 2021-22 se procesaron un total de 3.897.888 toneladas métricas de caña en el país, cosechadas en 54.848 hectáreas, con las cuales se fabricaron 429.035,5 toneladas de azúcar de 96% Pol, equivalente a 8.580.710 Bultos de 50 kg y 429.035.500 kilogramos de azúcar.

El precio promedio de liquidación nacional pagado al productor (no al ingenio) en cuota fue de aproximadamente €203,80 por kg (US\$0,34) de azúcar y €55,93 por miel (US\$0,093). 1 US\$= €600.

La productividad agroindustrial promedio en el periodo 2021-22 fue de 71,1 t de caña/ha, 110,07 kg de sacarosa 96%/t de caña y 39,20 kg de miel/t.

El valor de liquidación promedio nacional de una tonelada de caña se proyecta con esos datos en aproximadamente €259,75 por tonelada considerando el pago del azúcar y la miel indicado; lo que proyecta un valor ponderado de ingreso por €18.468,25 por hectárea sembrada y cosechada.

\* Se establece y proyecta un nivel % de pérdida teórico aplicado a la producción de caña (t) y sacarosa (kg/t) proyectado sobre los rendimientos promedio respectivos reportados por LAICA en la Zafra 2021-22 de 71,1 t de caña/ha, 110,07 kg de sacarosa 96%/t de caña molida y 39,20 kg de miel/t de caña. A partir de los mismos se estiman las pérdidas por tonelada de caña y hectárea para cada %.

<sup>1/</sup> Estima y proyecta la pérdida económica (€) referida a la sacarosa no recuperada en una tonelada métrica de caña. Aplica en este caso el valor de liquidación reportado de €203,80 por kg.

<sup>2/</sup> Estima las pérdidas económicas (€) proyectándolas a una hectárea de terreno sembrada con caña. La caña utiliza el valor integrado (azúcar + miel) de €18.468,25/t; en el azúcar el valor de liquidación reportado de €203,80 por kg.

<sup>3/</sup> Estima las pérdidas % potenciales de caña y azúcar proyectadas a nivel nacional con base en la cantidad total (t) procesada (3.897.888) y fabricada (429.035.500 kg) en el país, respectivamente, durante la Zafra evaluada. Se estima con base en el nivel % de pérdida.

<sup>4/</sup> Determina la pérdida potencial nacional medida en € caso la misma se establezca con base en la pérdida física de caña o de concentración de sacarosa. No puede ni debe obviarse para una correcta interpretación que la proyección es parcial pues aplica al productor y no al ingenio, por lo que las pérdidas son potencialmente superiores respecto al presente estimado.

## Conclusión

No cabe duda de que las condiciones climáticas se tornan cada vez más extremas, la tierra disponible para cultivar más limitada y los hábitos alimentarios cambiantes hacen que la tarea de producir de forma rentable y competitiva sea hoy día más exigente para cualquier agricultor. A lo anterior se une la creciente población mundial que debe ser alimentada y nutrida; la cual, de acuerdo con las estimaciones de la ONU, el pasado 15 de noviembre de 2022 pasó a la historia como el día en el que la población llegó a 8.000 millones de personas con el nacimiento de un niño en República Dominicana, lo que abre un complejo y nuevo paradigma social que atender y resolver. Las más recientes proyecciones de las Naciones Unidas, publicadas con motivo del Día Mundial de la Población sugieren que el número de habitantes del planeta podría llegar a ser de alrededor de 8.500 millones en el 2030 y 9.700 millones en el 2050. Se estima y proyecta con buen criterio que para el final de siglo la población podría alcanzar la exorbitante cifra de 11,7 mil millones; lo cual sin embargo es motivo de polémica pues algunos estudiosos auguran por el contrario una severa reducción de la población mundial.

Se infiere de lo anterior que las consecuencias detrimenales provocadas por el cambio climático y el hecho objetivo de que la superficie de tierra apta dedicada a la agricultura tenga serias limitaciones para incrementarse más de manera proporcional y consecuente con las necesidades alimentarias por satisfacer; provoca que indefectiblemente las medidas para atender la imperiosa necesidad por alimentos pasan obligadamente por el incremento de la

eficiencia de los sistemas agrícolas existentes, lo que solo se puede conseguir con el desarrollo de la tecnología. Lo anterior debe vincularse además a una excelente organización y una estrecha cooperación entre todos los agentes socioeconómicos y comerciales implicados, para lo cual deben fijarse objetivos y metas comunes a mediano y largo plazo.

La agricultura actual necesita insoslayablemente de más innovación y mejor tecnología para incrementar de manera sostenible los niveles actuales de productividad y calidad de la producción y los alimentos, preservar y conservar los limitados recursos naturales disponibles, evitar el desperdicio y la contaminación, contrarrestar y mitigar la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) inductores del cambio climático, apostar más por el ambiente, la ecoeficiencia y la eco-competitividad, promover la organización y las asociaciones entre productores, implementar políticas agrícolas y alimentarias sostenibles y justas e invertir en investigación y desarrollo, entre muchas otras cosas. La inversión dirigida y focalizada en mejorar los esfuerzos nacionales en investigación y desarrollo, así como el acceso de los agricultores a las nuevas tecnologías, permitirá alcanzar una mayor eficiencia y sostenibilidad de los sistemas agroproductivos en beneficio de toda la población y principalmente de los pequeños agricultores con acceso limitado a esos recursos. No cabe duda en reconocer y aceptar que las nuevas tecnologías y desarrollos tecnológicos han permitido que el mundo agrícola evolucione de manera significativa y muy dinámica.



Prevalece sin embargo una verdad que debe aceptarse y tenerse presente cuando de mejorar los índices de producción y productividad agrícola e industrial se trata, cual es que la tecnología no es infalible, indefectible y tampoco resuelve todo, pues hay otros asuntos de carácter biótico y también abiótico determinantes vinculados directa e indirectamente con los sistemas de producción que intervienen, participan, potencian o en su caso reducen los impactos productivos que pudieran darse, tanto positivos como también negativos. Por si misma la incorporación de una determinada tecnología no necesariamente se traduce ni alcanza la mejora para la cual va dirigida, pues existen otros factores, elementos y circunstancias del entorno que deben necesaria e imperativamente adecuarse, ajustarse y acondicionarse para que la misma logre expresar todo su potencial.

Como se manifestó y constató a través del presente documento, existen en el campo agropecuario y en particular en la agroindustria cañero-azucarera nacional, una gran cantidad de errores, impericias, problemas y limitantes que por lo general son desatendidos, ignorados, omitidos o en su caso ejecutados mediante prácticas y labores de campo erróneas o fuera de oportunidad por parte de muchos agricultores de caña, limitando e impactando con ello su potencial productivo y su competitividad, lo que se traduce infaliblemente en una cuantiosa pérdida económica. El problema se da no solamente por pérdidas cuantificables calificadas como normales y aceptadas ocurridas en el sistema de producción; sino también por el hecho de no obtener y materializar el potencial y capacidad existente pudiendo hacerlo. Muchas veces por no ser oportunamente identificadas las mismas pasan a ser concebidas y calificadas como “pérdidas invisibles”.

El empleo de todas las metodologías, instrumentos y herramientas tecnológicas que contribuyan en realizar predicciones, estimaciones y evaluaciones de los cultivos preferiblemente en tiempo real, permitirán una rápida y oportuna toma de decisiones por parte del agricultor y una mayor productividad y rentabilidad del sistema, con los beneficios ambientales y de sostenibilidad asociados. Sin embargo, no puede desconocerse que la agronomía es una actividad extremadamente localista, lo que torna necesario contar con la organización y administración necesarias que favorezcan el establecimiento, operación y desarrollo previo de planes, programas, definición de metas y rutas críticas de trabajo, el monitoreo, registro y verificación de datos, la definición, establecimiento y medición de indicadores representativos de procesos, la calendarización de actividades y labores, la presupuestación correcta y la formulación de algoritmos adaptados a cada zona y localidad de cultivo. De igual manera, la formación, capacitación permanente y la profesionalización del agricultor en materia tecnológica pero también administrativa y

organizacional resultará también determinante para el deseado y anhelado éxito empresarial.

Las acciones preventivas y poder contar con una gerencia calificada y dinámica o una labor de gerenciamiento oportuna de la producción desarrollada por el mismo agricultor, que este siempre atenta a buscar identificar y corregir los factores y circunstancias donde están ocurriendo pérdidas, procurando reducirlas, minimizarlas y hasta eliminarlas transformándolas en lucro, forma parte inalienable del éxito que un productor empresario puede y debe alcanzar en periodos difíciles de precios deprimidos como el actual. Todo agricultor que pretenda ser exitoso en su gestión debe preguntarse con mucha responsabilidad y objetividad **¿Conozco acaso donde están ocurriendo mis pérdidas invisibles?**

El productor de caña de azúcar debe indefectiblemente **actuar como el “doctor de su propia plantación”** y participar de manera continua, activa, dinámica y rutinaria del diagnóstico, prevención y mejora de los problemas y limitantes existentes; como también de la obtención y concreción de los potenciales intrínsecos existentes, independientemente de sus características y naturaleza, lo cual le obliga a estar presente en el campo en el manejo, monitoreo, revisión y verificación constante de su plantación. Debe en este particular evitar contratar servicios externos, delegar funciones y olvidarse de su obligación y responsabilidad de agricultor. Como manifestara Chaves (2017) en torno al tema **“Sin excusas ni demagogia la única fórmula de éxito efectivo y perdurable está basada en incrementar significativamente la productividad, maximizar la calidad y minimizar los costos asociados, no hay en esto fórmulas mágicas que concilien el éxito con la ineficiencia; ese es el desafío por resolver y no simplemente buscar culpables a sus problemas. El agricultor debe ser gestor de su propio futuro y no un simple usuario pasivo de sus consecuencias”**.

#### Literatura citada

- Aguilar Segura, J.C.; Chaves Solera, M. 2009. **Determinación de los efectos de nueve tipos y cinco porcentajes de materia extraña (basura), sobre las variables de la calidad industrial de la caña de azúcar, en Azucarera El Viejo, Costa Rica.** En: Congreso Azucarero ATACORI “Cooperativa Agrícola Industrial El General R.L.”, 17, Colegio de Ingenieros Agrónomos, San José, Costa Rica, 2009. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 2 y 3 de setiembre del 2009.
- Angulo, A; Chaves, M. 1999a. **Efecto de la quema y la época de cosecha sobre los rendimientos agroindustriales de cinco clones de caña de azúcar en Cañas, Guanacaste. Promedio de tres cosechas.** En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos

- Naturales, 11, Congreso Nacional de Entomología, 5, Congreso Nacional de Fitopatología, 4, Congreso Nacional de Suelos, 3, Congreso Nacional de Extensión Agrícola y Forestal, 1, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 276. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 106. También en: Congreso de ATACORI “Randall E. Mora A.”, 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 44-45.
- Angulo, A.; Chaves, M. 1999b. **Evaluación del contenido de materia extraña en caña de azúcar. Ingenio Taboga, Cañas, Guanacaste.** En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, Congreso Nacional de Entomología, 5, Congreso Nacional de Fitopatología, 4, Congreso Nacional de Suelos, 3, Congreso Nacional de Extensión Agrícola y Forestal, 1, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 347. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 203.
- Angulo, A.; Chaves, M. 1999c. **Contenido de materia extraña en la caña de azúcar cosechada bajo la modalidad de corta manual y mecánica, en el Ingenio Palmar en Miramar de Puntarenas.** En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, Congreso Nacional de Entomología, 5, Congreso Nacional de Fitopatología, 4, Congreso Nacional de Suelos, 3, Congreso Nacional de Extensión Agrícola y Forestal, 1, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 346. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 204.
- 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.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. 1984. **La calidad de la materia prima como factor determinante de los rendimientos agroindustriales.** Boletín Informativo DIECA. Año 2, Nº 7, San José, marzo. 3 p. También en: El Agricultor Costarricense 40(3-4):62-66 1984.
- Chaves Solera, M.; Rodríguez F., J.M.; Barrantes M., J.C., Calderón A., G. 2002. **Determinación del grado de variabilidad industrial en Costa Rica, verificado mediante el muestreo de materia prima comercial de caña de azúcar.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 26 p.
- Chaves Solera, M. 2008. **Variabilidad productiva agroindustrial en el sector azucarero costarricense: un análisis estadístico de antecedentes.** En: Seminario “Estimación y Proyección Productiva en la Agroindustria Azucarera”, San José, Costa Rica. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), LAICA y Colegio de Ingenieros Agrónomos, 9 de octubre del 2008. 94 p.
- Chaves Solera, M. 2011. **Impacto de las lluvias y las inundaciones sobre la caña de azúcar en Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 14 p.
- Chaves Solera, M.A. 2015. **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.A. 2017a. **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 Nº 21, junio. p: 5-6.
- Chaves Solera, M.A. 2017b. **Suelos, nutrición y fertilización de la caña de azúcar en Costa Rica.** En: Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial, 1, Puntarenas, Costa Rica, 2017. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), octubre 10 al 12, Hotel Double Tree Resort by Hilton. 38 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. 2019a. **Humedad y compactación de suelos en la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 6, junio-julio. p: 4-6.
- Chaves Solera, M.A. 2019b. **Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático 1(7): 5-6, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2019c. **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. 2019d. **Clima y floración en la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 9, julio. p: 5-7.
- Chaves Solera, M.A. 2019e. **Clima, maduración y concentración de sacarosa en la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 15, octubre-noviembre. p: 5-8.
- Chaves Solera, M.A. 2019f. **Temperatura, desarrollo y concentración de sacarosa en la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 16, octubre-noviembre. p: 5-9.
- Chaves Solera, M.A. 2019g. **Incidencia de las bajas temperaturas en la concentración de sacarosa en la caña de azúcar: el caso de Costa Rica.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 17, noviembre-diciembre. p: 6-10.
- Chaves Solera, M.A. 2019h. **Ambiente agroclimático y producción de caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 18, noviembre-diciembre. p: 5-10.
- Chaves Solera, M.A. 2019i. **Clima, producción de caña y fabricación de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 19, noviembre-diciembre. p: 5-10.
- 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.A. 2020a. **Implicaciones del clima en la calidad de la materia prima caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(1): 5-12, enero.
- Chaves Solera, M.A. 2020b. **Atributos anatómicos, genético y eco fisiológicos favorables de la caña de azúcar para enfrentar el cambio climático.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(11): 5-14, mayo.
- Chaves Solera, M.A. 2020c. **Clima, germinación, ahijamiento y retoñamiento de la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(14): 6-14, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2020d. **Clima, degradación del suelo y productividad agroindustrial de la caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(15): 5-13, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2020e. **Clima y erosión de suelos en caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(16): 7-16, agosto.
- Chaves Solera, M.A. 2020f. **Clima, acidez del suelo y productividad agroindustrial de la caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(18): 8-17, agosto.
- Chaves Solera, M.A. 2020g. **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. 2020h. **Clima, suelo y manejo: factores determinantes en la compactación de los suelos.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(20): 5-15, setiembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020i. **Agroclimatología y producción competitiva de caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(24): 5-13, noviembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020j. **Principios conservacionistas aplicados a la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(25): 6-14, diciembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020k. **Ambientes climáticos y producción competitiva de la caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(26): 5-12, diciembre-enero.
- Chaves Solera, M.A. 2021l. **Cuidados y prevenciones con la quema de plantaciones de caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(3): 5-14, febrero.

- Chaves Solera, M.A. 2021m. **Deterioro de las variedades de caña de azúcar de uso comercial en Costa Rica: afectación por clima.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(8): 5-20, abril.
- Chaves Solera, M.A. 2021n. **Pérdida de material vegetativo productivo y resiembra de caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(9): 5-15, abril.
- Chaves Solera, M.A. 2021o. **Sugerencias y recomendaciones para el uso óptimo de fertilizantes en la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(26): 8- 23, diciembre.
- Chaves Solera, M.A. 2022a. **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. 2022b. **Acciones estratégicas para mitigar Gases con Efecto Invernadero (GEI) en la fase de producción primaria de la caña de azúcar en Costa Rica: recomendaciones y sugerencias pragmáticas.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(6): 5-27, marzo.
- Chaves Solera, M.A. 2022c. **La caña de azúcar en el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050: oportunidad histórica para crecer y trascender con producción baja en emisiones.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(8): 5-18, abril.
- Chaves Solera, M.A. 2022d. **NAMA como instrumento ambiental para mitigar Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la agricultura: el caso de la caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(10): 5-15, mayo.
- Chaves Solera, M.A. 2022e. **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.
- Chaves Solera, M.A. 2022f. **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.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(16): 11-36, agosto.
- Chaves Solera, M.A. 2022g. **Problemas y limitantes que condicionan y obstaculizan la gestión del productor independiente de caña de azúcar en Costa Rica: valoración e interpretación en el tiempo.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(18): 5-25, setiembre.
- Chaves Solera, M.A. 2022h. **Sistemas agrícolas de producción de caña de azúcar en Costa Rica: primera aproximación.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(20): 5-26, octubre.
- Chaves Solera, M.A. 2022i. **Zonificación agroecológica del cultivo de la caña de azúcar: elementos básicos para su implementación en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(22): 5-29, octubre.
- Chaves Solera, M.A. 2022j. **Descarbonizar la atmósfera y recarbonizar el suelo: elementos promotores de productividad y competitividad en la producción sostenible de caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(24): 5-25, noviembre.
- Chaves Solera, M.A. 2022k. **Muestreo de suelos agrícolas: aplicación a la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(14): 5-22, julio.
- FAO. 2015. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La innovación en la agricultura familiar.** Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 165 p.
- FAO. 2022. **Objetivos de Desarrollo Sostenible.** Consultado el 13 de diciembre 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/#:~:text=Para%20satisfacer%20la%20creciente%20demanda,ciento%20en%20el%20mismo%20per%20C3%ADodo>.
- LAICA. 1998. **LEY ORGÁNICA DE LA AGRICULTURA E INDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR N° 7818 del 22 de Setiembre de 1998.** Diario Oficial "La Gaceta" N° 184. 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.
- LAICA. 2022a. **NAMA Caña de Azúcar Costa Rica.** Coordinado por Marco A. Chaves Solera y Zaida Solano Valverde. San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar-LAICA. 225 p.
- LAICA. 2022b. **NAMA Caña de Azúcar Costa Rica. Manual Descriptivo y Operativo del Piloto Nacional.** Coordinado por Marco A. Chaves Solera y Zaida Solano Valverde. San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar-LAICA. 104 p.
- LAICA. 2022c. **Resumen Ejecutivo NAMA Caña de Azúcar Costa Rica.** Coordinado por Marco A. Chaves Solera y Zaida Solano Valverde.

- San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar-LAICA. 30 p.
- Montenegro Ballester, J.; Chaves Solera, M. 2021. **Efecto de la quema en caña de azúcar sobre el Carbono de un Andisol.** Revista Alcances Tecnológicos INTA (Costa Rica) 14(1):31-48.
- Montenegro Ballester, J.; Chaves Solera, M. 2022. **Análisis de ciclo de vida para la producción primaria de caña de azúcar en seis regiones de Costa Rica.** Revista de Ciencias Ambientales (UNA). Vol 56(5): 96-119. Enero-Junio.
- Nunes Jr., D. 2007. **Perdas invisíveis na colheita e no manejo varietal.** STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos, setembro-outubro 26 (1): 22.
- Oviedo Alfaro, M.; Chaves Solera, M. 2002. **Determinación de la cantidad y la calidad de la materia extraña presente en las entregas comerciales de caña de azúcar (*Saccharum spp*) en el Ingenio La Argentina, Grecia, Costa Rica.** En: Congreso de ATACORI "Ing. Agr. José Luis Corrales Rodríguez", 15, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2003. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre. p: 183-189.
- Rivera Alfaro, D.; Chaves Solera, M.A. 2003. **Determinación de los contenidos de materia extraña en las entregas comerciales de caña de azúcar (*Saccharum spp*) en Hacienda Juan Viñas S.A., Costa Rica.** Cartago, Costa Rica. DIECA-Hacienda Juan Viñas S.A., setiembre. 109 p.
- Salas S., L.; Chaves S., M.A. 1993. **Determinación del efecto de la materia extraña sobre la calidad industrial de la caña de azúcar, en Quebrada Azul de San Carlos, Costa Rica.** En: Participación de DIECA en el IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. p: 158. *También en:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre, 1993. Volumen 11(1):47.
- Salcedo, S.; Guzmán, L. 2014. **Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política.** Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 486 p.
- Villalobos Ortiz, M.; Chaves S., M.; Salazar Q., J.; Gómez M., M.; Osegueda R., U. 1997. **Valoración del deterioro de la caña de azúcar (*Saccharum spp*) a través del tiempo, en cuatro modalidades de cosecha en Hacienda Juan Viñas S.A., Costa Rica.** San José. LAICA-DIECA, noviembre. 62 p. *También en:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 2. p: 345. *También en:* Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 205.