

Periodo 24 de enero al 06 de febrero 2022

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA QUINCENA DEL 10 DE ENERO AL 23 DE ENERO

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

En la figura 1 se puede observar, a partir de datos preliminares de 116 estaciones meteorológicas, el acumulado quincenal de lluvias sobre el territorio nacional.

Los máximos de lluvia diaria varían según la región azucarera. Se tuvieron valores acumulados de lluvia diaria que no superan los 2 mm, en las regiones Guanacaste Este, Guanacaste Oeste, Valle Central y Puntarenas; mientras Región Norte registra lluvias que no superan los 4 mm, excepto los días 11 (12 mm) y 18 (10 mm); por su parte la Región Sur no sobrepasa los 6 mm diarios; en tanto Turrialba no supera los 5 mm al día.

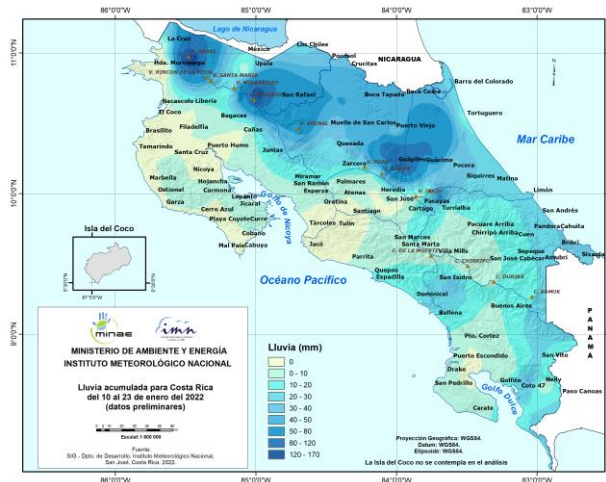


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la quincena del 10 de enero al 23 de enero del 2021.

PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CAÑERAS DEL 24 DE ENERO AL 30 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. La Región Norte mantendrá viento del Este con su mínimo el fin de semana; mostrando humedad baja que se incrementa a humedad media el fin de semana; y temperatura media variable con su mínimo el día jueves. Guanacaste (Este y Oeste) presentará viento Este con su máximo el sábado; así como contenido de humedad baja, que se incrementa a humedad media el viernes, excepto el miércoles que mantendrá humedad media; y temperatura media variable. El Valle Central (Este y Oeste) tendrá viento del Este; con contenido de humedad baja incrementándose el fin de semana; así como temperatura media variable, con su mínimo el domingo. Para Turrialba (Alta y Baja) se prevé viento del Este; así como humedad baja hasta el miércoles, seguido de humedad alta el resto de la semana; así como temperatura variable. En la Región Sur se espera viento variable (Este y Oeste) con dominancia del Oeste; además de contenido de humedad baja interrumpida por humedad media martes y viernes; así como temperatura media variable. Puntarenas mantendrá la semana con humedad baja-media; con viento variable (Este-Oeste) con un máximo de viento del Este el domingo; acompañado de temperatura media variable.

“Hacia el fin de semana se espera afectación por el empuje frío #17.”

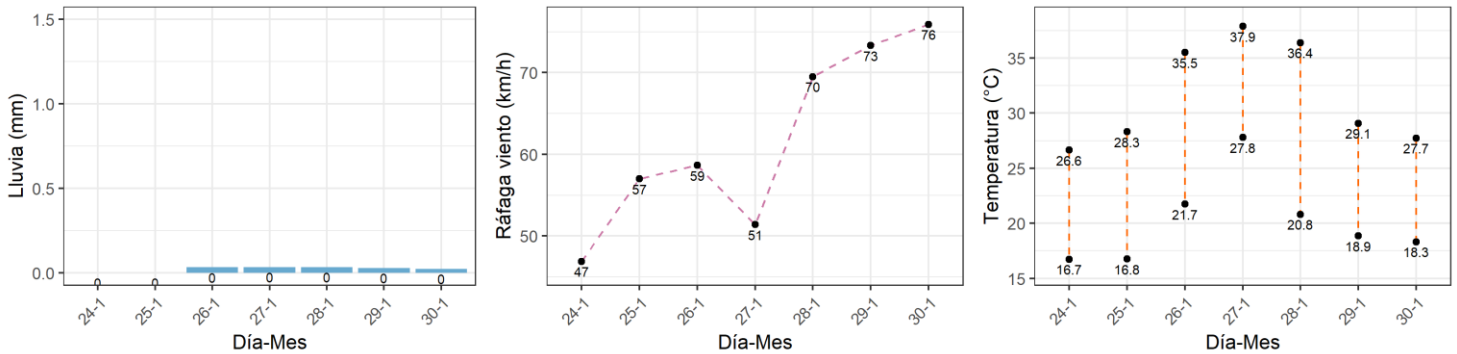


Figura 2. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 24 de enero al 30 de enero en la región cañera Guanacaste Este.

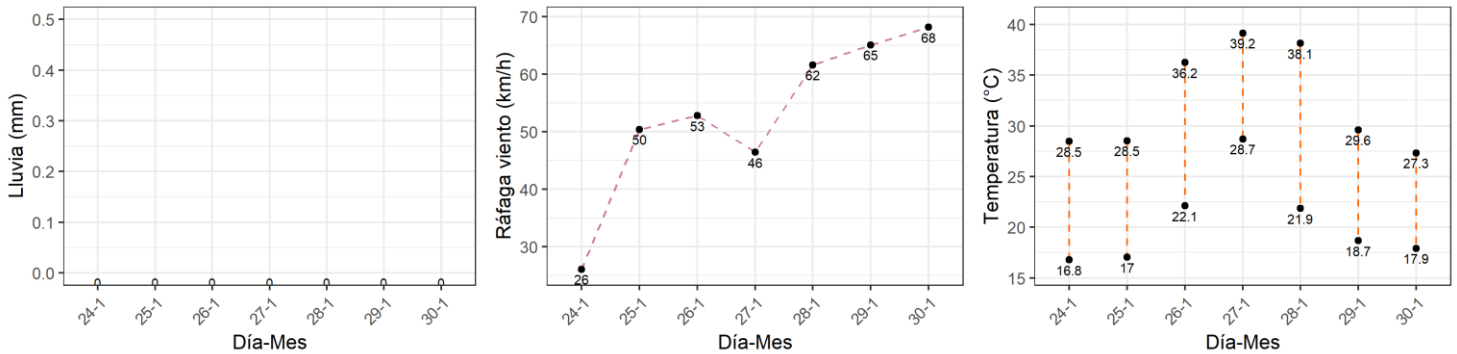


Figura 3 Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 24 de enero al 30 de enero en la región cañera Guanacaste Oeste.

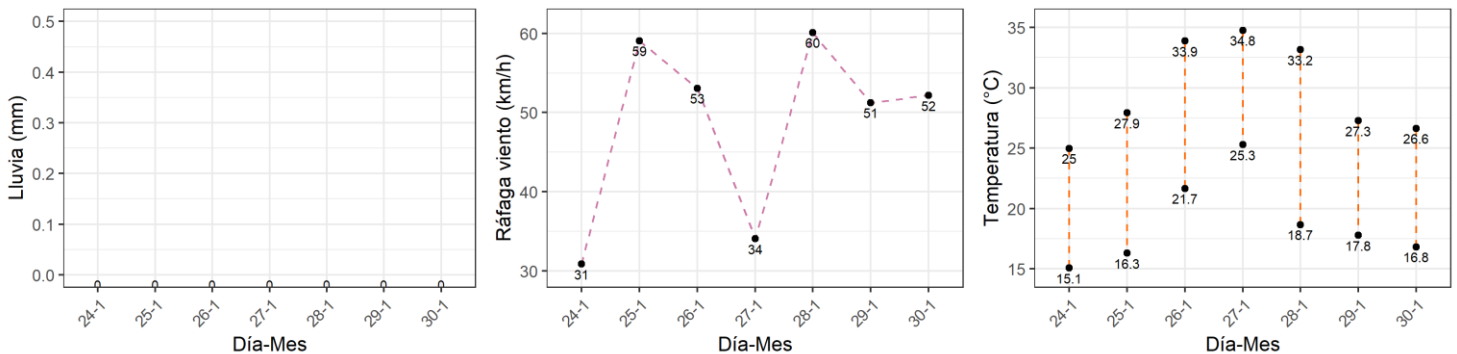


Figura 4. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 24 de enero al 30 de enero en la región cañera Puntarenas.

Enero 2022 - Volumen 4 – Número 02

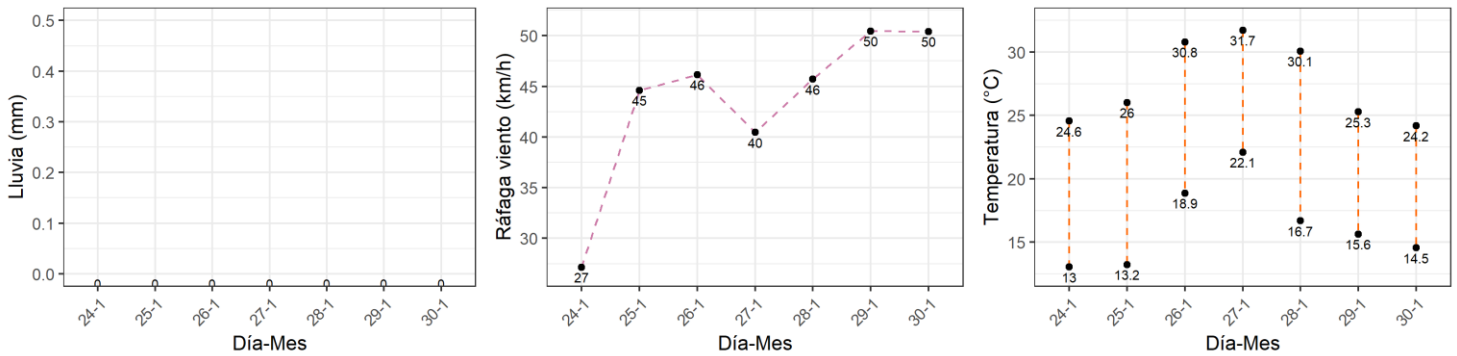


Figura 5. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 24 de enero al 30 de enero en la región cañera Región Norte.

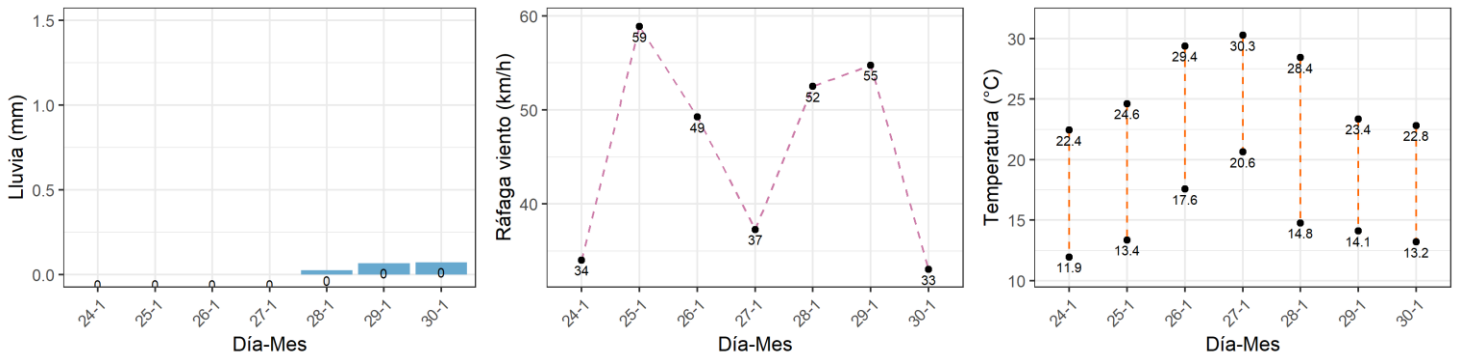


Figura 6. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 24 de enero al 30 de enero en la región cañera Valle Central (Este y Oeste).

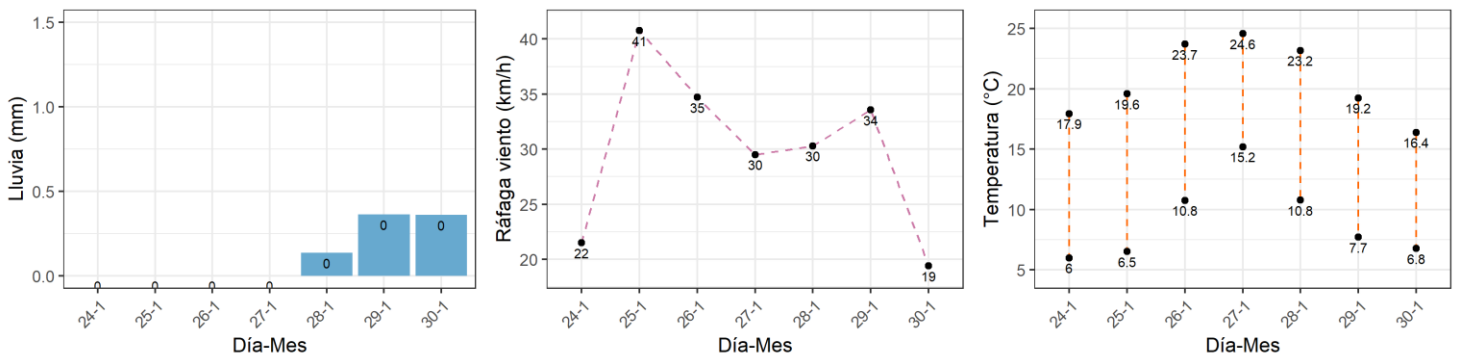


Figura 7. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 24 de enero al 30 de enero en la región cañera Turrialba (Alta y Baja).

Enero 2022 - Volumen 4 – Número 02

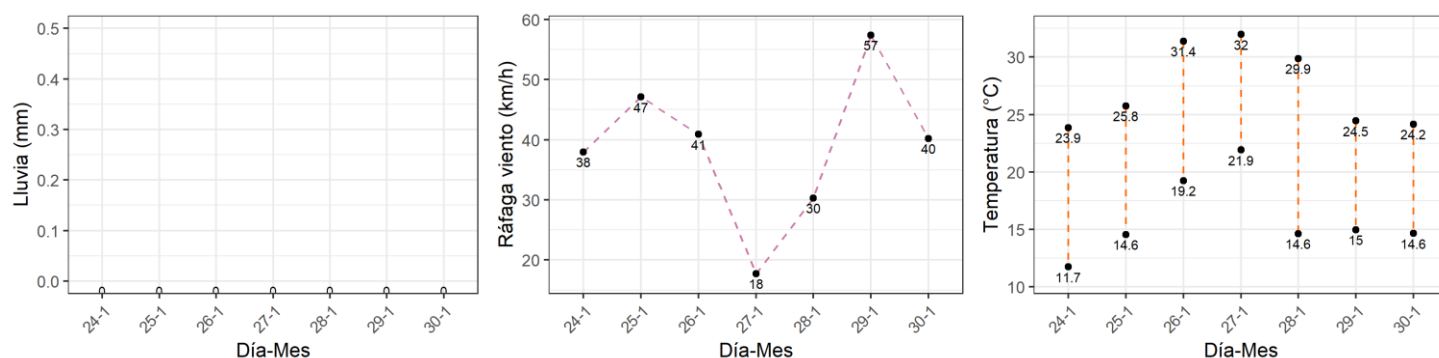


Figura 8. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 24 de enero al 30 de enero en la región cañera Región Sur.

TENDENCIA PARA EL PERIODO DEL 31 DE ENERO AL 06 DE ENERO

De momento no se prevé afectación por empujes fríos para este periodo.

La Región Norte iniciará la semana con humedad media-alta, viento del Este y temperatura variable; de forma que la semana mostrará condiciones levemente deficitarias para la época en cuanto a la lluvia y viento normal. Guanacaste (Este y Oeste) iniciará la semana con viento del Este menos acelerado que el fin de semana, además de contenido de humedad baja-media y temperatura variable; en tanto la semana completa evidenciará lluvia y viento normales para la época. Valle Central (Este y Oeste) iniciará la semana con humedad media; así como viento del Este, con un máximo el día lunes; y temperatura media variable; de forma que en la semana la lluvia será levemente bajo lo normal y el viento normal. Para Turrialba (Alta y Baja) se prevé que la semana de inicio con viento del Este, humedad alta y temperatura media fluctuante; manteniéndose la semana con déficit de lluvia y viento normales para la época. En la Región Sur se espera un inicio de semana con viento variable entre Este y Oeste, condiciones de humedad baja-media y temperatura media variable; donde se espera que la semana tenga menos lluvia de lo normal y viento normal para la época. Puntarenas iniciará la semana con humedad baja-media, además de viento fluctuante del Este y Oeste; y temperatura media variable; esperándose una semana con condiciones lluviosas sutilmente bajo los normal y viento normal.

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, la semana del 17 al 21 de enero empezó con una muy baja saturación en todo el territorio nacional. Sin embargo, a partir del miércoles el porcentaje de humedad aumentó levemente en la Región Sur, Turrialba y Región Norte. Las demás regiones cañeras mantuvieron saturaciones muy bajas durante toda la semana.

Como se observa en la figura 9, la Región Guanacaste Oeste tiene entre 0% y 60%, Guanacaste Este presenta entre 0% y 15%, la Región Puntarenas está entre 0% y 15%, la Región Valle Central Oeste tiene entre 15% y 45% mientras que la Región Valle Central Este se mantiene entre 0% y 30%.

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

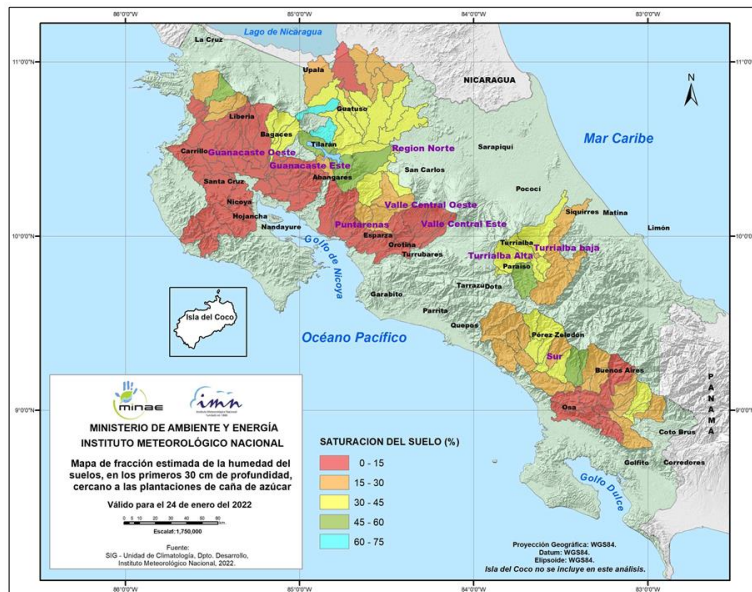


Figura 9. Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), en los primeros 30 cm de profundidad, cercana a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 10 de enero del 2022.

DIECA Y EL IMN LE RECOMIENDAN

Mantenerse informado con los avisos emitidos por el IMN en:

- @IMNCR
- Instituto Meteorológico Nacional CR
- www.imn.ac.cr

CRÉDITOS BOLETÍN AGROCLIMÁTICO

Producción y edición del Departamento de Desarrollo
Meteoróloga Karina Hernández Espinoza
Ingeniera Agrónoma Katia Carvajal Tobar
Geógrafa Nury Sanabria Valverde
Geógrafa Marilyn Calvo Méndez

Modelos de tendencia del Departamento de
 Meteorología Sinóptica y Aeronáutica

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

NOTA TÉCNICA

**Área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica según región productora.
Periodo 2010 - 2020 (11 zafras)**

Ing. Agr. Marco A. Chaves Solera, MSc.
 chavessolera@gmail.com
 Especialista en el Cultivo de la Caña de Azúcar

Introducción

Contar con información fidedigna de alta calidad y sobre todo actual y muy representativa sobre cualquier acción, actividad, labor o evento, siempre constituye un elemento muy procurado y deseado para cualquiera que pretenda y requiera actuar en dos direcciones muy comunes en el quehacer diario de las actividades comerciales, empresariales, sectoriales y también las de alcance nacional, como son: a) valorar y analizar en retrospectiva un determinado comportamiento buscando encontrar respuesta a los motivos, razones o circunstancias que lo provocaron y b) buscar proyectar y estimar a futuro el eventual comportamiento y tendencia de un determinado factor. Cualquiera que sea el asunto, el destino, motivo y la intención, la información siembre resulta determinante para ubicarse en torno al ambiente donde ocurre el evento con interés y/o necesidad de conocer.

Es común por ello que sobre la información se genere tanto interés y tanta actividad técnica y administrativa procurando su obtención, organización, análisis e interpretación bajo los más altos estándares de calidad y representatividad; pues a partir de ello pueden establecerse inferencias y conclusiones de amplio uso para la toma oportuna y correcta de importantes decisiones que pueden marcar el derrotero y éxito del asunto abordado. No hay por tanto ninguna duda sobre el beneficio y la imperiosa necesidad de contar con información de calidad.

La agricultura y en lo particular el sector azucarero no están exentos de esa necesidad, sobre todo considerando que producir caña en el campo y elaborar azúcar en la fábrica, están determinados y son dependientes de una gran cantidad de factores y elementos de naturaleza biótica y también abiótica que los intervienen, influyen y determinan en magnitud, calidad agroindustrial, comercial y económica. Esa influencia multivariada y multifactorial determina en alto grado los índices de producción y productividad agrícola e industrial y con ello la

rentabilidad, la competitividad y el éxito de cualquier emprendimiento agroempresarial independientemente de su dimensión, envergadura y complejidad.

Históricamente la agroindustria cañero-azucarera costarricense se ha esmerado en operar y desarrollar un gran esfuerzo institucional orientado en varias direcciones, en procura de poder contar con buena información sobre toda la actividad que desarrolla en los ámbitos productivo, comercial, económico, social y tecnológico, entre otros. Esa gestión le ha permitido y favorecido crear y disponer de series de datos de periodos de tiempo importantes que recogen de manera fehaciente y fidedigna el resultado de la actividad desarrollada durante los mismos. La información recabada, organizada y analizada es empleada para los fines y objetivos institucionales que demanda el cumplimiento cabal y correcto de lo establecido por la legislación azucarera (LAICA, 1998, 2000), en beneficio de todos sus participantes y partes involucradas.

En materia de producción de caña (toneladas métricas), fabricación de azúcar (bultos de 50 kg o toneladas), área sembrada y cosechada (hectáreas) e índices de rendimiento agroindustrial expresados como productividad de caña (t/ha), concentración de sacarosa recuperada a partir de los tallos industrializados (kilogramos de azúcar/t), productividad de azúcar (t/ha) y melaza recuperada (kg/t), se cuenta con información de larga data, como expone Chaves (2021) para el periodo 1969-2019 correspondiente a 51 zafras continuas. Importante indicar que dicha información esta geográficamente presentada por región agrícola productora de acuerdo con lo que establece la legislación azucarera nacional al respecto (LAICA, 1998, 2000). Mucha de la información y documentación publicada, empleada y disponible para diferentes objetivos, tiene como base lo que sectorialmente por medio de la Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar

(LAICA) y el Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA) se ha organizado y hecho público.

Sin embargo, pese a contar con toda esa valiosa información sectorial hay un indicador muy relevante sobre el cual se ha mantenido un histórico vacío en consideración a no haber sido expresamente indicado y desagregado geográficamente a nivel regional, como acontece con las áreas de siembra de caña de azúcar. El indicador como puede constatarse se ha reportado solo en su dimensión nacional pero no regional antes de la zafra 2010-2011. Esa preocupante limitante ha sido sin embargo recientemente resuelta por medio de la publicación que hicieran Chaves y Chavarría (2021b), donde desarrollan el tema partiendo de la zafra 1985-86 y hasta la 2020-21 para conformar una serie de 36 años continuos, lo que dota al sector de otro indicador importante para ser empleado en los fines propios y particulares de su giro productivo y comercial.

Con el fin de mostrar de manera integral y analizar de forma individual el comportamiento y la tendencia que ha mantenido el área sembrada (en hectáreas) con caña de azúcar de forma continua y sistemática durante las últimas 11 zafras, correspondientes al periodo 2010-2011, se presenta y analiza seguidamente esa información de acuerdo con su distribución geográfica y territorial en el país.

Importancia de la información territorial

El uso que pueda darse a la información asociada con la dimensión territorial (hectáreas), la distribución y ubicación geográfica de las áreas sembradas con caña de azúcar en el país es muy variada, pero vale reconocer, toda importante y muy reveladora de diferentes asuntos que aportan información valiosa para los fines y objetivos procurados y requeridos por una administración prudente, eficaz y resolutive. En esa materia Chaves y Chavarría (2021b) mencionan varias ventajas reales y potenciales ligadas al uso adecuado de información de esa naturaleza, como son entre otras las siguientes:

- 1) “Es posible conocer la naturaleza, la cantidad y la calidad de los recursos (edáficos, hídricos, humanos, equipo y maquinaria, insumos) vinculados, invertidos y empleados en la actualidad y en periodos anteriores en la producción comercial de caña en la región y en el país.
- 2) Puede estimarse con bastante certeza y alta probabilidad la cantidad de materia prima industrializable (toneladas) posible producir y cosechar.
- 3) Pueden organizarse y disponerse las necesidades de equipo, maquinaria de corta, alce y transporte durante las labores de siembra y de cosecha.
- 4) Se consigue estimar y determinar los índices de productividad agroindustrial referentes para guiar y establecer planes y programas de fomento productivo con metas reales.
- 5) La zonificación agrícola y productiva regional se torna una realidad.
- 6) Es posible jerarquizar los factores involucrados en la producción agrícola e industrial de azúcar.
- 7) Se puede contabilizar y proyectar con base certera las necesidades y recursos que demande la actividad a futuro en una región delimitada.
- 8) Se logra disponer de un factor básico para planificar y formular estrategias sectoriales encaminadas a promover el desarrollo de la agroindustria a nivel local, regional y nacional.
- 9) Permite ordenar, concentrar y orientar los esfuerzos técnicos a promocionar y fortalecer determinados proyectos productivos.
- 10) La comercialización de los insumos agrícolas puede ser enfocada en las zonas de producción en su verdadera dimensión.
- 11) Dispone y canaliza correctamente la capacidad y los recursos financieros que es necesario y posible colocar.
- 12) Viabiliza operar modelos agroproductivos asociados con las economías de escala.
- 13) Es viable y factible desarrollar estudios socioeconómicos en áreas delimitadas.
- 14) Favorece contar con criterio objetivo y válido para ubicar el desplazamiento y la interacción de las plantaciones vs desarrollo urbano y poblacional.
- 15) Pueden adoptarse las medidas de carácter ambiental pertinentes y necesarias a nivel local que favorezcan el desarrollo sostenible.
- 16) En las zonas y localidades de mayor influencia agrícola es factible organizar la economía y la producción en forma espacial y jerárquicamente alrededor de núcleos productivos; los cuales se caracterizan por tener una mejor productividad agroindustrial, mayor potencial y aporte de materia prima, disponer de más y mejores servicios básicos y contar con una mayor disposición permanente de mano de obra. Alrededor de este núcleo se ubican otras áreas de dependencia con un potencial

menor de desarrollo, menor aporte a la producción, generalmente con una productividad aceptable y un menor uso de mano de obra de carácter permanente.

- 17) Pueden delimitarse asimismo para fines de diferenciación, localidades agrícolas con problemas o de menor potencial.”

La habilitación de esas ventajas dependerá del objetivo pretendido satisfacer, pero también de la calidad de la información disponible y el objeto y destino de su uso, lo cual resulta básico y esencial en el tratamiento que pueda aplicarse a la misma, y, por ende, en la representatividad de las inferencias y conclusiones generadas.

No cabe la menor duda que el tópico de las áreas sembradas vinculado y articulado con la administración, la planificación, la zonificación de áreas agrícolas y el desarrollo rural, resultan de especial importancia e interés institucional y empresarial, virtud del ordenamiento que puede instaurarse proyectado a optimizar el mejor uso y el empleo de los recursos y servicios disponibles para lograr el mayor provecho posible; lo cual adquiere mayor importancia si estos son limitados. Es una realidad comprobada que la zonificación agrícola se lleva a cabo con el fin de facilitar el proceso de planificación, la coordinación y la articulación de las actividades productivas operadas en sus diversas fases y etapas de implementación y ejecución.

En su fundamento, pero sobre todo en su operación, la organización y zonificación del territorio agrícola tiene aplicación en diversos aspectos que deben ser comprendidos en la planeación del desarrollo del sector rural en su máxima expresión. Es así como la zonificación y organización del territorio cobija entre otros, como se mencionó anteriormente, los siguientes objetivos: a) Establecer una medida sobre el potencial productivo de las diferentes zonas y localidades agrícolas cultivadas; b) integra, correlaciona y articula los factores de carácter socioeconómico con los recursos naturales existentes en el lugar; c) suministra y provee herramientas para la planificación agrícola del cultivo y d) proporciona los elementos necesarios para la ejecución de proyectos de desarrollo que contemplen e impliquen incorporar cambios estructurales y operativos de fondo. En general, con el acto de poder delimitar las áreas cultivadas se están identificando y ubicando espacios con alto potencial para la producción competitiva de caña de azúcar, que pueden requerir de la asignación y concentración de los recursos técnicos, servicios básicos y financieros, equipo mecánico e insumos disponibles.

La delimitación geográfica de las áreas y los espacios territoriales puede aplicarse en diferentes dimensiones y extensión, por lo que puede ser de alcance regional, zonal, local y hasta operado a nivel de finca; lo cual va directamente ligado al objetivo pretendido.

Al delimitar las áreas agrícolas de cultivo se viabiliza establecer territorios posiblemente de menor tamaño, pero de mayor homogeneidad o de menor complejidad dentro de la unidad productiva en lo referente a los recursos y servicios existentes y disponibles. Es posible asimismo realizar para cada punto focal estimaciones de la capacidad productiva de las variedades sembradas y/o más recomendables, como también los rendimientos potenciales de las mismas; con lo cual sería entonces posible seleccionar condiciones que permitan estimar el valor esperable de la producción en cada una de las localidades y unidades productivas consideradas.

La posibilidad de uso de los datos asociados con la magnitud, ubicación y distribución territorial de las áreas sembradas con caña de azúcar en Costa Rica incorpora importantes y valiosos instrumentos asociados con la planificación, el cálculo y la estimación de factores de índole biótico y abiótico relacionados, sea por su uso y aprovechamiento potencial, o también por el riesgo de impacto o afectación que puedan tener. Es por ello por lo que la zonificación al favorecer y habilitar un uso racional de las tierras de acuerdo con su capacidad de producción sirve adicionalmente como instrumento de organización para incrementar la producción en forma rentable, sostenible y económica.

Numerosa información sobre las áreas sembradas con caña de azúcar se ha generado en diferentes momentos históricos del agro nacional, como lo demuestran las publicaciones de Chaves (1993ab, 2017a), Chaves y Alfaro (1996), Chaves *et al* (2001), Chaves y Chavarría (2013), las cuales vienen además asociadas con la reportada por los Censos Agropecuarios Nacionales; de los cuales Chaves (2017a) indica, que “Hasta la fecha, en Costa Rica se han realizado seis Censos Nacionales Agropecuarios, los que se efectuaron en los años 1950, 1955, 1963, 1973, 1984 y 2014.” Acontece, sin embargo, que el sector azucarero costarricense ha carecido como ya se mencionó anteriormente, de información seriada de carácter territorial desagregada regionalmente, lo que constituye un verdadero y grave vacío informativo que debe insoslayablemente resolverse.

Objetivos

El documento busca satisfacer algunos objetivos importantes de alcance e interés institucional y sectorial en este caso para las últimas 11 zafras, que fueron oportunamente desarrollados por Chaves y Chavarría (2021b) en ocasión anterior para un periodo de tiempo más extenso (36 años), como son los siguientes:

1. General:

Conocer con grado de detalle el comportamiento y la tendencia seguida durante las últimas 11 zafras, periodo 2010-2020, por las áreas sembradas con caña de azúcar en Costa Rica, desagregada y expuesta específicamente en cada una de las seis regiones productoras de materia prima destinada a la fabricación de azúcar.

2. Específicos:

- Conocer y perfilar geográficamente la tendencia de siembra de caña interpretada de manera continua y sistemática en el tiempo, para cada una de las seis regiones agrícolas vigentes.
- Ubicar los periodos específicos de incremento y/o reducción de cultivo según región productora.
- Dimensionar los cambios y los movimientos territoriales acontecidos en lo concerniente a siembra y consecuente producción de caña durante las últimas 11 zafras nacionales.
- Aportar información que permita proyectar y estimar el potencial, la posible participación y el eventual desplazamiento que tendrán a futuro cada una de las actuales regiones cañeras en cuanto a siembra y producción de materia prima azucarada.
- Ordenar y dejar constancia sectorial para la posteridad, de las áreas de cultivo de caña establecidas en cada una de las regiones productoras durante el periodo de tiempo estudiado.

Procedimiento seguido para obtener la información

Es importante anotar para evitar confusión, que una serie de datos es un conjunto de valores, en el presente caso de carácter numérico, que van directamente ligados a una secuencia temporal de información asociada con el área de siembra de plantas de caña de azúcar en el campo, medida en hectáreas. La serie de tiempo utilizada en el estudio correspondió al

periodo continuo de 11 zafras desarrolladas entre los años 2010-11 y 2020-21.

Es un hecho conocido que el sector azucarero al igual que acontece con el resto de las organizaciones público-privadas que conforman el sector agropecuario nacional, tiene la obligación de poner a disposición del órgano público especializado correspondiente, la información generada en su labor productiva y gestión comercial particular. En el presente caso y por mandato superior, la misma debe ser oficialmente entregada todos los años por parte de LAICA como obligación institucional, a la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA); la cual la incorpora luego a las cuentas nacionales junto con otros indicadores de importancia e interés sectorial y nacional, que serán empleados con fines de proyección y estimación productiva, macroeconómica (PIB, PIBA) y de fiscalización interna e internacional (FAO).

Al respecto expresan Chaves y Chavarría (2021ab) para comprender mejor el acto, que:

“La información recolectada y expuesta en el presente trabajo es obtenida, organizada y presentada todos los años por el Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), órgano tecnológico sectorial perteneciente a la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA) para fines institucionales internos de estimación de indicadores de rendimiento y productividad agroindustrial; también de uso público como destino final. La misma forma parte de los indicadores que el sector azucarero debe oficiosamente entregarle anualmente a la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), organización de apoyo técnico al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), como rector del Sector Agropecuario.

La información se integra a toda la documentación de índole sectorial público-privada promulgada por el sector agropecuario costarricense y que circula a nivel nacional e internacional (SEPSA, 2020).”

Esta inexcusable e ineludible obligación institucional provoca que el sector azucarero representado y liderado por LAICA como organización líder, deba generar y entregar a SEPSA todos los años la información concerniente a su operación agroindustrial, entre ella la correspondiente al área cultivada con caña en el país, la cual sin embargo se remite, integra,

procesa y publica luego de manera unificada y con dimensión nacional, aunque no desagregada en forma regional.

Como se indicó con anterioridad, el presente análisis se realiza particularmente para las últimas 11 zafras correspondiente al periodo 2010-20; tiempo sobre el cual es importante indicar que a partir de la zafra 2012-13 y durante los últimos 8 años, el levantamiento de las áreas se realizó con la información de la base de datos georreferenciada y estructurada originalmente en el año 2012 por gestión propia de DIECA, de acuerdo con el procedimiento y metodología descritos por Chaves y Chavarría (2013). Dicha información fue luego actualizada anualmente de manera protocolaria, como indican expresamente Chaves y Chavarría (2021b), “...mediante fotointerpretación de imágenes satelitales con resolución de 2 x 2 m por pixel, para conformar la base de datos SIG con los polígonos de las áreas cultivadas con caña de azúcar. La base de datos SIG representa el área total sembrada (en hectáreas) con caña de azúcar independientemente del destino de la plantación, por lo que no discrimina las plantaciones que son cosechadas como materia prima para la elaboración de dulce de panela, alimentación animal o cobertura vegetal. El sistema de información geográfica (SIG) es un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos.

El análisis espacial de la información se dio mediante superposición de las capas con los polígonos de caña de azúcar con la capa de polígonos de la de la División Territorial Administrativa de Costa Rica disponible en el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y concordante con lo señalado por Acuña (2018) y Costa Rica (2007, 2019). Esta labor complementada con la necesaria y obligada verificación y comprobación de campo a partir de la opinión experta de los profesionales de DIECA ubicados en cada región y la razonable rectificación en los casos que lo ameritaba, generaron los datos de área sembrada en cada una de las seis regiones productoras de caña oficialmente establecidas en la Ley N° 7818 de 1998 y su Reglamento (LAICA 1998, 2000). Hay que indicar que, en un ejercicio interno y muy específico para cada región, se procede a identificar en primera instancia y luego a eliminar las áreas no destinadas a la fabricación de azúcar como son las dedicadas a elaborar dulce de panela, alimentación y uso pecuario, cobertura vegetal, entre otras. El grado de exactitud generada con este procedimiento georreferenciado es muy alto y cada vez se mejora y consolida en eficacia, precisión y confianza. Cabe

reiterar que lo ideal sería que las unidades productivas mayores hicieran entrega del dato real, lo que sigue siendo una aspiración institucional y sectorial por cumplir a futuro.”

Queda así, debidamente explicada la forma y el procedimiento mediante el cual fue recabada, organizada y procesada la información expuesta en el presente documento; la cual fue debidamente analizada y graficada empleando indicadores estadísticos de posición y dispersión válidos, aceptables y representativos, con el objeto de situar el desplazamiento y la tendencia seguida durante el tiempo evaluado. Por su implicación y significado debe indicarse que los datos aquí expuestos no fueron ajustados, rectificados ni modificados en ningún sentido, por lo cual, lo mostrado corresponde a lo originalmente obtenido y estimado.

La decisión de sembrar: factores vinculados

En cualquier acto humano las decisiones siempre van ligadas casi inevitablemente a factores y elementos de muy diversa naturaleza, los cuales operan como estímulo o en su caso como distractores y opresores al momento de tener que elegir entre distintas opciones y posibilidades. En iguales condiciones las personas no necesariamente responden de la misma forma a una misma situación problemática o posibilidad que se les presente, debido a la incidencia de diversos elementos como son la estructura de personalidad, el desarrollo, la madurez y la etapa de la vida en la que se esté; a esto pueden agregarse en el caso particular de una actividad como es la agricultura como forma de manutención, también elementos materiales, económicos, ambientales, de visión de futuro, familiares, experiencias anteriores, interés en el tema, información disponible, entre muchos otros.

Según las diferentes características y condiciones que puedan estar presentes y participar, el proceso de toma de decisiones en torno a temas particulares como sembrar o no sembrar más caña, puede ser de carácter:

- **Racional:** se analizan las posibles alternativas existentes utilizando el raciocinio basado en fuentes y hechos comprobables.
- **Intuitivo:** el agricultor toma en cuenta su intuición y experiencia personal para decidir hacia alguna de las alternativas existentes.
- **Personal:** se toma la decisión dentro del ámbito estrictamente privado.

- **De rutina:** adoptada por un individuo o grupo de manera periódica, no amerita mucho análisis ni trata temas complejos.
- **De emergencia:** el productor o un grupo toma la decisión frente a una situación nueva y excepcional.
- **De grupo:** se realiza en conjunto entre los miembros de un grupo empresarial o familiar en el que prima el consenso y se toma la alternativa que genera más beneficio.
- **Individual:** la ejecuta una persona de manera autónoma dentro de un contexto como es una organización o empresa.
- **Organizacional:** la realizan uno o varios individuos miembros de una organización o empresa, en la cual la decisión repercute en el futuro de esta.

La decisión debe discernir entre seleccionar una alternativa y no otra, obviamente siempre la mejor. Como se infiere entre esas diferentes formas de tomar la decisión, siempre hay elementos interventores. La toma de decisiones es uno de los procesos clave dentro del ámbito empresarial y de las organizaciones; debido a que las consecuencias pueden tener impacto directo en la estructura de pérdidas y ganancias de una empresa o una actividad comercial como es en este caso la de producir caña. Las decisiones deben elegir una alternativa con base en la información disponible, los conocimientos, las condiciones que se tengan en la materia y la experiencia personal o de la empresa.

Las decisiones deben ser efectivas y ágiles y deben reducir lo máximo posible el margen de sesgo y error, ya que una decisión tomada en un mal momento o haciendo un análisis inconveniente del contexto puede traer consecuencias

irreversibles para quién la toma. No hay duda de que el estudio del contexto y el entorno es clave en el proceso de toma de decisiones, pues una misma decisión podrá ser oportuna o no según sea cada caso y momento particular. Por eso es importante no fiarse solo de la intuición y de las experiencias pasadas fueran positivas o negativas, sino conocer e informarse sobre el impacto que tiene la decisión en el estado actual de la empresa y del mercado.

El simple acto de tener que decidir entre sembrar más caña o no para ampliar y extender el área de la plantación se puede tornar complejo y muy riesgoso, sino se cuenta con los elementos que formen y fortalezcan el criterio necesario. Muchas veces la necesidad de decidir y la decisión en sí misma *“responde a razones, circunstancias y factores personales, familiares, sectoriales, nacionales y mundiales que crean las condiciones mediáticas y/o coyunturales que motivan, inducen y provocan la posible ampliación, mantenimiento o en su caso hasta la reducción de las áreas potenciales o disponibles”*, como lo indicaran Chaves y Chavarría (2021b). Amplían los mismos autores sobre el asunto, señalando, que *“La disposición a sembrar es por esto una acción circunscrita y vinculada a un complejo y multivariado conjunto de factores, elementos y circunstancias que determinan el acto final. En el Cuadro 1 se citan 10 factores principales y 85 elementos y circunstancias particulares asociadas que inciden de manera determinante en la decisión de un agricultor o empresario a sembrar caña; sea por su condición y/o efecto positivo, o por el contrario negativo y desestimulante.”*

Cuadro 1. Factores (10) y elementos (85) que intervienen en la decisión de producir caña de azúcar.

CLIMÁTICOS	EDÁFICOS	BIOLÓGICOS	HÍDRICOS	MANEJO	EQUIPO	INFRAESTRUCTURA	ECONÓMICOS	COMERCIALES	OTROS
Lluvia	Textura	Plagas	Agua	Tecnología	Disponibilidad	Riego - Drenaje	Costos Asociados	Mercado	Área sembrada (ha)
Temperatura	Ácidoz	Enfermedades	Sequía	Insumos	Oportunidad	Almacenamiento	Precios Pagados	Administración	Recurso Humano
Luz	Materia Orgánica	Variedades	Inundación	Conocimiento	Idoneidad	Producción	Utilidad Final	Calidad Mat. Prima	Ubicación Geográfica
Viento	Salinidad	Ciclo Vegetativo	Cantidad Recurso	Condiciones	Calidad	Capacidad Fabril	Crédito	Entorno Mundial	Distancia (km) al Ingenio
Frecuencia	Compactación	Malezas	Calidad Recurso	Interés	Capacidad		Acceso	Situación Nacional	Disponibilidad de Servicios
Distribución	Pedregocidad	Microflora	Distribución	Potencial Prod.	Cantidad		Condiciones	Estímulos	Potencial de Expansión
Temporalidad	Erosión	Actividad	Frecuencia		Tipo		Cuota Azucarera	Restricciones	Asistencia Técnica
Tormentas	Relieve	Maduración	Evapotranspiración				Mercado Mundial	Otras opciones	Restricciones Ambientales
Huracanes	Grado Pendiente						Competencia		Legislación
	Degradación								Apego por el agro
	Grado Fertilidad								Tradición familiar
									Estímulo Estatal
									Cambio Generacional
									Frontera Agrícola
									Políticas Sectoriales
9 (10,6%)	11 (12,9%)	8 (9,4%)	8 (9,4%)	6 (7,1%)	7 (8,2%)	4 (4,7%)	9 (10,6%)	8 (9,4%)	15 (17,7%)

Fuente: Chaves y Chavarría (2021b).

Nota: cada ítem debe interpretarse en acción sinérgica o antagónica según sea el caso y la circunstancia por lo que son relativos.

Se infiere y concluye de toda esa información, que existen factores de naturaleza biótica, abiótica, de índole controlable y no controlable, técnico, económico, comercial, ambiental, personal, familiar, institucional, administrativo, de naturaleza nacional e internacional, que participan activa y efectivamente en la decisión final por adoptar. Es claro que la decisión sobre sembrar o no caña, puede ser y/o tornarse compleja debido a que responde a la unificación, combinación e interrelación de varios de esos factores y elementos.

Una valoración objetiva y bien ponderada de los factores y elementos anotados en el Cuadro 1, revela que indiscutiblemente hay algunos que son más importantes que otra virtud de sus efectos, impactos y/o capacidad de control que se pueda tener sobre ellos. Tópicos afines con los costos de producción y el precio pagado por el producto entregado (caña), como generadores e inductores de una utilidad final satisfactoria son incuestionablemente muy motivadores y por tanto primarios. Esa condición está estrechamente ligada y asociada a otros factores también determinantes de carácter climático, edáfico relacionados con la fertilidad y el potencial agroproductivo de caña, la fitosanidad y la aptitud general del lugar para producir materia prima de calidad. Adicionalmente se tienen también los elementos relacionados con el recurso hídrico y la disponibilidad de agua, el nivel de riesgo por sequía o inundación, el disponer de terrenos mecanizables, encontrar unidades de terreno amplias e integradas que favorezcan las economías de escala. La distancia (km) y la capacidad de procesamiento y fabricación de las unidades industriales existentes en el lugar marcan igualmente pauta, pues fija el techo potencial de espacio fabril para operar; el cual solo puede ampliarse e incrementarse con la incorporación de nuevas inversiones, o en su caso, ampliando y extendiendo los días de procesamiento, con las graves consecuencias agroindustriales que esa medida puede acarrear (Chaves 2019c, 2020cde).

En una interesante y representativa consulta realizada en el año 2018 a 365 productores de caña de todas las regiones productoras del país, ubicados en 6 provincias, 29 cantones y 59 distritos, Chaves y compañeros (2019) pudieron identificar a partir de las 1.095 respuestas proporcionadas y recabadas, los principales problemas y limitantes que aquejan al agricultor en su labor productiva y comercial, dicho por ellos mismos. La problemática identificada se circunscribió y concentró en siete grandes temas genéricos que fueron de carácter ambiental, económico, institucional, industrial, tecnológico, relacionado

con equipo y maquinaria y otros varios. La consulta permitió ubicar que discrecional e individualmente los cinco tópicos o asuntos de mayor impacto negativo citados por el propio agricultor, fueron: 1) Bajos precios pagados por el azúcar con un 19,5% de las respuestas, 2) Altos costos de producción (16,8%), 3) Escasez y limitaciones con la mano de obra disponible (6,1%), 4) Problemas con la cuota y la extra cuota (6%) y 5) Los pagos que debe realizar a la Caja Costarricense del Seguro social (CCSS) por la contratación de mano de obra (5,7%). Solo esos cinco asuntos entre un total de 75 mencionados representaron integralmente un significativo y representativo 54,2% de toda la problemática nacional, lo que resulta muy revelador.

La decisión final sobre sembrar o no debe basarse al igual que acontece con otros factores similares, en la conjunción de factores favorables y controlables que potencien y aseguren el éxito empresarial, y no los que incurran y conlleven riesgos potenciales y detrimentales con alta probabilidad de ocurrencia. La planificación oportuna, la administración prudente, eficaz y visionaria y el uso de información correcta y apropiada forman parte ineludible de ese éxito. Como conclusión puede asegurarse que el entorno y la condición donde pueda sembrarse la caña está inevitablemente condicionado por muchos factores de efecto variable que deben obligatoriamente ser considerados y ponderados en su integralidad y no apenas por su condición particular, como lo han señalado Chaves (2017b, 2019abc, 2020abcde) y Chaves y Chavarría (2017).

Áreas sembradas por región

En el Cuadro 2 se presenta la información de las áreas de cultivo recabadas por zafra y desagregada en este caso por región agrícola individual e integrada a su vez como país. A partir de la misma es factible proceder con el análisis de la información territorial de las áreas sembradas con caña de azúcar en Costa Rica durante el periodo 2010-2020, correspondiente a las últimas 11 zafras.

Es notorio y evidente en primera instancia constatar las grandes y significativas diferencias que se establecen entre las regiones agrícolas; como también hacia lo interno de cada una de ellas entre diferentes periodos de cosecha. La dinámica verificada demuestra que la decisión de sembrar y extender o no el área cultivada, no responde necesariamente a un modelo continuo, ordenado y sistemático; sino más bien a circunstancias

mediáticas y coyunturales motivadas e influenciadas por diversas razones, algunas planificadas otras no.

Cuadro 2.
Áreas de siembra (en hectáreas) de caña de azúcar en Costa Rica según región productora.
Periodo 2010-2020 (11 Zafras).

Zafra	Guanacaste	Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte	Turrialba	Zona Sur	Total
2010-11	30 500	5 480	4 250	7 900	4 700	4 650	57 480
2011-12	31 100	5 600	4 200	7 900	4 500	4 300	57 600
2012-13	34 514	5 977	4 445	8 934	4 905	4 541	63 316
2013-14	34 480	5 947	4 398	8 934	4 905	4 541	63 205
2014-15	35 951	5 947	4 398	8 934	4 905	4 541	64 676
2015-16	39 251	5 888	4 693	6 092	5 020	4 541	65 485
2016-17	35 197	5 626	4 202	9 806	4 908	4 512	64 251
2017-18	33 605	5 884	4 021	8 812	4 440	3 237	60 000
2018-19	34 682	5 906	3 821	9 240	4 615	4 366	62 630
2019-20	34 992	5 969	3 770	9 248	4 482	4 205	62 666
2020-21	33 357	5 921	3 520	9 605	4 124	4 141	60 668

Fuente: Extraído de Chaves y Chavarría (2021b).

Esta realidad lleva a concluir la prudencia y mesura con que se debe conducir el tema de la movilización y expansión territorial, pues no hay espacio para aplicar las generalizaciones ni los patrones preconcebidos de tendencia como muchas veces se practica, considerando erróneamente que al ser un cultivo semi perenne cuyo uso y ciclo comercial se proyecta al menos a cinco cosechas anuales su permanencia en el campo es muy estable. Pareciera por los resultados expuestos que, por el contrario, la territorialidad parece ser un factor altamente volátil y muy dinámico.

La dispersión de los datos de área de siembra regional es incuestionablemente muy variable durante la última década, lo cual basados en lo que pudieron constatar Chaves *et al* (2019) en su estudio y mencionaran también Chaves y Chavarría (2021b), puede vincularse y asociarse con tres elementos principales que han presuntamente contribuido con ese comportamiento en los últimos años, como son:

- 1) Razones económicas: expresadas en bajos precios pagados por la caña entregada, altos costos de producción y consecuentemente una baja rentabilidad final; la cual viene ligada a razones y circunstancias con influencia nacional y dependencia internacional.
- 2) Factores climáticos: manifestados por impactos ocasionados por causa de inundaciones, sequías, tormentas tropicales y huracanes.
- 3) Impacto por la "extracuota": concebida como una distorsión del mercado asociada directamente al primer punto en materia de precios pagados, la cual se torna en

un claro desestímulo para un segmento importante de productores, sobre todo los ubicados en las Zonas Norte y Sur, por no encontrar solución pronta al problema, lo que opera de manera negativa en la intención de invertir, expandirse y hasta mantenerse vigente en la actividad.

Destaca de la información expuesta en el Cuadro 2 la gran disparidad, variabilidad y dispersión que existe en los resultados de esta, circunstancia por la cual la misma se debe conducir y manipular con mucha prudencia al ser procesada, analizada e interpretada. Procurando incorporar una valoración más objetiva y apegada a razones propias y particulares de cada entorno productivo, se procede a continuación a desarrollar un análisis individual de cada región agrícola productora de caña, consecuente con lo que dicta y establece la legislación azucarera al respecto (LAICA 1998, 2000).

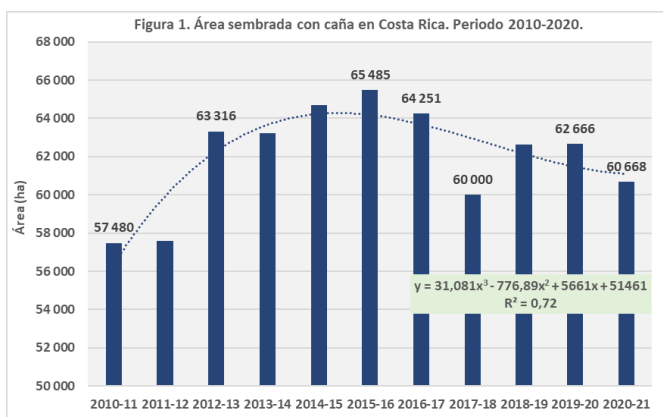
Una primera valoración de ubicación indica que solo en las regiones de Guanacaste, el Pacífico Central y el país como tal, la primera zafra (2010-11) del periodo estudiado correspondió a la de menor área cultivada, lo que no ocurrió en las otras cuatro zonas, pues la misma se ubicó en zafras intermedias. Ese comportamiento supone encontrarse en un momento de desaceleración y reducción de área. Asimismo, en ninguna localidad geográfica la última y más reciente zafra (2020-21) fue la que necesariamente reportó más área sembrada con caña. Esas particularidades ratifican la importancia y valor del análisis segregado y particularizado efectuado por región, pues caso la interpretación de tendencia fuera sustentada apenas en el valor nacional, muchos efectos de carácter individual se ocultarían, distraerían y distorsionarían, generando un resultado con menor capacidad de discernimiento de lo realmente acontecido en el campo. A continuación, se presenta y comenta el análisis individual por región productora.

A. Nacional:

El área sembrada con caña de azúcar reportada en el país durante las últimas 11 zafras evaluadas evidencia una notoria tendencia hacia la reducción en buena parte del periodo, principalmente el analizado con temporalidad más reciente, como también lo señalaran Chaves y Chavarría (2021b) al evaluar 36 zafras; el cual es coincidente precisamente con el periodo posterior a la zafra 2015-16, pese a que desde la 2012-13 se notó un aumento.

Durante esas 11 zafras hubo acontecimientos principalmente naturales caracterizados por la presencia e impacto de algunos eventos de índole climática como sequías e inundaciones asociados al fenómeno ENOS (Niño y Niña), huracanes (Otto) y tormentas tropicales (Nate); así como circunstancias económicas tipificadas por bajos precios, altos costos y baja rentabilidad, que provocaron perjuicio y afectación productiva traducida en pérdidas de área efectiva.

La Figura 1 y el Cuadro 2 ubican muy bien los momentos donde el área cultivada con caña tuvo variaciones importantes en su dimensión, fueran de incremento o por el contrario de descenso, como sucedió particularmente en las zafras 2010-11, 2011-12 y 2017-18 con reducciones muy significativas. La dinámica observada es de mucha inestabilidad, reportando en el periodo 2015-16 la mayor área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica a través de su historia con 65.485 hectáreas. Gran parte de la tendencia verificada en cuanto al territorio sembrado con caña en el país, lo marca lo acontecido en las regiones de Guanacaste y Zona Norte como se expondrá más adelante. Se estima con buen criterio basados en la movilización que se espera ocurra en el país en los próximos años, que el área sembrada con caña se ubique en un rango entre 60.000 y 64.000 hectáreas; sin embargo, el tiempo y las circunstancias serán los que determinen y fijen el valor final.

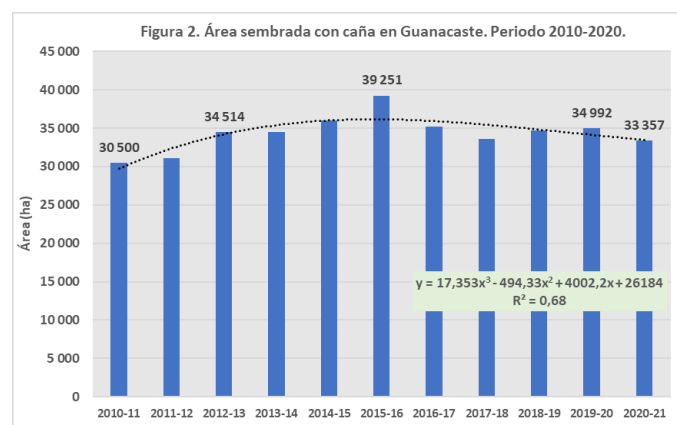


B. Guanacaste:

Los antecedentes productivos demuestran que esta región agrícola es a partir de la década de los años 60 y por los últimos 50 años la más importante del país virtud del crecimiento acelerado, firme y consistente que ha mostrado en cuanto al área territorial ocupada y también en términos productivos agroindustriales, lo cual la coloca desde hace muchos años en

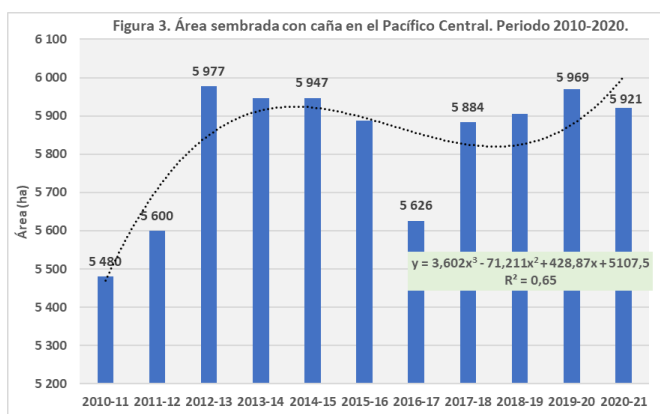
el primer lugar, al ser la región que más caña produce, procesa y más azúcar fabrica. Esa preponderancia se ha traducido igualmente al campo industrial, al constituirse en la que mayor capacidad instalada nominal de procesamiento de materia prima y fabricación de azúcar posee. Señalan Chaves y Chavarría (2021b) al comentar al respecto, que *“Es a partir de los años 60 cuando se activa, impulsa, fortalece y dinamiza la siembra en esta región, auspiciada por el incremento acontecido en la reasignación de la cuota azucarera norteamericana al país, lo que derivó en un significativo beneficio económico”*. Ese tópico asociado a lo sucedido con las relaciones EUA-Cuba y que se manifestó en la cuota azucarera asignada por la nación del norte a sus beneficiarios, ha sido ampliamente comentado por autores como Chaves (1997), Barboza *et al* (1982), León y Arroyo (2012), Angulo *et al* (2020) y Chaves y Bermúdez (2020).

La Figura 2 y el Cuadro 2 muestran la tendencia de crecimiento verificada en esta importante y extensa región cañera exponiendo una tendencia ondulada con un crecimiento del área hasta alcanzar su nivel máximo histórico con 39.251 hectáreas, decayendo luego hasta la última zafra 2020-21 (33.357 hectáreas). Es patente y muy evidente el periodo de disminución observado luego de la zafra 2015-16, el cual se traduce también a la producción de campo y fábrica logrados. En su relación y proporcionalidad puede comprobarse la similitud que se da en la tendencia de esta región respecto a la acontecida integralmente en el país, pues como se indicó, es la localidad que en proporción más territorio aporta a esa variable. Proyectando hacia futuro, se estima posible que esta región se mantenga en un rango de área sembrada con caña entre las 31.000 y 35.000 hectáreas.



C. Pacífico Central:

La tendencia de cultivo mostrada por esta región cañera ubicada en la zona baja (<260 msnm) de la costa pacífica es muy particular en su comportamiento durante el periodo evaluado, ya que la movilización de las áreas sembradas adquiere una dinámica ondulada caracterizada por la presencia de altibajos marcados por un inicio limitado. Ese comportamiento es observado particularmente en las zafras 2010-11 cuando alcanza el nivel más bajo (5.480 ha), seguido por la 2011-12 (5.600 ha) para posteriormente crecer hasta alcanzar su máximo de 5.977 hectáreas en el periodo 2012-13. Luego decae de nuevo en la zafra 2016-17 hasta las 5.626 hectáreas, como se aprecia en la Figura 3 y constata en el Cuadro 2. Como se infiere, las últimas 11 zafras han mostrado variaciones e inestabilidad en el indicador territorial, que culminan con un reporte de siembra en el último periodo de molienda de 5.921 hectáreas inferior al predecesor. Como se ha demostrado y puede comprobarse, esta región ha venido perdiendo de manera sistemática una gran cantidad de sus Productores Independientes ubicados tradicionalmente en la zona de Esparza, San Mateo, Montes de Oro, Miramar y localidades circundantes; motivo por el cual actualmente y desde hace varios años, el cometido productivo y fabril del lugar está concentrado en la gestión desarrollada por Azucarera El Palmar, empresa que marca el ritmo de siembra y producción de caña y fabricación de azúcar en el lugar. Se considera razonablemente válido que la tendencia futura de operación en esta región se movilizará en un rango entre 5.700 y 6.100 hectáreas de cultivo.



D. Valle Central:

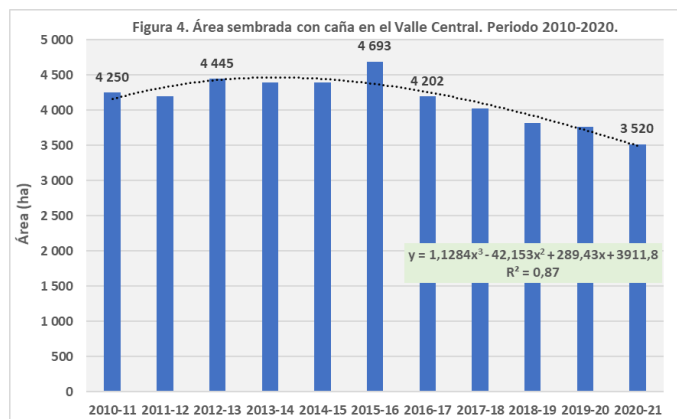
Esta región en su calidad de pionera y promotora por antecedente del desarrollo organizacional y productivo de la agroindustria cañero-azucarera en el país en lo referente a producción de caña y fabricación de azúcar, viene padeciendo desde hace años una coyuntura muy particular y diferente en relación a la que enfrentan otras zonas agrícolas; por cuanto además de las circunstancias y problemática propias del cultivo y la actividad comercial, su ubicación geográfica la sitúa en un entorno muy difícil y mediático por la presión urbanística, social y ambiental a que esta casi permanentemente sometida.

La tendencia mostrada por el área cultivada con caña de azúcar en esta localidad se caracteriza por mantener una reducción sistemática, consistente y muy marcada de sus áreas de cultivo con el paso de los años. Como anotaran Chaves y Chavarría (2021b) con fundamento para tratar de explicar dicha reducción, dicho comportamiento es *“...inducida por el dinámico e imparable desarrollo urbanístico, el alto costo de la tierra, el surgimiento de otras opciones comerciales alternativas más rentables, los conflictos ambientales constantes, el cambio generacional, la carencia de mano de obra calificada para realizar labores agrícolas y la imposibilidad de encontrar áreas idóneas para operar el desplazamiento de las actuales en bloques territoriales uniformes e integrados con capacidad y potencial mecanizable que favorezca las economías de escala. El futuro de la región es incierto aunque algo previsible virtud de que la tendencia es fuerte y muy clara en sus posibles resultados.”*

La Figura 4 y el Cuadro 2 exponen la tendencia de siembra verificada en esta localidad durante las últimas 11 zafras transcurridas entre los periodos 2010-11 y 2020-21, ratificando la disminución paulatina y sistemática de las mismas por los motivos anteriormente señalados. La zafra 2015-16 es la que alcanza el reporte de siembra más alto con 4.693 hectáreas. Una valoración más amplia proyectada en el tiempo, como la realizada por Chaves y Chavarría (2021b) para 36 zafras, ofrece una visión más clara de la caída productiva y en área cultivada que ha venido mostrando esta región, que le ha deparado y comprometido a cerrar y/o dejar de operar varias unidades fabriles, como aconteció en los últimos 18 años con los ingenios San Ramón (2009-10), La Argentina (2004-05), Costa Rica (2017-18) y más recientemente Providencia (2019-20), como lo anotan Chaves y Bermúdez (2020). Esta compleja situación a obligado tener que adquirir y trasladar materia prima de otras regiones productoras alejadas como la Zona Norte, Turrialba,

Puntarenas y hasta la distante Zona Sur, para mantener operando sus unidades fabriles en niveles relativamente satisfactorios aunque no lo óptimo deseado, de las cuales hoy día solo quedan dos activas (Porvenir y Coopevictoria).

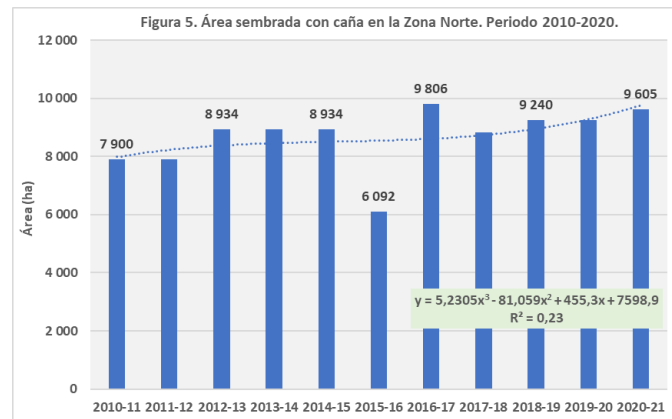
Una proyección futura de área potencial en esta región indica que la caña podría ubicarse en los próximos años entre las 2.500 y 2.900 hectáreas, con el inminente peligro de caer aún más caso acontezca un evento extraordinario de alcance comercial, industrial o urbanístico en el lugar, lo cual circunstancialmente no esta nada alejado de las posibilidades que suceda por las ventajas y características que la región ofrece.



E. Zona Norte:

De forma extraordinaria y muy diferente a lo que acontece en otras zonas agrícolas productoras de caña del país que visualizan reducción y pérdida de capacidad productiva, la Zona Norte ha venido de manera dinámica y sistemática mostrando con los años un significativo incremento en sus áreas de siembra y por consecuencia en su capacidad productiva, como se aprecia en la Figura 5 y comprueba en el Cuadro 2. La zafra 2016-17 es inclusive cuando se reporta históricamente la mayor área de siembra regional con 9.806 hectáreas de caña, antecedida sorpresivamente por un reporte muy bajo de 6.092 hectáreas. Por su veracidad resulta válido reseñar lo acotado en ocasión anterior por Chaves y Chavarría (2021b), al manifestar con convicción, que “El aumento importante de área arranca luego de la zafra 2005-06 con la incorporación a partir del año 1998 de la zona de Los Chiles como lo señalara con bastante detalle Araya (2013), la cual marca pauta y explica ese dinámico y significativo crecimiento, como lo han señalado también Chaves y Chavarría (2013, 2021a) y Chaves y Barquero (2020).

Para el año 2012 ya se reportaban en esa región cerca de 1.550 hectáreas sembradas, habiendo partido inicialmente de un proyecto de cultivo de 100 hectáreas sembradas en el año 1998 (Araya 2013); para la zafra 2020-21 se le consignan 2.914,8 hectáreas, lo que denota la importancia adquirida por esa región.”

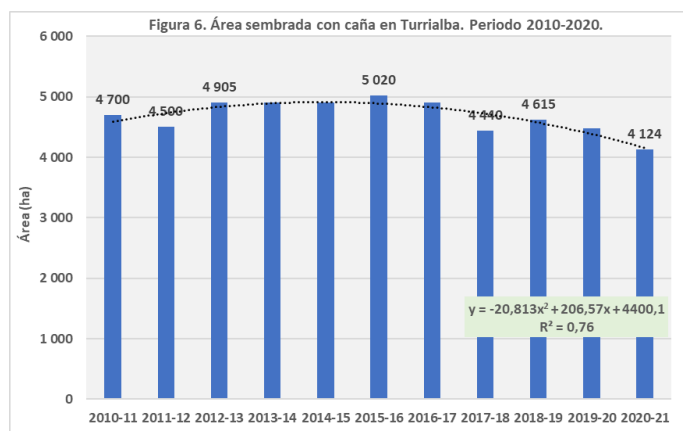


Para un cultivo de características extensivas en cuanto al área requerida y ocupada para operar competitivamente, la planificación y proyección de áreas sembradas resulta de especial interés y necesidad, motivo por el cual pensando hacia futuro y basado en la dinámica observada en la región, se considera que la zona podría movilizarse en los próximos años y en el mediano plazo entre las 9.700 y 10.100 hectáreas, con desplazamiento de las plantaciones hacia la zona baja de Cutris, Florencia y preferencialmente Los Chiles, como viene aconteciendo. El mayor reto de esta región para poder consolidarse es indubitable e inexcusablemente incrementar significativamente en el muy corto plazo sus indicadores de productividad agroindustrial, mejorando ostensiblemente su tonelaje de caña por hectárea (t/ha) e incrementando la concentración de sacarosa contenida y recuperada en los tallos industrializables (kg/t).

Expresan Chaves y Chavarría (2021b) sobre el tema acotado, que “No cabe duda de que esta es la zona geográfica dotada posiblemente, en cuanto a potencial, de la mayor superficie de expansión de área mecanizable e integrada para sembrar caña de azúcar en el país; motivo por el cual será a futuro la que más crezca si los intereses empresariales así lo deciden. Recientemente se instaló como muestra de ese crecimiento regional, un nuevo Ingenio (San Rafael) que vendrá a complementar y aumentar la capacidad fabril instalada del lugar.”

F. Turrialba - Juan Viñas:

Tradicional y antigua por antecedente con un gran aporte y contribución al desarrollo y consolidación de la organización azucarera nacional, esta otrora importante región agrícola nombrada y reconocida por condición y mérito propio como la “campiña azucarera”, es otra de las localidades juntamente con el Valle Central, que ha venido padeciendo desde hace varios años de una profunda crisis productiva con cambios de fondo en su estructura y capacidad de fabricación local, lo cual le ha hecho perder relevancia en su participación como zona productora de azúcar. A partir de la zafra 2017-18 el siempre recordado Ingenio Atirro dejó de operar luego de mantener por 77 años actividad fabril continua (1940-2017), quedando activo actualmente solo el Ingenio Juan Viñas (Chaves y Bermúdez 2020). La tendencia de cultivo en el periodo de 11 zafras evaluado es relativamente estable y muy similar a la del Valle Central, orientada y proyectada sin embargo hacia la reducción sistemática y continua de sus áreas de siembra en las últimas zafras, particularmente luego de la zafra 2015-16, como se aprecia en la Figura 6 y comprueba en el Cuadro 2. La zafra 2015-16 alcanza la mayor cantidad de área sembrada con caña en un área de 5.020 hectáreas, la cual decae luego drásticamente hasta el último periodo fabril 2020-21 que revela un área cultivada de 4.124 hectáreas con tendencia, como se indicó, hacia la posible disminución futura de no acontecer cambios significativos que operen en reversa.



Para efectos de tener mejores elementos y mayor fundamentación para fines explicativos, y considerando además, las particularidades edafoclimáticas y de relieve especiales de esta región, a las que se agregan las del ciclo vegetativo de la planta, es conveniente tener y tomar en cuenta

lo aseverado por Chaves y Chavarría (2021b), al manifestar, que “En la interpretación, relación correcta y vínculo que se pueda pretender establecer en esta región entre área sembrada y cantidad de materia prima (t) producida y azúcar fabricada, debe considerarse y tenerse muy presente que inevitablemente una parte importante y muy significativa de la misma se ubica en la zona más alta, con un piso altitudinal arriba de los 1.000 msnm como sucede en los cantones de Alvarado, Jiménez (distrito Juan Viñas) y Paraíso de la provincia de Cartago (Chaves y Chavarría 2021), lo que favorece un ciclo vegetativo prolongado en el cual las plantas deben permanecer en el campo para ser cosechadas en su punto óptimo más de 18 meses y hasta los 24 meses, salvo algunas pocas excepciones (Chaves 2019a). Esta condición provoca que el área efectiva de cosecha se reduzca en la práctica casi a la mitad; elevando a su vez sus índices de productividad agroindustrial como lo han señalado Chaves (2021), y Calderón y Chaves (2020).”

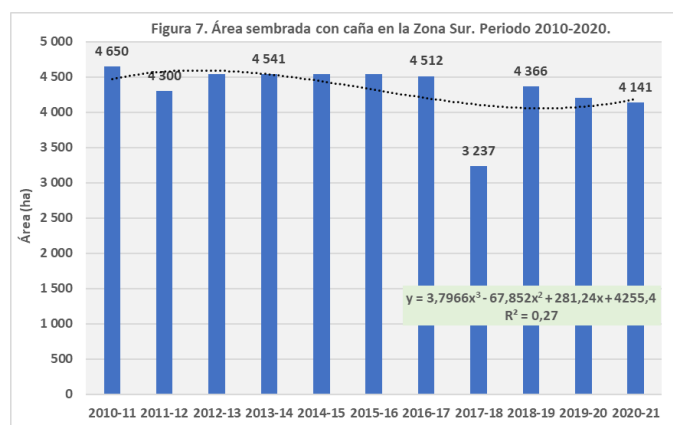
En torno a la posibilidad de proyectar y planificar con base certera sobre el futuro de la región expresado, conducido e inspirado por el potencial de crecimiento del área sembrada con caña de azúcar, se considera de acuerdo con la tendencia observada en los datos analizados, que es muy clara, que el mismo está comprometido, restringido y la verdad limitado por circunstancias determinantes y difíciles de superar. Entre esos está el hecho de tener operativo actualmente apenas un ingenio con capacidad nominal de procesamiento precisa, lo que le pone techo a cualquier posible crecimiento de área y producción sobre ese índice, salvo que se decida invertir para incrementarla; o en su caso, se amplíen los días de zafra de por sí ya amplios, ingresando a condiciones climáticas inconvenientes por los impactos agroindustriales negativos que se generarían. De igual manera, pensar en producir, trasladar y moler caña hacia otras regiones relativamente cercanas como es el Valle Central, torna la acción y la actividad poco rentables en consideración de la distancia (Km) involucrada y los costos asociados. Una proyección razonable y sensata ubica con buen criterio el área sembrada moviéndose en los próximos años en un rango entre 3.600 y 4.000 hectáreas.

G. Zona Sur:

Es interesante mencionar que entre las seis regiones productoras de caña destinadas a fabricar azúcar esta es la más nueva y por ello la más reciente incorporada en el país, orientada y destinada a ese fin. Esa novedad no aplica necesariamente en lo concerniente a sembrar caña, esto por

cuanto la única unidad fabril y de procesamiento inicio actividades industriales continuas a partir del año 1974. Los antecedentes históricos de la zona informan sobre la existencia de trapiches destinados a la elaboración de dulce, de los cuales aún quedan algunos pocos en actividad. En torno a esa acción de industrialización informan Barrantes y Chaves (2020) al respecto, que “El ingenio realizó su primera zafra en el período 1974-1975 con una molienda de 37.721 toneladas y la fabricación de 48.030 bultos de azúcar de 50 kg (2.401,5 toneladas), la cual se ha mantenido activa de forma continua por 47 años.”

En la Figura 7 y el Cuadro 2 se observa que el ritmo de crecimiento del área cultivada con caña ha sido muy dinámico y errático en esta región durante las últimas 11 zafras, hasta consumarse en 4.141 hectáreas en el último periodo de molienda 2020-21. Se observa en esa época que el área sembrada con caña no eleva en el tiempo, y, por el contrario, se percibe más bien una disminución leve pero siempre de tendencia reductora. En el periodo evaluado tampoco se aprecia ni percibe ya el fuerte impacto provocado por la roya naranja (*Puccinia kuehnii*), patógeno que ocasionó en el año 2007 un serio daño productivo, social y económico a la agroindustria del lugar afectando severamente la variedad SP 71-5574 que resultó ser altamente susceptible a la enfermedad. Las áreas de siembra se redujeron significativamente por causa del daño fitosanitario, y también debido a la lenta y sistemática sustitución obligada que debió ejecutarse en las plantaciones comerciales en razón del cambio y sustitución por otros materiales genéticos de mayor tolerancia, preferiblemente de la sigla nacional LAICA, como lo indicaran Barrantes y Chaves (2020).



A esa disminución del área cultivada que se viene observando en la zona luego de la zafra 2016-17 (4.512 ha), contribuye de manera ostensible la denominada distorsión conocida como “extracuota” induciendo una pérdida importante de rentabilidad por causa de los bajos e insuficientes precios de liquidación pagados al productor por la producción y entrega de su materia prima, lo cual genera gran desestimulo entre los agricultores de caña, conduciendo a algunos de ellos a abandonar y salirse de la actividad.

Similar a lo que acontece en las regiones del Pacífico Central y Turrialba donde solo existe una unidad fabril con capacidad limitada de procesamiento de caña y fabricación de azúcar; en esta localidad el único ingenio activo existente (Coopeagri El General) marca en definitiva la dimensión del territorio que puede ser habilitado comercialmente. Las únicas opciones que existen para poder superar el “techo industrial” actual, es como se anotó para el caso de Turrialba, ampliar esa capacidad fabril instalada o en su caso aumentar los días de zafra ingresando a condiciones de clima inconvenientes, con las consecuencias agroindustriales negativas ya apuntadas y poco deseables. Con base en esas consideraciones, podría proyectarse que el área cultivada con caña de azúcar se sitúe a futuro en la Región Sur en un rango de entre 4.000 y 4.400 hectáreas.

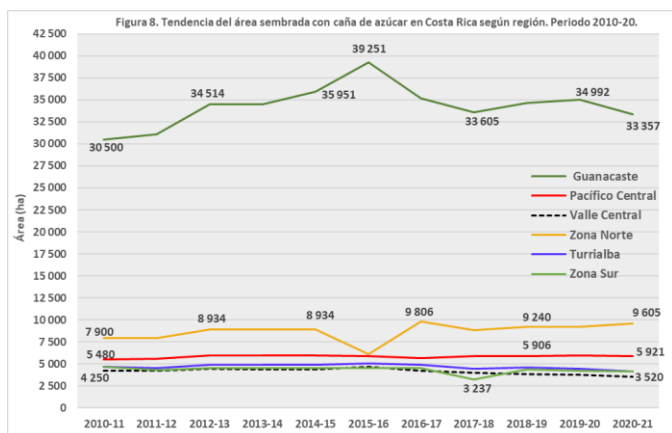
Tendencia nacional

El tratamiento y valoración independiente e individualizada de las zonas productoras de caña como se comprobó anteriormente resulta muy importante y de gran valor para conocer la dinámica de los movimientos territoriales acontecidos a lo interno de cada una de ellas en diferentes periodos de tiempo. Ese criterio de análisis limita e impide, sin embargo, poder realizar una comparación objetiva y realista de magnitudes que dimensione en su verdadera proporcionalidad, el área sembrada con caña de azúcar en cada región productora.

Es así como, buscando tener y contar con una visión general y holística que permita y favorezca realizar comparaciones de las tendencias seguidas regionalmente en el país en cuanto a la siembra de caña de azúcar, se presenta la Figura 8 basada en la información contenida en el Cuadro 2. Para satisfacer ese objetivo, los datos de áreas son presentados en su verdadera dimensión y magnitud nominal, lo que permite comparar en un mismo plano y contexto la contribución relativa de cada localidad al total del área sembrada en todo el país.

Como es conocido, la región de Guanacaste es la zona geográfica que más aporta en términos de caña molida y azúcar fabricada (toneladas métricas), como quedó demostrado en la zafra 2020-21 al procesar el 59,2% de toda la materia prima nacional, con la cual elaboró el 61,2% de toda el azúcar costarricense. Esos valores ratifican su importancia y representatividad, ubicándose por ello muy distante del resto de regiones. Le sigue la Zona Norte en importancia superando y desplazando al Pacífico Central del segundo puesto, aunque comparativamente muy distante de Guanacaste en cuanto a todos los indicadores técnicos analizados y referentes, entre ellos el área sembrada. Ese inmenso distanciamiento que mantiene la zona guanacasteca está reflejada en términos agroindustriales y productivos muy alejada de las otras cinco zonas agrícolas, lo que se traslada y proyecta en la magnitud y extensión de su área cultivada con caña. El aumento territorial observado en la Zona Norte en relativamente poco tiempo es destacable y muy sobresaliente virtud de las dificultades naturales que ofrece la región, sobre todo climáticas.

La verdadera dimensión de las diferencias regionales se presenta y visualiza en la Figura 8, donde puede constatar la existencia de tres segmentos diferenciados y muy marcados, como son: a) Guanacaste, b) Zona Norte y c) las otras cuatro regiones con sus semejanzas y diferencias internas. Es válido aquí retomar lo señalado por Chaves y Chavarría (2021b), al manifestar, que “Las valoraciones y proyecciones de producción azucarera que se puedan o pretendan hacer a futuro deben necesariamente desagregar las tendencias y potenciales en esa dirección, pues los cambios acontecidos en un tiempo relativamente corto han sido muy significativos.”



Análisis estadístico

Indicadores de posición y dispersión

Siempre procurando contar con un análisis que evalúe la condición de los indicadores fundamentales, más importantes y representativos para juzgar con mejor criterio el comportamiento y características de la serie de datos analizada, se adjuntan algunos parámetros de naturaleza estadística que resultan indiscutiblemente de mucho valor virtud de las inferencias y conclusiones que pueden derivarse y establecerse a partir de ellos, sobre la variable territorial aquí estudiada. Con ese objetivo, se presenta en el Cuadro 3 el valor de los indicadores más importantes correspondientes a las variables de posición y dispersión más reveladoras de la población de datos estimada. A partir de los mismos pueden ampliarse y complementarse con criterio matemático y probabilístico las valoraciones y deducciones que puedan y desee establecer.

Cuadro 3.
Indicadores estadísticos del área sembrada (hectáreas) del sector azucarero costarricense.
Periodo 2010-2020 (11 zafras).

Indicador Estadístico	Área (ha)						
	Costa Rica	Guanacaste	Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte	Turrialba-JV	Zona Sur
Promedio	61 998	34 330	5 831,4	4 156	8 673,3	4 682,16	4 325,12
Valor Máximo	65 485	39 251	5 977	4 693	9 806	5 020	4 650
Valor Mínimo	57 480	30 500	5 480	3 520	6 092	4 124	3 237
Amplitud	8 005	8 751	497	1 173	3 714	896	1 413
% Amplitud	12,2	22,3	8,3	25,0	37,9	17,8	30,4
Mediana	62 666	34 514	5 906	4 202	8 934	4 700	4 512
Error Estándar	820,0	705,7	52,7	103,8	314,5	83,2	119,1
Desv Estándar	2 719,6	2 340,7	174,8	344,3	1 043,2	276,1	395,1
CV (%)	4,39	6,82	3,00	8,28	12,03	5,90	9,14

Fuente: Elaborado por el autor.
Nota: Valores obtenidos a partir del análisis de la información contenida en el Cuadro 2.

En torno al resultado obtenido cabe anotar que los índices de desviación estándar y coeficiente porcentual de variación (CV) por su significado, magnitud e implicación, permiten inferir que los mismos son bajos y de poca significancia en todos los casos; siendo sin embargo más altos en la Zona Norte (12%) y Zona Sur (9,1%) sin implicación probabilística significativa. En el Pacífico Central (3%) y Turrialba (5,9%) el grado de variabilidad con alcance estadístico encontrado es muy bajo, lo que denota estabilidad y poca dispersión de los datos de siembra en la tendencia observada en la serie en el tiempo. Dicha estabilidad no implica necesariamente algo positivo, pues lo que acontece es que la tendencia observada es marcadamente descendente de manera muy consistente. La desviación permite juzgar el grado de movilización que han tenido las áreas en sentido creciente o por el contrario de disminución, por lo que resulta

muy indicadora de la tendencia seguida. La mediana divide y separa por su parte la población de datos en dos segmentos iguales en magnitud lo que ofrece una perspectiva posicional interesante.

En relación con la amplitud que establece la diferencia surgida entre los valores extremos máximo-mínimo, cabe mencionar que es un indicador que permite verificar y dimensionar proporcionalmente la magnitud medida en hectáreas de la variación acontecida en el área reportada en los 11 años analizados; explicando parcialmente lo que revelara la desviación estándar y el CV. Es interesante notar que el valor nominal de la amplitud alcanza a representar un porcentaje importante y significativo de la variación mostrada por la población de datos analizada; es así como en la Zona Norte implicó un significativo 37,9% y en la Zona Sur un 30,4%, mientras que en el Pacífico Central apenas un 8,3%, ratificando y explicando lo sucedido en materia de variación no así de su tendencia. Dicho de otra manera, la amplitud de 3 714 hectáreas obtenida en la Zona Norte a partir de la diferencia entre los valores máximo-mínimo extremos de 9 806 y 6 092 hectáreas, significó un 37,9% de la misma, lo que es indiscutiblemente muy alto y resultado de la movilidad de los valores dentro de ese ámbito.

Como se expresó oportunamente y queda aquí fehacientemente demostrado y comprobado, la valoración integrada como país y no segmentada en sus módulos regionales, diluye y oculta las variaciones locales al incorporarlas en un único valor absoluto. Es así como el criterio nacional mantiene valores de amplitud (8 005 hectáreas), porcentaje de amplitud (12,2%), desviación estándar (2 719,6 hectáreas) y coeficiente de variación (4,39%) relativa y proporcionalmente bajos, lo cual dependiendo de los fines que se busquen resultan insuficientes para establecer y explicar el comportamiento de una variable.

Análisis por regresión

Buscando siempre contar con mejores elementos de valoración y juzgamiento de la serie de datos analizada, se estimaron y obtuvieron adicional y complementariamente las ecuaciones matemáticas de mejor ajuste con base probabilística basada en modelos de regresión, lo cual permite configurar e interpretar las tendencias de cultivo seguidas por las seis regiones agrícolas evaluadas en las últimas 11 zafras. El concepto de la regresión es alusivo a la relación estructural que se establece entre

variables causales y variables producto, la cual puede o no ser directamente proporcional. Es una ecuación que contiene variables controlables, aleatorias e incógnitas donde una es dependiente de la otra.

Son varios los modelos de regresión que pueden en teoría emplearse para alcanzar y satisfacer el objetivo procurado, como son entre otros los modelos polinomiales de orden lineal, cuadrático, cúbico; además del exponencial, logarítmico, potencial, inverso, gamma, raíz cuadrada, semilogarítmico y geométrico, cuya notación matemática se apunta seguidamente para cada modelo:

- ❖ Lineal: $Y = b_0 + b_1X$
- ❖ Cuadrático: $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$
- ❖ Cúbico: $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$
- ❖ Logarítmico: $Y = b_0X^{b_1}$
- ❖ Semilogarítmico: $Y = b_0 + b_1 \lg X$
- ❖ Geométrica: $Y = b_0b_1^X$
- ❖ Inverso: $Y = b_0 + b_1 1/X$
- ❖ Raíz Cuadrada: $Y = b_0 + b_1X + b_2X^{0,5}$

De manera sucinta es factible resumir los modelos de análisis en función del número de variables y la forma de interactuar entre ellas, como sigue: a) Modelo de regresión lineal simple ($y = B_0 + B_1x + \epsilon$), b) Modelo de regresión lineal múltiple ($Y = B_0 + B_1X^1 + B_2X^2 + \dots + B_nX^n + \epsilon$) y c) Modelo de regresión no lineal. La elección y preferencia entre un modelo u otro dependerá del número de variables involucradas que sea necesario incluir.

Con este fin, se aplicaron y corrieron seis modelos clásicos de regresión muy utilizados en agricultura, como son: lineal, cuadrático, cúbico, exponencial, logarítmico y potencial, buscando en todos los casos encontrar y seleccionar el que mejor se ajuste y explique por su Coeficiente de Determinación (R^2), el comportamiento de la tendencia observada en la serie de datos de área sembrada reportada en cada región productora. Los resultados se presentan en el Cuadro 4, donde el eje X lo representan las zafras y el eje Y el área cultivada expresada en hectáreas. El índice de R^2 más alto enuncia el mejor grado de ajuste logrado para explicar mediante la ecuación matemática correspondiente, la tendencia seguida por el área cultivada con caña de azúcar; criterio en el cual aplica y respeta el principio de que en igualdad o proximidad de resultados en R^2 , el modelo más simple se torna más fácil y por ello recomendable de utilizar. Ese criterio se basa en el principio

filosófico y metodológico mejor conocido como “navaja de Ockham” ley de la parsimonia o principio de la economía, según el cual «en igualdad de condiciones, la explicación más sencilla suele ser la más probable»; lo cual implica que, cuando dos teorías o modelos en este caso, en igualdad de condiciones tienen las mismas consecuencias, la teoría más simple adquiere más probabilidades de ser correcta que la compleja.

Se infiere y concluye de los resultados obtenidos en el análisis matemático con fundamento en el Coeficiente de Determinación (R^2) y basados en los conceptos anteriores, que los modelos de mejor ajuste para explicar el comportamiento y la tendencia seguida por el área sembrada en cada región productora de caña, son los siguientes: Zona Norte: cúbico ($R^2=0,229$); Zona Sur: cúbico ($R^2=0,273$); Pacífico Central: cúbico ($R^2=0,648$); Guanacaste: cúbico ($R^2=0,683$); Costa Rica: cúbico ($R^2=0,721$); Turrialba-JV: cuadrático ($R^2=0,757$) y Valle Central: cuadrático ($R^2=0,860$). Es imperativo y siendo estricto en la selección aplicada, reconocer que todos los índices de R^2 obtenidos no son lo deseable y esperado para satisfacer el objetivo buscado, destacando los correspondientes a la Zona Norte y Zona Sur por ser sumamente bajos y por ello de muy limitada capacidad de proyección y explicación de lo acontecido en los 11 años evaluados. De igual manera, los correspondientes al Pacífico Central y Guanacaste son poco eficientes y los otros (Turrialba-JV, Costa Rica, Valle Central) apenas aceptables para el uso pretendido.

Se infiere de lo anterior que en definitiva los modelos polinomiales de tercer (cúbico) y segundo grado (cuadrático), son los que mejor se ajustan y aplican, aunque en una muy baja probabilidad, para explicar con mayor exactitud las tendencias de cultivo de caña seguidas en la mayoría de las regiones productoras, lo cual se ajusta al grado de variabilidad y dispersión que tengan los datos dentro de la serie analizada.

Es definitivo que en éstas últimas 11 zafras a partir del periodo 2010-11 se marcan importantes variaciones y diferencias entre los datos de área reportados, como lo reconocieran, evidenciaran y manifestaran oportunamente Chaves y Chavarría (2021b) en su estudio de 36 zafras, lo cual favorece y provoca el desajuste de los seis modelos evaluados. Puede asegurarse con base en los resultados obtenidos, que la proyección futura de áreas cultivadas con caña de azúcar en las diferentes regiones agrícolas del país, siguiendo el criterio matemático basado en modelos de regresión, no aplica por su baja eficiencia y resulta inconveniente para ese fin al evaluar la

serie de las últimas 11 zafras. Caso se aplique un ajuste y rectificación a la serie datos analizados, eliminando el o los valor(es) de área sembrada que más distorsionan y confunden la serie por salirse de tendencia, permite alcanzar un significativo mejor ajuste de la curva, lo cual en el presente caso no se realizó por no considerarlo prudente ni pertinente para cumplir los objetivos planteados inicialmente.

Cuadro 4. Modelos de Regresión de mejor ajuste aplicado a las áreas sembradas con caña de azúcar según región. Periodo 2010-2020 (11 zafras).

Región	Modelo Regresión	Ecuación	Coefficiente R^2
Guanacaste	Lineal	$Y = 32\,810 + 253,24 X$	0,129
	Cuadrática	$Y = 28\,079 + 2437 X - 181,98 X^2$	0,647
	Cúbica	$Y = 26\,184 + 4\,002,2 X - 494,33 X^2 + 17,353 X^3$	0,683
	Exponencial	$Y = 32\,685e0,0078x$	0,123
	Logarítmica	$Y = 1\,755 \ln(x) + 31\,537$	0,312
	Potencial	$Y = 31470X0,0533$	0,302
Pacífico Central	Lineal	$Y = 5\,666,6 + 27,468 X$	0,271
	Cuadrática	$Y = 5\,500,8 + 103,97 X - 6,3749 X^2$	0,386
	Cúbica	$Y = 5\,107,5 + 428,87 X - 71,211 X^2 + 3,602 X^3$	0,648
	Exponencial	$Y = 5\,662,9e0,0048x$	0,269
	Logarítmica	$Y = 153,68 \ln(x) + 5\,586,8$	0,428
	Potencial	$Y = 5\,584,2X0,027$	0,424
Valle Central	Lineal	$Y = 4\,602,9 + 74,457 X$	0,514
	Cuadrática	$Y = 4\,035 + 187,04 X - 21,842 X^2$	0,860
	Cúbica	$Y = 3\,911,8 + 289,43 X - 42,153 X^2 + 1,1284 X^3$	0,866
	Exponencial	$Y = 4\,633,6e-0,019x$	0,492
	Logarítmica	$Y = -235,8 \ln(x) + 4\,531,3$	0,260
	Potencial	$Y = 4\,554,8X-0,06$	0,246
Zona Norte	Lineal	$Y = 7\,829,7 + 140,6 X$	0,200
	Cuadrática	$Y = 8\,170,1 - 16,497 X + 13,091 X^2$	0,213
	Cúbica	$Y = 7\,598,9 + 455,3 X - 81,059 X^2 + 5,2305 X^3$	0,229
	Exponencial	$Y = 7\,814,1e0,0161x$	0,202
	Logarítmica	$Y = 577,12 \ln(x) + 7\,755$	0,170
	Potencial	$Y = 7\,766,2 X0,0647$	0,172
Turrialba - JV	Lineal	$Y = 4\,941,3 - 43,187 X$	0,269
	Cuadrática	$Y = 4\,400,1 + 206,57 X - 20,813 X^2$	0,757
	Cúbica	$Y = 4\,403,3 + 203,94 X - 20,288 X^2 - 0,0292X^3$	0,757
	Exponencial	$Y = 4\,950,5e-0,01x$	0,260
	Logarítmica	$Y = -111,7 \ln(x) + 4\,859,9$	0,090
	Potencial	$Y = 4\,865,3X-0,025$	0,087
Zona Sur	Lineal	$Y = 4\,657,3 - 55,363 X$	0,216
	Cuadrática	$Y = 4\,670 - 61,21 X + 0,4873 X^2$	0,216
	Cúbica	$Y = 4\,255,4 + 281,24 X - 67,852 X^2 + 3,7966 X^3$	0,273
	Exponencial	$Y = 4\,666e-0,013x$	0,216
	Logarítmica	$Y = -229,1 \ln(x) + 4\,689,7$	0,187
	Potencial	$Y = 4\,705,4X-0,056$	0,184
Nacional	Lineal	$Y = 60\,508 + 248,3 X$	0,092
	Cuadrática	$Y = 54\,855 + 2\,857,5 X - 217,43 X^2$	0,640
	Cúbica	$Y = 51\,461 + 5\,661 X - 776,89 X^2 + 31,081 X^3$	0,721
	Exponencial	$Y = 60\,396e0,0042X$	0,089
	Logarítmica	$Y = 1\,909,2 \ln(x) + 58\,960$	0,274
	Potencial	$Y = 58\,881X0,0319$	0,267

Fuente: Elaborado por el autor.

Intervalos de confianza

Este es un indicador estadístico de gran valor para juzgar e interpretar con mucha eficiencia el comportamiento de una

población o serie de datos, como lo señalaran Chaves *et al* (2018) al manifestar, que “*Los Intervalos de Confianza son importantes instrumentos estadísticos empleados con el objeto de ubicar y contextualizar probabilísticamente los valores agroindustriales en el presente caso analizados, en un ámbito estadísticamente predeterminado.*”

En lo pertinente y correspondiente al tema aquí abordado, un Intervalo de Confianza (IC) puede definirse como un rango o ámbito de valores, denominado intervalo, calculado en una muestra o población de datos dentro del cual se ubica, encuentra o espera encontrar el verdadero valor del parámetro estudiado. En el presente caso aplica para la variable específica de interés área sembrada medida en hectáreas, con una probabilidad matemática conocida y predeterminada en 80, 90 y 95%. Esos tres niveles de probabilidad se fijaron buscando un grado de certeza razonable en las proyecciones establecidas, conociendo presuntivamente el alto grado de variabilidad existe en la serie de datos analizados, lo cual volvía poco pragmático y razonable emplear grados probabilísticos aún más elevados y estrictos.

Teóricamente se espera que la probabilidad del parámetro deseado ubicar de la población de datos (11 zafras) de la variable estudiada (área sembrada), se localice o no en algún lugar dentro del intervalo estimado y conocido; el cual puede sin embargo quedar por excepción fuera, sea arriba del límite superior o por debajo del límite inferior, lo que genera consecuentemente una interpretación y conclusión muy diferente. En su determinación se ubican y anotan los límites extremos (superior-inferior) del intervalo, en el cual se estima que se encontrará un valor desconocido X, con una determinada probabilidad potencial (en este caso 80, 90 y 95%) de acierto. El nivel de confianza y la amplitud o ámbito del intervalo varían conjuntamente, de manera que un intervalo amplio de valores (ej. 95%) tendrá más probabilidad de acierto (mayor nivel de confianza); mientras que un intervalo más corto y cerrado (ej. 80%), que ofrece una estimación menos precisa, aumenta colateralmente la probabilidad de error al aceptar un 80%. Este indicador permite como lo expresan Chaves *et al* (2018), conocer si el valor de una determinada variable puede calificarse como normal o excepcional para un ámbito o intervalo de valores conocido, a una probabilidad también conocida.

En el Cuadro 5 se anotan los Intervalos de Confianza (IC) de la variable área sembrada (ha) obtenida para las probabilidades

de 80, 90 y 95% en las 11 zafras evaluadas. Los resultados muestran diferencias en el IC de acuerdo con la probabilidad estimada; indicando además que conforme el grado de probabilidad aplicado es mayor (ej. 95%) la magnitud y amplitud del Intervalo (ámbito) se amplía generando y proveyendo menos riesgo de error, y con ello, más confianza de encontrar el valor deseado (verdadero) dentro del mismo. Esta razón provoca que los ámbitos del IC sean mayores conforme la probabilidad es más alta. Una probabilidad del 95%, por ejemplo, significa que, en condiciones similares, si se realizaran 100 lecturas de área sembrada (zafras) adicionales, cabe la probabilidad y confianza de que en el 95% de las mismas el nuevo valor buscado este ubicado dentro del ámbito de dicho intervalo.

Cuadro 5.
Intervalos de Confianza (IC) del Área Sembrada (hectáreas) según grado de probabilidad estadística (α 80, 90 y 95%).
Período 2010-2020 (11 zafras).

Área Sembrada (ha) / Región	Promedio	Probabilidad	Estimador	Intervalo de Confianza (IC)	Ámbito
Costa Rica (ha)	61 998	80%	$\pm 1\ 125,0$	IC = 60 873 - 63 123	2 250
		90%	$\pm 1\ 485,8$	IC = 60 512 - 63 484	2 972
		95%	$\pm 1\ 827,0$	IC = 60 171 - 63 825	3 654
Guanacaste (ha)	34 330	80%	$\pm 968,2$	IC = 33 362 - 35 298	1 936
		90%	$\pm 1\ 278,7$	IC = 33 051 - 35 609	2 558
		95%	$\pm 1\ 572,3$	IC = 32 758 - 35 902	3 144
Pacífico Central (ha)	5 831	80%	$\pm 72,3$	IC = 5 759 - 5 903	144
		90%	$\pm 95,5$	IC = 5 736 - 5 927	191
		95%	$\pm 117,4$	IC = 5 714 - 5 948	234
Valle Central (ha)	4 156	80%	$\pm 142,4$	IC = 4 014 - 4 298	284
		90%	$\pm 188,1$	IC = 3 968 - 4 344	376
		95%	$\pm 231,3$	IC = 3 925 - 4 387	462
Zona Norte (ha)	8 673	80%	$\pm 431,5$	IC = 8 242 - 9 105	863
		90%	$\pm 569,9$	IC = 8 103 - 9 243	1 140
		95%	$\pm 700,7$	IC = 7 972 - 9 374	1 402
Turrialba-Juan Viñas (ha)	4 682	80%	$\pm 114,2$	IC = 4 568 - 4 796	228
		90%	$\pm 150,8$	IC = 4 531 - 4 833	302
		95%	$\pm 185,4$	IC = 4 497 - 4 867	370
Zona Sur (ha)	4 325	80%	$\pm 163,4$	IC = 4 162 - 4 488	326
		90%	$\pm 215,8$	IC = 4 109 - 4 541	432
		95%	$\pm 265,4$	IC = 4 060 - 4 590	530

Fuente: Elaborado por el autor.
Probabilidad determinada por α a 80, 90 y 95%.
El IC mide el ámbito en que puede encontrarse el resultado de la variable en una zafra a una probabilidad dada (80, 90 y 95%).

Al ubicar e interpretar probabilísticamente el promedio de 11 zafras de las áreas regionales y nacional dentro de los IC anotados en el Cuadro 5, se concluye que puede esperarse que todos los valores, con un 80, 90 y 95% de probabilidad estadística, se ubiquen sin excepción dentro del mismo, revelando que no existen valores menores o mayores a ese intervalo que califiquen como excepcionales y poco esperables (apenas en un 20, 10 y 5% de probabilidad). El resultado insinúa posible ser aún más estricto en la probabilidad empleada elevándola al 99% por ejemplo; lo cual para efectos del estudio

no se consideró pertinente virtud del sesgo natural de la información base utilizada en el cálculo (área sembrada).

Estimación y proyección de áreas

Pensar en lo que pueda suceder a futuro en materia de expansión o contracción de las áreas sembradas con caña de azúcar resulta difícil y hasta temerario de realizar, en consideración de la gran cantidad de factores y elementos que participan e intervienen en dicha acción, como fue mencionado con anterioridad y enunciado en el Cuadro 1. Lo anterior se torna aún más complejo y aventurado si integramos la compleja e inestable dinámica en que se encuentran las actividades agroproductivas en el ámbito nacional e internacional en todos los órdenes. Sin embargo, el ejercicio siempre debe casi inevitablemente realizarse por diferentes razones y motivos, sean de planificación, programación y proyección de perspectivas futuras del agronegocio.

Con ese objetivo se presenta el Cuadro 6 conteniendo una serie de criterios y elementos de orden matemático y probabilístico que sirven de base y fundamento para realizar con buena precisión el ejercicio prospectivo y estimativo deseado; lo cual como es obvio entender, dependerá del tiempo previsto proyectar (número de zafras).

Cuadro 6. Estimación y proyección de posibles valores de área sembrada (ha) futura según región agrícola basada en diversos criterios.

Región	Promedio					Intervalo de Confianza (Probabilidad) *			Criterio Experto **
	1985-2021 (36 zafras)	2001-2020 (20 zafras)	2010-20 (11 zafras)	2018-2020 (3 zafras)	2020-21 (1 zafra)	80%	90%	95%	
Guanacaste	25 682	30 337	34 330	34 344	33 357	33 362 - 35 298	33 051 - 35 609	32 758 - 35 902	31 000 - 35 000
Pacífico Central	5 968	6 110	5 831	5 932	5 921	5 759 - 5 903	5 736 - 5 927	5 714 - 5 948	5 700 - 6 100
Valle Central	4 396	4 251	4 156	3 704	3 520	4 014 - 4 298	3 968 - 4 344	3 925 - 4 387	2 500 - 2 900
Zona Norte	6 975	8 075	8 673	9 364	9 605	8 242 - 9 105	8 103 - 9 243	7 972 - 9 374	9 700 - 10 100
Turrialba - JV	4 137	4 329	4 682	4 407	4 124	4 568 - 4 796	4 531 - 4 833	4 497 - 4 867	3 600 - 4 000
Zona Sur	3 990	4 531	4 325	4 237	4 141	4 162 - 4 488	4 109 - 4 541	4 060 - 4 590	4 000 - 4 400
Costa Rica	51 148	57 634	61 998	61 988	60 668	60 873 - 63 123	60 512 - 63 484	60 171 - 63 825	60 000 - 64 000

Fuente: Elaborado por el autor con base en información de Chaves y Chavarría (2021b).
Se presentan en el cuadro valores originados a partir de diferentes criterios que orientan sobre la posible tendencia futura de área sembrada.
* Estimados obtenidos a partir del Cuadro 5 para la serie de 11 zafras del periodo 2010-2020.
** Proyección del autor basada en experiencia y criterio personal.

Se infiere de la información expuesta en el Cuadro 6 varias consideraciones que deben ser necesariamente apreciadas al momento de pretender realizar una estimación y proyección hacia tiempo futuro, como son entre otras las siguientes:

- 1) La información nacional y regional de área sembrada medida en hectáreas presenta una alta heterogeneidad expresada tanto en magnitud como en su dinámica valorada en el tiempo (zafras).
- 2) La inestabilidad y volatilidad de valores aplica a lo interno de cada región en diferente magnitud, mostrando

incrementos y reducciones con muy diferentes tasas de aceleración o desaceleración.

- 3) Basados en lo anterior, queda claro que las generalizaciones no aplican pues cada región agrícola posee una tendencia muy propia, particular y diferente.
- 4) Los criterios por emplear adquieren varias connotaciones de acuerdo con el estimado que se desee realizar, pues entre más extenso sea en tiempo mayor será el grado de incertidumbre y sesgo implicado virtud de la heterogeneidad de las variables interventoras, bajando con ello la eficacia de la proyección.
- 5) Emplear series de tiempo muy largas (36, 20 zafras) incorpora periodos de activo crecimiento donde la dispersión de los valores es muy alta incorporando consecuentemente ese factor de inestabilidad en la proyección. Más tiempo provee mayor consistencia probabilística, pero a la vez mayor variabilidad a la estimación. El promedio de área generado es más bajo conforme la serie de tiempo se extiende (ver Cuadro 6).
- 6) Con el uso de series cortas (≤ 3 zafras) la base que sustenta la proyección resulta ser débil, insuficiente y de muy baja consistencia probabilística, incurriendo en posibles fallos y alto sesgo en sus estimaciones por esa causa. Series cortas aportan mucha actualidad a la información empleada, pero muy baja consistencia matemática para el objetivo pretendido.
- 7) Una serie de valores de 10-11 zafras parece ser conveniente y apropiada para proyectar posibles tendencias hacia el futuro, en consideración de que ofrece información suficiente, actual y consiste desde la perspectiva estadística y probabilística.
- 8) Los argumentos y razonamientos citados anteriormente pueden comprobarse en el valor de los promedios anotados en el Cuadro 6 para varias zafras, cuya resultante es bastante disímil para una misma región dependiendo del número de zafras considerado.
- 9) Las ecuaciones de regresión son incuestionablemente importantes para estimar una posible tendencia de aumento o decrecimiento; sin embargo, arrastran en su proyección la base (media móvil) de las áreas usadas en su estimación, lo que puede en apreciaciones muy largas incurrir en sesgos significativos. Las mismas deben por ello ser empleadas con restricción y mucha prudencia.
- 10) El uso de Intervalos de Confianza (IC) empleando niveles de probabilidad adecuadas ($>90\%$) es un criterio

importante que aporta certeza matemática a la posibilidad de ocurrencia con base probabilística del evento, en este caso encontrar una determinada área cultivada, sea por tendencia o en su caso por excepcionalidad. La consistencia y validez del IC viene directamente ligada y condicionada a la serie de datos empleada.

- 11) El criterio experto resulta ser incuestionablemente una técnica muy válida para proyectar áreas sobre un sentido de realidad debidamente analizado y ponderado, considerando potenciales reales y efectivos de ocurrencia o no de posibles eventos favorables o desfavorables que operen como estímulos o en su caso como limitante y distractores al aumento e incorporación de nuevas áreas de siembra. La información del Cuadro 1 es rica en su identificación.
- 12) Como recomendación siempre se estima conveniente, prudente y sensato emplear un modelo combinado utilizando e integrando criterios matemáticos y estadísticos asociados con la opinión de expertos en la materia que puedan aportar elementos de ajuste y corrección a la información generada. Los primeros aportan base y consistencia a la estimación que define la proyección; el segundo sentido de realidad de lo que puede o se considera va a suceder. La combinación y articulación de ecuaciones de regresión con buen ajuste ($R^2 \geq 90\%$) con el criterio experto, proporciona posiblemente el mejor instrumento para operar una proyección realista y objetiva en el tiempo, lo cual se torna aún más relevante si la misma opera para muchos años futuros.

Conclusión

Es definitivo que, en la gestión formal o informal de administración y manejo de una unidad productiva de caña de azúcar, cualquiera que sea, independientemente de su extensión, ubicación geográfica, nivel de inversión y grado tecnológico incorporado, siempre la estimación y la proyección de factores y variables constituye una labor de carácter ordinario. Es así como cuando inicia una zafra, se siembra o cosecha una plantación surgen inquietudes y dudas que deben ser resueltas y explicadas con fundamento y con la mayor certeza y veracidad posible. ¿Cuánto voy a producir en el lote cosechado? ¿Qué área requiero sembrar para obtener una determinada producción? ¿Cuánta caña se producirá en el área

sembrada en la región y en el país? Esas y otras preocupaciones afines son comunes que surjan en el entorno cañero local, regional y nacional. Es aquí donde aparecen diferentes formas, mecanismos y criterios de cómo atenderlo y resolverlo, para lo cual se plantean y recomiendan medidas simples y también sofisticadas, aplicadas de acuerdo con el grado de eficacia, certidumbre y certeza que se desee tener como respuesta.

Sobre el área sembrada y cosechada medida y expresada en hectáreas hay numerosos y diversos vínculos que pueden establecerse, y sobre los cuales se basan y fundamentan los estimados de producción y productividad que puedan obtenerse en una determinada unidad productiva. La variable área sembrada y cosechada determina la cantidad de semilla requerida en la siembra (t/ha), la materia prima cosechada (t/ha), el rendimiento de caña y azúcar alcanzado (t/ha), los insumos requeridos aplicar (kg o t/ha), la eficiencia lograda en la labor de campo (horas/ha) y muchos otros vínculos y relaciones que sobre la misma existen y es posible establecer, los cuales tienen alcances en casi todos los ámbitos, sean estos productivos, económicos, comerciales, tecnológicos, sociales y hasta culturales.

Por esas y otras razones bien fundamentadas resulta de extraordinaria importancia y relevancia conocer la dimensión, ubicación geográfica, movilización y características del área cultivada con caña de azúcar en el país y preferiblemente desagregada en sus seis regiones productoras, como lo designa y establece oficialmente la legislación azucarera. Disponer de dicha información resulta estratégico y obligado para proceder con fines programáticos, de planificación y proyectistas; sin la cual, poco puede estimarse con la representatividad, certeza y exactitud que se requiere en estos casos. Sin información fidedigna y de calidad, solo caben las valoraciones y proyecciones subjetivas. Es por tanto categórico admitir que conocer el área sembrada con caña representa un factor estratégico y trascendente para toda la agroindustria nacional; el cual, sin embargo, lamentablemente y pese a reconocer su importancia, no ha estado dispuesta en su presentación regional para uso público, generando un inconveniente y profundo vacío que ha permanecido históricamente sin resolverse.

Basados en esos preceptos y fundamentos, no queda duda alguna que la información inédita expuesta y analizada en esta oportunidad resulta de muy alto valor institucional y sectorial, pues favorece un mayor conocimiento de lo acontecido con el

área sembrada durante los últimos 11 años (periodo 2010-2020) en cada una de las seis regiones agrícolas productoras de caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica. El aporte y la contribución que provee la información examinada en esta oportunidad son de muy alto valor para integrarla e incorporarla a la ya existente, concerniente a otros reveladores e importantes indicadores de producción y productividad agroindustrial que año a año genera la organización cañero-azucarera nacional. Como hecho destacable, cabe reconocer y compartir con mucha satisfacción lo actuado y manifestado por Chaves y Chavarría (2021b), al aseverar, que “...se resuelve con esta presentación por tanto el largo y sentido vacío de información que existió históricamente sobre las áreas sembradas con caña en cada una de las regiones agrícolas productoras de caña de azúcar.

Literatura citada

- Acuña Agüero, R. 2018. *División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica, por provincia, cantón y distrito, escala 1:5.000 (en línea)*. San José, Costa Rica. IGN (Instituto Geográfico Nacional). Consultado 3 de enero del 2021. Disponible en <https://www.snitcr.go.cr/Visor/index2019>
- 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.
- Araya Vindas, A. 2013. *Los Chiles, una región nueva en la producción de caña de azúcar, Costa Rica*. En: XIX Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA). XX Congreso de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). 11 al 13 de septiembre del 2013. Centro Internacional de Convenciones. Hotel Wyndham Herradura, La Asunción de Belén. Heredia, Costa Rica. p: 179-203.
- Barboza V., C.; Aguilar F., J.; León S., J. 1982. *Desarrollo Tecnológico en el Cultivo de la Caña de Azúcar*. San José, Costa Rica. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica (CONICIT)/IPPCT.
- 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.
- Costa Rica. Leyes, Decretos, etc. 2007. *División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica. 6ª edición*. San José, Costa Rica. Imprenta Nacional, Serie de Publicaciones Oficiales La Gaceta. 352 p.
- Costa Rica. Poder Ejecutivo. Decretos Tribunal Supremo de Elecciones. Resoluciones. 2019. *División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica. Decreto Ejecutivo N° 41548-MGP*. San José, Costa Rica: La Gaceta. Diario Oficial. Alcance N° 60. martes 19 de marzo del 2019. 79 p.
- Chaves Solera, M.A. 1993a. *Antecedentes, situación actual y perspectivas de la agroindustria azucarera y alcoholera costarricense*. En: Participación de DIECA en el IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. p: 1-116. También en: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Memoria: *Sesiones de Actualización y Perspectivas*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre. Volumen 1. 116 p.
- Chaves Solera, M.A. 1993b. *Área cultivada, índices de producción y estimación de costos agrícolas de la caña de azúcar- mayo 1993*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 59 p.
- Chaves, M.; Alfaro, R. 1996. *Distribución del área cultivada con caña de azúcar en Costa Rica, según región agrícola y tamaño de la unidad productiva*. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: *Agronomía y Recursos Naturales*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 367. También en: Congreso de ATACORI “Cámara de Productores de Caña del Pacífico”, 10, Hotel Sol Playa Hermosa, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 48.

- Chaves Solera, M. 1997. *Resumen del desarrollo histórico de la caña de azúcar en Costa Rica*. En: Congreso de ATACORI "Roberto Mayorga C.", 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, ATACORI, octubre-noviembre. Tomo I p: 112-121.
- Chaves S., M.; Barrantes M., J.C.; Villalobos M., C.; Angulo M., A.; Rodríguez R., M.; Calderón A., G.; Rodríguez F., J.M.; Alfaro P., R. 2001. *Estimación del área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica durante el año 2000, según región productora*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 126 p.
- Chaves, M.; Chavarría, E. 2013. *¿Cómo se distribuye y dónde se cultiva territorialmente la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica?* En: XIX Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA). XX Congreso de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). 11 al 13 de septiembre del 2013. Centro Internacional de Convenciones. Hotel Wyndham Herradura, La Asunción de Belén. Heredia, Costa Rica. p: 179-203.
- Chaves Solera, M.A. 2017a. *La Caña de Azúcar en el Censo Nacional Agropecuario Costarricense Año 2014: presentación de resultados*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 41 p.
- Chaves Solera, M.A. 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.; Chavarría Soto, E. 2017. *Tipos de suelo y producción de caña de azúcar en Costa Rica: Primera aproximación taxonómica*. En: Congreso Nacional de Suelos, 9, San José, Costa Rica, 2017. Memorias. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS), octubre 25 al 27, Hotel Crowne Plaza San José Corobici. 6 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.; Bolaños Porras, J.; Barrantes Mora, J.C.; Calderón Araya, G.; Rodríguez Rodríguez, M.; Angulo Marchena, M.; Barquero Madrigal, E. 2019. *Problemas y limitantes del productor de caña de azúcar en Costa Rica: opinión del agricultor*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 122 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019a. *Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático 1(7): 5-6, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2019b. *Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica*. En: Seminario Internacional: Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica. Hotel Condovac La Costa, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2019. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 15, 16 y 17 de octubre, 2019. 114 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019c. *Ambiente agro climático y producción de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(18): 5-10, noviembre-diciembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020a. *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. 2020b. *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. 2020c. *Agroclimatología y producción competitiva de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(24): 5-13, noviembre.

Chaves Solera, M.A. 2020d. *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. 2020e. *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.; 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.; Bermúdez Loría, A.Z. 2020. *80 Años de Vida Institucional del Sector Cañero-Azucarero Costarricense: Breve Recorrido por su Historia*. Revista Entre Cañeros N° 16. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, agosto. 37 p

Chaves Solera, M.A. 2021. *Indicadores históricos de producción y productividad de la agroindustria azucarera costarricense: análisis del periodo 1969-2019 (51 zafras)*. Revista Entre Cañeros N° 19. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, diciembre. p: 9-67.

Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2021a. *Distribución geográfica de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica según altitud y localidad*. Revista

Entre Cañeros N° 20. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica. p: 5-35, julio.

Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2021b. *Estimación del área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica según región productora. Periodo 1985 - 2020 (36 Zafras)*. Revista Entre Cañeros N° 22. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, diciembre. En Prensa.

LAICA. 1998. *Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 22 de Setiembre de 1998*. San José, Costa Rica, LAICA. 117 p.

LAICA. 2000. *DECRETO N° 28665 - MAG. REGLAMENTO EJECUTIVO DE LA LEY ORGÁNICA DE LA AGRICULTURA E INDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR N° 7818 de 2 de setiembre de 1998*. Dado en la Presidencia de la República. San José, a los veintisiete días del mes de abril del año dos mil. 140 p.

León Sáenz, J.; Arroyo Blanco, N. 2012. *Desarrollo Histórico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en el Siglo XX: Aspectos económicos, institucionales y tecnológicos*. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica: Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas. 256 p

Recuerde que puede acceder los boletines en
www.imn.ac.cr/boletin-agroclima y en
www.laica.co.cr