

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

TENDENCIA SEMANAL PARA LAS REGIONES CAÑERAS EN OCTUBRE 2024

Se prevén condiciones que muestran un cambio abrupto entre la tercera y cuarta semana de octubre, con escenarios menos lluviosos seguidos de más lluviosos. El siguiente cuadro detalla semana a semana lo esperado para el mes en curso en cada región cañera.

Región cañera	Semana: 1-6	Semana: 7-13	Semana: 14-20	Semana: 21-27
Guanacaste (Este y Oeste)	Lluvia normal Temperatura normal Ventoso	Lluvia normal Temperatura normal Viento normal	Seco Cálido Ventoso	Lluvia normal Cálido Ventoso
Puntarenas	Lluvia normal Temperatura normal Ventoso	Lluvia normal Temperatura normal Viento normal	Seco Cálido Ventoso	Lluvia normal Cálido Ventoso
Región Sur	Seco Temperatura normal Ventoso	Lluvia normal Temperatura normal Viento normal	Seco Cálido Ventoso	Lluvioso Cálido Ventoso
Región Norte	Lluvia normal Temperatura normal Ventoso	Lluvia normal Cálido Ventoso	Seco Muy cálido Ventoso	Lluvia normal Temperatura normal Ventoso
Valle Central (Este y Oeste)	Lluvia normal Temperatura normal Ventoso	Lluvia normal Cálido Viento normal	Seco Cálido Ventoso	Lluvia normal Cálido Ventoso
Turrialba (Alta y Baja)	Seco Temperatura normal Ventoso	Lluvia normal Temperatura normal Viento normal	Seco Muy cálido Ventoso	Lluvia normal Cálido Ventoso

“Tránsito de ondas tropicales: OT#39 el 12 y OT#40 del 16-17 de octubre. El huracán Milton no ha influenciado el tiempo sobre el país. Sin presencia de polvo Sahariano, hasta el 16.”

CONDICIONES DEL MES PREVIO: SETIEMBRE 2024

Durante el mes de setiembre se tuvo afectación de las condiciones lluviosas por parte de 4 ondas tropicales. **Guanacaste (Este y Oeste)** el Este presentó 7 días mientras Oeste 5 días con más de 20 mm diarios, amplitud térmica 5-11 °C, ráfagas 17-42 m/s presentándose las mayores al Este y radiación solar 12-20 MJ/m²; así como evapotranspiraciones 3-5 mm; acumulando 349-352 °C grados día. **Puntarenas** mostró dos días con lluvia diaria superior a 40 mm, amplitud térmica 6-10 °C, ráfagas 15-29 m/s y radiación solar 15-19 MJ/m² y evapotranspiraciones 4-5 mm; acumulando 369 °C grados día. **Región Sur** presentó seis días con lluvia superior a 30 mm, amplitud térmica 6-10 °C, ráfagas 13-31 m/s, radiación solar 13-17 MJ/m² y evapotranspiraciones 3-4 mm; acumulando 229 °C grados día. **Región Norte** evidenció cinco días con lluvia superior a 20 mm, amplitud térmica 7-11 °C, ráfagas 16-34 m/s y radiación solar 15-20 MJ/m² y evapotranspiraciones 4-5 mm; acumulando 341 °C grados día.

Valle Central mostró seis días con lluvia superior a 20 mm, amplitud térmica 6-11 °C, ráfagas 19-32 m/s y radiación solar 13-18 MJ/m² y evapotranspiraciones 3-4 mm; acumulando 239 °C grados día. **Región Turrialba** exhibió quince días con lluvia diaria inferior a 2 mm, amplitud térmica 6-11 °C, ráfagas 22-47 m/s y radiación solar 13-17 MJ/m² y evapotranspiraciones 3-4 mm; acumulando 185 °C grados día.

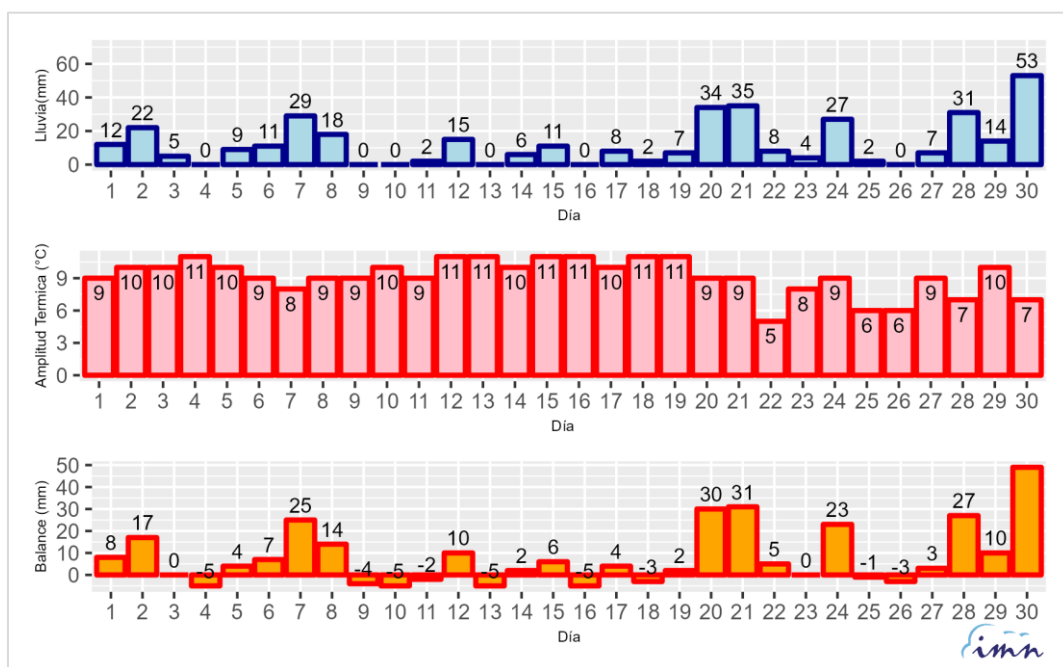


Figura 1.a. Promedio regional diario de precipitación (mm), amplitud térmica (°C), balance hídrico (mm) para setiembre 2024 en la región cañera **Guanacaste Este**.

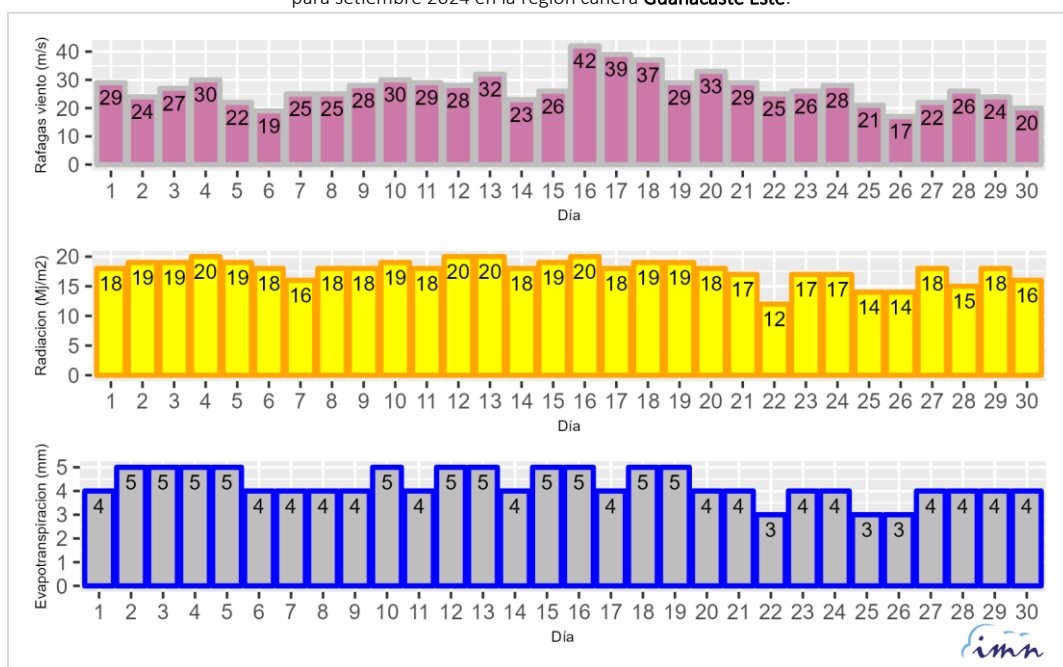


Figura 1.b. Promedio regional diario de viento máximo (m/s), radiación solar (MJ/m²) y evapotranspiración referencia (mm) para setiembre 2024 en la región cañera **Guanacaste Este**.

Octubre 2024 - Volumen 1 – Número 7

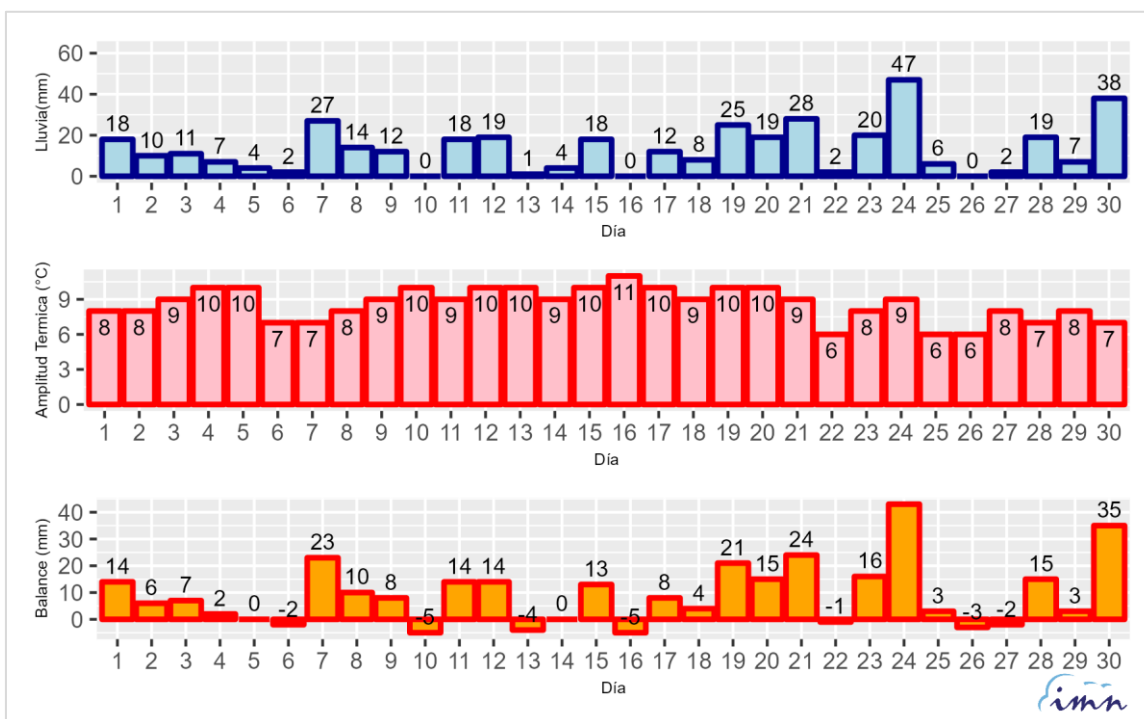


Figura 2.a. Promedio regional diario de precipitación (mm), amplitud térmica (°C), balance hídrico (mm) para setiembre 2024 en la región cañera Guanacaste Oeste.

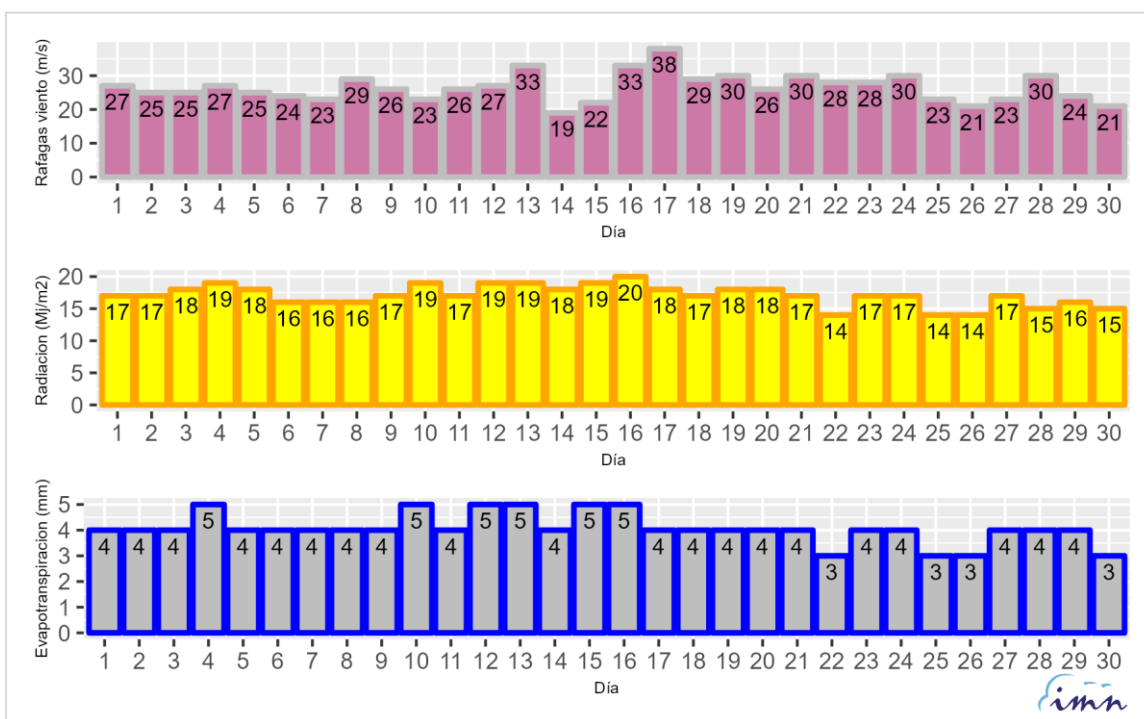


Figura 2.b. Promedio regional diario de viento máximo (m/s), radiación solar (MJ/m²) y evapotranspiración referencia (mm) para setiembre 2024 en la región cañera Guanacaste Oeste.

Octubre 2024 - Volumen 1 – Número 7

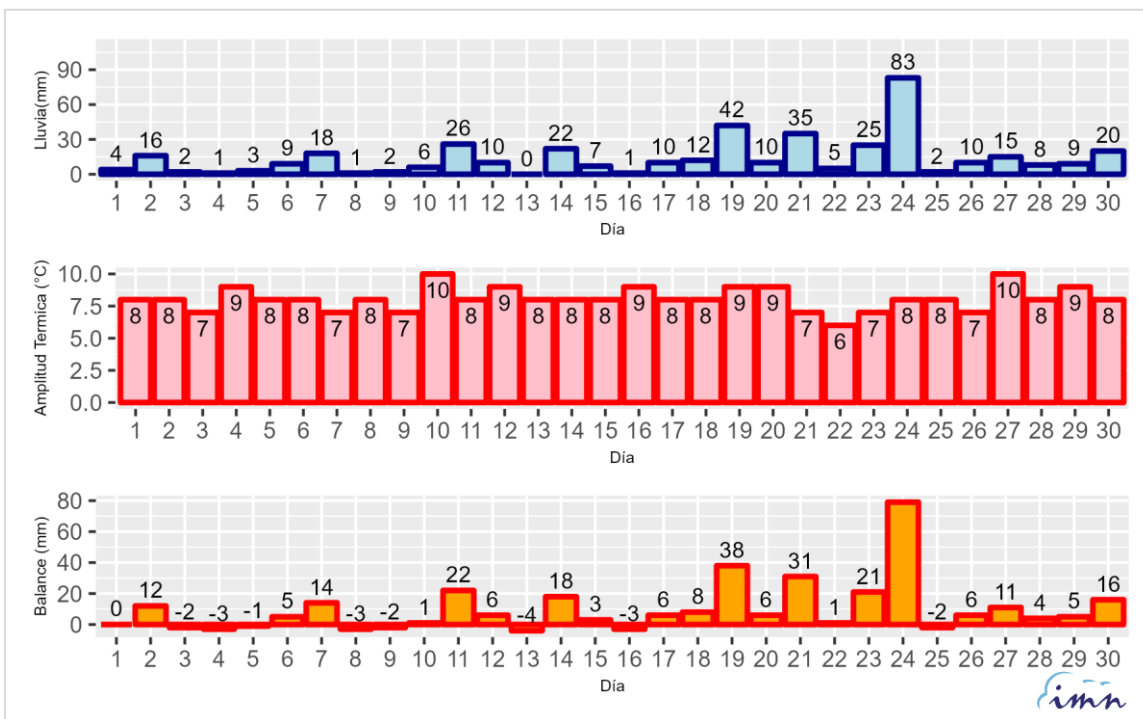


Figura 3.a. Promedio diario de precipitación (mm), amplitud térmica (°C), balance hídrico (mm) para setiembre 2024 en la región cañera Puntarenas.

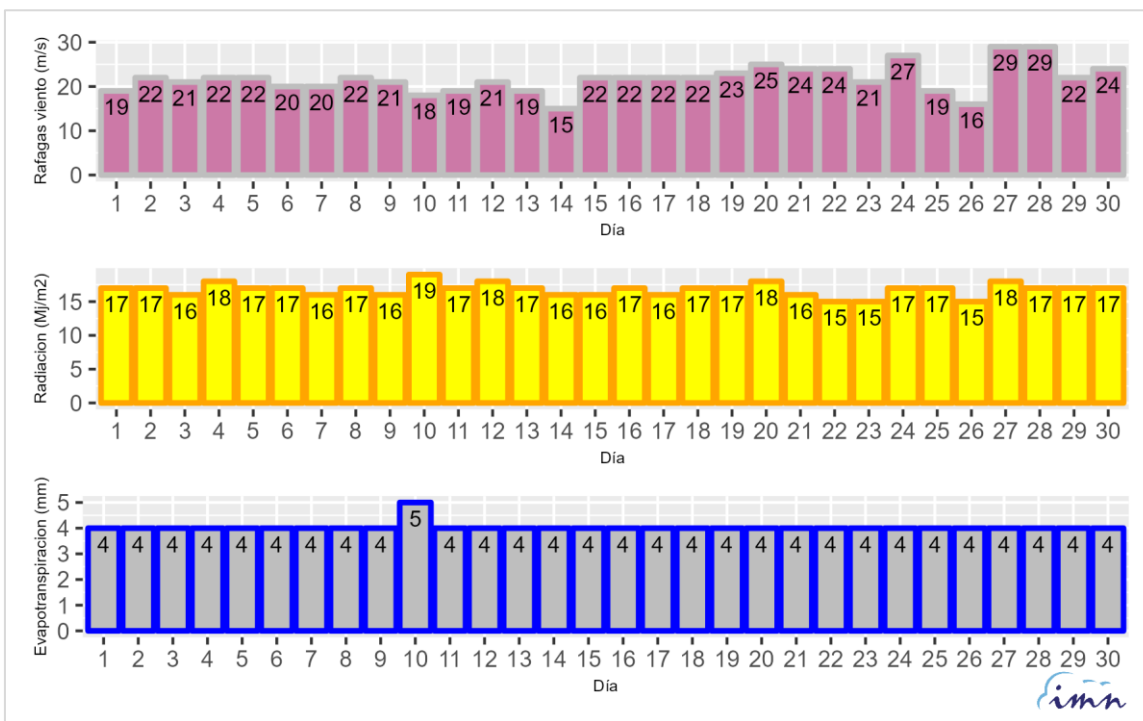


Figura 3.b. Promedio diario de viento máximo (m/s), radiación solar (MJ/m²) y evapotranspiración referencia (mm) para setiembre 2024 en la región cañera Puntarenas.

Octubre 2024 - Volumen 1 – Número 7

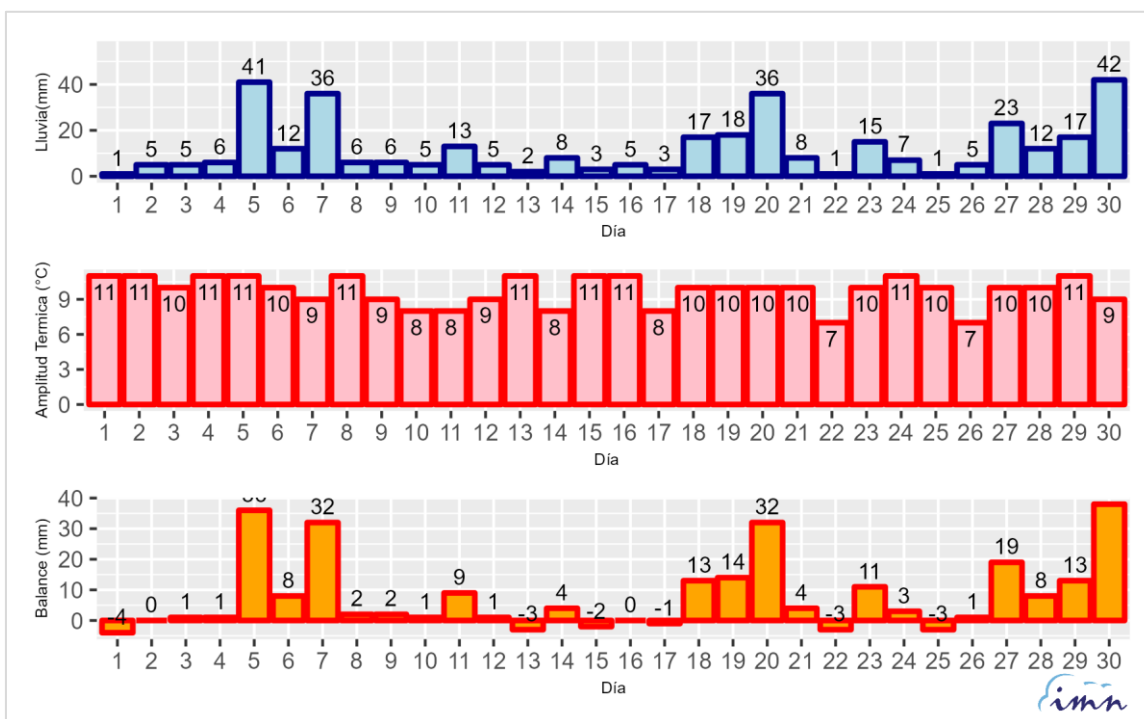


Figura 4.a. Promedio diario de precipitación (mm), amplitud térmica (°C), balance hídrico (mm) para setiembre 2024 en la región cañera **Región Norte**.

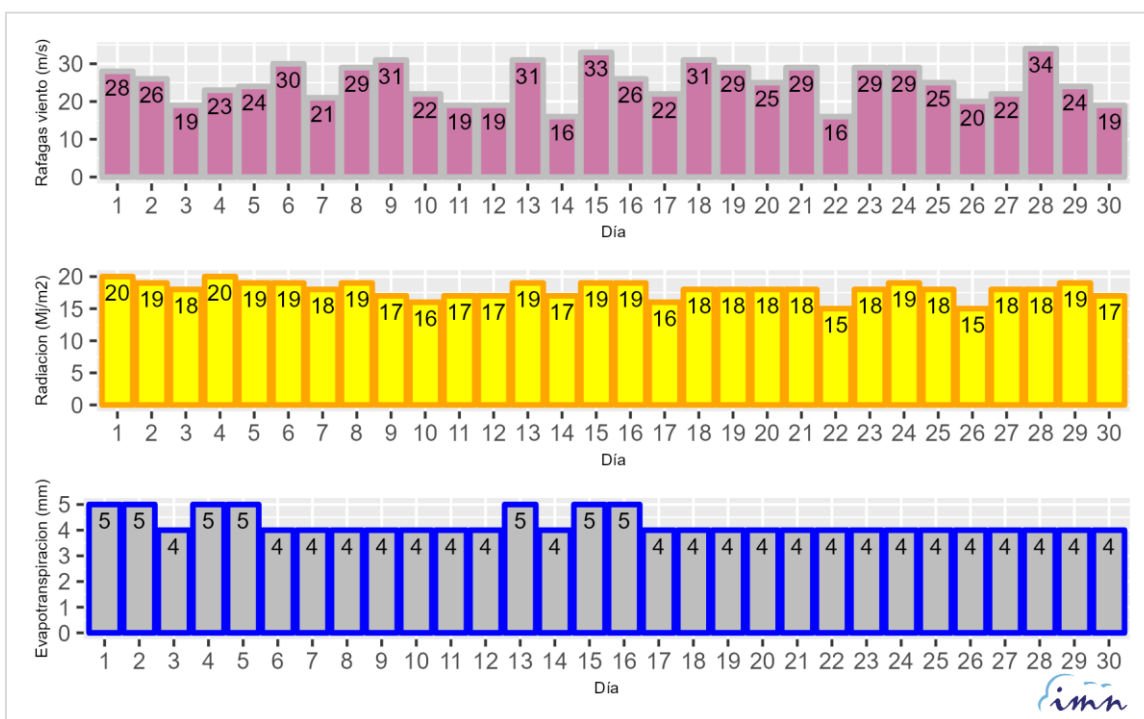


Figura 4.b. Promedio diario de viento máximo (m/s), radiación solar (MJ/m²) y evapotranspiración referencia (mm) para setiembre 2024 en la región cañera **Región Norte**.

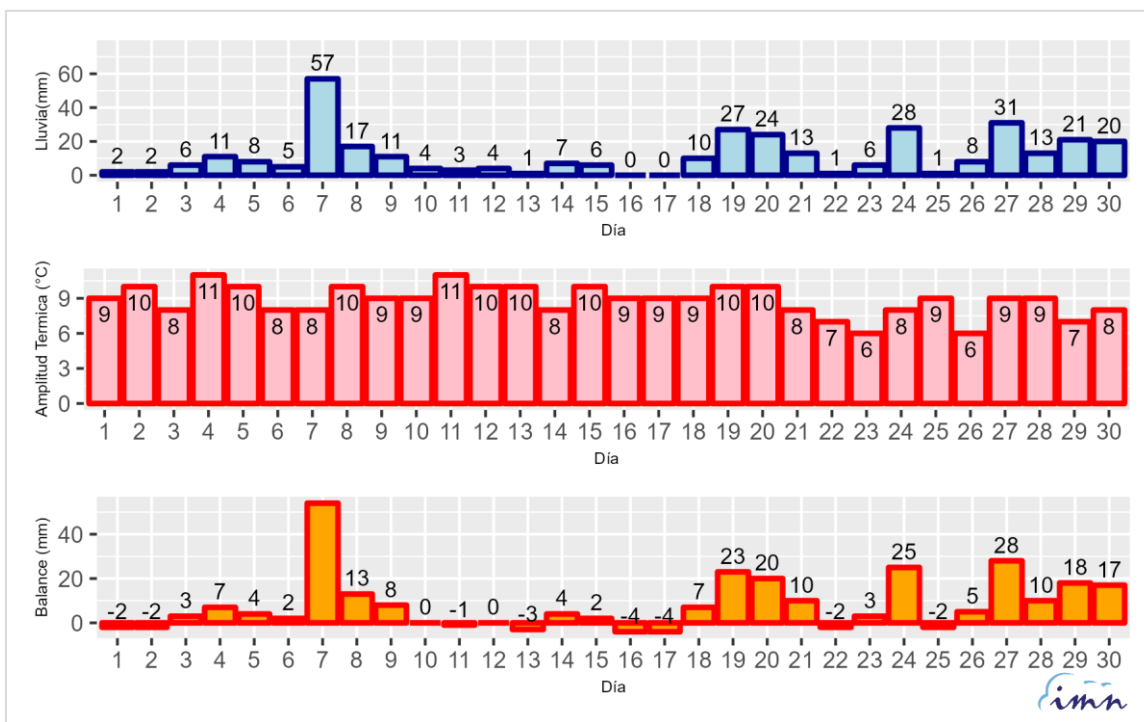


Figura 5.a. Promedio diario de precipitación (mm), amplitud térmica (°C), balance hídrico (mm) para setiembre 2024 en la región cañera Valle Central (Este y Oeste).

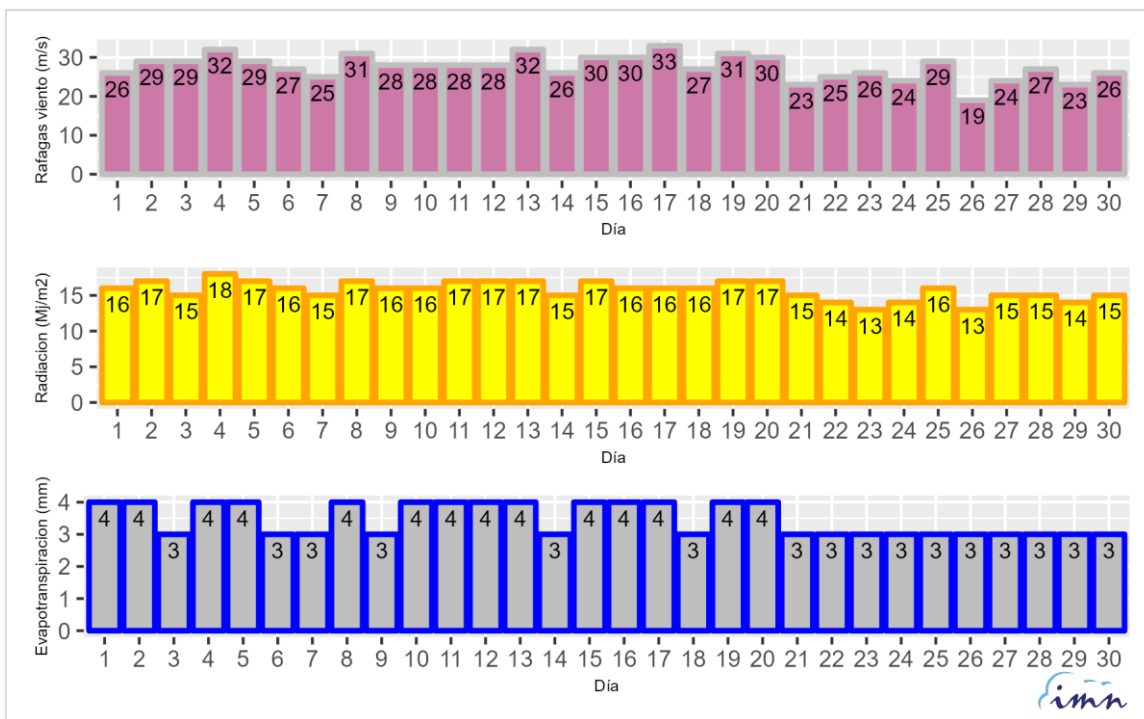


Figura 5.b. Promedio diario de viento máximo (m/s), radiación solar (MJ/m²) y evapotranspiración referencia (mm) para setiembre 2024 en la región cañera Valle Central (Este y Oeste).

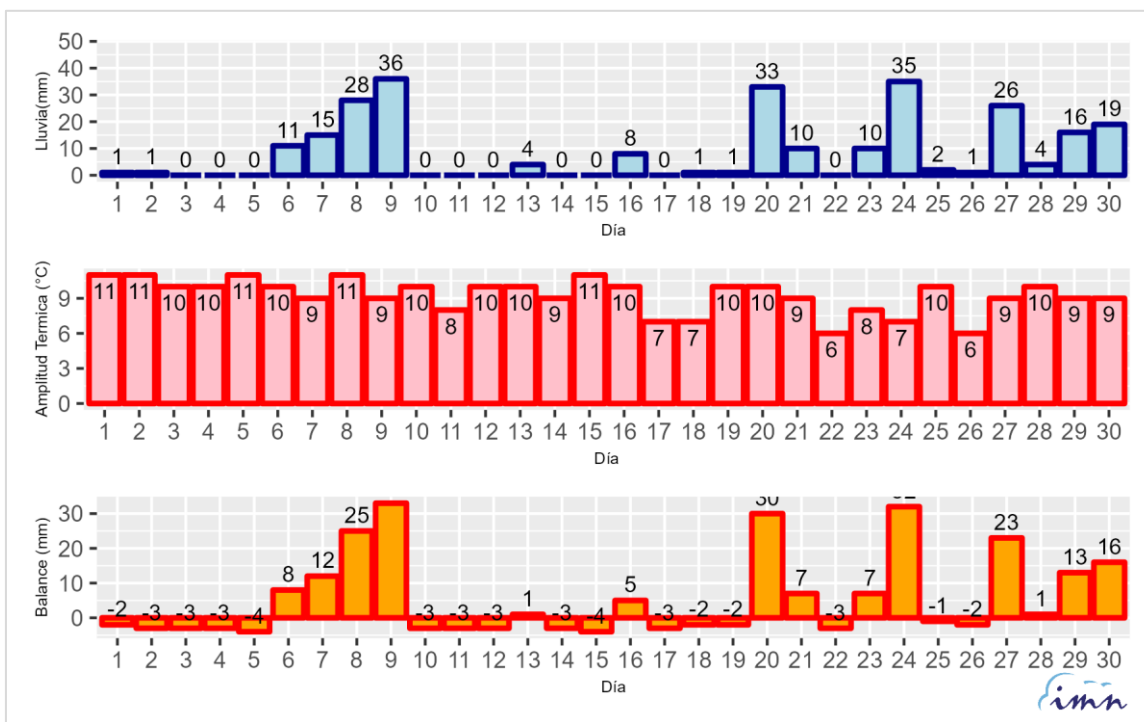


Figura 6. Promedio diario de precipitación (mm), amplitud térmica (°C), balance hídrico (mm) para setiembre 2024 en la región cañera Turrialba (Alta y Baja).

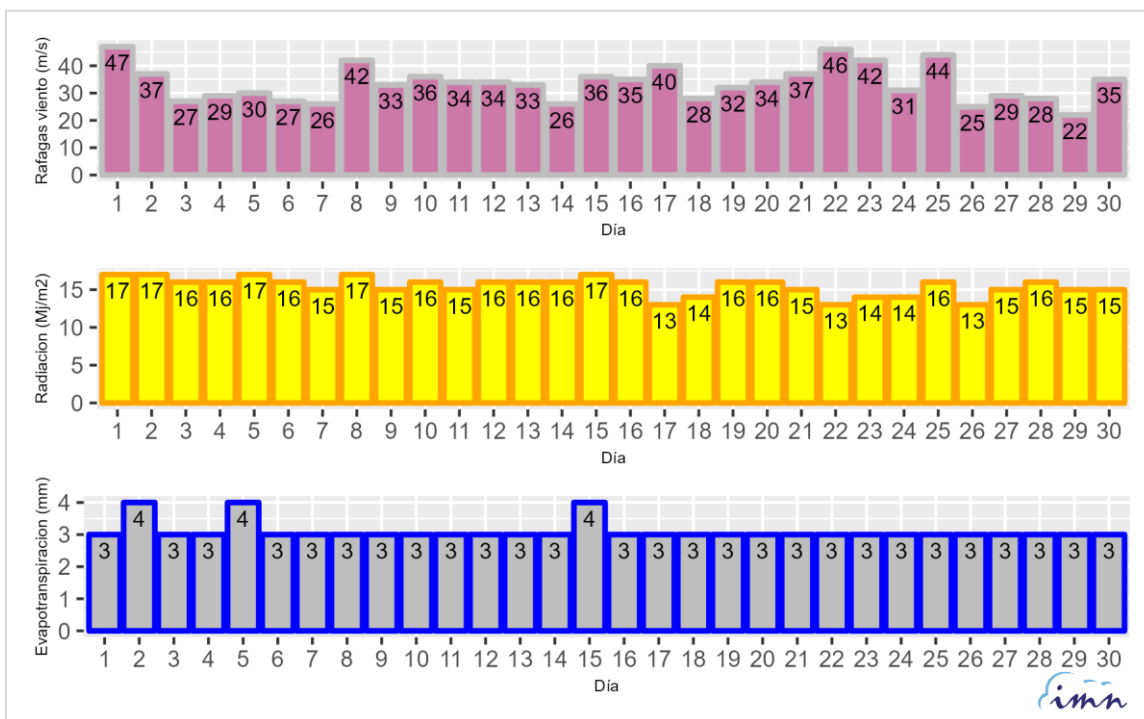


Figura 6. Promedio diario de viento máximo (m/s), radiación solar (MJ/m²) y evapotranspiración referencia (mm) para setiembre 2024 en la región cañera Turrialba (Alta y Baja).

Octubre 2024 - Volumen 1 – Número 7

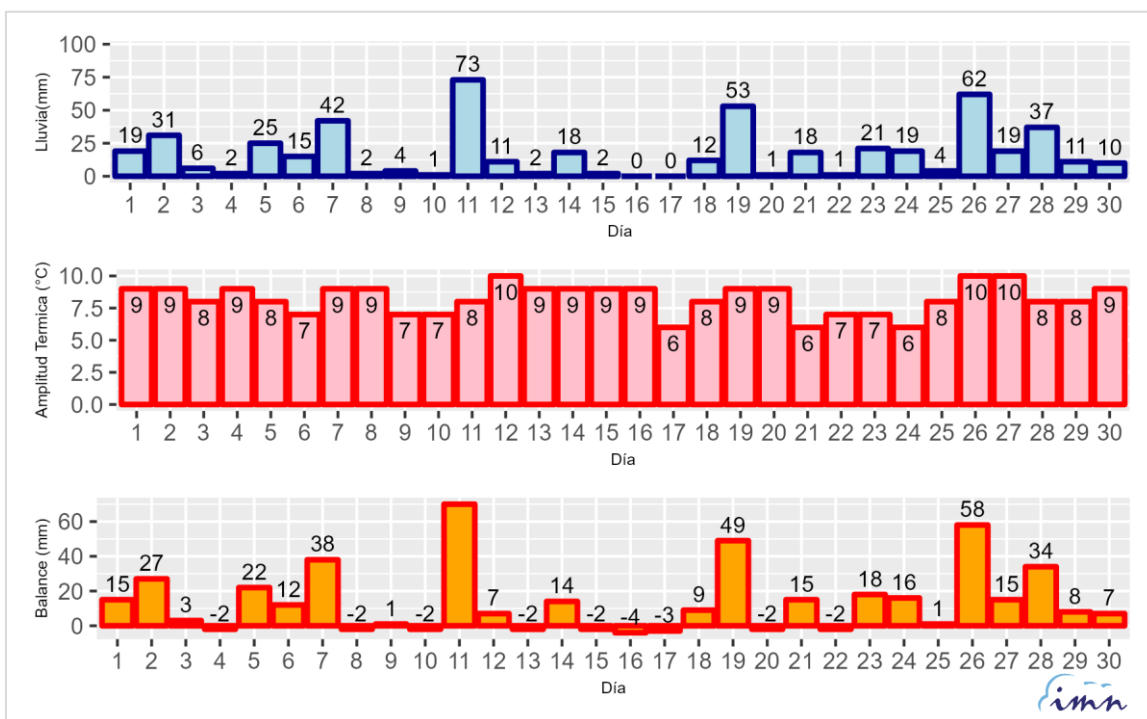


Figura 7.a. Promedio diario de precipitación (mm), amplitud térmica (°C), balance hídrico (mm) para setiembre 2024 en la región cañera **Región Sur**.

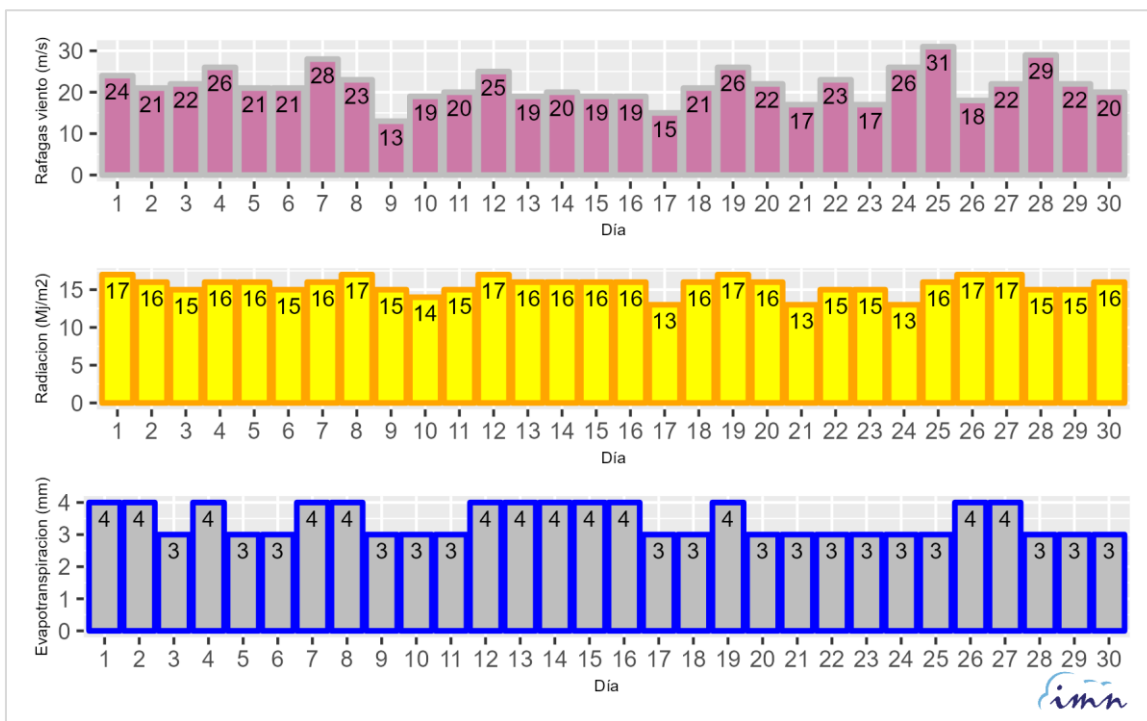


Figura 7.b. Promedio diario de viento máximo (m/s), radiación solar (MJ/m²) y evapotranspiración referencia (mm) para setiembre 2024 en la región cañera **Región Sur**.

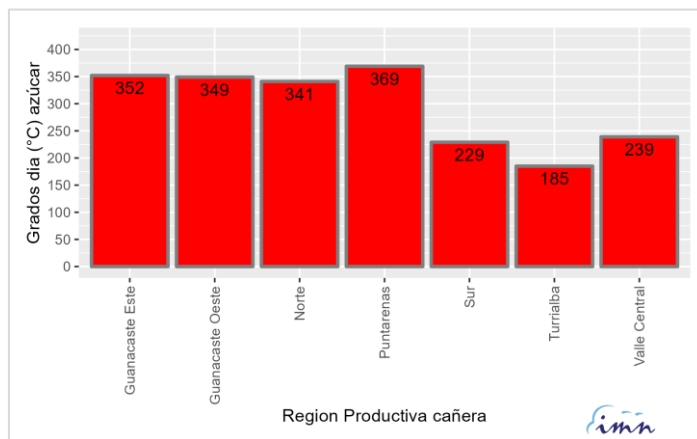


Figura 8. Grados día (°C) por región cañera para setiembre 2024 en la región cañeras.

Las figuras 1 a 8 muestran a detalle el comportamiento diario durante setiembre, promediado por cada región productiva cañera del país, específicamente de aquellos elementos climáticos de interés para el sector cañero nacional. Donde las variables observadas son lluvia y humedad relativa; mientras las demás son estimadas.

HUMEDAD DEL SUELO ACTUAL PARA REGIONES CAÑERAS

De acuerdo con Central America Flash Flood Guidance System (CAFFG), el cual estima la humedad en los primeros 30 cm de suelo, durante el periodo del 01 al 08 de septiembre, se presentaron condiciones de alta humedad en las regiones productoras de Guanacaste Oeste, Región Norte, Turrialba y Región Sur (entre 65% a 100%); las regiones Puntarenas, Valle Central y Puntaremas tuvieron baja humedad, entre 30-65%.

Del 09 al 15 de septiembre, la saturación comenzó alta en todas las regiones productoras, la Región Guanacaste a tener entre 65% y 90%, la Región Norte estuvo entre 30% y 100%, la Región Turrialba presentó entre 30% y 90%, la Región Valle Central Oeste entre 30% y 95%, solamente las regiones Valle Central Este y Puntarenas tuvieron bajo porcentaje de humedad entre 30% y 65%. A finales de semana la humedad disminuyó en todas las regiones.

En la semana del 16 al 22 de septiembre, la humedad en los suelos estuvo baja en todas las regiones arroceras, la Región Guanacaste Oeste y Este tuvieron entre 30% y 90%, la Región Norte presentó entre 30% y 95%, la Región Turrialba estuvo entre 30% y 65%, la Región Valle Central Oeste presentó

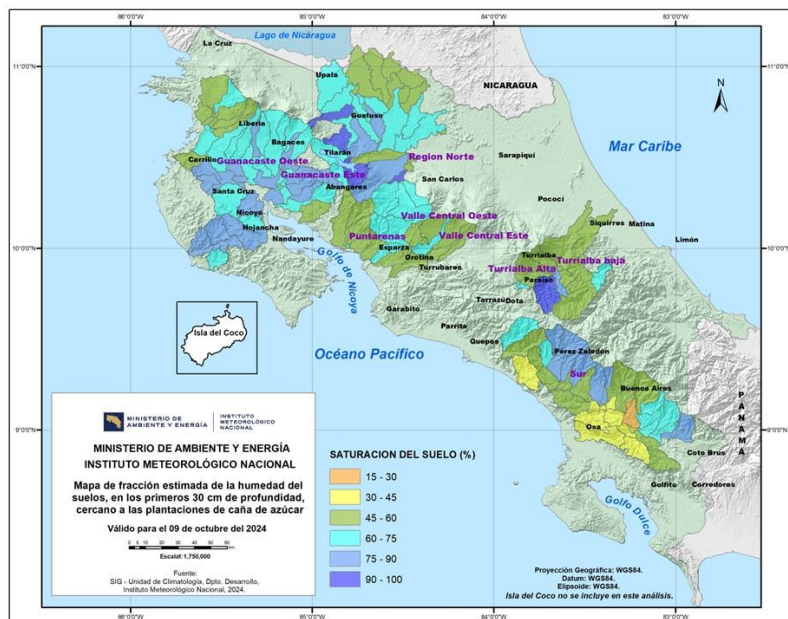


Figura 7. Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), en los primeros 30 cm de profundidad, cercana a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 09 de octubre de 2024.

entre 30% y 85%, las regiones Valle Central Este y Puntarenas estaban entre 30% y 65%, la Región Sur varió entre 30% y 90%. A finales de esta semana, la humedad aumentó en todas las zonas productoras.

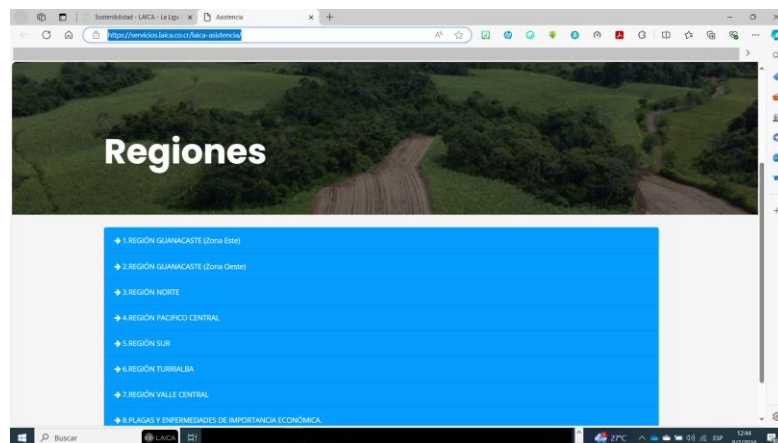
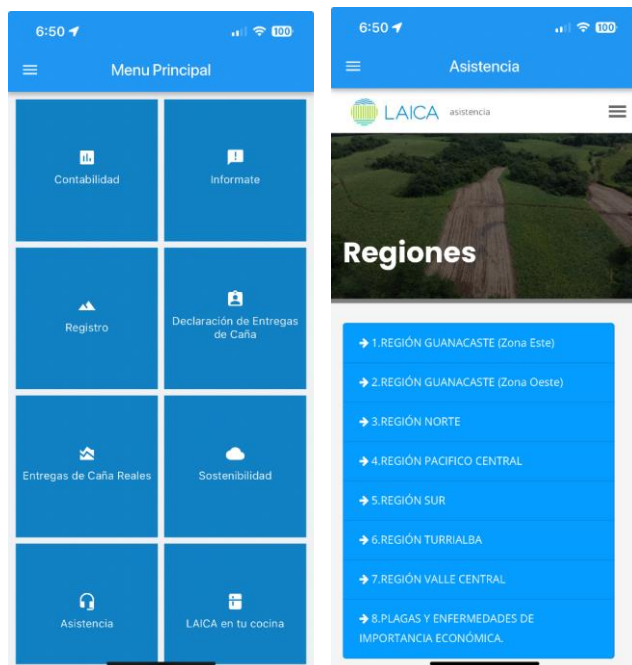
Para el periodo del 23 al 30 de septiembre, el porcentaje de humedad en los suelos estuvo alto en la mayoría de las regiones cañeras, la Región Guanacaste Oeste y Este tuvieron entre 30% y 90%, la Región Norte presentó entre 30% y 95%, la Región Turrialba estuvo entre 30% y 90%, la Región Valle Central Oeste presentó entre 30% y 90% y la Región Sur varió entre 30% y 100%; solamente las regiones Valle Central Este y Puntarenas estaban con menos saturación, entre 30% y 65%.

Como se observa en la figura 7, la Región Guanacaste Oeste está entre 45% y 90% de saturación mientras que la Región Guanacaste Este tiene entre 60% y 90%. La Región Puntarenas presenta entre 45% y 60% de humedad, la Región Norte está entre 45% y 100%, la Región Valle Central Oeste tiene entre 60% y 75%, la Región Valle Central Este presenta entre 45% y 75%. La Región Turrialba Alta (> 1000 m.s.n.m.) tiene entre 45% y 100% y la región Turrialba Baja (600-900 m.s.n.m.) está entre 45% y 75%. La Región Sur varía entre 15% y 90% de humedad.

LAICA LE RECOMIENDA

Acceder a nuestra herramienta de Asistencia Técnica a través de la aplicación Cultivando Futuro, disponible en Apple App Store y en Google Store, o por medio de la web <https://servicios.laica.co.cr/laica-asistencia/>.

En esta herramienta encontrarán información actualizada y de primera mano para la atención del cultivo en las diferentes regiones cañeras, así como información sobre plagas y enfermedades. Es una aplicación abierta al público para consulta general con información clara y concisa. Con gusto invitamos al público en general a utilizar esta herramienta que sabemos será de mucha ayuda.



IMN LE RECOMIENDA

Mantenerse informado con los avisos emitidos por el IMN en:



@IMNCR

Instituto Meteorológico Nacional CR



@InstitutoMeteorologicoNacional

www.imn.ac.cr

MAPAS NACIONALES DE VARIABLES CLIMATICAS DEL SETIEMBRE 2024.

El compendio de mapas presentado en las dos últimas páginas de este documento pretende evidenciar el comportamiento para la totalidad nacional de las variables climáticas de interés para el sector azucarero nacional, como un adicional al promedio diarios por región productiva azucarera que ya se muestra en las figuras 1-8. Estos mapas presentan información quincenal del mes previo a la publicación del boletín agroclimático.

Vamos a utilizar como ejemplo la variable precipitación, para lo cual se requiere seguir el siguiente procedimiento, para ver el mapa de la primera quincena y luego el mapa de la segunda quincena.

1. Abra el archivo del boletín agroclimático.
2. Identifique el icono remarcado en color rojo en la figura 8.
3. De clic sobre el icono.
4. Identifique el listado de variables por quincena que se acaba de desplegar (figura 9).
5. De clic sobre la variable precipitación correspondiente a la segunda quincena. Ahora está usted viendo la precipitación acumulada en la primera quincena del mes. Dado que la capa de precipitación de la segunda quincena esta desactivada y la capa de precipitación de la primera quincena esta activada (figura 10).
6. Para ver la precipitación de la segunda quincena, de clic sobre la capa de la segunda quincena, para activarla. Además de clic sobre la capa de precipitación de la primera quincena (que actualmente está activa) para desactivarla (figura 11).

Para visualizar el mapa de otra variable en la quincena que prefiera, puede repartir los pasos 5 y 6 con la variable de su preferencia. Tome en cuenta que el documento del boletín meteorológico muestra dos páginas de mapas nacionales, por lo que debe posicionarse en la página que contenga la variable de su interés (figura 12).

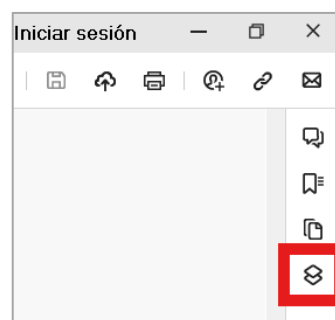


Figura 8. Icono (rojo) para desplegar capas de variables climáticas en el archivo del boletín agroclimático

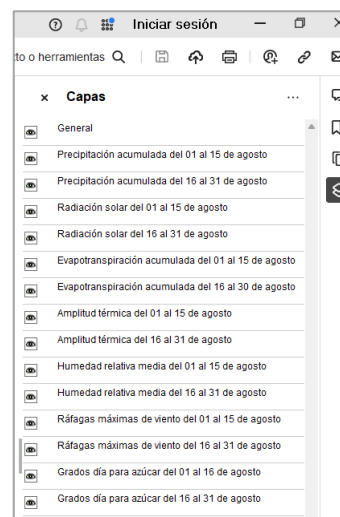


Figura 9. Listado de variables climáticas quincenales.

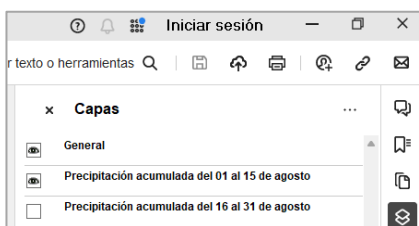


Figura 10. Selección de capas para ver la precipitación acumulada en la primera quincena del mes.

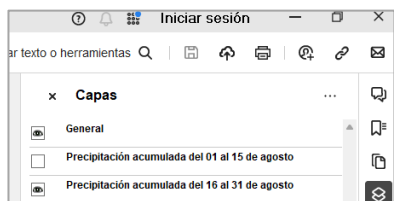


Figura 11. Selección de capas para ver la precipitación acumulada en la segunda quincena del mes.

<input type="checkbox"/>	Precipitación acumulada del 01 al 15 de agosto
<input type="checkbox"/>	Precipitación acumulada del 16 al 31 de agosto
<input type="checkbox"/>	Radiación solar del 01 al 15 de agosto
<input type="checkbox"/>	Radiación solar del 16 al 31 de agosto
<input type="checkbox"/>	Evapotranspiración acumulada del 01 al 15 de agosto
<input type="checkbox"/>	Evapotranspiración acumulada del 16 al 30 de agosto

(a)

<input type="checkbox"/>	Amplitud térmica del 01 al 15 de agosto
<input type="checkbox"/>	Amplitud térmica del 16 al 31 de agosto
<input type="checkbox"/>	Humedad relativa media del 01 al 15 de agosto
<input type="checkbox"/>	Humedad relativa media del 16 al 31 de agosto
<input type="checkbox"/>	Ráfagas máximas de viento del 01 al 15 de agosto
<input type="checkbox"/>	Ráfagas máximas de viento del 16 al 31 de agosto
<input type="checkbox"/>	Grados día para azúcar del 01 al 16 de agosto
<input type="checkbox"/>	Grados día para azúcar del 16 al 31 de agosto

(b)

Figura 12. Variables disponibles para desplegar por quincena, según la página de mapas donde usted se posiciona: (a) página 1 y (b) página 2.

NOTA TÉCNICA

Productividad: concepto complejo y procurado alcanzar en la actividad cañero-azucarera mundial y nacional

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

chavessolera@gmail.com

Especialista en el cultivo de la Caña de Azúcar

1. Introducción

El mejoramiento e incremento sostenido de cualquier factor vinculado con la producción de un bien sea de carácter industrial, comercial, agropecuario, financiero o de cualquier otra índole, constituye un deseo, una demanda por satisfacer y la meta ansiada de cualquier empresario, comerciante o persona que busca maximizar el beneficio generado por el mismo. Esa pretensión trasciende lo material y alcanza inclusive expectativas de orden personal, donde la mejora y el crecimiento positivo continuo y sostenido alcanzado vislumbran la magnitud del esfuerzo realizado, cualquiera sea su naturaleza.

En el campo propiamente agropecuario el mejoramiento de la calidad, el aumento de los rendimientos y la productividad en cualquiera de los diferentes indicadores que podrían establecerse como referentes medibles y cuantificables constituye un fin, un objetivo y una meta incuestionablemente obligada conseguir para cualquier persona, funcionario o

empresario que pretenda ser competitivo. Lo anterior trasciende y aplica inclusive a unidades productivas, instituciones, sectores, organizaciones y hasta naciones. Mejorar y crecer forma parte intrínseca, esencial e ineludible del ser humano, lo cual se proyecta, visualiza y materializa en la evolución mantenida por una sociedad cada vez más exigente, consciente y persuadida de la imperiosa necesidad de mejorar integralmente su calidad de vida.

Propiamente en el caso de la producción de caña, la fabricación y comercialización de azúcar y derivados sucede lo mismo, pues la mejora continua y sostenida de los indicadores referentes y representativos reveladores de esa condición de mejoramiento es imperativa, insoslayable y obligada alcanzar en términos empresariales e institucionales. Como cualquier actividad productiva, la cañero-azucarera posee indicadores de índole cuantitativo y cualitativo específicos, reveladores y muy representativos que permiten evidenciar y diagnosticar con suficiente veracidad la condición y estado en que se encuentra

un determinado factor o elemento de la producción, la productividad y la competitividad.

Acontece sin embargo que muchas personas de todas las categorías y grados profesionales, sea técnico, empresarial, administrativo y hasta director hacen diagnósticos, emiten criterios, hacen interpretaciones y hasta realizan juzgamientos sobre el estado de la productividad como concepto y sobre todo como actividad pragmática y, lo peor, toman decisiones basados en razonamientos no siempre apegados a la realidad, lo que genera falsas expectativas y crea ambientes de producción fundados en acciones sesgadas e irreales. El tema de la productividad que inexorablemente conduce y se vincula con la rentabilidad y la competitividad no es fácil de abordar y menos de juzgar, virtud de su composición multifactorial e interdisciplinaria donde convergen muchos elementos que en interacción definen un resultado final.

La mejora de la productividad siempre ha sido y será insoslayablemente una meta empresarial por alcanzar; lo cual, en el complejo contexto actual con mercados altamente competitivos, lograr y mantener una alta productividad se torna un objetivo vital para la mejora, el crecimiento, el sostenimiento y la vigencia de las organizaciones y las agroempresas, en este caso ligadas a la producción de caña y la fabricación de azúcar.

En consecuencia, se torna cada vez más necesario e imperativo el uso de herramientas, instrumentos y metodologías que garanticen el mayor rendimiento posible del personal involucrado, la agilización y el seguimiento de los procesos, la captación y empleo de información relevante para la correcta toma de decisiones y las operaciones desarrolladas en el campo, el ingenio y la oficina. Esa constituye casi la única forma viable de conformar un sistema productivo eficiente y correcto, dotado con la capacidad de responder a cabalidad ante los actuales requerimientos impuestos por el mercado.

Para desarrollar, articular y operar un sistema agroproductivo con altos rendimientos y agilizar los procesos, es decir, para potenciar el incremento sostenido de la productividad agrícola, fabril y comercial, es necesario e insoslayable imponer una acción clave en la gestión de recursos, como es la implementación y el empleo de la tecnología.

Por las razones anteriores se procura con el presente artículo abordar con alguna especificidad y profundidad un tema relevante y de gran actualidad como es el de la productividad agroindustrial, aplicado en este caso a la actividad cañero-azucarera nacional, virtud de la difícil coyuntura y el complejo contexto en que se mueven los mercados y sus fuentes de producción primaria, de transformación y consumo en la actualidad, sustentados en criterios de sostenibilidad, rentabilidad, eco-eficiencia y eco-competitividad en todos los ámbitos. Para tener una acometida satisfactoria y comprensible en el tratamiento de un tema tan complejo, es necesario desarrollar un abordaje de manera completa del asunto virtud de su composición, lo cual implicará tener que desarrollarlo en varios artículos sucesivos.

2. Productividad ¿De qué hablamos?

La productividad tiene varias connotaciones y muchos ámbitos de aplicación en consideración de la perspectiva desde la que se le quiera interpretar. No existe por tanto en una valoración, análisis e interpretación objetiva y realista una sola productividad, como erróneamente se le quiere muchas veces interpretar y sobre todo juzgar. Dicha acción se torna aún más compleja cuando se trata de una actividad productiva ampliada de carácter agroindustrial, como es el caso de la actividad cañero-azucarera, que integra las fases de producción primaria de materia prima en el campo y de transformación de la misma en la fábrica.

No se trata aquí de hacer un planteamiento teórico de principios y conceptos sobre las materias abordadas, aunque sí es prudente dejar claro el punto relacionado con la tecnología, la productividad y la competitividad, nociones estrechamente relacionadas y dependientes. Podría definirse la productividad como *“la relación surgida entre la cantidad y la calidad de la producción obtenida de un determinado bien y la cantidad de recursos que fueron empleados para ello”*. Nótese que la interpretación no es apenas proyectada a cantidades, sino también a calidad; lo que fija consecuentemente criterios de valoración cuantitativa y cualitativa operados bajo diferentes estimadores y variables. Resulta cierto reconocer y aceptar que cuanto menos tiempo, menos recursos y menor esfuerzo humano se emplee en el proceso de producción de un bien en nuestro caso caña y azúcar, mayor será la productividad del sistema.

Según Wikipedia (2024) *“La productividad agrícola se mide como el cociente entre la producción y los factores productivos. Esta tiene que ver con la eficacia y la eficiencia con que se usan los recursos y se expresa como un por ciento de la producción entre los factores.”*

Cuando se habla de la cantidad y la calidad de la producción obtenida se hace referencia a la capacidad de generar un producto, en nuestro caso caña en el campo y/o azúcar en la fábrica, que satisfaga a cabalidad la demanda y la expectativa del productor-empresario de una forma equilibrada, consistente y sostenida en el tiempo, generada a un costo razonable, apegada a los principios de calidad requeridos y con la suficiente plasticidad de poder ajustarse a los cambios que puedan surgir sobre dicha demanda en el futuro.

Desde el punto de vista de la gestión empresarial aplicada propiamente en el campo cañero-azucarero, la tecnología puede ser concebida como una herramienta flexible y accesible que facilita y dinamiza la ejecución y eficiencia de los procesos vinculados con la producción de materia prima de calidad en el campo para ser utilizada luego en el ingenio para fabricar azúcar, recuperar melaza y generar otros derivados con potencial comercial.

De este modo, la tecnología sirve de base y sustento para la mejora de la productividad y la rentabilidad. Por medio de las aplicaciones tecnológicas se puede establecer y desarrollar una plataforma operativa que permita a la empresa contar con los instrumentos necesarios para enfrentar y superar los enormes desafíos que supone competir satisfactoriamente en los dinámicos y exigentes mercados actuales y futuros.

Son muchos los factores que imperativa e insoslayablemente entran en juego una vez integrados y articulados los elementos que la componen y que generan un resultado calificado como satisfactorio, deficiente, aceptable y hasta excepcional o inaceptable. Lo cierto del caso es que la sumatoria de las eficiencias y/o las deficiencias da cuerpo a la matriz que al final permite juzgar si la productividad es calificada como buena o no. Lo anterior se torna aún más complicado si se establecen comparativos con respecto a otras actividades productivas, entre periodos de tiempo y hasta sectores afines de otras naciones, como por lo general de manera comprensible

acontece para dictaminar el estado de situación de un determinado sector o actividad empresarial.

La inferencia justa y sensata de lo anterior es que perfectamente se pueden establecer comparativos de productividad y rendimiento, siempre y cuando se consideren los factores y externalidades que pudieran influir y hasta determinar el resultado final; pues resulta la verdad muy cuestionable cuando hay elementos que intervienen, confunden, distraen y hasta determinan un índice de productividad o rendimiento. Entre los factores distorsionantes los hay de diferente calidad como son los vinculados con: clima, tecnología, fitosanidad, capital disponible, costos asociados, tamaño de la unidad productiva (has), precios pagados por el producto final, rentabilidad, infraestructura, estructura de tenencia de la tierra, volumen producido y comercializado, política monetaria y fiscal, administración, visión del negocio y restricciones al comercio, entre muchos otros que más adelante serán analizados.

El ámbito para hacer un juzgamiento realista y certero de la productividad es tan complejo que inclusive existen algoritmos, ecuaciones y métodos matemáticos utilizados para establecer comparaciones, como ocurre por ejemplo con el índice de Malmquist que mide los cambios de la productividad a través del tiempo y la descompone en cambios en la eficiencia y cambios en la tecnología bajo los supuestos de orientación al insumo y de retornos constantes a escala (Santiago Zárate *et al*, 2021). No basta por tanto con hacer una comparación de un índice frío de una variable para interpretar correctamente el recorrido de una actividad tan compleja, intervenida y participativa como lo es la cañero-azucarera; eso simplemente es equivocado e irresponsable.

3. La tecnología como factor de mejora

No se pretende con el presente documento hacer un desarrollo axiomático y confuso de principios y complejas definiciones para tratar de explicar con carácter comprensivo el tema de la tecnología y sus relaciones con los factores y elementos que la componen, intervienen y determinan en su accionar y sobre todo en sus resultados. En este sentido Chaves (2022d) define e interpreta la **tecnología** *“como el conjunto de conocimientos técnicos y científicos empleados y aplicados en este caso a la agricultura cañera para la consecución de resultados prácticos.”*

La diferencia entre ciencia y tecnología es que la primera estudia los fenómenos que nos rodean, mientras que la segunda aplica el conocimiento de estos a la solución de problemas concretos. Por tanto, la tecnología utiliza a la ciencia como base de su desarrollo.”

Resulta la verdad poco juiciosa y hasta redundante tratar de justificar el beneficio que la inversión en tecnología impone en un sistema agroproductivo que pretenda ser eficiente, productivo y rentable; más bien el análisis y la valoración debe orientarse en este caso a estimar en cuanto y que tipo de tecnología debe incorporarse. Lo anterior virtud de que, como está ampliamente demostrado, la tecnología desempeña en todos los campos incluyendo obviamente el agropecuario, un papel fundamental en la mejora de la productividad, la rentabilidad y la competitividad de cualquier empresa o emprendimiento comercial. Con el dinámico avance de la tecnología surgen nuevas oportunidades, aparecen nuevas herramientas y soluciones para superar las limitantes prevalecientes y aprovechar los potenciales que puedan existir. Para ello es viable y factible por medio de la innovación tecnológica agilizar los procesos y labores, automatizar tareas y mejorar la eficiencia general de la empresa.

La implementación de nuevos instrumentos, mecanismos y sistemas tecnológicos orientados a la producción eficiente en la finca cañera significa desde diferentes perspectivas una mejora ostensible de la productividad agrícola e industrial y un incremento significativo en el margen de beneficios valorados en términos cuantitativos, cualitativos y financieros. La gestión técnica va enfocada en ofrecer una propuesta viable y factible de mejora de la calidad, que se constituya en una propuesta que lo diferencie de la competencia.

El uso de la tecnología implica y se manifiesta en significativos ahorros de tiempo, de dinero, de riesgos y de esfuerzo humano, simbolizando una bonita oportunidad de transformación para adecuar, modernizar y optimizar los procesos vinculados con la producción. En conclusión, la tecnología y la productividad tienen un vínculo muy cercano y una estrecha relación. La implementación de la tecnología opera como promotor inequívoco para impulsar la productividad.

Incorporar nuevas tecnologías en los procesos productivos puede implicar y provocar un cambio importante en las

estructuras administrativas y organizativas, en el tipo de gestión desarrollada y también en las estrategias y planes de acción implementados. En el fondo, significa e implica un cambio profundo de paradigma, que los líderes y responsables deben guiar, sabiendo motivar y conducir al personal involucrado.

4. Neutralidad tecnológica

Mucho se habla y hasta se polemiza sobre la denominada “neutralidad de la tecnología” en el sentido de que el objeto y el proceso tecnológico no es en principio bueno ni malo en sí mismo, sino más bien el uso humano que se le dé, es el definidor. Es comprensible entender que el empleo utilitario es el que determina en mucho su valor final, el cual puede tener inclusive diferentes usos y aplicaciones las cuales actúan de manera sinérgica o antagónica.

Muchos ejemplos pueden exponerse para sustentar posiciones a favor o en contra de este principio cuya validez y aplicación dependen del enfoque que se le dé, sobre todo los de índole militar que tanto dolor y muerte han provocado; en el campo agropecuario también los hay. Un agroquímico puede emplearse para favorecer o en su caso destruir un vegetal, un equipo mecánico puede contribuir a mejorar o distorsionar un suelo o una plantación, un fertilizante puede coadyuvar con el desarrollo o en su caso con la afectación del mismo. Una tecnología aplicada con impericia puede por lo tanto ser contraproducente y agresiva para los intereses de quién la utiliza, lo que constituye un verdadero contrasentido comercial y empresarial.

Son muchos los ejemplos que podrían apuntarse al tema aludido, sin embargo, lo relevante es inferir que es el empleo racional, prudente, técnico y orientado a satisfacer a cabalidad el objetivo o fines pretendidos, lo que le da valor estratégico y sentido pragmático a cualquier esfuerzo tecnológico. Esta conclusión es muy importante de considerar y tener siempre presente, pues conduce al manejo correcto y utilitario del factor tecnológico, pues en sí misma, puede asegurarse entonces que la tecnología es neutra.

5. La investigación como fundamento del cambio tecnológico

Es comprensible para cualquiera establecer un vínculo lógico y directo entre desarrollo tecnológico, investigación e innovación, lo cual es en principio cierto, pero tampoco absoluto, lo que depende mucho del concepto de desarrollo que se tenga. La dinámica evolución mantenida en todos los campos del quehacer humano ha demostrado que la mayoría de los logros alcanzados, se han basado y fundamentado en el impulso promovido por la tecnología y también por la innovación surgida a partir de la creatividad del ser humano. Numerosos ejemplos existen en el caso de la agricultura como actividad obligada para la subsistencia y satisfacción de las necesidades alimentarias de las comunidades a través de los tiempos; la cual inicio con el descubrimiento de la semilla como órgano germinal para la reproducción, lo que permitió superar la movilidad de los grupos nómadas asegurando el asentamiento territorial, lo que favoreció el intercambio de bienes en un inicio y la promoción del comercio posteriormente (Chaves y Bermúdez, 2020). Los impresionantes avances logrados en la química nutricional y de fertilizantes, el desarrollo de la agroquímica, la espectacular mejora generada en el campo genético, la adaptación y surgimiento de nuevos y sofisticados equipos y máquinas para cosecha, preparación y transformación de los productos cosechados y procedentes del campo; hasta llegar a la agricultura de precisión, la bioinformática, la biología molecular y otros avances, han permitido alcanzar niveles de desarrollo muy avanzados en el campo de la tecnología. La mayoría de los logros obtenidos con las nuevas técnicas le han generado bienestar y satisfacción a la humanidad; aunque otros por el contrario, mucho dolor y tristeza, como acontece como se indicó anteriormente, con los avances en el campo militar.

Muchos ejemplos pueden colocarse en todos los campos para demostrar el vínculo casi natural surgido entre la investigación, la innovación y la evolución sostenida por la humanidad en todos los tiempos concebida como desarrollo, lo que ha permitido pasar de una actividad calificada por su connotación y contenido como Agricultura 1.0 a una sofisticada Agricultura 5.0, que de acuerdo con Chaves (2023a) opera en campos altamente tecnológicos concernientes a la autonomía y el aprendizaje de las máquinas, se manifiesta en el agro por medio

de tecnologías de soporte de precisión (DDS), la inteligencia artificial, la biotecnología y los robots capaces de ejecutar labores de manera autónoma.

La **investigación** es definida en su esencia por Chaves (2022d) como un “...proceso intelectual y experimental que involucra y comprende un conjunto de métodos aplicados de manera sistemática, ordenada y estructurada (método científico), con la finalidad de indagar sobre un asunto o tema de interés específico; así como de ampliar o desarrollar su conocimiento, sea éste de interés científico, social, tecnológico, productivo y hasta económico. Actividad cuyo objetivo es la adquisición de nuevos conocimientos que puedan resultar de utilidad para la creación de nuevos productos, procesos o servicios o contribuir a mejorar considerablemente los ya existentes. Busca el conocimiento que sea útil para apoyar, resolver problemas y generar nuevas opciones destinadas a desarrollar y mejorar procesos, sistemas y mecanismos tecnológicos en mejora directa de la actividad productiva agroindustrial. En lo específico la investigación científica implica “conocer” las características, propiedades, dimensiones, comportamientos y composición de un evento, materia o fenómeno particular; mientras que la investigación tecnológica implica “hacer” de todo el conocimiento conocido y disponible la parte material, física, aplicada de la investigación científica. Requiere contar con recursos físicos, infraestructura, humanos, equipamiento, financieros y operativos. Es un proceso por lo general oneroso que requiere tiempo para obtener resultados confiables y de calidad”.

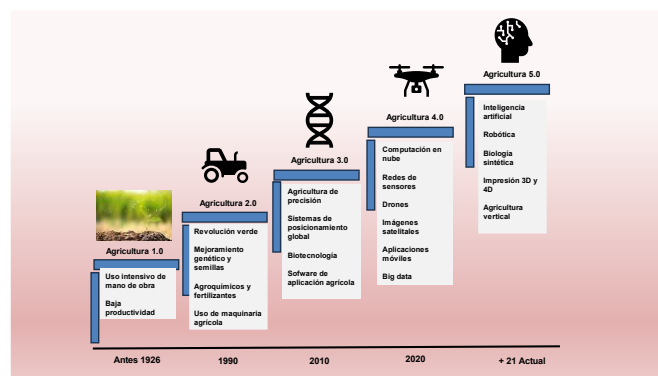


Figura 1. Transición de la Agricultura 1.0 para Agricultura 5.0. en la caña de azúcar en Costa Rica.

Aplicado al caso cañero-azucarero es también viable y factible ubicar con relativa buena aproximación, la evolución observada en el tiempo, propiamente en el campo tecnológico, como lo señalara Chaves (2022d) con gran detalle al analizar la dinámica y el desenvolvimiento técnico verificado en el caso de la caña de azúcar en Costa Rica durante los últimos 98 años, lo que involucra inevitablemente como soporte también sendos avances en el campo institucional, legal, industrial y comercial. En las Figuras 1 y 2 se muestra e interpreta en primera instancia la transición del cambio tecnológico verificado en el sector de acuerdo con el tipo de actividad practicada; como también de manera complementaria, un sucinto esquema (actualizado) que dimensiona la dinámica seguida por el sector azucarero

nacional durante ese prolongado y representativo periodo de tiempo, anotando los asuntos más trascendentes. Ese adelanto observa un creciente desarrollo a partir del año 1980 cuando el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) crea la Sección de Caña de Azúcar, con lo cual amplió y fortaleció las actividades de investigación con nuevos profesionales, y luego en mayo de 1982 cuando aparece la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), fundada por la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). En el año 1984 se suscribe un acuerdo interinstitucional de integración de esfuerzos y recursos que opera por 10 años (1984-1994), orientado a la investigación y la asistencia técnica regionalizada y especializada que da lugar al Convenio LAICA-MAG.

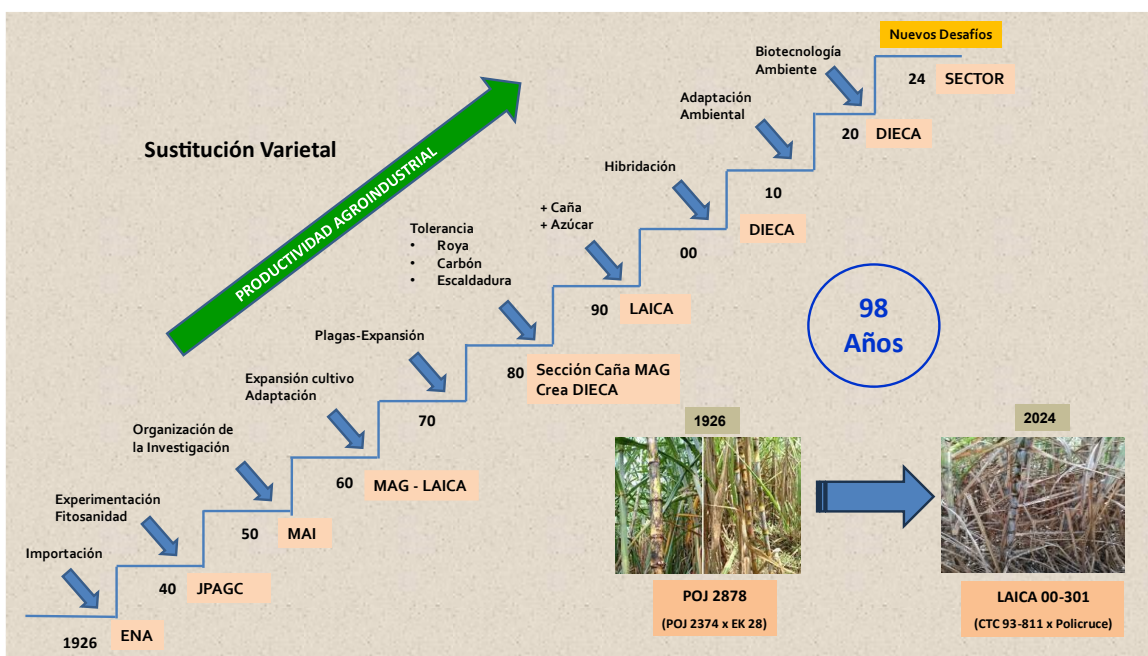


Figura 2. Dinámica y evolución tecnológica de la caña de azúcar en Costa Rica durante los últimos 98 años.

6. La innovación como complemento tecnológico

No todo ha sido sin embargo investigación estructurada y formal empleando el método científico, pues muchas de las mejoras observadas en el país inductoras de mejora productiva agroindustrial en el sector competen y aplican más en el campo de la Innovación. Tampoco se pretende en este caso introducirse en un complejo abordaje filológico y etimológico

de términos y conceptos en torno a lo que pragmáticamente significa innovación y su vínculo con la investigación. Cabe preguntarse en primera instancia ¿Son lo mismo? ¿Aplican en la práctica agrícola cómo sinónimos? ¿Qué los diferencia y que los aproxima?

Bajo esa premisa es válido para ser consecuente y consistente con la materia tratada reiterar lo que oportunamente Chaves

(2022d) considerara y calificara como **innovación**, al manifestar, que “... en lo esencial significa cambiar las cosas introduciendo novedades, lo cual no siempre implica necesariamente investigación formal; se puede cambiar por ej. la boquilla de una bomba, colocar un lector de presión, calibrar un equipo de aplicación, etc. No es conveniente igualar y confundir el término con investigación como sinónimos, pues el método científico marca la diferencia. Define la actividad cuyo resultado procura la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de las ya existentes. Corresponde a la aplicación de un método de producción o suministro nuevo o significativamente mejorado, incluyendo cambios importantes en cuanto a técnicas, equipos y/o programas informáticos (innovación tecnológica y en materia de procesos), aplicación de nuevos métodos organizativos a las prácticas comerciales (innovación comercial), la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa (innovación en materia de organización), etc. Como sintetizó el expresidente ministro de Finlandia, Esto Aho: la I+D es “invertir dinero para obtener conocimiento”, mientras que la innovación es “invertir conocimiento para obtener dinero”. La investigación busca conocer y dar solución a problemas agrícolas al tiempo que la innovación busca dar soluciones a los agricultores; dicho de otra forma, la innovación es la llegada al mercado de la I+D. Un proyecto innovador es un plan soluciones a los agricultores; dicho de otra forma, la innovación es la llegada al mercado de la I+D. Un proyecto innovador es un plan estratégico que supone la creación de nuevas ideas, productos o servicios, que conlleven el desarrollo tecnológico para obtener una mejora en la calidad del asunto, práctica o producto tratado. La innovación tecnológica es un proceso por medio del cual se crea un nuevo producto, servicio, proceso o modelo de negocio en la agricultura, o bien mejoran significativamente las características de uno ya existente, utilizando para ello las herramientas tecnológicas disponibles”.

Queda con lo anterior establecido el concepto de innovación y su diferencia con respecto a la investigación, aunque reconociendo que los dos principios actuando conjuntamente, son promotores e impulsores de importantes y determinantes cambios tecnológicos. En la agricultura la innovación tiene una destacada importancia considerando que muchas veces un beneficio y una mejora surge del conocimiento y respeto a los requerimientos fisiológicos y metabólicos propios del ciclo

vegetativo pragmatizado a través de las relaciones ecofisiológicas y fenológicas surgidas entre los agentes participantes. Es así como puede lograrse recuperar mayor concentración de sacarosa en la materia prima cortada cosechando la planta en su punto de madurez óptimo, lo que no necesariamente implica desarrollar un proyecto complejo y oneroso de investigación; o en su caso lograr un mayor tonelaje de caña mediante el simple uso de semilla mejorada de alta pureza genética. Lo mismo acontece con las variedades mejoradas. Lo cierto del caso es que investigación e innovación son complementarios y actúan de manera sinérgica en la promoción de mejores rendimientos y mayor productividad.

7. Desarrollo tecnológico

Como puede inferirse y hasta concluirse de todo lo expuesto, analizado y comentado anteriormente, el tema del desarrollo tecnológico es un concepto amplio y complejo de interpretar y sobre todo de ubicar en la práctica institucional, sectorial y empresarial, virtud de su composición multifactorial e interdisciplinaria. Cabe preguntarse con absoluta objetividad y responsabilidad al respecto ¿Es la investigación necesaria y obligada para lograr desarrollo tecnológico? ¿Puede hablarse de desarrollo tecnológico por simples resultados producto de la investigación? ¿Cuáles indicadores deben utilizarse para medirlo e interpretarlo correctamente?

La respuesta a esas y otras inquietudes no es fácil de pronunciar sin incurrir en posibles sesgos y desviaciones favorecidos por su complejidad, a lo cual Chaves (2022d) opina que el desarrollo tecnológico “...tiene como propósito generar, mejorar, adaptar, dominar y utilizar con solvencia y capacidad una tecnología nueva o renovada en una región, sector productivo o aplicación específica; que permite a quienes la implementen acumular los conocimientos y las habilidades requeridas para explicar exitosamente la tecnología y posibilitar su mejora continua. En el campo cañero busca incorporar un cambio y mejoramiento integral y sustantivo que evolucionen el sistema productivo vigente hacia una condición mejor. Es un cambio tecnológico positivo”.

Partiendo de ese principio normativo queda claro entonces que **la tecnología es y aplica apenas como un insumo más de lo que con buen criterio puede calificarse genéricamente como desarrollo tecnológico. No necesariamente contar con una**

buena tecnología obtenida por un proceso de investigación e innovación formal, cuidadoso, profesional, prolongado y hasta oneroso asegura alcanzar un satisfactorio desarrollo tecnológico. Es para ello necesario contar insoslayablemente con otros elementos de esa compleja y extensa matriz que permitan y favorezcan la inversión y el empleo de esa tecnología. Es aquí donde se habla muchas veces de manera fácil, simple y discursiva pero irresponsable de competitividad, a lo que caben solo dos interpretaciones: *cálculo para justificar, distraer y hasta ocultar otras deficiencias o ignorancia*. En próximas publicaciones se desarrollará el tema de la competitividad en el sector azucarero de manera más específica.

En los tiempos actuales surge, establece y opera una relación directa entre investigación, desarrollo e innovación reconocida por la expresión I+D+i o I+D+I, utilizado y aplicado en los estudios relacionados con los tópicos de ciencia, tecnología y sociedad. El concepto amplía y supera en sus alcances la noción de investigación y desarrollo (I+D), expresión también muy utilizada. En lo pragmático no existe una definición integrada y unificada para definir los conceptos de investigación, desarrollo e innovación, de manera que su definición puede variar dependiendo de quién la aplique y para qué fin la utilice.

8. Rentabilidad, competitividad, ecoeficiencia y eco-competitividad

En todas las relaciones que se puedan establecer entre los factores analizados siempre surge inevitablemente, cuando la valoración involucra productores y empresarios, los tópicos de rentabilidad y competitividad como meta final deseada, sea valorada y aplicada en lo personal, sectorial e institucional. Como se indicó anteriormente, el tema será abordado con mayor profundidad próximamente pues es amplio y complejo, pese a lo cual es importante establecer y avanzar en algunos elementos vinculados desde ahora.

Es necesario establecer como principio general la forma en que actúan y operan los factores analizados y como se relacionan entre sí. Con ese objetivo se presenta la Figura 3 en la cual el mecanismo secuencial se desarrolla como sigue: 1) inicia con la disponibilidad y acceso a la tecnología recomendada generada a partir de la investigación y la innovación, 2) el uso de nuevas y mejores técnicas se traduce en mejores rendimientos y

consecuentemente en una mayor productividad agrícola e industrial, 3) el aumento de la producción se proyecta a un producto muy superior de caña, azúcar y sus derivados como acontece con la melaza y el bagazo, entre otras, 4) en consecuencia, a mayor incremento de productividad unitaria mayores ingresos lo que supone una mejor rentabilidad y 5) partiendo desde esta perspectiva la unidad productiva, la empresa o el sector adquiere un mayor grado de competitividad ante otros oferentes (Figura 3.1), lo que involucra aspectos relacionados con la calidad del producto final, su relación con el ambiente, responsabilidad empresarial, distribución del beneficio final y otros elementos de carácter social. La matriz supone para ser positiva en sus partes contar con grados de eficiencia sobresalientes en otras áreas vinculadas (ambiental, técnica, financiera, legal, administrativa).

En consecuencia con las exigencias impuestas en la actualidad a nivel comercial, legal y tecnológico no se pueden obviar y menos desconocer los elementos de carácter social, ambiental y de calidad involucrados, manifestados en inocuidad, trazabilidad, certificaciones, Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos, degradación y contaminación del medio, biodiversidad, responsabilidad social-empresarial, transparencia institucional, acceso y participación de pequeños y medianos empresarios productores, distribución del beneficio final, entre otros. En el tema ambiental la competitividad puede desagregarse en dos conceptos específicos vigentes y muy demandados, como son la ecoeficiencia y la eco-competitividad.



Figura 3. Secuencia matricial entre tecnología, producción y competitividad.

En esencia la **ecoeficiencia** implica según Chaves (2022d) “... crear más bienes y servicios utilizando menos recursos mientras se reducen la polución, la contaminación, los impactos ambientales y la generación de residuos de conformidad con lo que establece la legislación vigente. La ecoeficiencia se alcanza mediante la distribución de "bienes con precios competitivos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y brinden mayor calidad de vida, a la vez que reduzcan progresivamente los impactos medioambientales de bienes y la intensidad de uso de los recursos, a través del análisis del ciclo de vida de un producto o servicio”.

En la práctica se manifiesta por un desarrollo más eficiente, estable y sostenible de los procesos utilizados en la fase de producción de la caña en el campo, que involucra actividades relacionadas con la adecuación y optimización de los recursos, insumos, equipos y materiales empleados en una operación y producción más limpia y eficiente. Su medición permite conocer los impactos ambientales provocados durante el Ciclo de Vida de los bienes y/o productos producidos, en este caso caña de azúcar, evaluando desde su fase inicial de producción, distribución y empleo hasta su depósito y proceso final, con el fin de racionalizar y optimizar las materias primas empleadas y los residuos derivados (Montenegro y Chaves, 2022). Un sistema agroproductivo ecoeficiente favorece en la práctica crear más bienes y servicios utilizando menos recursos; generando adicionalmente menos polución, contaminación y residuos de bajo o nulo valor agregado y utilitario, lo que en consecuencia mitiga el impacto sobre la biósfera, aumentando a la vez el valor de los productos y servicios sin sacrificar su rentabilidad. La ecoeficiencia de una empresa mejora integralmente la competitividad de toda la organización. De esta forma la ecoeficiencia se posiciona como una vía operativa viable y factible para alcanzar el deseado y ansiado desarrollo sostenible.

La **eco-competitividad** por su parte se proyecta como una condición o estado de eficiencia productiva y económica que le permite a un productor-empresario competir satisfactoriamente con sus productos en los mercados más selectos y exclusivos, y al mismo tiempo generar menos emisiones de GEI, contaminación, degradación y afectación de la biodiversidad por unidad de producto con relación a un determinado escenario de referencia (competidor). Aplica

asimismo como una estrategia integral basada en un enfoque de Ciclo de Vida en cuanto al empleo de los recursos y materias primas utilizadas, que procura crear y posicionar ventajas competitivas para una empresa, organización o país, que le permitan obtener un beneficio que provoque una mejora sustantiva en términos ambientales, productivos y sociales. Su accionar se fundamenta en el empleo de tecnologías, innovaciones y técnicas de producción más eficientes y económicas, complementadas con el uso óptimo y sostenible de los recursos utilizados; todo con el fin de obtener un mejor posicionamiento en el mercado, una mejor imagen del producto y la empresa, una mayor cantidad y/o calidad de productos o servicios, trabajar con costos de producción menores por unidad de producto, reducir los impactos negativos que afectan a la sociedad o al ambiente y mejorar integralmente la calidad de vida de las personas.



Figura 3.1. Diagrama de competitividad.

En relación a este concepto financiero y comercial tan vigente en la actualidad, Chaves (2022d) expresa que la eco-competitividad “... es una estrategia integral basada en un enfoque de ciclo de vida en la utilización de los recursos, que busca la creación de ventajas competitivas para una empresa, organización o país, que le permitan obtener un beneficio que provoque una mejora en términos productivos, sociales y ambientales. Dicha estrategia se basa entre otros aspectos en: la utilización de tecnologías, innovaciones, técnicas de

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

Sin dejar de lado otro concepto extendido y aplicable al comercio, la producción eficiente y el desarrollo tecnológico, es el de **desarrollo sostenible**, el cual se define en este caso como “... un modelo de desarrollo de alcance social, político, económico y ambiental en el cual se impulsa un uso y manejo sostenible de los recursos naturales disponibles, de tal manera que se puedan satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de que las generaciones futuras puedan atender sus propias necesidades”.

9. ¿Cómo confrontar el problema agropecuario en tiempos difíciles?

La respuesta a este complejo e inquietante cuestionamiento no resulta fácil de atender y resolver, y más aun de satisfacer, virtud de considerar muchos elementos y factores que lo conforman y/o intervienen; sin embargo, tampoco se puede evadir la necesidad y responsabilidad insoslayable de tratar de hacerlo.

En primera instancia como estrategia operativa para operar una acción efectiva en esa dirección cabe retomar aquella vieja y conocida consigna que denuncia, que “*para derrotar al enemigo, divide y vencerás*”, lo que sirve para confrontar el problema agropecuario con alguna posibilidad de éxito en los mecanismos empleados, no necesariamente en el resultado final.

Es de todos conocido que la producción eficiente, rentable y competitiva en el agro mundial y nacional está intervenida y hasta distorsionada por la presencia de una cantidad inmensa de factores, que actuando de manera independiente o conjunta y con diferente intensidad y magnitud determinan los resultados de la gestión empresarial de una nación, un sector productivo y un empresario. Esa distorsión se observa en prácticamente todos los ámbitos, sean éstos de carácter ambiental, financiero, económico, comercial, técnico,

administrativo y legal, los cuales no pueden obviarse ni ingenuamente desconocerse y desatenderse.

Es imperativo y obligado en primera instancia como ejercicio para buscar soluciones efectivas (resolutivas y/o atenuantes) a los problemas existentes o potencialmente factibles de intervenir, identificar y desagregar el proceso productivo, cualquiera sea su naturaleza y origen, en los factores y elementos que lo componen. Es atendiendo las partes como puede mejorarse el todo, pues de lo contrario la gestión resultará infructuosa y poco o nada resolutiva. Una labor efectiva en esa dirección permitirá seleccionar, separar, agrupar y distinguir los problemas y elementos limitantes por su naturaleza y viabilidad de solución, pues hay asuntos que resultan casi imposibles de resolver, pero al menos si de tener en cuenta para que no resulten luego sorpresivos. Entre esos factores están principalmente los de carácter ambiental, financiero y comercial como sucede por ejemplo con el proteccionismo prevaleciente bajo diferentes figuras (arancelarias, técnicas, comerciales) a nivel global.

Solo mediante la cuidadosa distinción, separación y agrupamiento de los diferentes problemas y situaciones variadas de las disciplinas involucradas, favorecerá un tratamiento ordenado y enfocado a soluciones específicas procurando su integración y articulación final.

La visión y perspectiva que ofrece el filósofo francés Jacques Maritain (1882-1973) al respecto, conceptualizada y desarrollada en su libro “*Los grados del saber. Distinguir para unir*”, resulta genéricamente apropiada para aplicar en el presente caso; pues es claro que “*distinguir para unir*” es en primera instancia la forma correcta para enfrentar y procurar resolver el complejo problema agropecuario actual y futuro.

10. ¿Qué factores participan e intervienen el proceso agroproductivo?

Como es conocido el desarrollo se ha convertido en la obsesión principal de la mayoría de los países del Tercer Mundo, lo que ha trascendido también a valorar conceptos como la productividad y la rentabilidad como metas inmediatas deseadas alcanzar por cualquier sector productivo y empresario visionario, lo cual inevitablemente se vincula y asocia con el dominio, expansión, desarrollo y mejora continua de los procesos científicos y tecnológicos. Lo cierto es que sin

tecnología propia, validada y ajustada a sus condiciones particulares, poco puede pretender lograrse en ese perfeccionamiento de manera consistente y sostenida en el tiempo.

Acontece sin embargo que cada sitio, localidad, zona, región y país cuenta por razones obvias y comprensibles de condiciones naturales y también creadas por la gestión público-privada desarrollada con intensidad y éxito relativo, de contextos agroproductivos muy variables y disímiles entre sí, o en su caso muy homogéneos, que tornan diferente el potencial agroproductivo real y potencial (Chaves, 2019ab, 2022f, 2023ce). Esa variabilidad o estabilidad en la producción se visualiza y expresa en la presencia de problemas, limitantes, distractores y obstáculos, o por el contrario en ventajas, atributos y cualidades que determinarán e impactarán (positiva o negativamente) en grado diferente cualquier sistema productivo y comercial.

Es entonces sobre esas condiciones y contexto donde se tendrá que actuar, operar y deberán adoptarse las medidas y decisiones que mejor posibilidad de éxito tengan, para procurar potenciarlas, contrarrestarlas, contornarlas y superarlas o al menos mitigarlas, en lo cual intermedian inclusive razones de índole personal lo que torna aún más complejo el proceso. Al respecto menciona Chaves (2022a), que:

“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 mantención, también elementos materiales, económicos, ambientales, de visión de futuro, familiares, experiencias anteriores, interés en el tema, información disponible, entre muchos otros.”

La intención, disposición e iniciativa personal que pueda tener un productor-empresario vinculado con la caña de azúcar a

sembrar, expandir o mejora su plantación comercial, es una acción condicionada y vinculada a un complejo y multivariado conjunto de factores, elementos y circunstancias que determinan la viabilidad y factibilidad del acto final. En los Cuadros 1 y 2 se identifican y mencionan 10 grandes factores considerados principales y 141 elementos y circunstancias particulares asociadas a los mismos que inciden de manera directa o indirecta pero indiscutiblemente determinante en la decisión de un agricultor o empresario a sembrar caña y ser competitivo en la actividad. La participación de esos factores se da sea por su condición y/o efecto positivo e inductor, o por el contrario negativo, obstructor y desestimulante, como apuntaron Chaves y Chavarría (2021) y Chaves (2022abcde, 2023ae) al respecto.

En los Cuadros 1 y 2 se exponen los factores y elementos principales que estructuran y conforman el entorno en que se relaciona, opera y desarrolla la agroindustria cañero-azucarera nacional. Como se infiere, es un ambiente productivo complejo intervenido por muchos elementos que establecen al final eso que algunos con enorme facilidad denominan “competitividad”. Queda claro entonces que la competitividad no depende ni se vincula con un único factor como erróneamente se considera; por lo que no basta con tener productividad y ni siquiera rentabilidad para ser competitivo, pues el concepto es mucho más amplio y complicado de interpretar.

Como se infiere de esos cuadros y muestra en la Figura 4, es el factor comercial el que más elementos interventores y promotores presenta con un total de 21 para una representatividad del 14,9%, seguido por los relacionados con el manejo agronómico de las plantaciones con 19 (13,5%), le siguen los temas denominados por sus características como Varios con 17 (12,1%), las variables edáficas con 16 (11,3%), las de clima con 14 (9,9%), económicas 14 (9,9%), las de índole biológico 12 (8,5%), hídrico con 11 (7,8%), las relacionadas con equipos y maquinaria con 9 (6,4%) y por último las concernientes a la infraestructura con 8 elementos para un 5,7%. Puede concluirse que **el factor comercial es el que mayores preocupaciones presenta y al que debe prestársele mucha atención**; sin desconocer y descuidar los otros pues todos impactan el resultado final (Figura 3.2).

Octubre 2024 - Volumen 1 – Número 7

Cuadro 1. Factores (72) implicados directa e indirectamente con la producción, la productividad y la competitividad de la actividad cañero-azucarera costarricense: **CAMPO y BIOLÓGICOS**.

N°	Climáticos	Edáficos	Biológicos	Hídricos	Manejo
1	Lluvia	Textura	Plagas	Disponibilidad de Agua	Tecnología Incorporada
2	Temperatura	Agregación	Enfermedades	Acceso al Recurso	Insumos Empleados
3	Luz	Profundidad	Variedades (Biotipo)	Sequía Potencial	Conocimiento Técnico
4	Viento	Ácidoz	Ciclo Vegetativo	Potencial de Inundación	Condiciones Generales
5	Humedad	Salinidad	Calidad de Semilla	Cantidad del Recurso	Potencial Productivo
6	Evaporación	Materia Orgánica	Malezas	Calidad del Recurso	Distancia de Siembra (m)
7	Nubocidad	Compactación	Microflora	Distribución	Densidad de Semilla (t/ha)
8	Frecuencia	Pedregocidad	Actividad Biológica	Frecuencia	Germinación y Retoñamiento
9	Intensidad	Erosión	Ciclo de Maduración	Evapotranspiración	Edad al Cierre (meses)
10	Distribución	Relieve	Floración	Costo del Agua	Manejo de Retoños
11	Temporalidad	Grado de Pendiente	Biodiversidad	Distancia para Aplicación	Ciclo Renovación de Plantaciones
12	Tormentas	Potencial Mecanizable	Uso de Bioinsumos		Quema o no Quema
13	Huracanes	Degradación			Edad de Cosecha (meses)
14	Niño-Niña	Condición Físicoquímica			Tipo de Cosecha
15		Grado de Fertilidad			Permanencia Caña en Campo
16		Taxonomía del Suelo			Tiempo entre Corta-Molienda
17					Uso Comercial Plantaciones (años)
18					Agricultura de Precisión
19					Interés y Visión de Futuro
N°	14	16	12	11	19
%	19,4	22,2	16,7	15,3	26,4

* Adaptado y ampliado por el autor a partir de Chaves y Chavarría (2021) y Chaves (2022).

Nota: Los factores y elementos mencionados aplican en forma discrecional y relativa de acuerdo con las condiciones particulares de cada región, zona y localidad productora; no son absolutos.Cuadro 2. Factores (69) implicados directa e indirectamente con la producción, la productividad y la competitividad de la actividad cañero-azucarera costarricense: **INFRAESTRUCTURA, EQUIPOS, ECONÓMICOS Y COMERCIALES**.

N°	Equipos, Maq.	Infraestructura	Económicos	Comerciales	Varios
1	Disponibilidad	Riego y Drenaje	Costos Asociados	Mercado Azucarero	Área Sembrada y Cosechada (ha)
2	Oportunidad	Producción	Precios de Liquidación Pagados	Administración	Frontera Agrícola
3	Idoneidad	Mecanización	Rentabilidad y Utilidad Final	Calidad de Materia Prima	Potencial de Expansión (Agrícola, Fabril)
4	Calidad	Fabril	Crédito Disponible	Situación Mundial	Estructura de Tenencia de la Tierra
5	Cantidad	Capacidad	Acceso a Recursos	Cuotas Azucareras	Ubicación Geográfica
6	Capacidad	Modernidad	Condiciones Vigentes	Entorno y Situación Nacional	Distancia Plantación al Ingenio (km)
7	Tipo	Transporte - Vial	Cuota Asignada al Productor	Políticas Nacionales	Disponibilidad de Servicios Básicos (calidad)
8	Costo Implicado	Almacenamiento	Costos Energía, Insumos, Combustibles	Estímulos a la Producción	Investigación e Innovación
9	Acceso		Valor Cambiario (Z/US\$)	Restricciones Comerciales	Disponibilidad de Asistencia Técnica
10			Disposición a Invertir	Restricciones Técnicas	Legislación Vigente
11			Producción Otros Productos Alternos	Restricciones Ambientales	Cambio Generacional
12			Capacidad Adquisitiva del Consumidor	Restricciones Legales	Apego por el agro
13			Ecoeficiencia	Restricciones Alimentarias	Tradición familiar
14			Ecocompetitividad	Otras Opciones Comerciales	Recurso Humano (calidad, cantidad)
15				Competencia Interna y Externa	Cantidad de productores involucrados
16				Importaciones	Cantidad de Ingenios en Operación
17				Consumo Nacional	Contaminación
18				Uso Industrial de Azúcar	
19				Valor Agregado a Residuos	
20				Registros y Certificaciones	
21				Operación de LAICA	
N°	9	8	14	21	17
%	13,0	11,6	20,3	30,4	24,6

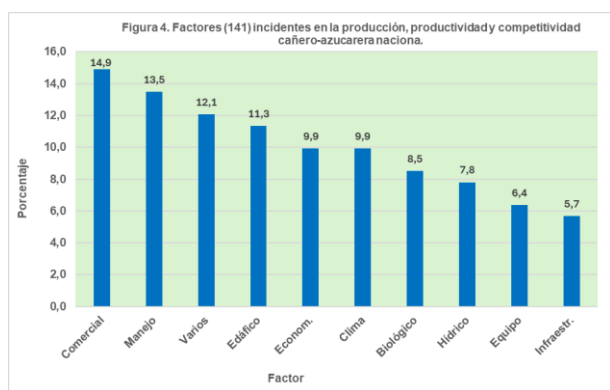
* Adaptado y ampliado por el autor a partir de Chaves y Chavarría (2021) y Chaves (2022).

Nota: Los factores y elementos mencionados aplican en forma discrecional y relativa de acuerdo con las condiciones particulares de cada región, zona y localidad productora; no son absolutos.

Octubre 2024 - Volumen 1 – Número 7



Figura 3.2. Foto de una finca azucarera.



Mucho material didáctico, experimental y pragmático basado en la profusa experiencia del campo hay para explicar y desarrollar en torno a esos 10 grandes tópicos, los cuales pueden operar de forma tanto individual como integrada, generando situaciones asociadas con sinergismos o en su caso antagonismos hacia el incremento de la producción y mejora de los indicadores de productividad agroindustrial y rentabilidad de la agro empresa.

Como se ha comentado y demostrado en múltiples ocasiones la agroindustria cañero-zucarera costarricense se mantiene y opera en una circunstancia de muy alta heterogeneidad en todos los órdenes sea climática, edáfica, tecnológica, financiera, comercial y social; donde las condiciones naturales y también las creadas para maniobrar los procesos involucrados varían significativamente. Una revisión y valoración de las seis regiones y localidades que producen caña en el país ratifica esa gran variabilidad como lo demuestra Chaves (2019ab, 2022de).

Al respecto Chaves y Chavarría (2021) en relación al tema, mencionan, que “La información contenida en los cuadros anteriores hay factores de índole biótico, abiótico, controlable, no posible de intervenir, técnico, económico, ambiental, personal,

institucional, administrativo, de naturaleza nacional e internacional que forman parte de la decisión final. Puede concebirse que en realidad la decisión por adoptar y resolver sobre un acto simple como es sembrar o no caña, se torna compleja y responde a la integración y conjunción de varios de esos factores y elementos.

No hay duda de que entre toda esa amplia gama de asuntos hay algunos que son más importantes que otros como son los vinculados con los costos asociados y el precio pagado por el producto entregado (caña) traducido en una utilidad final satisfactoria. Esa condición viene intrínsecamente ligada con factores de carácter climático, edáfico relacionados con la fertilidad, el potencial agroproductivo, la fitosanidad y la aptitud integral del lugar para producir caña de calidad.

Se tienen también los relacionados con la disponibilidad de agua, el nivel de riesgo de sequía o inundación, el poder contar con terrenos mecanizables, unidades integradas que favorezcan las economías de escala. La calidad, distancia (km) y capacidad de procesamiento y fabricación de las unidades fabriles existentes en el lugar marcan igualmente pauta. La decisión de sembrar debe basarse en la suma de factores favorables y controlables que potencien el éxito empresarial y nunca en tener que confrontar la naturaleza en un acto perdido y de muy alto costo. La planificación, administración y el uso de información correcta y apropiada forman parte inevitable de ese éxito.

El entorno donde deba sembrarse la caña está condicionado por muchos factores que deben ser considerados en su integralidad y no apenas por su condición particular...”

Cuando se argumenta y comenta sobre productividad, rentabilidad y competitividad en una actividad productiva sensible altamente regulada, restringida, intervenida y condicionada como acontece en el ámbito nacional e internacional con la agroindustria azucarera; queda demostrado que no pueden hacerse juzgamientos superficiales y establecer comparativos válidos y justos si no se parte de un análisis y una valoración objetiva, profunda y representativa que pondere ventajas y desventajas.

11. Indicadores técnicos en la agroindustria cañero-zucarera ¿Cómo medirla e interpretarla?

Genéricamente el concepto de rendimiento o su sinónimo de productividad aplicado a la actividad cañero-zucarera es muy amplio y relativo en consideración de su naturaleza, siendo definido por LAICA (2022ab) de acuerdo con varias

connotaciones diferentes desde las cuales pueden interpretarse los diferentes indicadores que lo componen, como sigue:

- a) **Rendimiento Agrícola:** Se refiere a la cantidad de caña producida y cosechada que posee características y propiedades industrializables favorables, y es empleada por ello como materia prima para la extracción de sacarosa que será convertida en azúcar comercial en el ingenio. Se expresa como las toneladas métricas de caña de azúcar cosechadas en una hectárea (t/ha). El dato constituye un índice de eficiencia de campo. El indicador se obtiene directamente en el campo.
- b) **Rendimiento Industrial:** Corresponde a la concentración de sacarosa (dada en 96° Pol) contenida en los jugos de la caña (tallos) que es cosechada en el campo y procesada en el ingenio para fabricar azúcar y obtener derivados (melaza, bagazo, cachaza, etc.). Se expresa en kilogramos de sacarosa extraída y recuperada por tonelada métrica de caña procesada en el ingenio (kg/t). Es un indicador muy revelador de la riqueza en sacarosa concentrada y potencialmente recuperable de la materia prima molida. El valor se obtiene en el ingenio.
- c) **Rendimiento Agroindustrial:** Es un indicador combinado de productividad muy revelador que surge al relacionar el rendimiento agrícola (t caña/ha) y el industrial (kg de sacarosa/t molida), el cual permite expresar la cantidad de azúcar fabricada dada en toneladas en una hectárea sembrada con caña comercial. El indicador se obtiene a partir de la información recabada en el campo y en la fábrica.

Existen y aplican adicionalmente otros indicadores igualmente importantes pero menos utilizados que permiten establecer una valoración justa y razonable de la calidad, el rendimiento técnico-económico y el índice de productividad general de la actividad productiva primaria (no necesariamente industrial), como son entre otros los siguientes:

- d) **Rendimiento de miel o melaza:** Es la cantidad de miel final o melaza producida como residuo de los azúcares no cristalizables en la fábrica a partir de la caña procesada. Corresponde a la cantidad promedio de miel final recuperada en la fábrica a partir de una tonelada de caña. Esta dada por los kilogramos de miel final por tonelada métrica de caña cosechada y procesada en la fábrica (kg/t). El dato procede del ingenio.

- e) **Relación Caña/Azúcar:** Es un índice adimensional (t/t) que determina la cantidad de caña necesaria procesar (moler) para fabricar una unidad (tonelada) de azúcar de 96°Pol en el ingenio. Relaciona la cantidad de caña molida en toneladas (divida) entre la cantidad en toneladas métricas de azúcar 96°Pol fabricada en el ingenio. Su interpretación concluye respecto a la riqueza en sacarosa contenida en la materia prima procesada, por lo que entre más bajo sea el valor mejor es la relación.
- f) **Residuos Agrícolas de Cosecha (RAC):** Estima la cantidad de residuos biomásicos remanentes que quedan en el campo luego de efectuada la cosecha de la plantación consistente en corta y carga del material vegetal, sea ésta manual o mecanizada. Aplica mediante la medición del peso de los residuos por la unidad de área cosechada (una hectárea). La unidad de medida está dada en este caso en toneladas métricas por hectárea (t/ha). Se interpreta como la medida de la cantidad de biomasa que queda en el campo como rastrojo de caña de azúcar posterior a la cosecha, consistente en hojas (verdes y secas), cogollo, tallos no industrializables (mamonos), raíz, cepas y restos de malezas con potencial variable de incorporarle valor agregado o en su caso como no industrializable. El RAC adquiere un costo sea por uso, retiro o acomodo en el campo (Chaves, 2023d).
- g) **Costo por hectárea o tonelada:** Relaciona el costo total implicado en la producción de caña referido a una hectárea de terreno (₡/ha) o en su caso a una tonelada de caña (₡/t); inclusive podría ser referido al costo asociado en fabricar un kilogramo de azúcar (₡/kg). Se estima mediante relaciones aritméticas entre valores de campo y costos. Es importante anotar que la estimación unitaria puede ser orientada y aplicada a labores específicas como preparación del terreno, siembra, manejo, fertilización, control de malezas y cosecha de la plantación, o cualquier otro que sea de interés particular y específico conocer.
- h) **Ingreso por hectárea o tonelada:** Igual al anterior pero aplicado en este caso a los Ingresos percibidos por concepto de sacarosa contenida y melaza extraída en la materia prima entregada dados en kg/t.
- i) **Rentabilidad o ganancia por hectárea o tonelada:** Aplica de manera similar a los dos descriptores anteriores, constituyendo un indicador de competitividad muy trascendente que permite desde una perspectiva

económica interpretar la eficiencia del campo, sea por la vía de la productividad, los costos asociados o los ingresos percibidos.

- j) **Relación Beneficio/Costo:** La relación aritmética es muy reveladora para el productor empresario sobre el estado del negocio, pues una relación muy estrecha es indicativa de que la tasa de retorno no es la mejor. Estima el grado en que la inversión incorporada es recuperada.

Otros indicadores de eficiencia técnico-económica y de competitividad pueden ser también utilizados con enfoque integral hacia la unidad productiva (finca) y el emprendimiento empresarial, como son la **Tasa Interna de Retorno y el Valor Actual Neto (VAN)**. El TIR mide la rentabilidad que ofrece la inversión aplicada y se mide en porcentaje sobre la inversión realizada; revela cuánto se ganará o perderá con la inversión incorporada expresado en porcentaje. El VAN hace su valoración en términos absolutos netos, es decir, en unidades monetarias, indicando el valor del proyecto a día de hoy. Si el VAN y el TIR son positivos indica que el proyecto es viable financieramente.

Sobre este acápite es importante y muy necesario reiterar sobre la obligación de diseñar y estructurar formatos de costos e ingresos que generen y registren información productiva y financiera confiable, representativa y de muy alta calidad, pues de lo contrario las inferencias y conclusiones derivadas serán sesgadas y poco reveladoras.

12. Productividad en la agroindustria azucarera nacional

El abordaje de este tema resulta casi inevitable de soslayar y menos de evadir virtud de su relevancia y permanente valoración por parte de todos: quienes invierten, quienes producen, quienes asisten y acompañan técnicamente, quienes procesan y transforman y quienes venden y, aún, quienes desde una cómoda posición hacen interpretaciones y juzgamientos de fríos números ignorando la complejidad del indicador. El tema de la competitividad en la agroindustria cañero-azucarera no es fácil de valorar en consideración de que es amplio y complejo, por lo cual para ser completo y correcto debe ser muy específico en los factores y elementos por considerar, analizar e interpretar.

Como acontece con cualquier actividad productiva en el campo agrícola asociado en este caso con la caña de azúcar, donde intermedian y participan elementos sensibles de diversa naturaleza dispuestos y sujetos a la intervención e influencia de una gran cantidad de factores bióticos y abióticos, es esperable

(Figura 5), asegura Chaves (2022a), encontrar “...la interferencia e impacto de los procesos fisiológicos y metabólicos que casi inevitablemente se traducen en afectación de la productividad de campo, sea produciendo más o menos caña por unidad de área, en este caso hectáreas (t/ha). Esos factores de naturaleza biótica, abiótica, de índole controlable y no controlable, de naturaleza y contenido técnico, económico, comercial, ambiental, personal, familiar, institucional, administrativo, de cobertura y alcance nacional e internacional, participan activa y efectivamente en la capacidad de producción de una plantación.”



Figura 5. Producción competitiva de caña es afectada por diversos factores bióticos y abióticos.

Siendo aún más amplio y específico en cuanto a los factores y elementos interventores con influencia directa sobre los índices de productividad agroindustrial y la duración (vida comercial) de la unidad productiva operando en niveles rentables y competitivos, manifiesta Chaves (2022b), que “En una determinación más específica y pragmática sobre los factores y elementos que inciden en la productividad de campo, pueden citarse entre otros, los siguientes: características y condición del clima del lugar (lluvia, temperaturas, luz, viento), área sembrada (ha), relieve y topografía del terreno, condición textural y de fertilidad del suelo, potencial y capacidad de mecanización de labores, capital invertido, tecnología empleada, preparación del terreno, grado de compactación y erosión, corrección y adecuación de los suelos, calidad y cantidad (t/ha) de la semilla empleada, grado % de germinación, densidad (t/ha) y distancia (m) de siembra, variedad de caña cultivada, cantidad, balance y calidad de fertilizante aplicado (kg/ha), control y manejo de las malezas, disponibilidad de riego y/o condición del drenaje, estado

fitosanitario de la plantación, prácticas de conservación implementadas, edad de cosecha, uso de madurantes, quema de la plantación para cosecha, número de cosechas (vida comercial), % de renovación de la plantación y manejo de retoños.

La cantidad de materia prima de calidad producida y cosechada en una plantación comercial responde al igual que acontece con otros factores similares, a la integración, conjunción y balance de factores favorables y controlables que potencien y aseguren el éxito empresarial. Es definitivo que solo la planificación oportuna, la administración prudente, eficaz y visionaria y el uso de información correcta, representativa y apropiada forman parte ineludible de ese éxito. Como conclusión, puede asegurarse que el entorno y la condición donde pueda cultivarse y producirse la caña está inevitablemente condicionado por muchos factores de efecto variable que deben obligatoriamente ser considerados y ponderados integralmente y no solo por su condición particular.”

Una revisión a nivel mundial de los rendimientos agrícolas asociados con la caña de azúcar revela que los mismos varían entre las 40 y las 140 toneladas de caña cosechada por hectárea en ciclos de 12 a 13 meses, por lo que la producción de azúcar fluctúa entre las 3,5 y las 15 toneladas/ha, dependiendo de la riqueza que tenga la materia prima procesada en cuanto a **concentración de sacarosa recuperable**. Aquí es donde empieza realmente la valoración seria y responsable del tema, pues lo que en una región o nación puede ser bajo, en otra, por el contrario, es alto y viceversa. La verdadera valoración debe imperativa y obligadamente considerar los contextos en que opera una determinada agroindustria, región, localidad o unidad productiva; razón por la cual no caben las interpretaciones generales, parciales y simplistas que solo juzgan números y no los entornos y condiciones donde se producen.

En el acápite 10 anterior se identificaron 10 grandes factores desagregados en 141 elementos que participan e intervienen de manera sinérgica pero también antagónica el proceso agroproductivo de la caña de azúcar, se demuestra la complejidad del proceso integral de productividad y competitividad. Tampoco es correcto interpretar de manera unilateral las tres grandes áreas vinculadas en el proceso agroindustrial, como son producción, fabricación y comercialización pues todas están articuladas y operan como una unidad; motivo por el cual cualquier limitación o ventaja en cualquiera de ellas se traslada y visualiza integralmente en su conjunto.

Un ejemplo muy conocido de esta verdad ocurre con el precio de liquidación anual pagado al agricultor por el producto final entregado (azúcar y melaza), el cual como se visualiza en la Figura 6, es dependiente en alto grado (no todo) de la situación internacional de precios (aun considerando ventas a futuro) se refleja, aplica e impacta consecuentemente los precios nacionales, lo cual adicionalmente se limita o mejora de acuerdo con el valor cambiario del momento (₡ por \$). Ese precio moviliza la comercialización, la fabricación y llega hasta el campo, donde el agricultor dependiente de esa situación financiera queda acondicionado a decidir sobre el grado de inversión tecnológica que adoptará e incorporará en su plantación, la cual puede ser alta o baja, lo que determina consecuentemente la productividad y la producción de caña y con ello de azúcar.

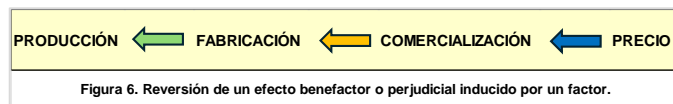


Figura 6. Reversión de un efecto benefactor o perjudicial inducido por un factor.

La situación expuesta en el ejemplo anterior ocurre y es real aun contando con la mejor tecnología, lo que demuestra que los problemas de la competitividad y la mejora tecnológica no siempre está en el campo, la fábrica o la capacidad de comercialización de un sector. Iguales ejemplos aplicando la reversión de procesos puede establecerse para otros factores bióticos y abióticos con iguales resultados. Lo cierto del caso es que, **sin un precio de liquidación atractivo y suficiente, poco estímulo existirá para invertir en tecnología, aunque ésta esté accesible y disponible. La tecnología por sí misma no resuelve el tema de la productividad y la competitividad, como tampoco los hospitales resuelven la problemática de la salud, o las escuelas el de la educación, pues participan también otros factores complementarios interviniendo de manera determinante.** En un artículo futuro se espera ampliar y profundizar más al respecto colocando comparativamente la situación de los rendimientos nacionales en relación a otras agroindustrias del orbe; pues como se indicó, el tema no es tan simple de juzgar, como fácilmente lo hacen algunos.

Estrategias para la mejora de los rendimientos y la productividad

Aumentar los índices de productividad agrícola y también industrial de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica en todas sus variables como se indicó en el punto 11,

referido a indicadores técnicos, constituye y ha representado históricamente una meta ansiada y objetivo pretendido consumir por todo productor y empresario agrícola (MAG-SEPSA, 2004). El logro productivo deseado debe insoslayablemente procurar alcanzarse en el muy corto plazo, con el fin de mejorar y colocar sus plantaciones, su emprendimiento y esfuerzo empresarial en niveles competitivos desde una visión productiva, comercial, tecnológica, ambiental, social y económica. La exigente condición de competencia vigente en la actualidad exige esfuerzos supremos, pues de lo contrario quién no sume en productividad agroindustrial quedará por condiciones de mercado fuera del negocio.

Los cambios necesarios establecer deben favorecer e inducir transformaciones de fondo en los paradigmas tradicionales sobre los que ha operado, se ha sustentado históricamente y desarrollado la actividad en todas las áreas: tecnológica, ambiental, industrial, comercial, administrativa y, algo muy importante, en la visión de futuro que se tenga sobre el derrotero que debe insoslayablemente seguir el sector. A nivel de campo es fundamental revisar y ajustar profundamente los sistemas de producción agrícola tradicionales actuales favoreciendo un esquema de zonificación con base agroecológica que permita potencial atributos, ventajas y eliminar o al menos mitigar limitantes y obstáculos, como lo propusiera Chaves (2022de). Asimismo, deben fortalecerse y ampliarse las áreas de organización rural, investigación, innovación y sobre todo el sistema de transferencia de tecnología y su componente de asistencia técnica especializada regionalizada (Chaves, 2023b).

Aunque existen para atender esa imperiosa necesidad diversas estrategias viables y factibles de implementar o consejos simples que se pueden llevar a cabo, no es la verdad nada fácil lograr un aumento importante de los rendimientos de manera notable, rentable y sobre todo sostenible. El reto y desafío pendiente es por tanto mayúsculo pero viable de lograr en la medida razonable. Surgen entonces las inquietantes preguntas ¿Qué debe hacerse para mejorar los indicadores de productividad del campo? ¿Posee la agroindustria costarricense la tecnología necesaria y suficiente para acompañar los cambios necesarios? ¿Qué recursos se requieren para provocar el salto tecnológico deseado? ¿Cuánto tiempo se requiere para provocar tener efectos de mejora importantes y sostenibles en el tiempo? ¿Está disponible y accesible esa tecnología para el pequeño agricultor? ¿Hay tiempo para producir los ajustes y cambios necesarios implementar? ¿Quién debe promover e inducir los cambios necesarios? ¿Por dónde debe empezarse?

Como se indicó será en un próximo aporte escrito donde podrán analizarse y dar respuesta a todas esas válidas inquietudes, pero lo cierto a considerar por ahora, es que la agroindustria azucarera nacional cuenta con algo muy valioso y no fácil de construir para salir adelante: *su organización*.

13. Conclusión

Es necesario tener presente que el desempeño del sector cañero-azucarero costarricense no es desde ninguna perspectiva ajeno a sufrir los efectos e impactos provocados por la globalización, la internacionalización y multilateralidad de la economía y los mercados; movimientos que vienen siendo determinantes en el proceso de transformación de la agricultura, el medio rural y los agentes en general, que participan, intervienen y determinan su derrotero, involucrando y arrastrando con ello actividades como la azucarera.

No cabe duda que la agricultura mundial y nacional se encuentran confrontadas y comprometidas hoy día ante la inminente y obligada necesidad de modificar, ajustar y redireccionar la forma en que habitualmente se ha venido operando por muchos años en varios campos de la gestión empresarial emprendida; lo cual implica necesaria e imperativamente tener que incorporar y provocar cambios de fondo en los sistemas tradicionales de producción agropecuaria, entre ellas la de la caña de azúcar, muchos de los cuales consideran la técnica, la legislación y los condicionantes que los mercados comerciales de destino imponen irrestrictamente como exigencias para la negociación. Una agroindustria pequeña como la costarricense, realmente pocas opciones efectivas de negociación posee sino la de ajustarse a los deseos, gustos y preferencias de quienes adquieren, utilizan y consumen el azúcar nacional.

Uno de los grandes retos actuales que podría elevarse inclusive al grado de desafío para la agroindustria azucarera nacional, lo representa el tener que ajustar y alinear en el corto plazo muchos de sus sistemas y procesos productivos y fabriles, productos, residuos y derivados finales generados en las fases de producción primaria (agrícola), industrial y de comercialización a la dinámica de los acuerdos internacionales, la legislación y normativa establecida y vigente en el país en el campo ambiental, alimentario, comercial y de sostenibilidad; los cuales por su fondo y relativa novedad representan condicionantes de aplicación obligada e incondicional.

La productividad, la rentabilidad y la competitividad desagregada en dos componentes relevantes y de gran actualidad por su contenido y aplicación como son la ecoeficiencia y la eco-competitividad, adquieren hoy día prioridad absoluta en cualquier iniciativa de mejora no solo productiva sino sectorial que se pretenda impulsar e implementar en el país. Las estrategias, programas, planes de acción, tácticas productivas, comerciales y sociales deben incorporarlas sin excusa, si se pretende participar con posibilidades de éxito en los mercados selectos y preferenciales y mantenerse vigentes comercialmente. Esa exigencia impone actuar en todos los ámbitos de la amplia y compleja matriz agroproductiva y agrocomercial vinculada con la agroindustria cañero-azucarera, no solo en las áreas que se cree erróneamente de mayor relevancia como es la comercial. En productividad y competitividad todo juega y a todo hay que prestarle la justa y debida atención para lograr un efecto mejorador integral favorable y sostenible en el tiempo.

En estas materias siempre vale la pena por obligación considerar lo expresado por Denis Goulet al manifestar que:

“Las cuestiones básicas no son económicas, políticas ni tecnológicas, sino morales”

14. Literatura citada

- Chaves Solera, M.A. 2019a. **Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 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.; Bermúdez Loría, A.Z. 2020. **Vavílov, recursos fitogenéticos y la caña de azúcar**. Revista Entre Cañeros N° 17. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, setiembre. p: 5-33.
- Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2021. **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. p: 5-39.
- Chaves Solera, M.A. 2022a. **Área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica según región productora. Periodo 2010 - 2020 (11 zafras)**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4 (2): 6-27, enero.
- Chaves Solera, M.A. 2022b. **Productividad agrícola de la caña de azúcar en Costa Rica según región productora. Periodo 2012 - 2020 (9 zafras)**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4 (4): 5-31, febrero-marzo.
- Chaves Solera, M.A. 2022c. **Retos tecnológicos de la agroindustria azucarera costarricense en procura de lograr la ecoeficiencia y la eco-competitividad comercial**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4 (12): 5-21, junio.
- Chaves Solera, M.A. 2022d. **Razones y circunstancias que motivan, determinan, potencian y condicionan el desarrollo y la adopción de tecnología en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4 (16): 11-36, agosto.
- Chaves Solera, M.A. 2022e. **Problemas y limitantes que condicionan y obstaculizan la gestión del productor independiente de caña de azúcar en Costa Rica: valoración e interpretación en el tiempo**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4 (18): 5-25, setiembre.
- Chaves Solera, M.A. 2022f. **Sistemas agrícolas de producción de caña de azúcar en Costa Rica: primera aproximación**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4 (20): 5-26, octubre.
- Chaves Solera, M.A. 2022g. **Zonificación agroecológica del cultivo de la caña de azúcar: elementos básicos para su implementación en Costa Rica**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4 (22): 5-29, octubre.
- Chaves Solera, M.A. 2023a. **Pérdidas ocultas o invisibles de rendimiento generadas en el establecimiento, manejo y cosecha de plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica**. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 5 (1): 5-21, enero.
- Chaves Solera, M.A. 2023b. **Transferencia de tecnología en el campo agropecuario: aplicación al sector cañero-**

- azucarero costarricense. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 5 (3): 5-18, febrero.
- Chaves Solera, M.A. 2023c. **Desarrollo tecnológico: mandamientos para el desarrollo y operación de una investigación efectiva, responsable y visionaria.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 5 (12): 5-14, junio.
- Chaves Solera, M.A. 2023d. **Residuos y derivados de la agroindustria cañero-azucarera ¿Qué se produce? ¿Qué se genera? ¿Qué se aprovecha?** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 5 (14): 5-29, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2023e. **Desarrollo tecnológico de la caña de azúcar en Costa Rica ¿Dónde estamos y para dónde transitamos?** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 5 (22): 6-33, octubre.
- LAICA. 2022a. **NAMA Caña de Azúcar Costa Rica.** Coordinado por Marco A. Chaves Solera y Zaida Solano Valverde. San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar-LAICA. 225 p.
- LAICA. 2022b. **NAMA Caña de Azúcar Costa Rica. Manual Descriptivo y Operativo del Piloto Nacional.** Coordinado por Marco A. Chaves Solera y Zaida Solano Valverde. San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar-LAICA. 104 p.
- MAG-SEPSA. 2004. **Estrategia Agro 21: competitividad, sostenibilidad y equidad de las cadenas agroproductivas.** San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). 250 p.
- Montenegro Ballesterero, J.; Chaves Solera, M. 2022. **Análisis de ciclo de vida para la producción primaria de caña de azúcar en seis regiones de Costa Rica.** Revista de Ciencias Ambientales (UNA). Vol 56 (5): 96-119, enero-junio.
- Santiago Zárate, I.M.; Martínez Damián, M.A.; Cuevas Alvarado, C.M.; Valdivia Alcalá, R.; García Hernández, M.I.; Hernández Toscano, J. 2021. **Productividad y cambio tecnológico en la agroindustria de la caña de azúcar en México.** Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 12 (6): 1005-1017, agosto-septiembre.
- Wikipedia. 2024. Consultado el domingo 06 de octubre del 2024 en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Productividad_agr%C3%ADcola.

CRÉDITOS BOLETÍN AGROCLIMÁTICO

Producción

Karina Hernández Espinoza, Meteoróloga (Coordinadora y editora)
Katía Carvajal Tobar, Ingeniera Agrónoma
Nury Sanabria Valverde, Geógrafa

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
 INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

Recomendaciones agrícolas

Erick Chavarría Soto, Ingeniero Agrónomo

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES
 LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

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



MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA

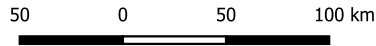
GOBIERNO DE COSTA RICA

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

Mapas quincenales del boletín agroclimático, 2024 Quincena 1: 01 al 15 de septiembre Quincena 2: 16 al 30 de septiembre

(Datos preliminares)



Proyección Geográfica: WGS84. Datum: WGS84. Elipsoide: WGS84.

Fuente: SIG - Dpto. de Desarrollo, Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica. 2024.

