

Periodo del 11 de setiembre al 24 de setiembre 2023

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA QUINCENA DEL 28 DE AGOSTO AL 10 DE SETIEMBRE 2023

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

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

En la figura 1 se puede observar, a partir de datos preliminares de 106 estaciones meteorológicas, el acumulado quincenal de lluvias sobre el territorio nacional. Periodo en el cual el IMN contabiliza 2 ondas tropicales afectando el país.

Los promedios de lluvia acumulada a nivel diario varían según la región cañera. Se tuvieron valores acumulados de lluvia diaria entre 1 – 15.3 mm y días sin lluvia (29-31 y 7-8) en la **Región Guanacaste Este**; mientras la **Región Guanacaste Oeste** se registraron entre 1 – 22.0 mm y días sin lluvia (30-31 y 6-8); en la **Región Norte** se reportó entre 1 – 26.8 mm y días sin lluvia (28-29 y 3). La **Región Puntarenas** presentó entre 1 – 24.3 mm y días sin lluvia (29-30, 3 y 5-7). La **Región Sur** mostró entre 1 – 32.0 mm y día sin lluvia (29-30 y 5-7). La **Región Turrialba** acumuló lluvias entre 1 – 15.8 mm y días sin lluvia (26-31 y 5-6). La **Región Valle Central** tuvo entre 1 – 18.3 mm y días sin lluvia (29-31).

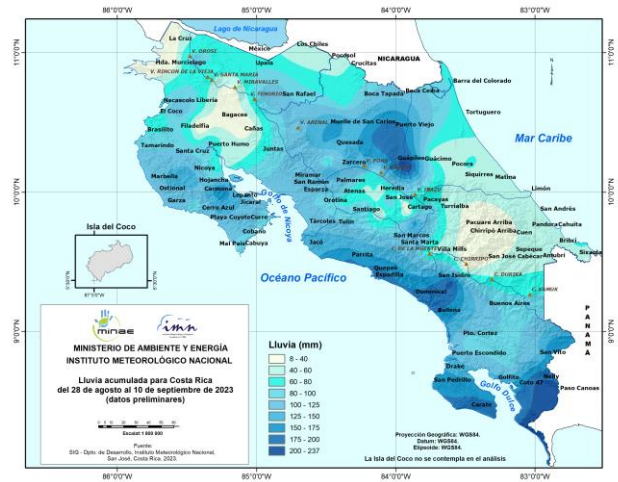


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la quincena del 28 de agosto al 10 de setiembre del 2023.

PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CAÑERAS DEL 11 DE SETIEMBRE AL 17 DE SETIEMBRE

De la figura 2 a la figura 8, se muestran los valores diarios pronosticados de las variables lluvia (mm), velocidad del viento (km/h) y temperaturas extremas (°C) para las regiones azucareras. La **Región Norte** mantendrá viento del Este con paulatino incremento entre lunes y sábado; temperatura media normal y lluvia deficitaria. La **Región Guanacaste (Este y Oeste)** presentará viento del Este, menos acelerado entre miércoles y viernes; temperatura media y lluvia normal; pero particularmente la península de Nicoya e incluso al Norte de la región Oeste estarían más cálidas y deficitarias. En la **Región Sur** se espera viento variable (Este-Oeste) con dominancia del Oeste entre lunes y viernes; temperatura media normal y lluvia deficitaria. El **Valle Central (Este y Oeste)** tendrá viento del Este muy constante en la semana; con temperatura media normal y lluvia tan deficitaria como Península de Nicoya. Para la **Región Turrialba (Alta y Baja)** se prevé del Este con paulatino incremento en lo que va de la semana; temperatura media normal y lluvia deficitaria. La **Región Puntarenas** mantendrá viento variable (Este-Oeste) con dominancia del Este; con temperatura media más cálida de lo normal y lluvia deficitaria.

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

El Huracán Lee y la Tormenta Tropical Margot no tendrán efecto sobre el país; debido a que las trayectorias pronosticadas para los próximos días se ubican fuera del Mar Caribe y por tanto muy lejos de Costa Rica.

“No se prevé el tránsito de ninguna onda tropical esta semana. Sin presencia significativa de polvo Sahariano sobre el país.”

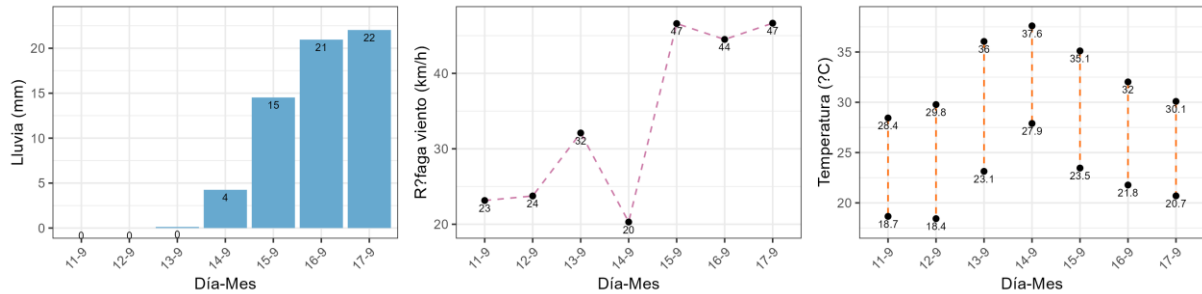


Figura 2. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 11 al 17 de setiembre en la región cañera Guanacaste Este.

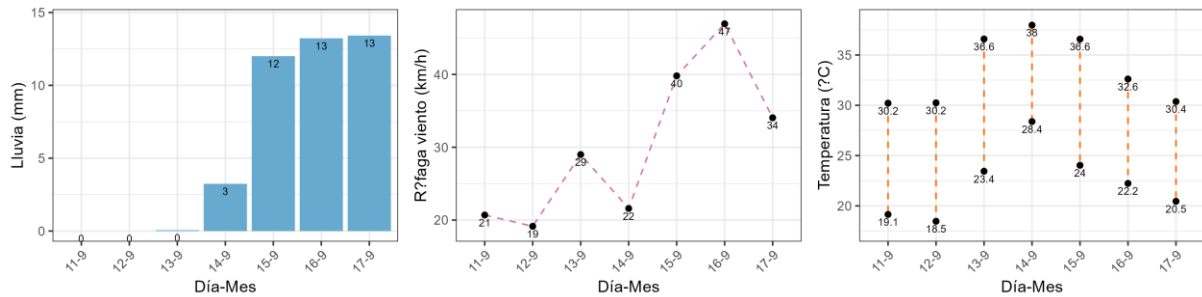


Figura 3. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 11 al 17 de setiembre en la región cañera Guanacaste Oeste.

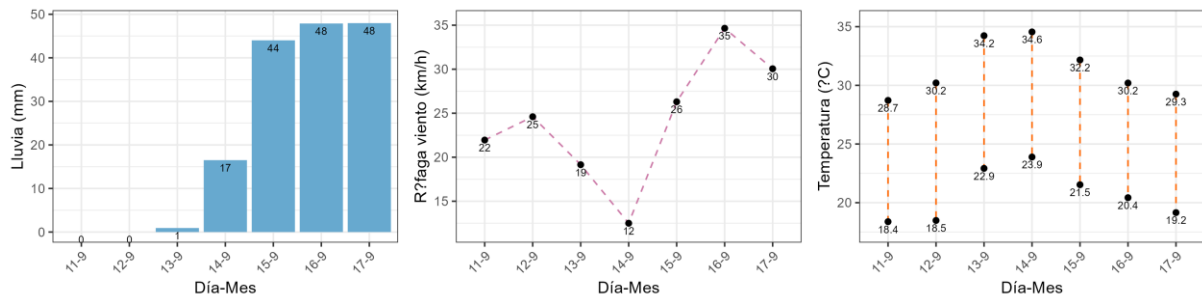


Figura 4. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 11 al 17 de setiembre en la región cañera Puntarenas.

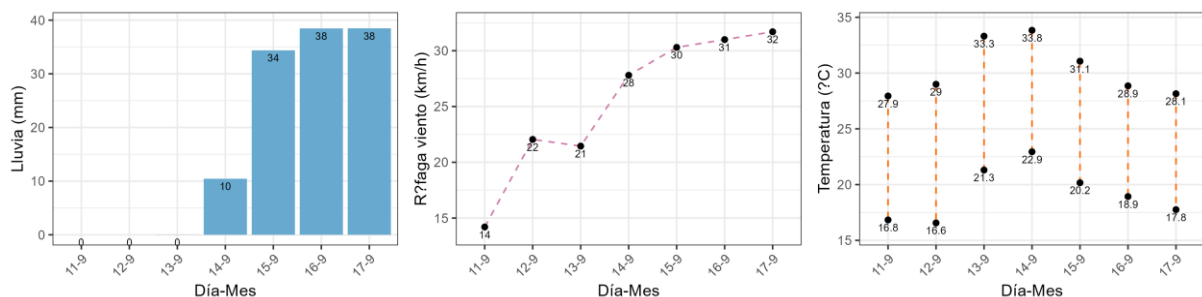


Figura 5. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 11 al 17 de setiembre en la región cañera Región Norte.

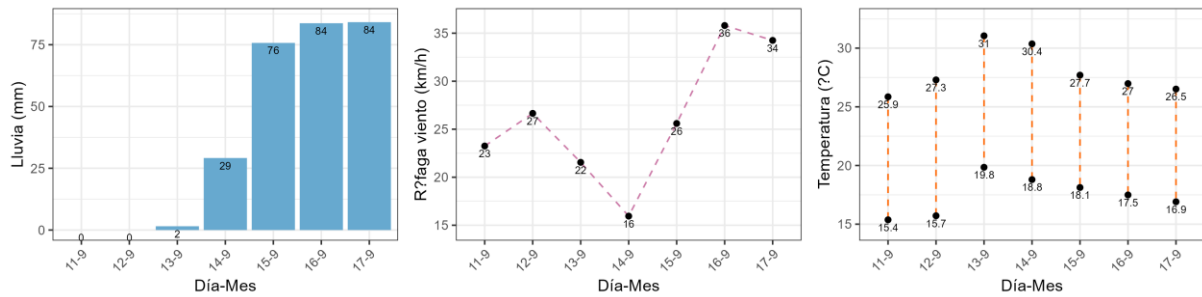


Figura 6. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 11 al 17 de setiembre en la región cañera Valle Central (Este y Oeste).

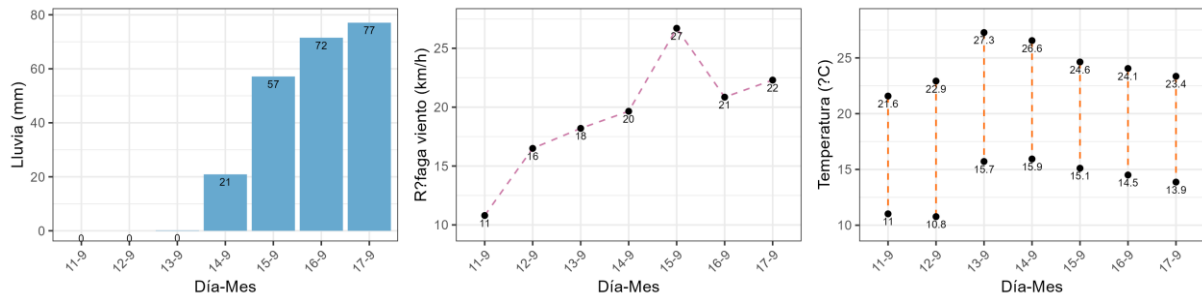


Figura 7. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 11 al 17 de setiembre en la región cañera Turrialba (Alta y Baja).

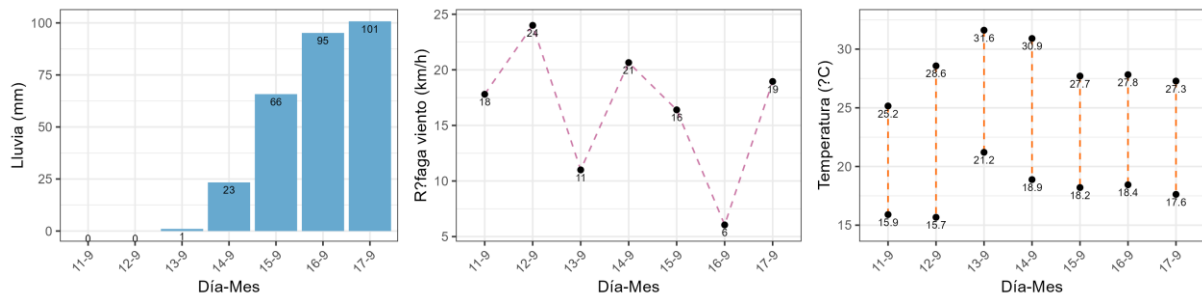


Figura 8. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 11 al 17 de setiembre en la región cañera Región Sur.

TENDENCIA PARA EL PERIODO DEL 18 DE SETIEMBRE AL 24 DE SETIEMBRE

No se descarta afectación por onda tropical en el transcurso de la semana. La **Región Huetar Norte** mantendrá viento del Este más acelerado de lo normal; temperatura media normal; con lluvia deficitaria. La **Región Chorotega (Este y Oeste)** presentará viento del Este más acelerado de lo normal; así como temperatura media normal, pero más cálida de lo normal en la península de Nicoya e incluso al Norte de la región Oeste; con lluvia deficitaria. En la **Región Sur** evidenciará viento del Este más acelerado de lo normal; con temperatura media y lluvia normal. La **Región Valle Central (Este y Oeste)** mostrará viento del Este más acelerado de lo normal; así como temperatura media y lluvia normales. La **Región Turrialba (Alta y Baja)** tendrá viento del Este más acelerado de lo normal, temperatura media normal; con lluvias deficitarias. La **Región Puntarenas** mostrará viento del Este más acelerado de lo normal, temperatura media más cálida y lluvia deficitaria.

LAICA Y EL IMN LE RECOMIENDAN

Mantenerse informado con los avisos emitidos por el IMN en:

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

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 04 al 10 de setiembre de 2023 se tuvieron condiciones de alta saturación en la Región Guanacaste Oeste, Región Norte y Región Sur; para el resto de las regiones cañeras la humedad fue entre media a baja.

Como se observa en la figura 09, la Región Guanacaste Oeste tiene entre 15% y 60%, mientras que la Región Guanacaste Este está entre 30% y 60% de saturación. La Región Puntarenas presenta entre 15% y 45%; la Región Valle Central Oeste tiene entre 45% y 60% y la Región Valle Central Este presenta entre 30% y 60%.

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

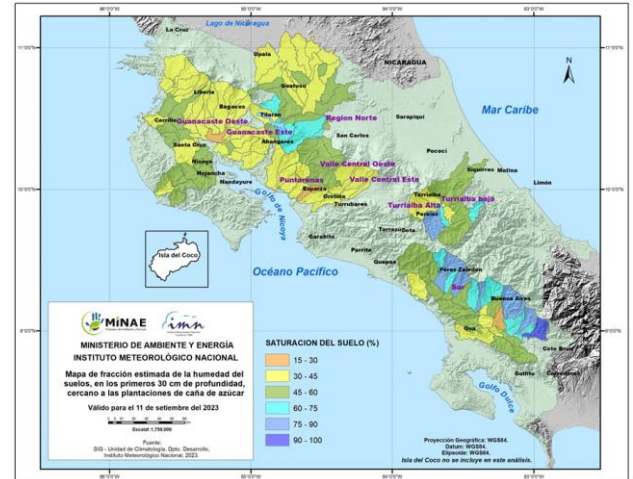


Figura 09. Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), en los primeros 30 cm de profundidad, cercana a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 11 de setiembre de 2023.

CRÉDITOS BOLETÍN AGROCLIMÁTICO

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

Modelos de tendencia del Departamento de
 Meteorología Sinóptica y Aeronáutica

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

NOTA TÉCNICA

Factores que afectan e intervienen la germinación, amacollamiento, ahijamiento y retoñamiento de la caña de azúcar en Costa Rica

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

chavessolera@gmail.com

Especialista cultivo de la Caña de Azúcar

Introducción

Todo emprendimiento y esfuerzo personal o empresarial busca siempre con carácter motivacional satisfacer a cabalidad metas y objetivos particulares y/o institucionales, que planificados o no, se trazan y organizan primero en la mente o formulan y consignan luego en el papel mediante planes y programas bien estructurados como ruta crítica a seguir, con el fin de alcanzar los beneficios previstos, sean estos de índole técnico, administrativo, productivo, ambiental, social o financiero. Esta es una actitud y condición muy humana que procura lograr alguna retribución interesante al esfuerzo realizado.

Sin embargo, muchas veces en ese afán de cumplir a cabalidad con las expectativas y satisfacer con prontitud y prisa las metas trazadas de manera óptima, se concentra el esfuerzo técnico-administrativo en las actividades y labores de campo más notorias y evidentes, sobre todo las correspondientes a la fase final del ciclo vegetativo y acto productivo concebidas en la maduración y cosecha de la plantación; esto es, se descuidan, omiten o desatienden asuntos que por su carácter y naturaleza tienen gran impacto sobre el resultado final, expresado por los índices de productividad y eficiencia agroindustrial alcanzados. Como está demostrado en la práctica agrícola, **los grandes detalles del proceso agroindustrial pueden conducir bien orientados y conducidos al éxito o mal gobernados y operados al fracaso del esfuerzo agroempresarial.**

El proceso de producir de manera rentable, ecoeficiente y eco-competitiva en cualquier actividad empresarial sobre todo de carácter agroindustrial como es el caso de la caña de azúcar, requiere imperativamente atender, satisfacer y cumplir varios elementos que resultan insoslayablemente obligados y necesarios virtud de sus implicaciones, efectos e impactos

tanto positivos como negativos en todos los órdenes (Vignola et al 2018).

Cabe al respecto reconocer lo señalado por Chaves (2015) al apuntar con certeza, que

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

Debemos reconocer y aceptar que el éxito en la agricultura viene ineludible e inexorablemente ligado a la condición y eficiencia prevaleciente y que se genere en todos los órdenes, sea en factores de carácter biótico, abiótico, financiero, legal, comercial y administrativo, entre otros, algunos de los cuales como es sabido, resultan imprevisibles y no controlables, por lo que califican como verdaderos casos fortuitos y de fuerza mayor; otros por el contrario, son previsibles, contornables y factibles de potenciar, resolver, mitigar o en su caso eliminar, según sea la situación particular. Buena parte del éxito de la empresa cañera está basado en la efectividad y capacidad de administración que se tenga en áreas estratégicas como son la planificación, coordinación, articulación, control y verificación de acciones y actividades en toda la agrocadena productiva de la caña de azúcar, pues caso contrario se generan efectos

inconvenientes que impactan negativamente la gestión y resultado comercial.”

Con fundamento en lo anterior y por considerarlo de gran trascendencia y enseñanza para el productor nacional de caña, a continuación se hace una revisión y valoración técnica de algunos factores bióticos y abióticos que se estima intervienen en grado y con efectos variables, sobre las dos primeras fases o etapas fenológicas del ciclo vegetativo natural de la planta de caña de azúcar (Figura 1), que como indicara Chaves (2019a) se corresponden con: “...1) germinación, emergencia y brotación de las yemas, 2) formación de macolla e hijamiento hasta cierre de la plantación, 3) crecimiento acelerado del cultivo y 4) maduración y concentración de sacarosa en los tallos. Algunos autores ubican tres fases integrando la 1) y la 2).”

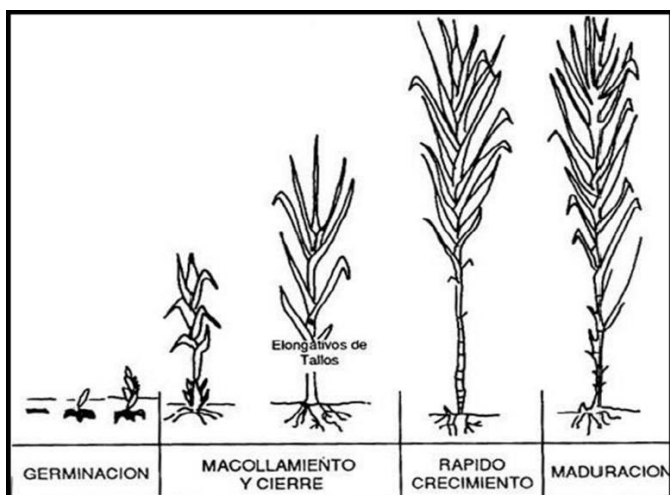


Figura 1. Fases genéricas del ciclo vegetativo natural de la caña de azúcar.

Amplia el mismo autor respecto a esas dos primeras fases fenológicas en lo específico, aplicables principalmente al ciclo vegetativo de caña planta, que:

*“...los eventos biológicos que acontecen en la plantación, los cuales cabe mencionar y concebir, tienen una estrecha relación y mezcla entre lo biológico y lo comercial. En la **Fase 1** ocurre la germinación, la emergencia y el brotamiento de las yemas de la semilla (esqueje) recién sembrada; puede tardar entre 30-50 días. La **Fase 2** se distingue por la formación de “macolla” donde se concentran las plántulas emergentes del conjunto de yemas; es importante pues define inicialmente la cantidad de biomasa*

(población de tallos) y con ello en principio el tonelaje futuro. Hay elongación inicial de tallos. Ocurre un aumento significativo del Índice de Área Foliar (IAF), favoreciendo el cierre del cañaveral. Su final se ubica con el cierre de la plantación cuando las plantas de los surcos alternos se contactan y el espacio entre los mismos se obstruye, lo que obviamente depende del distanciamiento de siembra empleado (1,40-1,80 m), la modalidad de siembra (surco paralelo, doble, escalera), la variedad cultivada y las condiciones ambientales del lugar (suelo, agua, luz, temperatura, nutrimentos, etc.), lo que puede ocurrir entre los 4 y 6 meses.”

Como se infiere, por razones obvias y comprensibles las plantaciones en condición de retoñamiento también satisfacen esas fases, aunque con procesos y mecanismos un tanto diferentes virtud de que ya la macolla y cepa está formada y el sistema radicular establecido, por lo que se da es una germinación y brotamiento de las yemas contenidas en la misma; con un gasto energético muy inferior y un tiempo a cosecha también más corto (12 meses). Podría asegurarse que en una plantación en estado de retoño el ciclo vegetativo está compuesto de apenas tres fases, donde la 1 y 2 del ciclo planta se funden en una sola.

Actividades importantes de campo por atender y controlar

Esa activa etapa vegetativa inicial que acontece y desarrolla tanto en ciclo planta como en ciclo de retoño (soca), comprende varios procesos metabólicos con alcance sinérgico y también antagónico de carácter continuo, con presencia de fuerte actividad hídrica, enzimática, hormonal y nutricional, que son determinantes para asegurar la producción futura de caña y azúcar por obtener en niveles satisfactorios; pues como es comprensible considerar, tiene que ver con la definición de la población y la densidad de plantas y con ello con el tonelaje de materia prima potencialmente esperado cosechar (Figura 2). Seguidamente se comentan apenas los tres procesos de interés del presente artículo, como son a) germinación, brotamiento y emergencia de plántulas, b) amacollamiento y ahijamiento y c) retoñamiento de yemas, brotes y plantas.

Es importante indicar que el periodo de cosecha de las plantaciones comerciales cultivadas con caña de azúcar en Costa Rica inicia en la zona baja (< 300 msnm) de Guanacaste y el Pacífico Central en el mes de diciembre y finaliza en la zona

alta (> 1.000 msnm) de ciclo vegetativo prolongado (18-24 meses) por lo general en el mes de julio de cada año; aunque en algunos periodos como lo demuestra Chaves (2020h) se ha prolongado por más tiempo. Esta situación condiciona lo relacionado y actuado con respecto a las prácticas de siembra, renovación y retoñamiento de las plantaciones en esa misma secuencia y sincronía. La siembra de plantaciones de caña (ciclo planta) sean nuevas o por renovación se realiza entre los meses de enero-julio y el retoñamiento (ciclo soca) de las mismas se da entre los meses de enero y agosto, dependiendo de si se cuenta con agua en los periodos secos y las condiciones climáticas (lluvia) lo permiten.



Figura 2. Actividades fenológicas involucradas en las Fases 1 y 2 del ciclo vegetativo natural de la caña.

Siembra y establecimiento de la plantación

Para establecer correcta y eficientemente una plantación comercial y competitiva de caña de azúcar en el campo, es necesario conocer y controlar varios elementos fundamentales que determinan en alto grado el éxito productivo, comercial, financiero y empresarial del emprendimiento agro productivo desarrollado. Esta misión requiere incuestionablemente formular y contar con un planeamiento previo y estricto que determine el programa y plan de acción previsto desarrollar, definiendo la ruta crítica e identificando las actividades, labores y tiempos implicados en el proceso; así como la estimación de los equipos, materiales y recursos necesarios disponer. Este planeamiento estratégico incluye no solo aspectos relacionados con el establecimiento de plantaciones nuevas, el

rediseño y adecuación de las existentes y el mantenimiento de las que se encuentran en estado vegetativo de soca o retoño.

Los requerimientos y necesidades inmediatas de cualquier proyecto o iniciativa productiva vinculada con la siembra y mantenimiento de plantaciones de caña de azúcar están definidas por varios elementos que se deben conocer, valorar y disponer oportunamente como mejor convenga; procurando siempre alcanzar su optimización, como son entre otros los siguientes:

- 1) Determinar la distancia al punto de entrega (km) de la materia prima cosechada.
- 2) Conocer con detalle representativo las características del clima prevaleciente en el lugar, desagregado en sus elementos principales y más incidentes, como son: *lluvia, temperaturas (máxima, media, mínima), luz, viento, humedad ambiente y evaporación*, expresados en lo concerniente a magnitud, intensidad, frecuencia, distribución, dirección y época. Se deben tener datos representativos de clima.
- 3) Cotejar y armonizar el momento fenológico y las necesidades del cultivo con los elementos del clima presentes.
- 4) Establecer una tipificación detallada de los suelos dominantes en cuanto a taxonomía, características, propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, que caractericen la fertilidad real y potencial del lugar.
- 5) Ubicar el área disponible y efectiva de cultivo dada en hectáreas; como también la potencial por ampliar, renovar o mantener (ciclos planta y soca).
- 6) Tener disponibilidad de agua e infraestructura para riego y drenaje.
- 7) Contar con terrenos con potencial mecanizable demostrado.
- 8) Disposición de caminos de acceso, movimiento y salida de la plantación del equipo y maquinaria empleada.
- 9) Conocer los requerimientos de equipo y maquinaria necesarios para operar las diferentes labores por ejecutar, lo que implica ubicar prototipo requerido, cantidad, época, capacidad y costos asociados.
- 10) Estimar las cantidades (toneladas) de semilla de calidad requeridas para implementar el proyecto de siembra y/o

renovación; así como asegurar su procedencia, costo y disponibilidad cuando se necesita.

- 11) Disponer de la mano de obra de calidad requerida según momento, cantidad y labor.
- 12) Estimar la cantidad, calidad y momento de los insumos necesarios disponer (agroquímicos, orgánicos, herramientas) para atender las necesidades del cultivo.
- 13) Conocer por estrategia los antecedentes productivos agroindustriales del lugar; como también los principales problemas, obstáculos y limitantes prevalecientes.
- 14) Disponer y contar con los servicios básicos necesarios.
- 15) Definir aspectos fundamentales como son la época (fecha) de siembra, la distancia (m) de siembra y la densidad de semilla (toneladas/ha) por emplear.
- 16) Estimar los costos implicados en las actividades y labores involucradas.

Queda demostrado con lo anterior que la labor de siembra y establecimiento de una plantación comercial de caña de azúcar requiere sin excepción, de mucho cuidado y atención, pues los asuntos relacionados son muchos y muy diversos en contenido y complejidad. Solo un manejo técnico-administrativo prudente, oportuno y juicioso puede asegurar la posibilidad de aspirar a lograr niveles de productividad agrícola e industrial elevados, rentables, sostenibles y competitivos.



Figura 3. Dinámica fenológica y vegetativa de la caña de azúcar.

Siembra, germinación, emergencia, amacollamiento, ahijamiento y retoñamiento

En primera instancia debe tenerse presente que la caña de azúcar es un cultivo perenne que se propaga vegetativamente. Visto desde la perspectiva del estado vegetativo natural de la planta de caña (Chaves 2019a), en el **Ciclo Planta** se distinguen las siguientes fases:

- A. **Fase 1:** involucra el desarrollo y operación de mecanismos vinculados con la germinación y brotación de las yemas de la semilla (esqueje) recién sembrada, seguida de la emergencia de los nuevos brotes o renuevos, como son también conocidos. Se estima que esta etapa puede tardar entre 30 y 60 días (1-2 meses).
- B. **Fase 2:** en esta fase ocurre y activa el desarrollo radical y la formación de cepa, macolla y el ahijamiento de las plántulas emergentes hasta llegar al cierre de la plantación. Es notorio y muy evidente comprobar un aumento muy significativo del Índice de Área Foliar (IAF) con una activa elongación inicial de tallos, que define en parte la cantidad de biomasa (población de tallos) presente y con ello el tonelaje futuro que podría eventualmente alcanzar la plantación. El cierre del cultivo marca su final, lo que puede ocurrir entre 2,7 y 5 meses (80 y 150 días) posteriores a la fase 1; lo cual está influenciado y determinado por el distanciamiento (1,40-1,80 m) y la modalidad de siembra empleada (surco paralelo, surco doble, colocación de la semilla en escalera), el biotipo y características de la variedad cultivada y las condiciones edafoclimáticas del entorno (suelo, agua, luz, temperatura, nutrientes, etc.) donde se ubica la plantación.

En una plantación en estado vegetativo de **Ciclo Retoño o Soca** las dos fases anteriores se confunden e integran en una sola, como sigue:

- C. **Fase 1:** la macolla de la planta en este ciclo está ya debidamente conformada y activa y el sistema radicular permanente desarrollado y establecido, habiendo ya desaparecido las raíces temporales iniciales del esqueje-semilla; motivo por el cual los factores ambientales favorecen y estimulan la germinación y brotamiento de las yemas contenidas en la misma, con un gasto energético muy inferior y un tiempo hasta cosecha también más corto

(Chaves 2020g). En una plantación en estado de retoñamiento el ciclo vegetativo está compuesto de apenas tres fases, donde las Fases 1 y 2 del ciclo planta se fusionan y confunden en una sola, las otras dos de crecimiento y maduración permanecen similares.

Esas fases o etapas no pueden ni deben nunca deslindarse y omitirse como parte importante y determinante del ciclo vegetativo completo por el que debe atravesar obligadamente una plantación comercial de caña de azúcar (Figura 3), pues en ellas, como se indicó, se define y establece la condición productiva agroindustrial futura. Esta recomendación trasciende para las prácticas de manejo agronómico de las plantaciones comerciales que deben obligada e insoslayablemente realizarse.

Siembra

Luego de realizar una preparación y manejo conveniente del terreno adecuándolo a las condiciones necesarias que toda plantación comercial de caña requiere; se procede con la corta y adquisición del material reproductivo para ser usado en la siembra, empleando para ello semilla de alta calidad, sanidad y pureza genética, utilizando idealmente esquejes de tallo con edad entre 7-8 meses, compuestos por 3-4 nudos y 3-4 yemas potencialmente activas; los cuales son colocados en el fondo del surco. La ubicación de las yemas en el tallo-semilla marca diferencia, encontrando una mejor germinación y brotamiento en aquellas más tiernas procedentes preferentemente del tercio superior más tierno respecto a las basales; aunque es la edad del material reproductivo el que marca la diferencia. La modalidad dominante en el país es colocar dos o tres tallos enteros en cobertura que luego se cortan en esquejes y procede con la fertilización básica parcial (fosforada) y tapa de la semilla con una capa de tierra idealmente de 3-5 cm, como se aprecia en la Figura 4.

Los factores asociados con la calidad de la semilla empleada en la siembra resultan extremadamente importantes y determinantes en el resultado deseado, muy particularmente su estado de sanidad y vigor, la edad, el tiempo transcurrido entre corta y siembra de la misma, el grado de hidratación, la humedad del suelo y la profundidad de siembra empleada. Sin embargo, luego de evaluar experimentalmente algunas de esas causas los resultados obtenidos por Villegas y Ramírez (2012)

son reveladores, pues encontraron y concluyeron sorprendentemente, que “...en todos los experimentos el mayor porcentaje de germinación fue del 74% y en términos generales alrededor de un 30% de las yemas sembradas no germinaron, sin que se pueda atribuir la causa a alguno de los factores estudiados. La no viabilidad de las yemas resultó ser el factor que más incidió en la germinación de la caña de azúcar y no el manejo de los paquetes de semilla, como tradicionalmente se ha creído. Con lo obtenido se puede pensar en afinar algunas prácticas culturales y en estudiar medidas que pudieran mejorar la viabilidad de las yemas, siempre y cuando el costo de las medidas no sea superior al costo de la semilla que se logre ahorrar en las siembras comerciales como resultado de la implementación de la nueva tecnología.”



Figura 4. Siembra de plantaciones de caña de azúcar.

❖ Germinación, brotamiento y emergencia:

Una vez colocada la semilla en el suelo se suceden y desencadenan muchos eventos de carácter fisiológico, metabólico, enzimático, químico y microbiológico que conducen a la hidratación y al estímulo de las raíces iniciales situadas en el anillo de crecimiento, y también a la germinación de las yemas del esqueje-semilla.

La zona radical del nudo del esqueje de ancho y forma variable se compone de los primordios radicales o raíces adventicias como también se conciben, que son las que darán mantenimiento (hidratación y nutrición) temporal a las yemas

germinadas y primeras plántulas emergentes de la semilla. Este sistema radical es transitorio y opera durante los primeros 2-3 meses en el caso de la caña planta (no en socas), pues luego se desarrolla e instala el sistema permanente de raíces de la cepa de caña (absorbentes, cordón y de fijación). Los primordios que se encuentran en estado de reposo o latencia son estimulados y reaccionan con la humedad y la temperatura del medio desencadenando su actividad metabólica de manera intensa en proporción al estímulo recibido (Chaves 2020be).

La duración de esta etapa varía de manera importante entre regiones en función de las condiciones del entorno, como lo apuntaron Chaves (2019b) y Vignola *et al* (2018), inicia entre los 7 a 10 días después de realizada la siembra. El crecimiento inicial se prolonga hasta aproximadamente los 35 días.

Esta fase está muy influenciada por factores externos e internos, entre los que destacan la humedad, la temperatura y la aireación del suelo; así como también el biotipo y atributos de la variedad sembrada, la presencia de vaina en la semilla, el tiempo transcurrido entre corta de la semilla y siembra en el primer caso. Como factores internos pueden ubicarse la sanidad de las yemas, el estado de hidratación del esqueje-semilla, el contenido de azúcar presente y el estado nutricional de la semilla.

Suelos húmedos y calor ambiente y edáfico aseguran una brotación rápida y activa, estimando como ideal para la germinación de la yema una temperatura de 28 a 30°C, fijando la basal en 12°C que inhibe, limita o prolonga el proceso en zonas altas y frías. Se considera muy valioso que las plantaciones dedicadas a semillero reciban muy buena hidratación y adición de nitrógeno, lo que asegura un brotamiento posterior fuerte y vigoroso.

Aseguran Villegas y Ramírez (2012) con base en la experiencia colombiana que *“Una buena germinación es requerimiento básico para una buena producción de caña de azúcar. En las siembras comerciales de caña en el valle del río Cauca es común que germinen solamente entre el 55% y el 65% del total de las yemas sembradas.”*



Figura 5. Germinación, amacollamiento y ahijamiento de una plantación de caña.

❖ Amacollamiento y ahijamiento:

La fase de germinación hasta el amacollamiento y ahijamiento de las plantas de caña de azúcar se inicia en Costa Rica por lo general en el mes de mayo cuando no se dispone de sistemas de riego y se depende de las lluvias; teniendo el proceso una duración aproximada de tres meses pudiendo llegar sin embargo hasta los 120 días.

Esta etapa comienza alrededor de los 35 a 40 días después de la siembra y el establecimiento de la plantación en el campo; se caracteriza por el brote de varios tallos a partir de las articulaciones nodales que se encuentran ubicadas en la base de los tallos primarios. Se describe como un proceso fisiológico de ramificación subterránea continuo de las uniones nodales compactas del brote primario. Esta es una fase de gran importancia en la definición del rendimiento futuro, ya que en su desarrollo se establece el número potencial de tallos cosechables y con ello el tonelaje de materia prima recuperado.

Son varios y muy diversos los factores que intervienen y participan del proceso como son el biotipo y características de la variedad cultivada, la luz, temperaturas, humedad y textura del suelo, el espaciamiento entre plantas y las prácticas de manejo asociadas con la fertilización y la nutrición. La luz es en definitiva un factor determinante pues una iluminación adecuada que llegue a la base de la planta en este periodo activa las yemas basales.

Las temperaturas idóneas para promover el amacollamiento y ahijamiento de la plantación se ubican en torno a los 30°C, siendo retardado cuando la misma es inferior a 20°C. La práctica de campo ha demostrado que hijos formados en fase temprana favorecen la formación de tallos más gruesos y pesados induciendo un tonelaje mayor; mientras que los formados tardíamente por lo general se mantienen inmaduros (mamones) o llegan a morir.

Se estima que la población máxima de hijos en una plantación comercial de caña de azúcar se alcanza en edades de 90 a 120 días (3-4 meses) luego de sembrar; llegando a morir cerca del 50% de la población entre los 150-180 días (5-6 meses), luego de lo cual se establece y define la población que llegará hasta cosecha y servirá de materia prima al proceso industrial. Se ha observado que, aunque una yema tenga la habilidad y propiedad de producir de 6 a 8 hijos, apenas de 1 a 2 plántulas permanecen, crecen, desarrollan y llegan a formar plantas con potencial industrial.

Esta realidad del campo conduce de inmediato a meditar y pensar con responsabilidad y sentido técnico ¿Qué hacer para que la muerte y desaparición de tallos sea menor? preguntarse a la vez ¿Cuánto crecería mi tonelaje si evito que el 50% de muertes se reduzca significativamente? Una valoración y revisión de lo actuado demuestra que es en esta etapa donde deben elevarse los cuidados y la ejecución de prácticas que eleven la población de tallos a cosecha, lo que se logra con labores que favorezcan la aireación, iluminación e hidratación, como son entre otras revisar muy bien el distanciamiento empleado en la siembra, el uso de semilla de calidad, el trazado y la disposición de los surcos en el campo respecto a la luz, la aireación del suelo y el medio, el desarrollo de raíces, el fortalecimiento de la cepa de caña, el mantenimiento de humedad y la nutrición acorde con las necesidades del momento fenológico. Surgen como opciones pragmáticas asegurar la sanidad y vigor de la semilla, evitar y atenuar la compactación, sembrar en época conveniente, favorecer la aireación del suelo mediante prácticas como descompactación, desaporca y aporca, lo que además rompe y reactiva el sistema radical, mantener la humedad adecuada evitando condiciones estresantes de déficit o encharcamiento, nutrir según necesidades, controlar y evitar la competencia con malezas mediante control temprano y asegurar un estado fitosanitario

de calidad controlando plagas y enfermedades. En definitiva, se requiere contar con un programa de manejo de plantaciones muy específico para atender las diversas actividades que deben desarrollarse en un periodo de tiempo relativamente tan corto, pues como es comprensible entender *“los eventos que ocurren durante la siembra y el establecimiento de la plantación definen en alto grado lo que se producirá y cosechará a futuro, esto valorado en términos de cantidad y calidad de materia prima”*.



Figura 6. Emergencia y manejo de retoños en una plantación en ciclo soca.

❖ Retoñamiento:

El denominado retoñamiento de una plantación comercial de caña corresponde en la praxis del campo a la emisión, surgimiento y crecimiento de nuevas plantas (renuevos, plántulas) luego de efectuada la primera cosecha de la plantación (caña planta); nombrando a la segunda cosecha como primer retoñamiento o primera soca y así sucesivamente de manera creciente en cortes sucesivos. Una quinta cosecha se corresponde por ello con una cuarta soca o retoño. Se espera como mínimo deseable realizar al menos 5 cosechas previa renovación de una plantación comercial.

El retoñamiento consiste en la germinación y brotamiento de las yemas presentes en la cepa de plantas luego de realizada su primera cosecha, lo que difiere de lo acontecido durante la siembra en el sentido de que ya existe una macolla y un sistema radical establecido y fisiológicamente activos. Esta situación provoca que el ciclo vegetativo de una plantación en retoño sea

por lo general más corto (12 meses) para una misma condición productiva, pues no debe pasar por los procesos vinculados con la siembra.

El “*manejo de retoños*” constituye todo un concepto agronómico importante de concebir, pero sobre todo de pragmatizar en el campo, virtud de las labores y actividades que conlleva orientadas a asegurar llevar la máxima población de tallos industrializables hasta cosecha (Figura 6). Obviando la siembra, en realidad ese manejo es muy similar al de mantenimiento de una plantación en fase de ciclo planta.

Fisiología de los mecanismos involucrados

En el Cuadro 1 se expone, identifica y describe con algún grado de detalle importante parte de la actividad (baja, intensa) metabólica y fenotípica observada en los procesos de desarrollo del sistema de raíces, germinación y brotamiento de yemas, emergencia, amacollamiento y ahijamiento y retoñamiento sucedidos en una plantación comercial de caña de azúcar en estado de ciclo vegetativo de caña planta y/o retoño. Como se infiere y concluye de esa información, la actividad metabólica es muy alta y dinámica acompañando los procesos de fotosíntesis, respiración, síntesis y uso de energía (glucosa), división celular, actividad enzimática (invertasa ácida) y absorción nutricional y uso de nutrimentos (N, P, K) que son requeridos inicialmente por la planta y el sistema agro productivo en mayor proporción.

El brotamiento de las yemas está enmarcado por un rápido y acentuado incremento de la actividad respiratoria y gasto de energía para acompañar los procesos involucrados; acompañado por el transporte activo de sustancias a los puntos de crecimiento, motivo por el cual la buena aireación del suelo es necesaria, siendo por ello los suelos de textura porosa muy favorables. Seguido de este periodo se inicia el desarrollo de las raíces de los hijos primarios, secundarios, terciarios y así sucesivamente.

Como apuntara Chaves (2023bc), en las Fases 1 y 2 del ciclo vegetativo es requerida mucha energía para acompañar los procesos de fotosíntesis, respiración y división celular propios del activo crecimiento observado, lo que demanda altos contenidos de glucosa, humedad y nitrógeno; con una muy

activa acción enzimática, como acontece en este particular con la invertasa ácida.

La información expuesta en ese cuadro evidencia la dinámica progresiva de la compleja actividad diferenciada que acontece en las diferentes actividades fenológicas del ciclo vegetativo, lo que aplica de acuerdo con las necesidades propias del cultivo y las condiciones del entorno donde se ubica la plantación (Chaves 2019b, 2020cd).

¿Qué factores intervienen y cómo afectan?

Los factores, elementos y circunstancias que pueden eventualmente tornarse positivas o negativas para el brotamiento, amacollamiento, germinación, ahijamiento y retoñamiento según sea el nivel de atención, conducción, intensidad, frecuencia y adecuación con que se presenten, conduzcan y operen son múltiples en calidad, muy diversas en contenido y variables en cuanto al efecto e impacto generado.

Dichos factores pueden ubicarse y ordenarse en la categoría de Bióticos relacionados con la Genética del cultivo, la Semilla, los de naturaleza Microbiológica y algunos asociados con el Manejo de la plantación en el campo. Otros son por constitución de carácter Abiótico como acontece con los factores Climáticos, Edáficos y propios de Manejo Agronómico de la planta de caña.

La afectación puede ser directa o en su caso indirecta en cuanto a intensidad, frecuencia y magnitud, lo que genera efectos e impactos estresantes diferentes aún para un mismo factor; lo cual depende y está determinado en buena parte por el estado vegetativo y momento fenológico en que se encuentre la plantación. Un déficit de humedad en el suelo asociada con altas temperaturas durante la siembra genera una afección diferente a si el mismo impacto se da luego de emerger y crecer las plántulas. Lo mismo acontece en sentido inverso, con presencia de un exceso de humedad y temperaturas frías. La presencia de un suelo compacto sin duda es una fuerte limitante directa para la buena preparación del terreno, la germinación y el brotamiento posterior de las yemas.

Cada factor y elemento afecta de manera muy particular y diferente sea impactando la germinación y el brotamiento de las yemas germinales, muchas de las cuales se pierden; como

también desfavoreciendo y eliminando plantas durante el ahijamiento y/o fase de retoñamiento, lo que impacta negativamente el tonelaje futuro de caña y azúcar y acortando

la vida comercial de la plantación, la cual ni siquiera alcanza las cinco cosechas potencialmente esperadas, obligando a incurrir en una onerosa inversión para su renovación.

Cuadro 1. Actividad metabólica observada en los procesos de germinación, emergencia, ahijamiento y retoñamiento de una plantación de caña de azúcar en ciclo vegetativo de caña planta y retoño.

Ciclo Vegetativo	Estado	Procesos	Actividad metabólica observada
Ciclo Planta	Fase 1	Germinación Emergencia Brotación	Opera inicialmente (por ≈ 2 meses) sistema radical del esqueje (efímero) Absorción de agua y nutrientes Fotosíntesis y metabolismo muy activos Síntesis de carbohidratos Síntesis de proteínas Importante actividad enzimática (invertasa ácida) Gran actividad y desarrollo radical (sentido vertical-horizontal)
	Fase 2	Amacollamiento Ahijamiento Crecimiento	Se conforma la cepa Desarrolla y consolida sistema radicular permanente Aumento importante en el índice de Área Foliar (IAF) Aumenta la cantidad de hijos Elongación inicial de tallos Cierre del cultivo marca final de la fase (≈ 6 meses) Absorción importante de agua y nutrientes Alto contenido de humedad (+75%) y nitrógeno (N) en tejidos Gran actividad enzimática (máximo de invertasa ácida bajo de neutra) Presencia de azúcares reductores (glucosa, fructuosa) Baja concentración de azúcares no reductores (sacarosa) en los tallos
Ciclo Retoño	Fase 1	Retoñamiento Ahijamiento Crecimiento	Brotamiento y emergencia de yemas de la cepa Absorción de agua y nutrientes Fotosíntesis y metabolismo muy activos Síntesis de carbohidratos Síntesis de proteínas Importante actividad enzimática (invertasa ácida) Aumento importante en el Índice de Área Foliar (IAF) Aumenta la cantidad de hijos Elongación y engrosamiento inicial de tallos Cierre del cultivo marca final de la fase (≈ 5-6 meses) Alto contenido de humedad (+75%) y nitrógeno (N) en tejidos Gran actividad enzimática (máximo de invertasa ácida bajo de neutra) Presencia de azúcares reductores (glucosa, fructuosa) Baja concentración de azúcares no reductores (sacarosa) en los tallos

Fuente: Elaborado por el autor.

El debilitamiento de las plantas inducido por el uso de semilla de baja calidad, impedimento observado en el desarrollo óptimo del sistema radicular, desnutrición o problemas de orden fitosanitario provocado por plagas y enfermedades son muchas veces más difíciles de percibir y detectar hasta avanzada la segunda fase del ciclo vegetativo del cultivo, cuando es posible identificar signos y síntomas visibles como los siguientes:

- 1) Vacíos espaciales y falta de plantas en el surco de siembra provocados por no emergencia o pérdida de

éstas, lo que obliga a la resiembra (Chaves 2021) como opción resolutive por cierto muy onerosa

- 2) Germinación y poblamiento desuniforme, discontinuo y muy heterogéneo
- 3) Brotamiento y crecimiento retardado de las plantas
- 4) Plantas notoriamente débiles y de coloración anormal (púrpura, clorótica, verde claro)
- 5) Vegetales con fuerte evidencia de deshidratación en su sección foliar
- 6) Secamiento de tejidos sobre todo punta de hojas y renuevos

- 7) Desarrollo radicular limitado, poco expansivo y de muy baja profundización
- 8) Volcamiento de plantas en áreas ventosas por falta de anclaje por afección radical
- 9) Formación de cepas (cepeo) en el caso del retoñamiento (Figura 7)
- 9) Impacto proyectado en producción de azúcar (t/ha)
- 10) Acortamiento de la vida comercial de la plantación
- 11) Incremento en los costos relativos y asociados de producción agrícola
- 12) Rentabilidad y Relación Beneficio/Costo inferior
- 13) Desmotivación empresarial y personal

En el Cuadro 2 se anotan e identifican un total de 64 asuntos vinculados con seis factores determinantes que pueden de acuerdo con su condición, favorecer o desmejorar los procesos de germinación y brotamiento de yemas, amacollamiento, ahijamiento y retoñamiento de una plantación de caña de azúcar; cuya distribución se da en la siguiente forma: Climático (9 asuntos), Edáfico (16), Microbiológico (4), Genético (14), Semilla (5) y Manejo de Plantaciones (16). Como se infiere de ese resultado, es en el factor suelo y el correspondiente al manejo de las plantaciones donde debe prestarse mayor atención para evitar perjuicios productivos, que al final se traducen en pérdidas financieras reales y potenciales.

Impacto productivo y económico

Los efectos que provocan la impericia, la inopia, la ineficiencia, la incapacidad, la ignorancia, la mala administración o lo que es aún peor, el desinterés por actuar correctamente en el momento oportuno, provocan graves consecuencias para la empresa cañero-azucarera, motivadas por las siguientes razones:

- 1) No retorno de la inversión realizada en la preparación del suelo y siembra de la plantación, costo incurrido por la semilla y el fertilizante aplicado, entre otros
- 2) Impacto sobre la biomasa y la población de tallos industrializables de la plantación
- 3) Generación de espacios físicos sin plantas por pérdida de las mismas
- 4) Necesidad de resembrar o asumir las consecuencias
- 5) Retoñamiento deficiente, discontinuo y desuniforme
- 6) Cepeo de la plantación (Figura 7)
- 7) Deterioro de la calidad y cantidad de materia prima producida (Chaves 1984, 2020a)
- 8) Afectación significativa del tonelaje de caña (t/ha) potencialmente esperable recuperar en la cosecha (Chaves 2023a)



Figura 7. Plantación “cepeada” y otra con desarrollo uniforme de biomasa.

¿Qué hacer? ¿Cómo actuar?

La única forma de solventar y procurar evitar, contrarrestar y superar efectivamente los impactos negativos provocados por las razones indicadas anteriormente, es actuar de manera prudente, sensata, oportuna y sobre todo con estricto apego a principios y criterios técnicos comprobados; lo cual se logra con una administración eficiente y bien ubicada en el conocimiento de las prácticas y necesidades del cultivo. La definición, formulación, establecimiento y operación de planes, programas, planes tácticos y protocolos pragmatizados definidos por actividad, labor y contextualizados en el tiempo, permiten su optimización. La fiscalización y monitoreo continuo de los mismos es necesaria.

Desde antes de preparar el terreno para la siembra ya se deben tener en lo técnico, lo administrativo y lo financiero definidas y conocidas las acciones, labores y actividades por desarrollar, recursos por disponer e inversiones por ejecutar, como es tener respuestas al ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cómo? ¿Con qué? se va a trabajar. Por ejemplo, en el tema de la semilla, se debe saber de dónde provendrá, que calidad posee, cuanta cantidad es requerida y que costo tiene. Igual ejercicio debe aplicarse a todos y cada uno de los factores interventores y que marcan diferencia en el resultado final del esfuerzo empresarial. Aquí no cabe la impericia, la desidia, la falta de planificación y organización, pues en dicho caso el resultado nunca podrá ser el mejor.

Cuadro 2. Factores (64) que intervienen y afectan (\pm) los procesos de germinación, ahijamiento y retoñamiento de una plantación comercial de caña de azúcar en Costa Rica.

N°	Factor	Actividad / Labor
A.	Climático	<p>Contenido de humedad en el suelo</p> <p>Cantidad (mm), frecuencia y distribución de las lluvias</p> <p>Temperaturas prevalecientes (máxima, media, mínima)</p> <p>Diferencial y amplitud entre temperaturas máxima-mínima</p> <p>Variaciones observadas en la luminosidad (duración, calidad)</p> <p>Grado (%) de humedad ambiente</p> <p>Grado de nubosidad</p> <p>Velocidad (km/hr), duración y dirección del viento</p> <p>Nivel de evaporación (mm) observada en el suelo</p>
B.	Edáfico	<p>Relieve y topografía</p> <p>Orden y suborden taxonómico presente de suelo</p> <p>Contenido químico de nutrimentos esenciales en el suelo</p> <p>Equilibrios, sinergismos y antagonismos nutricionales</p> <p>Caracterización textural (física) del substrato</p> <p>Grado de compactación del suelo</p> <p>Capacidad de retención de humedad</p> <p>Profundidad (cm) arable y efectiva del suelo</p> <p>Potencial de encharcamiento, inundación y secamiento</p> <p>Nivel freático potencial (cm)</p> <p>Grado de acidez o salinidad</p> <p>Potencial mecanizable</p> <p>Grado de pendiente prevaleciente y dominante</p> <p>Pedregocidad</p> <p>Grado integral de fertilidad y aptitud para uso agrícola</p> <p>Nivel de degradación</p>
C.	Microbiológico	<p>Condición y actividad microbiológica prevaleciente</p> <p>Contenido (%) de Materia Orgánica</p> <p>Capacidad de recarbonización del suelo</p> <p>Relación Carbono/Nitrógeno (C/N) conveniente (< 20)</p>
D.	Genético	<p>Empleo de materiales genéticos adaptables y resilientes</p> <p>Cultivo de variedades tolerantes a la acidez y la salinidad del suelo</p> <p>Clones con alguna tolerancia a niveles de hidratación variable del suelo (alta-baja)</p> <p>Adaptación a condiciones de compactación del suelo aceptables y permisibles</p> <p>Clones dotados de un sistema radicular potente y voluminoso</p> <p>Buena germinación (%), brotamiento y formación de cepa</p> <p>Ahijamiento abundante y sostenible en el tiempo</p> <p>Población de tallos industrializables abundante y estable (> 12/m a cosecha)</p> <p>Fitosanidad (plagas y enfermedades) comprobada</p> <p>Grado de retoñamiento sobresaliente (homogeneo, uniforme)</p> <p>Capacidad de despaje demostrado en la madurez</p> <p>Aptitud, biotipo y condiciones de la planta para la mecanización de labores</p> <p>Madurez adaptable a necesidades comerciales (temprana, media, tardía)</p> <p>Vida comercial prolongada (> 5 cosechas)</p>
E.	Semilla	<p>Alta calidad, fresca, sanidad y pureza genética</p> <p>Edad conveniente (7-8 meses)</p> <p>Originada en semilleros básicos, pregerminada o procedente de cultivo de tejidos <i>in vitro</i></p> <p>Producida en plantaciones de semillero en ciclo planta o primer retoño (máximo dos cortas)</p> <p>Siembra en baja densidad (< 10 t/ha)</p>
F.	Manejo	<p>Preparación del suelo prudente, técnicamente óptima y en grado suficiente (sin excesos)</p> <p>Evitar el tránsito innecesario y excesivo de equipo y maquinaria dentro de la plantación</p> <p>Siembra en época y momento cronológicamente aceptable valorando época y edad de cosecha</p> <p>Corrección (encalado) y adecuación del suelo según necesidades</p> <p>Disponibilidad de un sistema de riego/drenaje moderno y eficiente</p> <p>Hidratación del cultivo de acuerdo a necesidades (frecuencia, cantidad, lámina)</p> <p>Prácticas de manejo agronómico acordes con estado fenológico de la plantación</p> <p>Nutrición integral óptima según necesidades y estado fenológico del cultivo</p> <p>Empleo de abonos orgánicos y verdes</p> <p>Control de malezas prudente, oportuno (pregerminación, temprano) y responsable</p> <p>Control eficiente y oportuno de malezas y plagas en rondas</p> <p>Monitoreo y control de plagas racional preferiblemente biológico</p> <p>Desaporca y aporca para estimular sistema radical, incorporar fertilizante y dar sostén</p> <p>Evitar competencia y asegurar que población de hijos y retoños alcancen madurez industrial</p> <p>Ejecución de prácticas y labores orientadas a la Conservación de Recursos</p> <p>Preferiblemente no quemar durante la cosecha</p>

Fuente: Elaborado por el autor.

Conclusión

El tema abordado constituye una temática de enorme trascendencia virtud de los alcances y consecuencias que tienen los procesos fisiológicos y metabólicos implicados, sobre los resultados agroindustriales y financieros finales. Es definitivo que la planificación, implementación, seguimiento y supervisión de los planes y programas de manejo agronómico de plantaciones comerciales previstos desarrollar, se deben ejecutar con la prioridad, oportunidad, relevancia y sobriedad que corresponde, con el objeto de lograr alcanzar y maximizar el potencial genético intrínseco propio de la plantación.

Es muy común y habitual observar que el productor cañero concentre su esfuerzo productivo en la fase final de maduración y cosecha de la plantación, obviando o descuidando en algún grado lo concerniente al establecimiento y manejo de la plantación en sus estados iniciales, sea en ciclo planta o en su caso de retoño. En este sentido constituye un enorme error no atender como corresponde en tiempo, calidad y oportunidad esas fases iniciales de germinación y brotamiento de yemas, amacollamiento y formación de cepa, ahijamiento y en su circunstancia el retoñamiento de la plantación.

Debe comprender y aceptar el agricultor que es precisamente en esas fases iniciales del ciclo vegetativo natural de la plantación, donde se construye, forma y define la producción futura expresada en términos tanto agrícolas como industriales. Mucho de la calidad de la materia prima cosechada que irá a proceso fabril surge en estas etapas del ciclo vegetativo (Fases 1 y 2), lo que imperativa e insoslayablemente obliga prestar la atención debida.

Cabe aquí rescatar lo expresado por Chaves (2015) al señalar en torno al tópico de manejo de plantaciones, que *“El productor debe actuar como el “doctor de su propia plantación” y participar del diagnóstico, prevención y curación de los problemas existentes, independientemente de su naturaleza, lo cual le obliga a estar presente en el campo en el manejo de su plantación. Se debe evitar contratar servicios y olvidarse de su obligación y responsabilidad de agricultor.”*

La atención tanto preventiva y prudencial como también de mejora asociados directa e indirectamente con los factores que afectan e intervienen la germinación y el brotamiento de yemas, el amacollamiento, ahijamiento y retoñamiento de las plantas de caña de azúcar, implican necesariamente fiscalizar y asegurar la calidad de la semilla empleada, la conveniente preparación del

terreno y ejecución de las labores de siembra, el empleo del distanciamiento (m) apropiado entre surcos y la densidad de semilla justa y necesaria (t/ha), asegurar el desarrollo del sistema radical, como también la hidratación y estado de fitosanidad y nutrición óptimo de la plantación y el control oportuno (temprano) de malezas, entre otras. En lo esencial se debe promover mediante un manejo técnico-administrativo apropiado, eficiente y efectivo, la incorporación de prácticas de manejo agronómico que favorezcan la aireación del suelo y el ambiente de cultivo, la presencia de grados de humedad y nutrición no limitantes y estresantes por déficit o excesos, inciten el desarrollo y la capacidad exploratoria (vertical-horizontal) del sistema radical y superen cualquier condición innecesaria de competencia entre plantas y estrés de la plantación.

Resulta necesario y recomendable investigar de manera específica el efecto provocado por los factores que intervienen sobre la germinación y el brotamiento de las yemas germinales del esqueje-semilla en el suelo, pues pareciera que ahí se ubica buena parte del problema surgido con la baja germinación y población de tallos industrializables. Lo que sí está demostrado y comprobado, es que no es empleando altas densidades de semilla (t/ha) como se logra una mejor germinación y producción final de caña, pues lo único que se incrementa ostensiblemente son los costos asociados.

Como corolario resulta válido y consecuente retomar el principio cañero-azucarero indiscutible y de gran aceptación mundial, expresado y demostrado por Chaves (2020f), al manifestar, que *“...el azúcar se hace en el campo, extrae y fabrica en el Ingenio”, motivo por el cual y de manera consecuente “Un ingenio no puede extraer más del azúcar que la caña lleve contenida en sus tallos procedentes del campo”.*

Literatura citada

- Chaves Solera, M.A. 1984. **La calidad de la materia prima como factor determinante de los rendimientos agroindustriales.** Boletín Informativo DIECA. Año 2, N.º 7, San José, marzo. 3 p. *También en:* El Agricultor Costarricense 40(3-4):62-66.
- Chaves Solera, M.A. 2015. **Errores y omisiones técnico-administrativas que sacrifican productividad y cuestan dinero en la agroindustria azucarera.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 16 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019a. **Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(7): 5-6, julio.

- Chaves Solera, MA. 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. 2020a. **Implicaciones del clima en la calidad de la materia prima caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(1): 5-12, enero.
- Chaves Solera, M.A. 2020b. **Atributos anatómicos, genético y eco fisiológicos favorables de la caña de azúcar para enfrentar el cambio climático.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(11): 5-14, mayo.
- Chaves Solera, M.A. 2020c. **Agroclimatología y producción competitiva de caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(24): 5-13, noviembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020d. **Ambientes climáticos y producción competitiva de la caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(26): 5-12, diciembre-enero.
- Chaves Solera, M.A. 2020e. **Clima, germinación, ahijamiento y retoñamiento de la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(14): 6-14, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2020f. **El azúcar se hace en el campo y extrae en la fábrica: una verdad incuestionable.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(19): 6-13, setiembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020g. **Sistema radicular de la caña de azúcar y ambiente propicio para su desarrollo en el suelo.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(13): 6-18, junio. *También en:* Revista Entre Cañeros N° 17. 2020. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, setiembre. p: 51-71.
- Chaves Solera, MA. 2020h. **Arrancó la cosecha de caña y la fabricación de azúcar en Costa Rica |El tiempo, constituye un factor determinante a considerar y tener presente en esta operación agroindustrial!** Revista Entre Cañeros N° 14. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, marzo. p: 4-19.
- Chaves Solera, M.A. 2021. **Pérdida de material vegetativo productivo y resiembra de caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(9): 5-15, abril.
- 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. **Sistema fotosintético: motor natural de eficiencia de la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 5(5): 5-18, marzo.
- Chaves Solera, M.A. 2023c. **Contenido químico y sacarosa en caña de azúcar.** Boletín Agroclimático (Costa Rica) 5(17): 5 - 22, agosto.
- Vignola, R.; Poveda Coto, K.; Watler, W.; Vargas Céspedes, A.; Berrocal Solís, A. 2018. **Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos. Cultivo de caña de azúcar en Costa Rica.** Turrialba, Costa Rica. CATIE/MINAE/DCC/Adaptation fund/FUNDECOPERACIÓN. Febrero. 129 p.
- Villegas T., F.; Ramírez C., C. 2012. **Estudio de algunos factores que afectan la germinación de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.** En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe, 8, y Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 9. Memorias 2012. Tomo I Campo. Santiago de Cali, 12 al 14 de setiembre de 2012. p: 519-532.

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