

Periodo 06 de julio al 19 de julio de 2020

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA SEMANA DEL 22 DE JUNIO AL 28 DE JUNIO

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, recomendaciones y notas técnicas, con el objetivo de guiar al productor cañero hacia una agricultura climáticamente inteligente.

En la figura 1 se puede observar el acumulado semanal de lluvias sobre el territorio nacional.

Los distritos que sobrepasaron los 200 mm de lluvia fueron Quepos y Parrita.

A nivel nacional, los registros de lluvia de 85 estaciones meteorológicas consultadas muestran al sábado como el día más lluvioso, mientras el lunes presentó los menores acumulados, con un 7% de lo acumulado el día con los mayores acumulados semanales.

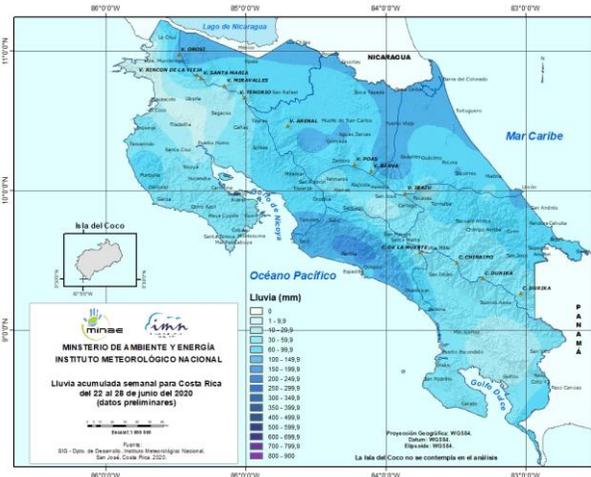


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la semana del 22 de junio al 28 de junio del 2020 (datos preliminares).

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA SEMANA DEL 29 DE JUNIO AL 05 DE JUNIO

En la figura 1 se puede observar el acumulado semanal de lluvias sobre el territorio nacional.

Los distritos que sobrepasaron los 200 mm de lluvia fueron San Mateo, Pococí, Hojancha, Nicoya, San Rafael de Guatuso, Dos Ríos de Upala, Guaycara de Gofito y Corredores.

A nivel nacional, los registros de lluvia de 74 estaciones meteorológicas consultadas muestran al viernes como el día más lluvioso, mientras el domingo presentó los menores acumulados, con un 41% de lo acumulado el día con los mayores acumulados semanales.

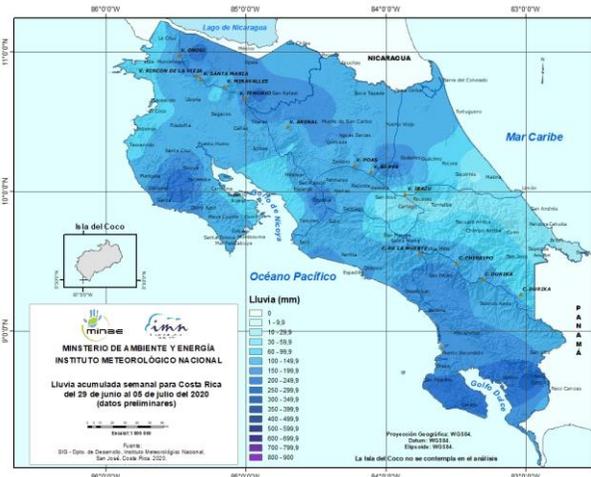


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la semana del 29 de junio al 05 de julio del 2020 (datos preliminares).

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

Julio 2020 - Volumen 2 – Número 14

PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CLIMÁTICAS PERIODO DE 06 JULIO AL 12 DE JULIO DE 2020

La semana inicia con lluvias escasas en la vertiente Pacífico y Valle Central, así como condiciones secas en la vertiente Caribe y Zona Norte. Seguido de un incremento en las lluvias debido al paso de la onda tropical #17 generando aguaceros en la vertiente Caribe y Zona Norte, al tiempo que lluvias aisladas en la vertiente Pacífico y Valle Central, condición que se repite hacia el fin de semana debido al paso de la onda tropical #18.

PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CAÑERAS PERIODO DEL 06 DE JULIO AL 12 DE JULIO DE 2020

De la figura 3 a la figura 10, se muestran los valores diarios pronosticados de las variables lluvia (mm), velocidad del viento (km/h) y temperaturas extremas (°C) para las regiones cañeras.

Se prevé una semana con condiciones poco lluviosas, con un leve incremento de están en las regiones cañeras Guanacaste Este, Guanacaste Oeste, Puntarenas y Zona Sur. Las regiones cañeras Guanacaste Este y Guanacaste Oeste presentarán dos incrementos del viento, una a inicios y otro hacia el fin de semana; mientras Valle Central Este, Valle Central Oeste, Puntarenas y Turrialba mostrarán un incremento paulatino del viento a lo largo de la semana; por su parte la Zona Norte identifica un incremento a inicio de semana que se mantendrá en la segunda mitad y la Zona Sur muestra una reducción del viento a partir de mediados de semana. Las áreas cultivadas tendrán amplitudes térmicas homogéneas, con los valores superiores de la temperatura máxima y temperatura mínima a mediados de semana.

“Se prevé una canícula más débil de lo normal entre el 10 y 20 de julio.”



Figura 3. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 06 de julio al 12 de julio en la región cañera Guanacaste Este.

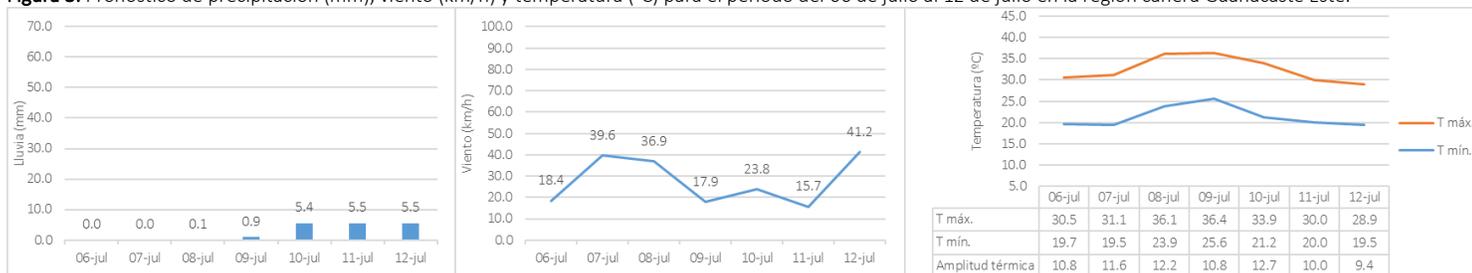


Figura 4. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 06 de julio al 12 de julio en la región cañera Guanacaste Oeste.

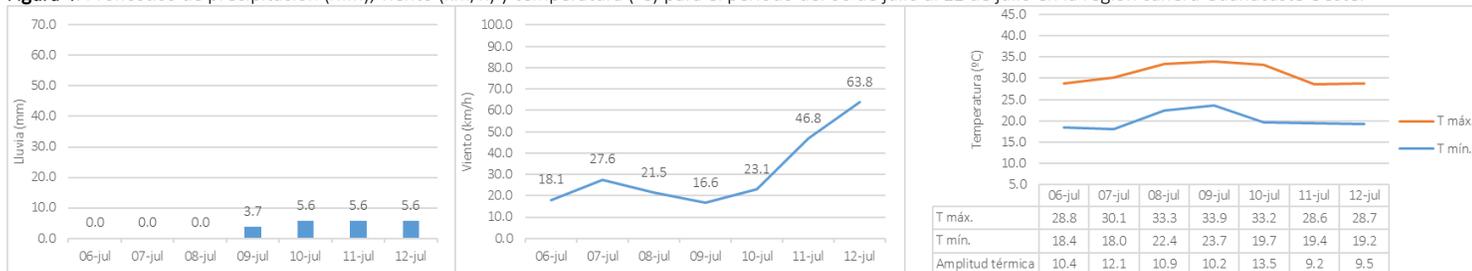


Figura 5. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 06 de julio al 12 de julio en la región cañera Puntarenas.

Julio 2020 - Volumen 2 – Número 14

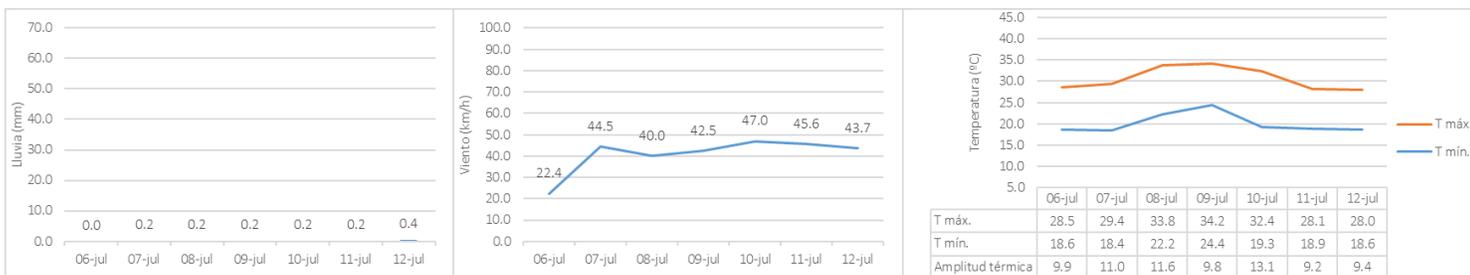


Figura 6. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 06 de julio al 12 de julio en la región cañera Zona Norte.

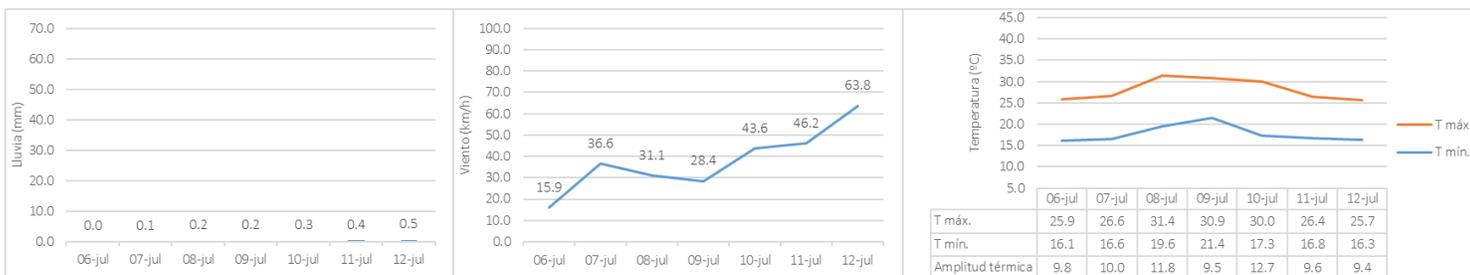


Figura 7. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 06 de julio al 12 de julio en la región cañera Valle Central Este.

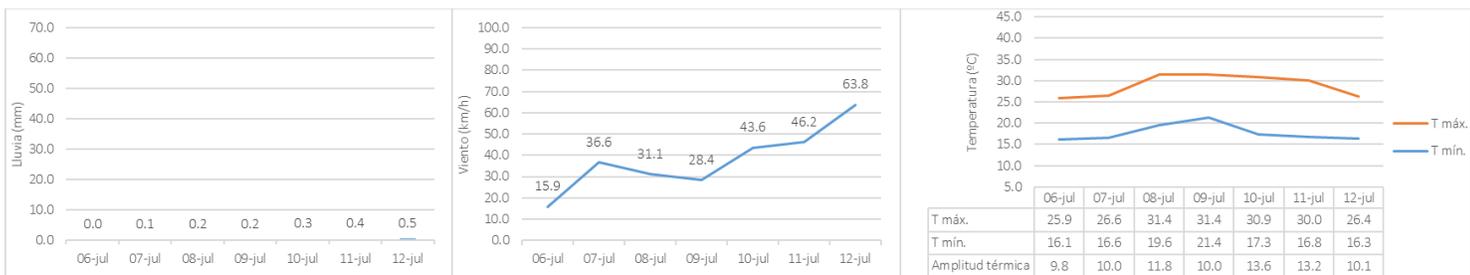


Figura 8. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 06 de julio al 12 de julio en la región cañera Valle Central Oeste.

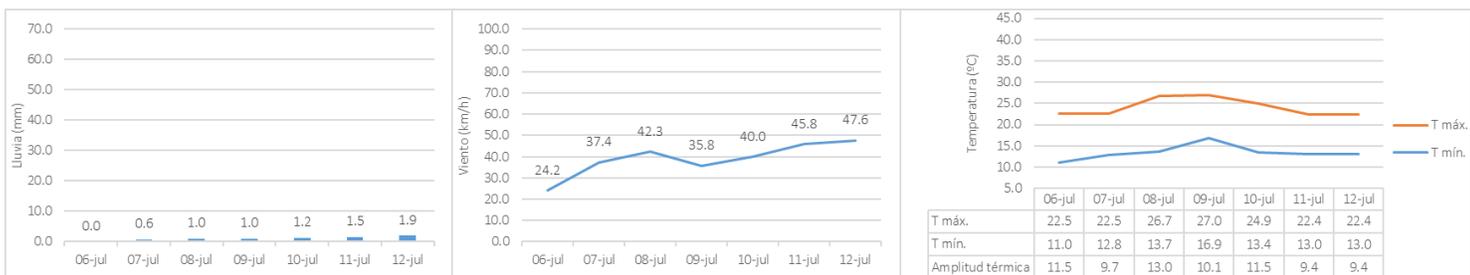


Figura 9. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 06 de julio al 12 de julio en la región cañera Turrialba.

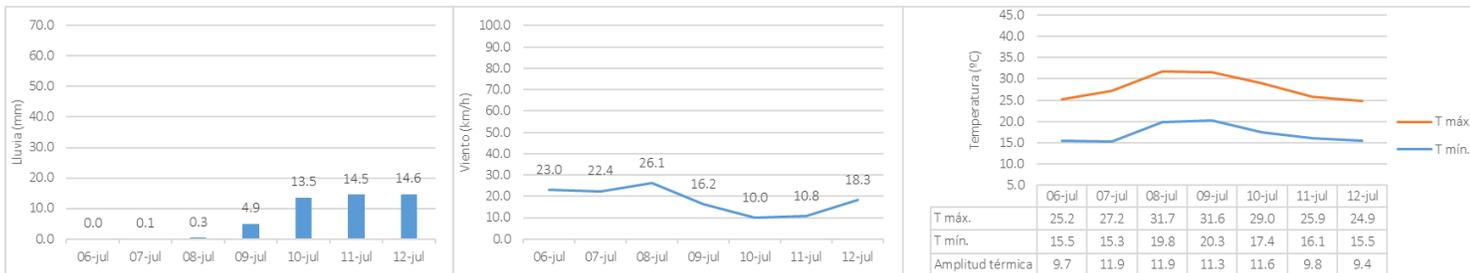


Figura 10. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 06 de julio al 12 de julio en la región cañera Zona Sur.

Julio 2020 - Volumen 2 – Número 14

TENDENCIA PARA EL PERIODO DEL 13 DE JULIO AL 19 DE JULIO DE 2020

Para esta semana se esperan días dispersos sin lluvia en la vertiente Pacífico y Valle Central debido a la presencia del veranillo, así como condiciones lluviosas en los sectores montañosos de la Zona Norte y vertiente Caribe.

HUMEDAD DEL SUELO ACTUAL PARA REGIONES CAÑERAS

En la figura 11 se presenta el porcentaje de saturación de humedad de los suelos (%) cercanos a las regiones cañeras, este porcentaje es un estimado para los primeros 30 cm del suelo y válido para el día 06 de julio del 2020.

Las regiones de Guanacaste Oeste y Guanacaste Este presentan porcentajes de saturación que varía entre 0% y 100%. Los porcentajes de la Región Puntarenas están entre 0% y 60%; los suelos de la Región Valle Central Oeste presentan entre 45% y 90%, mientras que los de la Región Valle Central Este tiene entre 30% y 45%.

La Región Norte está entre 30% y 100%. La humedad del suelo en la Región Turrialba Alta (> 1000 m.s.n.m.) está entre 45% y 100%, mientras que la Región Turrialba Baja (600-900 m.s.n.m.) se encuentra entre 30% y 90%. La Región Sur presenta porcentajes de saturación variables, que van desde 0% hasta 100%.

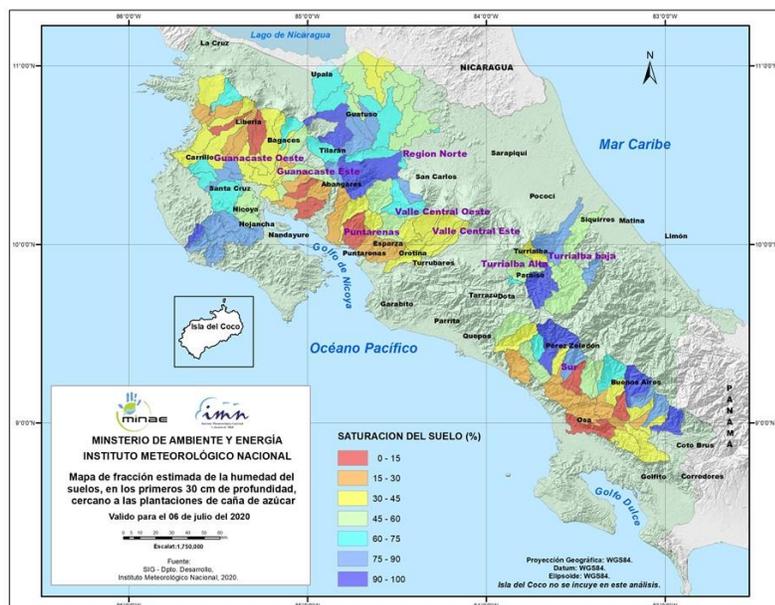


Figura 11. Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), a 30m de profundidad, cercana a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 06 de julio del 2020.

DIECA E IMN LE RECOMIENDAN

Por mantenerse activa la temporada de ondas tropicales del océano Atlántico, se recomienda tomar medidas preventivas y de amortiguamiento en cuanto al incremento de las lluvias que prevalecerán durante aquellos días con efecto directo de ondas o tormentas tropicales. Favor mantenerse al tanto de los avisos emitidos por el IMN.

CRÉDITOS BOLETÍN AGROCLIMÁTICO

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

Modelos de tendencia del Departamento de Meteorología Sinóptica y Aeronáutica

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

PERSPECTIVA CLIMÁTICA

Trimestre de julio a septiembre del 2020

Met. Luis Fernando Alvarado, Lic.

luis@imn.ac.cr

Coordinador Unidad de Climatología (IMN)

Met. Karina Hernández Espinoza, M.Sc.

khernandez@imn.ac.cr

Coordinadora Boletín Agroclimático (IMN)

La COENOS-IMN identifica la existencia de dos canículas entre julio y agosto, la primera entre el 10 y 20 de julio y una segunda durante la primera semana de agosto. Los cantones que se verían influenciados por estos periodos secos se muestran en la figura 1, donde los colores de importancia este año son el color amarillo que denota una canícula moderada, el color gris que identifica una canícula débil y aquellas zonas sin presencia de canícula se evidencian en color blanco. Dichos periodos secos serán menos intensos de lo que suelen ser normalmente.

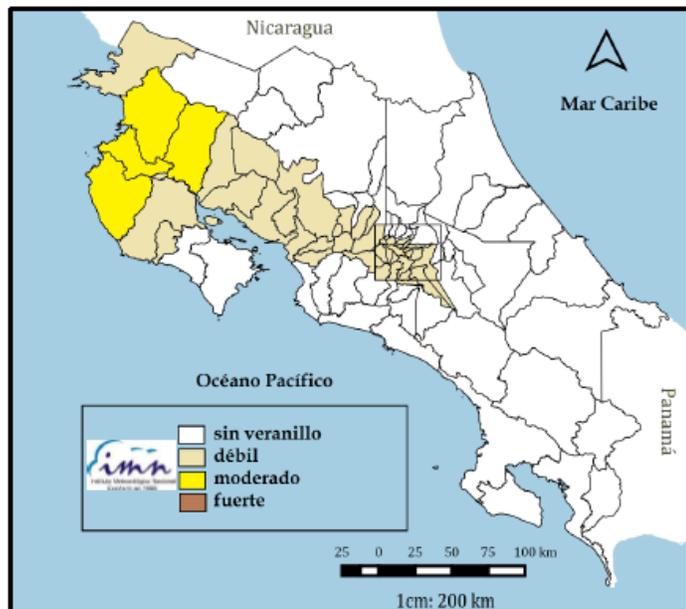


Figura 1. Intensidades y cantones con ocurrencia de dos canículas entre julio y agosto del 2020. (Fuente: IMN)

La COENOS-IMN pronostica un trimestre conformado por los meses de julio a septiembre del 2020 con condiciones entre 10-30% más húmedas de lo normal en el Pacífico Norte, Central y Valle Central. Por su parte la zona GLU (Guatuso, Upala, Los Chiles) y el Pacífico Sur presentarán lluvias normales de la época;

mientras Caribe Norte y Caribe Sur mantendrán condiciones entre 10-30% menos lluviosas de lo normal. El detalle mensual se aprecia en el cuadro 1.

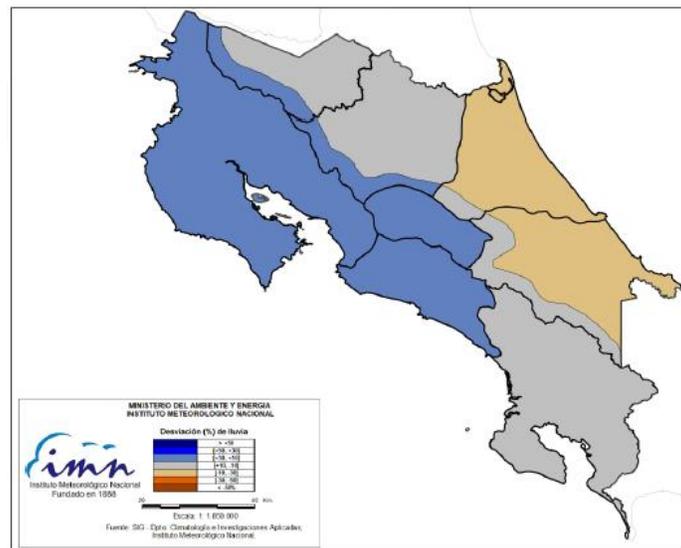


Figura 2. Pronóstico de lluvias para los meses entre julio y septiembre del 2020. (Fuente: IMN)

En cuanto a la temporada de huracanes, Costa Rica mantiene posibilidades sumamente bajas de ser impactado por un huracán, pero si percibirá efectos indirectos de ciclones tropicales, que como es normal de la época, se seguirán desarrollando tanto en el Océano Pacífico como en el Océano Atlántico.

Cuadro 1. Perspectiva de lluvia mensual y trimestral.

REGION	JUL	AGO	SET	JAS	
Pacífico Norte	Blue	Blue	Blue	Blue	> +50%
Valle Central	Blue	Blue	Blue	Blue	[+50, +30]%
Pacífico Central	Blue	Blue	Blue	Blue	[+30, +10]%
Valle del General	Blue	Blue	Blue	Blue	[+10, -10]%
Pacífico Sur	Grey	Grey	Grey	Grey	[-10, -30]%
GLU	Grey	Grey	Grey	Grey	[-30, -50]%
Zona Norte	Grey	Grey	Grey	Grey	< -50%
Caribe Norte	Grey	Grey	Grey	Grey	
Caribe Sur	Grey	Grey	Grey	Grey	

NOTA TÉCNICA

Clima, germinación, ahijamiento y retoñamiento de la caña de azúcar

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

mchavez@laica.co.cr

Gerente. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA)

Una de las condiciones más preciadas que busca y procura alcanzar cualquier productor de caña de azúcar que pretenda obtener niveles agroindustriales significativos y que espere con ello ser competitivo, es poder asegurar que su plantación manifieste y logre alcanzar una excelente germinación, formación de cepa y ahijamiento si es recién cultivada, conocida como caña planta o plantilla. En caso de los ciclos posteriores mejor conocidos como socas, no hay duda de que un buen retoñamiento y ahijamiento resultan anheladas y muy preciadas.

Lo cierto es que ese logro no es fortuito ni tampoco generado por simple herencia del medio agro productivo, sino que la condición ideal puede y debe construirse dentro del entorno particular donde se encuentre situada la plantación; lo cual tiene sin embargo factores y elementos de carácter biótico y abiótico que deben razonable y prudentemente considerarse y tenerse presentes para buscar satisfacer la meta trazada virtud de las sentidas diferencias existentes (Chaves, 2019cd). La experiencia de campo dicta que muchos de los fracasos agroempresariales surgen y acontecen precisamente en esta etapa inicial y primaria del desarrollo de la plantación, sea por mala administración, impericia técnica, baja inversión en tecnología, injerencia de elementos fitosanitarios, condiciones edáficas inconvenientes o influencia climática contraproducente al objetivo deseado. La lección conocida y aprendida es que lo que acontezca, haga o deje de hacerse en esta determinante fase del ciclo vegetativo de la caña de azúcar, será recolectado al final durante la cosecha de la plantación, y aún más grave, durante el transcurso de la vida comercial de misma.

Etapas fenológicas del ciclo vegetativo vinculadas

Como es conocido la caña de azúcar al igual que cualquier ser vivo debe cumplir, consumir y superar de forma sistémica una serie de procesos fisiológicos y metabólicos, concebidos dentro de varias fases sucesivas y continuas hasta completar su ciclo de vida natural. En torno al ciclo vegetativo y fenológico de la caña de azúcar, menciona Chaves (2019b), que el mismo “se ha establecido y concertado en cuatro etapas sucesivas: 1) germinación, emergencia y brotación de las yemas (A), 2) formación de macolla y ahijamiento hasta cierre de la plantación (B), 3) crecimiento acelerado del cultivo (C) y 4) maduración y concentración de sacarosa en los tallos (D).” La semilla utilizada de naturaleza asexual vegetativa está constituida básicamente por un tallo compuesto por un nudo, un entrenudo, una yema axilar y un anillo de raíces primordiales.

A partir de dicha yema se producen otras plantas y tallos en sus etapas iniciales denominados vástagos o hijos. Como se infiere, la primera etapa (A) determina y condiciona en alto grado las otras tres fases del ciclo. La duración del periodo y por ende de las fases que constituyen el ciclo vegetativo es muy variable, ya que la cosecha comercial de la caña de azúcar en Costa Rica se realiza entre los 11 y 24 meses de edad, mayoritariamente a los 12 meses, lo que viene influenciado y condicionado por la altitud (m.s.n.m) del lugar, el clima prevaleciente principalmente en lo concerniente a temperatura mínima, la variedad sembrada, el estado vegetativo sea caña planta o retoño, época de siembra y cosecha y el manejo agronómico que se preste a la plantación, entre otros.

Sobre el mismo tema expresa Chaves (2019b) en torno a las particularidades de las dos primeras fases, lo siguiente “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. Ocorre 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.”

Es importante tener presente que en materia anatómica y fisiológica la caña de azúcar goza de una condición privilegiada como anotara Chaves (2020a), pese a lo cual los procesos varían temporalmente en concordancia con el estado de desarrollo en que se encuentre la planta, los cuales pueden ser ubicados en germinación, brotamiento, ahijamiento, crecimiento, floración y maduración. En lo particular la germinación y brotación son procesos biológicos activos que consumen energía metabólica, la cual procede inicialmente de la degradación de las sustancias de reserva del esqueje por medio de la respiración celular.

¿Cómo opera el proceso fisiológico?

En la formación de nuevos órganos en una planta participan y están involucrados tres mecanismos básicos de carácter celular: *división*, *diferenciación* y *alargamiento*, por medio de los cuales se da la multiplicación celular en los tejidos meristemáticos que luego se diferencian y alargan dando formación a tejidos especializados y complejos. Como indicara Chaves (2020c), la semilla de caña constituida por esquejes de 3-4 yemas axilares y un anillo de primordios radiculares, tiene la capacidad de generar una nueva planta a partir de cada yema, la cual pasa de estados iniciales a un estado activo de crecimiento y desarrollo conocido como germinación, caracterizado por complejos procesos metabólicos determinados por la transformación y el empleo de las reservas nutritivas contenidas y acumuladas en el esqueje-semilla; como también una importante actividad enzimática y hormonal endógena (auxinas). La conformación y actividad del sistema radicular le permiten a la nueva plántula suplirse de agua y nutrientes, dependiendo al inicio del proceso de los primordios del esqueje-semilla (raíces primordiales, adventicias, temporales) y luego de transcurridas 3-4 semanas de su propio sistema (permanente). Se estima que luego de 3 meses del plantío, la caña planta depende casi exclusivamente de los retoños recién germinados. Las yemas axilares dan lugar al macollo, pues dichas yemas corresponden a meristemas embrionales que se activan cuando se rompe e inhibe la dominancia apical (figura 1). Asegura Chaves (2020c), que “Sobre esa yema se origina un brote guía o tallo primario, a partir de donde se forman los tallos secundarios y sucesivamente los terciarios y más, conformando lo que conocemos como “cepa o macolla”.



Figura 1. Germinación de yema axilar.

La fase de brotamiento y establecimiento de la plantación, comprende desde la siembra hasta la germinación de las yemas axilares luego de 5-6 días y hasta 20-25 días en condiciones ambientales adversas, con un significativo incremento de la actividad respiratoria y un dinámico transporte activo de sustancias hacia los puntos de crecimiento. El brote de renuevos consiste en la formación de varios tallos a partir de un único esqueje. El ahijamiento de la plantación se ubica entre 40-50 días posteriores a la siembra estimando que puede durar hasta 120 días, lo

cual es productivamente importante, pues define la población de tallos y con ello el tonelaje futuro esperable de la plantación. Se considera que la mayor población de tallos se alcanza con un notable incremento lineal entre los 90 y 120 días (3-4 meses) luego de sembrar, para en seguida decaer significativamente con la muerte de muchas plantas, llegando entre los 150 y 180 días (5-6 meses) a perderse cerca del 50% de la población.

Macollamiento o amacollamiento

Lo que denominamos y reconocemos como una “buena plantación de caña” se sustenta ineludiblemente en primera instancia en una buena germinación como base de partida, siendo el macollamiento o amacollamiento el evento inmediato posterior que define y da lugar a los tallos que conformarán la plantación y concretarán la producción futura de caña. Es importante en este punto anotar que las gramíneas a las que pertenece la caña de azúcar se categorizan en dos grupos: a) las que forman cepas y b) las que forman rizomas (esteras); en cuyo caso la caña pertenece a las primeras con excepción de *Saccharum spontaneum* que forma estereras, como lo anotaran Dillewijn (1952) y Chaves (2018, 2020c). Al inicio los rizomas se ramifican en estructuras verticales que generan los tallos y forman las cepas, pudiendo individualizar y separar las plantas, las cuales desarrollan un tipo de crecimiento característico que puede ser acamado, erecto o en forma de canasta, lo cual está definido genéticamente, aunque puede también ser inducido o acentuado por condiciones externas como luminosidad, temperatura y humedad ambiente.

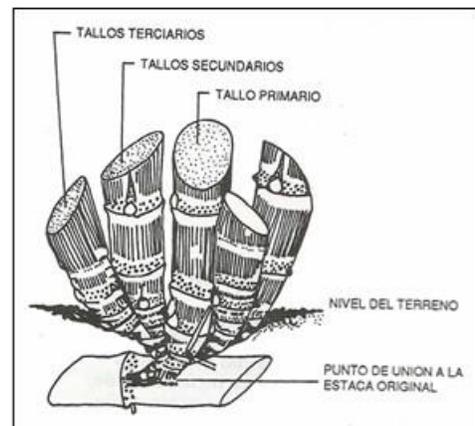


Figura 2. Macolla de caña mostrando generación de tallos a partir de yema axilar del esqueje-semilla. (Fuente: F. Subirós R., 1995).

A partir de las primeras yemas formadas en la base del esqueje-semilla crecen los nuevos brotamientos, proceso que se repite en estos sucesivamente hasta formar en conjunto la cepa en la parte aérea y el estolón en la sección inferior del nivel del suelo. El primer hijo que nace a partir de la yema axilar se denomina primario, los que se originan del

primario son los hijos secundarios y los formados a partir de estos los terciarios y así sucesivamente (figura 2).

Dicho proceso se conoce como “macollamiento”. Macollamiento se define como la etapa fisiológica o de desarrollo del cultivo, en la cual se obtienen de una misma cepa o planta varios tallos; los cuales con un adecuado manejo logran alcanzar pronto su independencia y madurez fisiológica. El grado de macollamiento puede ser medido y expresado entonces por fórmulas creadas con ese fin, en las cuales se contabilizan los tallos primarios, secundarios, terciarios y más, utilizando para ello letras del abecedario que operan como coeficientes del número de plántulas o renuevos generados.

La fórmula más simple empleada para describir el grado de amacollamiento de una caña tropical y gruesa de la especie *Saccharum officinarum* es según Dillewijn (1952) y Castro (2016), como sigue:

$$A = a + 3b + 3c$$

Donde:

A= amacollamiento; a= tallo primario; b= tallo secundario y c= tallo terciario

Se ha encontrado que esta característica varía con la especie, como se anota seguidamente para:

$$\textit{Saccharum barberi} \text{ o cañas de la India: } A = a + 9b + 7c$$

$$\textit{Saccharum spontaneum}: A = a + 8b + 23c + 31d + 3e$$

Como se infiere de lo anterior la complejidad y capacidad de amacollamiento de una determinada variedad está estrecha y directamente asociada a la especie del Género *Saccharum*, lo cual explica y ratifica nuevamente el porqué de la importancia y necesidad de realizar los cruces interespecíficos operados en el proceso tecnológico de mejora genética del cultivo. En la práctica agrícola es posible comprobar como variedades con poblaciones de tallos más delgados presentan por lo general un mejor patrón de ahijamiento y una mayor longevidad de sus cepas, lo cual viene asociado a la presencia y participación en su genoma de la ancestral especie *S. spontaneum*. En esta materia es importante tener presente como señalaran Matsuoka y Santos (2015), que de manera genérica las variedades comerciales actuales de caña poseen aproximadamente un 80% de su genoma con cromosomas procedentes de la especie *S. officinarum*, un 15% de *S. spontaneum* y un 5% de recombinantes.

Se estima por simple proyección teórica que una yema de la cepa puede producir entre 6 y 8 hijos, de los cuales previendo que si muere el 50% como se indicó anteriormente, solo permanecen luego de 5-6 meses con proyección productiva de cosecha entre 3 y 4 vástagos; esto sin considerar los riesgos de pérdida posterior provocados por plagas, enfermedades y factores ambientales (figura 3). El cuidado y atención agronómica requerida en esta fase particular del ciclo vegetativo, resulta

obligada y merece incorporar todo el esfuerzo que sea necesario para evitar que tantos tallos potencialmente industrializables puedan perderse; surgen aquí prácticas como la desaparca y la aporca como viables y factibles para reducir y mitigar en algún grado dicha disminución. Luego de acontecido el cierre de la plantación estimado entre 180 y 190 días (6-6,3 meses), es realmente muy poco lo que puede en la práctica de campo hacerse. Por otra parte, un período activo de ahijamiento continuo acontecido en la fase adulta es comercialmente indeseable, porque consume importante y necesaria energía metabólica, afecta la maduración por presencia de tallos sin importancia industrial que siempre tendrán un estado de maduración retardada y con ello una baja concentración de sacarosa. Durante la fase de selección genética este tipo de variedades con poblaciones tardías de tallos son desechadas.



Figura 3. Germinación y formación de macolla.

En el campo el grosor de los tallos pareciera ser importante en la expresión de esta propiedad, encontrando una relación entre grosor y grado de amacollamiento, lo que no es sin embargo genérico y contundente, pero sí común. La correlación es negativa por lo que entre mayor grosor menos amacollamiento, lo que provoca que cepas con tallos más delgados por lo común un mayor macollaje. Se puede apreciar en el crecimiento de una macolla que los renuevos primarios son erectos en la base, con tallos más delgados e internudos más cortos; en tanto que los secundarios y posteriores presentan mayor curvatura en su base, poseen mayor grosor y sus entrenudos son más largos (Castro, 2016; Matsuoka y Santos, 2015).

Factores interventores

Son numerosos y de muy diversa naturaleza en cuanto a sus características, particularidades e impacto, los factores y elementos que participan y desempeñan un rol fundamental y determinante en el desarrollo general integral del ciclo vegetativo de cualquier plantación de caña; entre los cuales pueden mencionarse en forma genérica los bióticos y abióticos, que a su vez pueden desagregarse en los siguientes componentes: a) Genéticos (variedad sembrada), b) Fitosanitarios (plagas y enfermedades), c) Biológicos y microbiológicos del suelo en el primer caso, y los concernientes a circunstancias d) Climáticas, e) Edáficas y de relieve, f) Físico-químicos, g) Tecnológicas asociadas al manejo agronómico que se preste a las plantaciones tanto en ciclo planta como retoño (mecanización, distanciamiento, densidad, control de malezas, riego, drenaje, fertilizantes químicos, enclamiento, etc.), h) Administrativas y i) Financieras congruentes con la inversión incorporada, en el caso del segundo factor.

Es trascendente concebir y tener presente que la caña de azúcar es por origen botánico una planta de características perennes cuando es mantenida creciendo vegetativamente en su forma natural, lo cual sin embargo se transforma a semi perenne durante el uso y aprovechamiento de sus variedades comerciales; lo cual obliga buscando estabilidad, a realizar la renovación y establecimiento de un nuevo plantío luego de superadas cuatro o cinco cosechas. Esta pérdida de potencial agro productiva es en buena parte de origen natural, pero también inducida por el manejo agronómico causado por el paso de equipos mecánicos que ocasionan compactación, adensamiento, destrucción y hasta arranque de la cepa durante la cosecha; además del estado fitosanitario, nutricional deficiente y el impacto provocado por los elementos del clima, todo lo cual acumula y potencia efectos contrarios al interés productivo por alcanzar niveles económicamente incompatibles con el objetivo agro empresarial. Uno de los impactos más directos se observa en la reducción de la población y el crecimiento de los tallos conforme avanzan los ciclos sucesivos de soca y retoñamiento.

El hecho de que las fases de germinación, brotamiento, retoñamiento e ahijamiento posean un fuerte origen y herencia poligénica, provocan que la influencia de los factores bióticos y abióticos donde destacan los factores ambientales y climáticos sea máxima.

La intervención y/o interferencia positiva o negativa de cualquiera de los factores anotados anteriormente, debe imperativamente valorarse e interpretarse sobre varios indicadores de campo muy reveladores y fáciles de medir, como son:

- Desarrollo radicular (Relación (g) Raíz/Sección aérea)
- Porcentaje de germinación y mortalidad de yemas (N° de yemas/m)
- Cantidad de hijos, renuevos o retoños (N°/m)
- Crecimiento de hijos (promedio en cm)

- Cantidad de tallos formados (N°/m)
- Conformación y vigorosidad de la cepa
- Uniformidad de la plantación
- Cierre temprano de la plantación (días)
- Número de tallos con potencial industrializable

Participación del clima en el proceso

Como acontece en cualquier proceso natural con actividad biológica, la participación de los elementos del clima resulta determinantes para bien y para mal, pues su presencia, participación e interferencia puede ser de carácter sinérgica o en su caso antagónica y detrimental; es un asunto de simple magnitud, intensidad, cantidad y momento que potencien o limiten la expresión de un determinado efecto o impacto.

La condición y características del suelo son muy importantes pues influyen sobre la aireación y el contenido de humedad, lo cual viene determinado en alto grado por la textura, la cual de ser liviana (arenosa) o pesada (arcillosa) en extremo resulta inconveniente por baja/alta retención y compactación al intervenir sobre la porosidad. Considerando que durante la fase de germinación y formación de cepa la respiración celular se incrementa significativamente, se requiere contar con una excelente aireación del suelo, por lo cual suelos porosos y bien estructurados la favorecen y satisfacen, mientras que los pesados y compactados la limitan.

Se dice que la germinación y el amacollamiento son muy sensibles y directamente proporcionales con la temperatura. No cabe duda de que este factor es uno de los más importantes que regulan el proceso de germinación, considerándose que por debajo de 21 °C la misma es marginal, >40°C es muy elevada y entre 28-30°C califica como óptima. En zonas altas con temperaturas bajas, la germinación, el retoñamiento y el ahijamiento se ven notablemente retardados.

La humedad por su parte es el factor esencial y obligado en la actividad fisiológica integral y general de la planta, con efectos detrimentales cuando es expresado por su ausencia o exceso (hipoxia). Su acción opera sobre el sistema radicular, la fitosanidad de la semilla, la absorción nutricional y con ello sobre la estabilidad de la planta. Se recomienda que su contenido sea igual o menor al de la capacidad de campo (1/3 atm), con lo que se logra un sano y necesario balance aire/agua en el suelo.

La luz cumple un papel primordial y relevante en el proceso cuando juzgada en sus variables duración e intensidad, lo que establece que plantaciones sometidas a condiciones de baja intensidad lumínica la germinación y el amacollamiento disminuyen o retardan, y, por el contrario, cuando gozan de alta luminosidad ambos son activos y profusos. La producción de auxinas en el cogollo promotoras del alargamiento de los tallos e inhibición de la germinación de las yemas laterales también es intervenida por la luz. Cuando hay condiciones de alta luminosidad el transporte basípeto de la hormona se ve disminuido

por causa de la foto desactivación, lo que reduce la velocidad de alargamiento de los tallos y en consecuencia la promoción y emisión de nuevos retoños. Por este motivo, la capacidad de amacollamiento se ve más estimulada en los días largos que en los cortos. La dominancia apical en caña es importante, pues en el caso de la semilla cuando se siembran tallos enteros (sin cortar en trozos) brotan predominantemente las yemas de las puntas (superior-inferior); en caso de siembras en esqueje emerge con prioridad siempre la yema más joven (superior), restringiendo a las otras más viejas. Áreas de la plantación en donde hay volcamiento o acame de tallos y autosombreamiento, destaca que aquellos puntos con zonas claras de mayor luminosidad favorecen un mayor amacollamiento; es un asunto de simple observación y de origen hormonal y lumínico. A la luz se le encuentra relación también con la actividad de la enzima invertasa producida en la sección superior, que opera en esta fase como un promotor del crecimiento y activación de nuevos brotes, lo que se da cuando la luminosidad es alta con reducción de la elongación y surgimiento de nuevos brotes. Los procesos están muy determinados por la variedad cultivada.

Está comprobado que el crecimiento de las raíces puede ser alterado por causa del grosor y la temperatura del suelo, la estructura y el grado de compactación presente (Chaves, 2017b, 2019a). La proliferación de raíces es significativamente mayor cuando la disponibilidad de agua, la aireación y la temperatura son favorables.

El espaciamiento de la cepa y el ancho de los surcos son también factores que influyen, determinando que en variedades de macollamiento limitado la distancia entre surcos puede reducirse; obviamente considerando apenas el aspecto botánico y no el mecánico u otros que también están estrechamente vinculados en esta decisión técnico-administrativa.

¿Qué perjudica la planta y la plantación?

Son numerosos y muy diversos los factores, elementos y circunstancias identificados y revelados en cuanto a características, magnitud, intensidad, efecto e impacto, que pueden en determinadas situaciones y circunstancias intervenir y afectar o, por el contrario, contribuir con su beneficio. Algunos de los errores más comunes observados en el campo y que más afectan la obtención de una germinación, formación de cepa, ahijamiento y retoñamiento satisfactorios de una plantación comercial de caña (Chaves, 2015), son entre otros los siguientes:

- 1) Sembrar y/o manejar plantaciones sin previsión, organización ni planificación previa alguna, lo que conduce a actuar sobre la marcha y utilizar lo que se tiene a mano, lo cual no siembre es lo mejor. Esto se resume en carencia de una administración prudente, responsable y visionaria. Las consecuencias implicadas afectan lo concerniente a la calidad de la semilla, la preparación del suelo, los insumos empleados, el momento oportuno de ejecución de algunas labores, la disponibilidad de humedad, entre otras.
- 2) No ubicar, contextualizar, acondicionar y adecuar el terreno para la siembra de acuerdo con las circunstancias requeridas por el entorno productivo particular. Esto se traduce en siembras realizadas sobre terrenos duros, compactados, erosionados, con presencia de pendiente en grados inconvenientes que favorecen el lavado y la escorrentía, entre otros.
- 3) Excesos en las labores de preparación del terreno realizados por el empleo de equipos (tractores, arados, rastras, surcadores, subsoladores) sobre o sub dimensionados a las necesidades reales de la plantación, lo que provoca reducción y pulverización del terreno con destrucción de la estructura, o en su caso, compactación y adensamiento de las capas superficiales e internas del suelo.
- 4) No realizar labores de conservación del suelo, lo cual conduce no solo a mermas importantes de potencial natural, sino a onerosas pérdidas económicas por el mal uso de recursos esenciales de la producción. Es común observar en terrenos de relieve quebrado y aún ondulado en época de invierno, el arrastre de semilla y fertilizantes en surcos recién sembrados por carencia de medidas de contención, como es el trazado de curvas con un grado de desnivel conveniente que asegure la evacuación y salida de las aguas sin consecuencias detrimenales por causa de escorrentía y lavado.
- 5) No disponer de la semilla requerida, concebida y valorada bajo conceptos y criterios precisos como son la calidad del material vegetativo, la fitosanidad, la cantidad necesaria (toneladas) según área dispuesta para siembra y disponibilidad en el momento oportuno.
- 6) No disponer de un plan y programa de nutrición ajustado y acorde con las necesidades propias del terreno donde se ubica la plantación, lo cual sobreviene por no corregir problemas de acidez (pH, CICE) mediante encalamiento, uso de enmiendas, coberturas necesarias y adición de fertilizantes (macro y micro nutrientes) en cantidad (kg), calidad y oportunidad (meses) definidos por criterios técnicos. En esta materia se debe reconocer y aceptar, como está demostrado, que la planta de caña es un vegetal de muy alto poder extractor y exportador de nutrientes del suelo para dar cuerpo a la prodiga y exuberante formación de biomasa, lo cual es una condición biótica que va directamente asociada y vinculada a lo que conocemos y denominamos como "*mejores variedades*"; motivo por el cual, el concepto por desarrollar e incorporar en el campo es el de nutrición integral y balanceada y no apenas el de simple fertilización, que resulta incompleto e insuficiente.
- 7) No contar con el grado de humedad necesario y oportuno en el suelo durante la siembra o ejecución de las prácticas de manejo del cultivo (subsolado, encalado, fertilización, control de malezas). Sea ocasionada por sequía o falta de un sistema de riego apropiado.
- 8) Efectuar un control de malezas extemporáneo, improcedente o incompleto, lo que favorece y maximiza la competencia de estas para con el cultivo de la caña, afectando la productividad agroindustrial y elevando el costo de un eventual control posterior. Esto se da por uso de productos (solos o en mezcla) y agua de baja

efectividad y calidad, mala calibración de equipos, dosis inconvenientes (altas o bajas), desconocimiento de las malezas que se pretende controlar, aplicaciones fuera de momento (periodo de competencia, clima), uso de coadyuvantes inadecuados o empleo de equipos incorrectos.

- 9) Tener presente que las necesidades y por ende el manejo de una plantación difiere por lote, finca, localidad, zona, región y país, lo cual limita y vuelve improcedente, inconveniente e inaceptable cualquier recomendación o práctica basada en la simple extrapolación de resultados y experiencias ajenas a la circunstancia particular de cultivo. De ocurrir esto debe existir una obligada y estricta valoración y análisis previo de situación muy objetivo y contextualizado, que ubique posibles similitudes y también diferencias. La experimentación simple, la validación previa en áreas de tamaño significativo y, sobre todo, la investigación bien orientada y conducida resultan muy apropiadas como guías para la innovación e implementación de nuevas iniciativas tecnológicas.
- 10) A lo anterior se suma de manera muy fuerte y con consecuencias concluyentes, el hecho de que los requerimientos, necesidades y por ende prácticas implicadas, son muy diferentes según sea el ciclo vegetativo involucrado; lo cual obliga a ubicar discrecionalmente lo que corresponde a ciclo planta y soca o retoño. El ejercicio incluye concebir las disconformidades que marcan los diferentes ciclos o estados vegetativos de la fase de retoños, pues la fisiología y necesidades de una plantación en segunda cosecha (primer retoño) es muy diferente a otra de cuarto retoño (quinta cosecha), aún en un mismo lugar. En consecuencia, no todas las plantaciones de una misma finca están siempre en un mismo estado fenológico y fisiológico lo que se debe considerar al actuar.
- 11) Cualquier afectación o problema que acontezca sobre la semilla-esqueje se proyecta e impacta irremediamente al sistema radicular y se manifiesta y visibiliza en problemas de germinación deficiente o irregular, lo cual limita a su vez la conformación de cepa y con ello el brotamiento de plantas fuertes y uniformes que aseguren una producción alta y sostenible en el tiempo. Lo que suceda posteriormente sobre el retoñamiento de plantas en ciclo soca, es el producto de lo anterior más la sumatoria de los eventos posteriores.

¿Cómo podemos contribuir a mejorar la población emergente de caña?

La posibilidad real y efectiva de poder dinamizar y mejorar el sistema agro productivo en procura de asegurar grados elevados y sostenibles de caña y concentración de sacarosa, y prolongar adicionalmente la vida comercial de la plantación, expresada en más cantidad de cosechas en el periodo transcurrido entre siembra y renovación, no es una labor sencilla de accionar y lograr. En la práctica agrícola hay muchas formas, estrategias y medidas para poder maximizar y optimizar la expresión del potencial genético contenido intrínsecamente en la variedad cultivada; o en su caso, recuperar y prolongar la utilidad comercial de una

plantación en fase de senescencia y caducidad agro-productiva. Entre las mismas pueden mencionarse las siguientes:

- 1) La siembra, el mantenimiento y la cosecha de una plantación de caña de azúcar para fines comerciales, debe ser concebida y contextualizada, independientemente del área (hectáreas) prevista cultivar, como un proyecto agrícola que requiere y conlleva claridad, secuencia, sistemática y medición de las diferentes etapas y fases que lo conforman. Sin una planificación, organización y coordinación prudente, profesional y visionaria, difícil será lograr un resultado agroempresarial y financiero satisfactorio y sostenible en el tiempo. La definición de metas en el tiempo (cortas, medias y lejanas), el establecimiento de indicadores objetivos de medición, la identificación puntual de necesidades (mano de obra, equipo mecánico, insumos, semilla, etc.), el estimado de tiempos, la asignación y delegación de responsabilidades forman parte esencial y obligada de la gestión administrativa y técnica por desarrollar.
- 2) Realizar una preparación adecuada, prudente y sin excesos del suelo, que evite romper la agregación y provocar compactación y adensamiento en las capas internas del perfil. El paso de arado profundo o rastras pesadas puede considerarse cuestionable de ejecutar salvo necesidad comprobada y demostrada (Chaves, 2017ab, 2019a).
- 3) La nivelación es una práctica importante y necesaria para fines de riego y mecanización bajo criterios de precisión y economías de escala, aunque de cuidado en condiciones de suelos poco profundos y capas fértiles cortas y frágiles.
- 4) Evitar en lotes ondulados o pendientes con capas fértiles frágiles, delgadas y superficiales realizar un laboreo intenso y profundo que provoque perjuicio a la misma. En suelos de condición ácida (Ultisoles, Alfisoles) deben extremarse las medidas de prevención, pues las consecuencias pueden ser eventualmente más graves que lo que se desea corregir, al colocar en superficie los elementos tóxicos procedentes de horizontes internos.
- 5) La conformación del terreno incorporando medidas de contención y conservación resulta muy contributiva para crear y mantener una condición física y nutricional favorable. El trazado de curvas a desnivel para evacuar las aguas en exceso permite el drenaje sin afectación por lavado y arrastre de los horizontes superficiales (figura 4).
- 6) La selección de la variedad de caña mejor adaptada a la condición es básica, pues como mencionara Chaves (2018, 2020c), el desarrollo radicular tiene fuerte vínculo genético, lo que también se ha comprobado en el caso de la capacidad de brotamiento, formación de cepa y retoñamiento. Se ha comprobado que genotipos con alta población de hijos y retoños, por lo general producen muchas raíces, pues cada uno de ellos es una fuente independiente de enraizamiento.
- 7) El empleo de semilla de calidad comprobada, sanidad demostrada y pureza elevada representa un seguro para lograr una buena

germinación, formación de cepa, ahijamiento y retoñamiento futuro. La misma debe provenir de semilleros y nunca de plantaciones comerciales o de residuales de cosecha (cogollos). El material vegetativo debe estar en 6-7 meses de edad, tomarse del tercio superior de la planta, no someterse a periodos de insolación y deshidratación prolongados y cultivarse de inmediato (fresca), en la densidad (t/ha) y distancia (cm) recomendada. La capacidad de germinación es superior en yemas con tejidos jóvenes, por lo que decrece de la sección superior a la base del tallo, lo que va directamente asociado a la reducción en los contenidos de agua, glucosa y N; contrario al caso de la sacarosa y las sales minerales. No es necesario eliminar la vaina de la hoja del esqueje-semilla pues protege la yema contra la deshidratación y el daño físico, pese a lo cual puede ofrecer alguna resistencia y retardo en la germinación.



Figura 4. Ahijamiento y crecimiento de plantas de caña.

- 8) Como anotara y recomendara Chaves (2020c) con certeza *“Lo ideal es que la semilla provenga de semilleros originados a partir de plantaciones establecidas con plántulas generadas por Cultivo de Tejidos in vitro que asegure calidad y sanidad. Es recomendable de ser viable que la semilla reciba tratamiento hidrotérmico previo, por medio del cual la misma es sometida a un periodo de inmersión en agua caliente de 51°C por 60 minutos, contados a partir del momento en que el agua alcanzó temperatura estable. También se emplean periodos de 20 minutos a 52°C. En el caso de variedades sensibles al calor se deben tratar a temperaturas mayores (máximo 53°C) por 30 minutos.”*
- 9) Los surcos se deben conformar preferiblemente sobre una base ancha y a la distancia apropiada según sean las características y condiciones del lote por cultivar y el manejo previsto (mecanizado, agricultura de ladera); asegurando la implementación de medidas necesarias para operar riego y drenaje de acuerdo con el clima prevaleciente.

- 10) La siembra y cubrimiento de la semilla (esquejes de 3 yemas que eviten dominancia apical e inhibición de las yemas más viejas) con tierra (4-5 cm) ayudan con una buena germinación; lo cual está también intervenido por la pendiente del terreno y el grado de humedad presente, por lo que en condiciones secas puede profundizarse más. Debe evitarse el recubrimiento elevado, o, por el contrario, muy superficial para evitar problemas de daño por plagas, emergencia o fermentación; pese a lo cual la luz y el calor estimulan el amacollamiento.
- 11) Cualquier labor, práctica agrícola o insumo que vaya en favor de estimular, prolongar e inducir el crecimiento y desarrollo del sistema radicular en el suelo, resulta contributivo y de muy alto valor agregado para potenciar productividades altas, rentables y competitivas; con una prolongación adicional de la vida comercial de la plantación (Chaves, 2020c).
- 12) La corrección y acondicionamiento oportuno (en calidad, cantidad y momento) de los suelos ácidos (pH<5,5) evita daños (quemadura) causados por presencia de elementos tóxicos (Al, Fe, Cu, Mn) a la raíz, habilita la acción de los fertilizantes, la actividad microbiana, el crecimiento, movimiento lateral (horizontal) y profundización (vertical) del sistema radicular a capas inferiores (Chaves, 1999ab, 2002, 2017a).
- 13) La adición e incorporación de materia orgánica al suelo con materiales apropiados que cuenten con relaciones C/N <20 resultan provechosas y muy gratificantes (Chaves, 2020bc; FAO, 2017).
- 14) El uso de coberturas vegetales con leguminosas (*mucuna, kudzu, cannavaia, crotalaria*) es en algunas condiciones y circunstancias especiales interesante y de gran provecho, virtud del control de malezas e incorporación de Nitrógeno y otros nutrimentos que provoca (Chaves, 2019d; FAO, 2017).
- 15) La adición suplementaria y complementaria de nutrimentos es necesaria y propicia para satisfacer las necesidades y requerimientos alimentarios internos e inmediatos de la planta de caña. La incorporación de Fósforo (P) al fondo del surco durante la siembra, complementada con macro (N, K, Ca, Mg, S) y micronutrimentos (Zn, B) resulta esencial en suelos de alta meteorización o con limitaciones fisicoquímicas manifiestas (ordenes Ultisol, Alfisol, Andisol, Vertisol, Entisol). La participación del N y el P nombrado y reconocido como *“enraizador”*, son sobresalientes y determinantes. La nutrición del cultivo debe estar fundamentada en análisis representativos de suelo y foliares de ser viable (Chaves, 1999a, 2017a).
- 16) Caso de ocurrir desuniformidad o errores en la germinación (planta) o el retoñamiento (socas) de plántulas que atente sobre la productividad y rentabilidad de la plantación, surge la posibilidad de acudir a la *“resiembra”* de nuevo material vegetal como una solución viable y rentable; lo cual requiere sin embargo de incorporar y aplicar criterios obligados, como son: a) usar material vegetativo sano y vigoroso, b) el estado fenológico y fisiológico del material trasplantado debe ser similar al de la plantación, c) la resiembra y trasplante se debe realizar en una edad conveniente, d) debe

asegurarse contar con la humedad requerida y necesaria, e) obvio pero debe indicarse, la labor debe efectuarse con material vegetativo de la misma variedad, y f) debe tenerse definido y conocido el punto de equilibrio donde productiva y económicamente resulta más conveniente renovar que resebrar, pues el efecto compensatorio incorporado es dicho caso insuficiente.

- 17) En ciclo de retoños la práctica de desaporcar y aporcar el terreno próximo y en forma paralela a la línea de plantas resulta muy conveniente para reactivar el sistema radicular.
- 18) En algunos suelos donde la evapotranspiración es alta o la textura lo promueve, la escarificación superficial del terreno con equipo de cinceles es favorable. En casos justificables debe acudir a la descompactación mediante uso de equipos apropiados, con la humedad y a la profundidad requerida (0,4-1,0 m).
- 19) No hay ninguna duda en la necesidad de contar con la humedad necesaria, pues cualquier posibilidad de lograr un crecimiento óptimo y equilibrado está supeditada a poder contar con agua, la cual de no disponerse en forma natural debe adicionarse mediante un sistema de riego apropiado. Siembras sin contar con la humedad serán deficientes y heterogéneas.
- 20) El control de malezas ejecutado en periodos de alta competencia (Periodo Crítico de Interferencia) es necesario para lograr que las plántulas recién surgidas cuenten con el espacio físico, la aireación, la humedad y los nutrientes requeridos. Cualquier factor de competencia es detrimental para el desarrollo normal y equilibrado de las plantas de caña. Arias (1999) citado por Chaves (2019d), determinó en la variedad PINDAR cultivada en la Zona Norte de CR, que el periodo crítico de competencia se encontraba entre 20 y 40 días posteriores a la siembra de la plantación, estimando que luego de ese periodo se pueden afectar los rendimientos de campo hasta en un 20,5%. Otros investigadores ubican ese periodo entre 30 y 90 días.
- 21) En zonas o localidades cañeras altas (>1.000 m.s.n.m) es conveniente y sano armonizar las siembras con las épocas de mayor temperatura, con el objeto de evitar estrés por frío que afecte y limite la germinación, formación de la cepa, ahijamiento y retoñamiento, lo cual se reflejaría un retardamiento de esos procesos.
- 22) Es conveniente realizar la remanga que consiste en recoger, acordonar y alinear los restos biomásicos de cosecha (cepas, hojas, cogollos, mamones) a lo largo de los entresurcos, sobre todo en plantaciones cosechadas en verde y de forma manual. También evitar la requema de material residual de cosecha en el suelo, pues el deterioro puede ser alto.

Conclusión

No cabe la menor duda que tanto las condiciones y características del entorno como lo que se haga o deje de hacer en una plantación comercial, repercute y determina en alto grado la expresión y

maximización del potencial agro productivo e industrial que intrínsecamente posea una determinada variedad de caña de azúcar. No basta por tanto con sembrar lo genéticamente mejor y saber que el cultivo posee características excepcionales, si las condiciones y el manejo prestado a la plantación no son concordantes con los requerimientos que fenológica y fisiológicamente la misma requiera. Factores y situaciones circunscritas a los estados iniciales de desarrollo del ciclo vegetativo, sea en ciclo planta o retoño (soca), resultan imperativamente importantes y determinantes para definir lo que al final se cosechará, valorado y ponderado tanto en cantidad como en calidad agroindustrial (Chaves, 2020a).

Esta realidad obliga prestar mucha atención y cuidado tecnológico a lo que acontezca y deba realizarse particularmente en las fases iniciales (I y II) fenológicas del ciclo vegetativo, independientemente de su duración hasta cosecha (11-24 meses), virtud de que lo bueno o malo que se haga será recolectado en la cosecha y prolongado a través del uso comercial incorporado a la plantación. Resulta obvio entonces que la atención y cuidado que merece y debe tener cualquier plantación de caña de azúcar en la fase inicial de su desarrollo aporta beneficio y alto retorno, pues un buen manejo técnico significará alta productividad de caña, alta concentración de sacarosa recuperable en la fábrica de azúcar y una vida comercial más prolongada, que supere las tradicionales cinco cosechas. El resultado de varias cosechas depende del establecimiento de la plantación y de todas las providencias que sean adoptadas posteriormente. Los errores y limitaciones que se den o “pseudo ahorros” que se pretendan alcanzar en la fase inicial de establecimiento, serán arrastrados y cobrados con altos intereses en el resto de los ciclos de cosecha sucesivos, pues resulta imposible cambiar la variedad, la calidad de la semilla o mejorar la preparación del suelo en una plantación ya establecida (Chaves, 2015).

Debe quedar claro que una buena germinación, ahijamiento y retoñamiento inicial son procurados y esenciales; sin embargo, tampoco significan e implican una garantía absoluta y proyección de una productividad agroindustrial elevada, pues a lo largo del ciclo vegetativo (11-24 meses) pueden acontecer eventos que podrían eventualmente intervenir e interferir desfavorablemente el proceso y con ello las expectativas productivas planteadas originalmente.

La elección de la mejor época de siembra, el diseño de la plantación con la mejor distribución espacial, la preparación, acondicionamiento y corrección del suelo, la selección de la mejor variedad, el uso de semilla de alta calidad, fitosanidad comprobada y elevada pureza genética, nutrición y fertilización integral y balanceada, empleo de materia orgánica, control oportuno y eficiente de malezas y la implementación de medidas de Conservación de Suelos, Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y producción bajo criterios Ecoeficientes, son incuestionablemente factores inductores de éxito productivo y agro empresarial. Un productor de caña visionario y un administrador prudente, no descuidan ni desatienden el establecimiento y los primeros meses de crecimiento

de una plantación comercial de caña de azúcar, pensando erróneamente, como a veces se cree, que la cosecha es lo más importante y donde se debe concentrar por tanto todo el esfuerzo técnico, financiero y empresarial. En definitiva, la expectativa de producción de una plantación está ligada y determinada en alto grado, por el manejo e inversión tecnológica que se haga de la misma.

Literatura Citada

- Castro, RCP. 2016. *STAB - Fisiología Aplicada a Cana-de-Açúcar*. Piracicaba, São Paulo. STAB – Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. Regional Sul. 208 p.
- Chaves Solera, M. 1999a. *El Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la caña de azúcar*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 130 p.
- Chaves, M. 1999b. *La práctica del encalado de los suelos cañeros en Costa Rica*. En: Congreso de ATACORI “Randall E. Mora A.”, 13, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre. p: 216-223.
- Chaves Solera, M. 2002. *Corrección de suelos ácidos para cultivar caña de azúcar*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 8 p.
- Chaves Solera, M.A. 2015. *Errores y omisiones técnico-administrativas que sacrifican productividad y cuestan dinero en la agroindustria azucarera*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 16 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017a. *Suelos, nutrición y fertilización de la caña de azúcar en Costa Rica*. En: Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial, 1, Puntarenas, Costa Rica, 2017a. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), octubre 10 al 12, Hotel Double Tree Resort by Hilton. 38 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017b. *La compactación de suelos en la caña de azúcar*. Revista Entre Cañeros N° 9. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, diciembre. p: 33-48.
- Chaves Solera, M.A. 2018. *Genética aplicada a la mejora de las plantaciones comerciales de caña de caña de azúcar*. En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 43 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019a. *Humedad y compactación de suelos en la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(6): 4-6, junio-julio.
- Chaves Solera, M.A. 2019b. *Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático 1(7): 5-6, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2019c. *Ambiente agro climático y producción de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(18): 5-10, noviembre-diciembre.
- Chaves Solera, M.A. 2019d. *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. *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. 2020b. *Participación del clima en la degradación y mineralización de la materia orgánica: aplicación a la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(11): 6-17, junio.
- Chaves Solera, M.A. 2020c. *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.
- Dillewijn, C. Van. 1952. *Botany of Sugarcane*. Chronica Botánica Co. Waltham, Mass. Trad. Español Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 460 p.
- FAO. 2017. *Carbono Orgánico del Suelo: el potencial oculto*. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 90 p.
- Matsuoka, S.; Santos, E.G.D. 2015. *Ecofisiologia da brotação e desenvolvimento da cana-de-açúcar*. Em: Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos. Fabio Cesar da Silva, Bruno José Rodríguez Alves, Pedro Luiz de Freitas, editores técnicos. Brasília, DF: EMBRAPA. p: 190-221.
- Subirós Ruíz, F. 1995. *El Cultivo de la Caña de Azúcar*. 1^{ed}. San José, Costa Rica: EUNED. p: 17-36, 119-129.

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