



**LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR – LAICA-
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR
-DIECA-**

**Resultado Final de la Zafra 2018-2019 en Costa Rica:
*un periodo agroindustrial con grandes diferencias y contrastes***



Marco A. Chaves Solera

**San José, Costa Rica
Diciembre 2019**

ÍNDICE

Título	Pág.
Índice	i
Resumen	1
1. Introducción	2
2. Regiones y zonas agro productivas de caña de azúcar en Costa Rica	2
3. Objetivos	7
3.1 General	7
3.2 Específicos	7
4. Metodología	8
4.1 Hipótesis de Trabajo	8
5. Resultados	9
5.1 Antecedentes Agroindustriales Nacionales	9
6. Resultados Agroindustriales de la Zafra 2018-2019	12
7. Caña Procesada	12
7.1 Zafra 2018-2019 respecto al promedio de las tres anteriores	12
7.2 Zafra 2018-2019 respecto a anterior 2017-2018	15
8. Concentración de Sacarosa	17
8.1 Zafra 2018-2019 respecto al promedio de las tres anteriores	17
8.2 Zafra 2018-2019 respecto a anterior 2017-2018	20
8.3 Valoración semanal de la sacarosa acumulada y recuperada	22
9. Azúcar Fabricada	23
9.1 Zafra 2018-2019 respecto al promedio de las tres anteriores	23
9.2 Zafra 2018-2019 respecto a anterior 2017-2018	25
10. Resumen del Resultado Agroindustrial de la Zafra 2018-2019	27
11. Comportamiento del Clima	30

11.1 Lluvia	33
11.2 Temperatura	41
11.3 Comparador Diferencial Térmico Vs Rendimiento Industrial	47
12. Decreto de Emergencia por Déficit Hídrico Zafra 2018-2019	49
13. Problemas y limitantes regionales con posible afectación agro productiva	51
14. Conclusiones	58
15. Literatura Citada	64

Resumen¹

Se comenta con detalle el resultado final de la Zafra 2018-19, exponiendo el comportamiento de los principales y más reveladores indicadores agroindustriales, los cuales mostraron variaciones importantes que la califican como *“un periodo agroindustrial con grandes diferencias y contrastes”*. Fue sentida la caída en la cantidad de caña producida y molida sobre la anterior en -28.694 toneladas correspondiente a -0,71%, expresada en disminuciones regionales de -64-286 t (-12,8%) en la Zona Norte, -43.228 t (-11,3%) en Valle Central, -53.679 t (-22,1%) en Turrialba y -20.662 t (-6,7%) en Zona Sur. Guanacaste y Puntarenas aumentaron su molienda en 150.208 t (6,8%) y 2.953 t (0,7). La caña molida en Guanacaste (2.362.685 t) representó el 58,7% del total nacional, seguida por Zona Norte con 436.874 (10,9%). La concentración de sacarosa recuperada fue muy satisfactoria, mejorando en +3,51 kg/tmc (+3,30%), con aumentos de 8,63 kg (8,3%) en Valle Central, 7,95 kg (6,6%) en Zona Sur, 6,50 kg (6,3%) en Zona Norte, 5,39 kg (5,7%) en Puntarenas y 1,83 kg/t en Guanacaste (1,7%); solo Turrialba tuvo disminución con -3,60 kg (-3,4%). La mejor concentración regional se logró en el Sur con 128,18 kg para un significativo aumento de +7,95 kg (+6,6%), seguida por Valle Central con una media de 112,35 kg y un aumento de +8,63 kg (+8,3%). El promedio de sacarosa recuperada en la Zafra 2018-19, de 109,85 kg 96° Pol/tmc, es la más alta y record histórico nacional. El azúcar fabricada en los 11 ingenios que operaron en el país fue superior respecto a la zafra 2017-18 en +221.563,4 Bultos de 50 kg equivalente al +2,6%; pese a lo cual, solo Guanacaste y Puntarenas tuvieron aumentos de +409.892,4 Bultos (+8,6%) y 49.495,6 Bultos (+6,4%), pues las otras regiones redujeron fabricación en -127.699,3 Bultos (-24,7%) en Turrialba, -75.426,2 Bultos (-7,3%) en la Zona Norte, -31.054,3 Bultos (-3,9%) en el Valle Central y -3.644,7 (-0,5%) en la Zona Sur. Guanacaste fabricó el 58,5% (5.174.132 Bultos) del azúcar costarricense, seguido por Zona Norte con el 10,8% (955.085 Bultos). La mayor fabricación la alcanzo El Viejo con 1.896.381 Bultos que significó el 21,4% nacional, seguido por CATSA con 1.645.270 Bultos (18,6%) y Taboga con 1.632.482 Bultos (18,5%); la menor ocurrió en Providencia con 143.486 Bultos (1,6%). La excelente concentración de sacarosa de la última zafra, contribuyó a atenuar y compensar la reducción verificada en el tonelaje de caña y por ende en el azúcar fabricado; de no haber ocurrido ese hecho contrastante, las pérdidas de azúcar hubieran sido mayores. Las plantaciones comerciales han mantenido en grado variable desde hace años, una exposición y condición continua, sistemática y acumulativa de estrés biótico y abiótico, que ha limitado su capacidad para alcanzar incrementos importantes y sostenidos en productividad agroindustrial. La problemática que aqueja y limita actualmente al productor de caña, no está asociada a temas de carácter biológico, biomásico, de naturaleza fisiológica, fitosanitaria o tecnológica; sino más bien a los de índole económico, financiero e institucional. Los altos costos de producción y los bajos precios de liquidación pagados por la materia prima entregada, ha condicionado y limitado la falta de inversión en tecnología, lo cual se ha traducido en agotamiento y pérdida de capacidad productiva de muchas plantaciones, sobre todo las pertenecientes a Productores Independientes. El clima (lluvia, temperatura y luz) y el manejo agronómico, fueron posiblemente los factores que marcaron diferencia y definieron en buena parte el resultado de la Zafra. El recurso genético está limitado ante la magnitud de los eventos surgidos.

¹ Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Gerente. **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA)**, Costa Rica. E-mail: mchavez@laica.co.cr. Teléfono (506) 2284-6066 / (506) 2284- 6067 / Fax (506) 2223-0839. **Diciembre del 2019.**

1. Introducción

El análisis y la valoración profunda de resultados agrícolas y fabriles luego de transcurrida una zafra azucarera, constituye un acto administrativo e institucional obligado de suma importancia y trascendencia estratégica; para identificar y contextualizar factores, comportamientos y tendencias tanto locales, regionales como nacionales, que permitan y favorezcan la toma oportuna y correcta de decisiones orientadas a lograr incorporar los ajustes y correctivos pertinentes que favorezcan a futuro, el cumplimiento satisfactorio de los planes previstos y trazados originalmente.

Como siempre se ha argumentado con absoluto sentido de realidad ***“ninguna zafra es igual a otra”***, pues siempre surgen situaciones que las hacen especiales y muy particulares; los antecedentes de muchos años así lo demuestran. Al respecto, expresaron con buen criterio pragmático Chaves *et al* (2019a), que: *“Como dicta la experiencia azucarera “cada periodo de zafra es diferente y debe ser diagnosticado e interpretado en ese contexto”. Esa alta variabilidad productiva se atribuye a la incidencia y el impacto provocado por la presencia de factores y elementos de origen muy diverso, biótico y abiótico, como son los de índole climático, los de carácter fitosanitario, o los de naturaleza comercial favorecidos por bajos precios, altos costos de producción que inducen una baja utilidad económica final; también los imputados a causas institucionales o políticas (cambiarías, regulatorias, fiscales, etc.), que con intensidad variable han impactado, desmotivado y apartado el resultado final de los planes, objetivos y metas sectoriales fijadas en un principio.”*

2. Regiones y zonas agro productivas de caña de azúcar en Costa Rica

El sector azucarero costarricense es virtud de su conformación, estructura organizacional y características, muy particular y diferente a otras agroindustrias conocidas, pues si bien posee un área de cultivo relativamente pequeña, estimada en apenas 60.000 hectáreas sembradas, como se reportó para la Zafra 2017-2018; de las cuales 55.070 ha se cosechan anualmente, lo que significa que un 91,8% es cortado y procesado en los 12 ingenios actualmente activos en el país. Por lo anterior, se infiere que el 8,2% (4.930 ha) restante queda en el campo por razones de ciclo vegetativo prolongado (18-24 meses), o es en su caso destinado a la producción de semilla básica y comercial, permanecer para cosecha futura o dedicarse a otros fines diferentes a la fabricación de azúcar (dulce, pecuario, etc.).

En Costa Rica se reconocen oficialmente en concordancia con lo que establece la legislación azucarera, **LEY ORGÁNICA DE LA AGRICULTURA E INDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR N° 7818** del 22 de setiembre de 1998 y se Reglamentó (LAICA 1998, 2000), seis regiones productoras de caña destinadas a la fabricación de azúcar muy bien caracterizadas y tipificadas, no precisamente por razones de índole geográfico. Cada una de esas regiones se caracteriza por su marcada heterogeneidad en prácticamente todos los indicadores, sean

estos edáficos, climáticos o de manejo agronómico, lo cual determina en alto grado el resultado final del proceso productivo agroindustrial. Dichas regiones pueden en consideración de sus profundas variaciones, diferenciarse a su vez en zonas y localidades perfectamente distinguibles por sus evidentes y notorias desigualdades, como ha sido debidamente demostrado (Chaves 2017d, Chaves *et al* 2018b, 2019as).

En el Cuadro 1 y la Figura 1 se detallan y ubican territorialmente las seis regiones oficiales productoras de caña en Costa Rica, destinada exclusivamente a la fabricación de azúcar.

Cuadro 1.
Cobertura geográfica de las regiones y localidades productoras de caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica, según la legislación azucarera vigente.

N°	Zonas	Provincias	Excepciones
1	A	Cartago - Limón	Incluye todos los cantones del lugar.
2	B	Alajuela - Heredia	Exceptúa Orotina, San Mateo, San Carlos, Upala, Los Chiles y Guatuso.
3	C	Alajuela	Comprende los cantones de San Carlos, Upala, Los Chiles y Guatuso.
4	D	Puntarenas - Alajuela	Comprende los cantones de Puntarenas, Esparza, Montes de Oro, Aguirre, Orotina y San Mateo.
5	E	Guanacaste	Incluye todos los cantones del lugar.
6	F	San José - Puntarenas	Comprende los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires.

Fuente: LAICA (2000).

Señala Chaves (2019o) al respecto, que *“... de acuerdo con la valoración realizada en el año 2018 con la caña establecida y sembrada en el campo, son 6 las provincias, 29 los cantones y 115 los distritos donde se produce la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica. En la región del Valle Central la caña procede de plantaciones ubicadas en tres provincias: Alajuela, Heredia y San José; en la zafra 2018-19 se trasladó además caña procedente de Cartago (Turrialba). En la Región Sur la materia prima procede de San José y Puntarenas (Buenos Aires); en el caso de Guanacaste se origina en sus 7 cantones y Puntarenas. En consecuencia, el Valle Central es asimismo donde más cantones cañeros se reportan con 11 para un 37,9% del total, seguido por Guanacaste con 7 (24,1%) y Turrialba-Juan Viñas con 4 (13,8%). Lo anterior trasciende a los distritos, pues el mismo Valle Central mantiene 45 (39,1%) distritos cultivados con caña de azúcar, seguido por Guanacaste con 21 (18,3%), Turrialba-Juan Viñas con 19 (16,5%), Pacífico Central, Zona Sur y Norte con 10 c/u (8,7%), respectivamente. Por su trascendencia debe citarse que en la Zafra 2018-19, se trasladaron un total de 98.176 TM al Valle Central procedentes de Zona Norte (69.404 TM) y Turrialba (28.772 TM), que representó un 70,7% y 29,3%, respectivamente.*

Para contar con un marco referencial de localización y ubicación geográfica correcta en mapas cartográficos, se anotan las coordenadas extremas norte-sur y este-oeste donde están sembradas plantaciones comerciales con caña de azúcar, que en el caso del país son: 11° 01' 57" y 09° 01' 05" Latitud Norte y 83° 33' 07" y 85° 38' 56" Longitud Oeste."

A la descripción anterior hay que agregar que en el plano altitudinal, donde se ubican y distribuyen por altitud las plantaciones comerciales de caña de azúcar en el país, la diferencia es también muy amplia; señalando Chaves (2017d, 2019os) una amplitud que va desde los 4 metros hasta aproximadamente los 1.550 msnm. Esta significativa diferenciación en altitud en la que están ubicadas las plantaciones comerciales del país, determina la extensión y duración del **Ciclo Vegetativo** de las mismas, los cuales varían significativamente hasta su edad de cosecha. Esta particularidad de la agroindustria azucarera la diferencia de otras, pues los ciclos vegetativos prolongados de 18 a 24 meses, son poco comunes en el Continente, lo que introduce profundos cambios en todos los órdenes, como ha sido ampliamente documentado (2018defk, 2019hs).

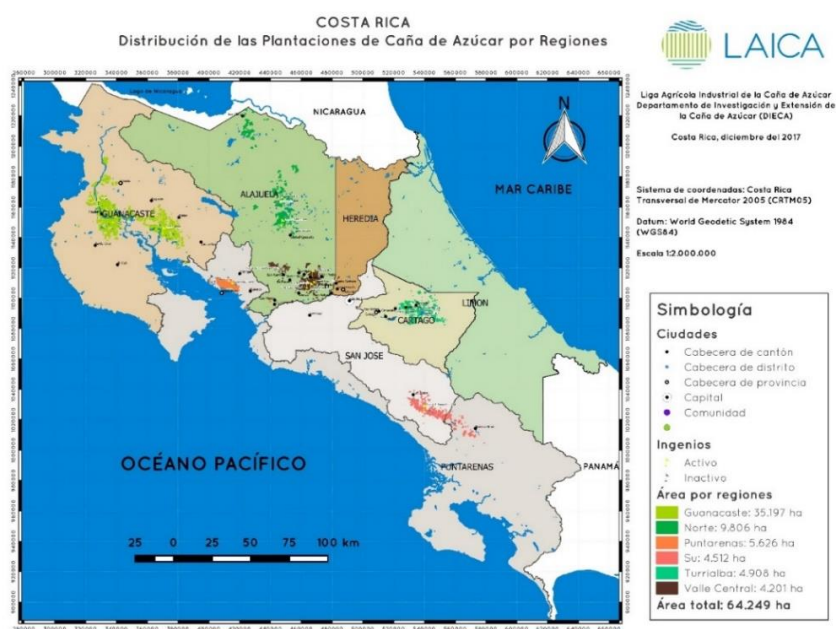


Figura 1. Distribución geográfica de las plantaciones de caña de azúcar en Costa Rica.

Los Cuadros 2 y 3 caracterizan de manera específica y resumida las particulares individuales más relevantes de las seis regiones y zonas productoras de caña de azúcar de Costa Rica, correspondientes a variables de ubicación geográfica, zonas de vida, edáficas y de relieve, disponibilidad de riego, riesgos implícitos (sequía/inundación), condiciones locales para la producción, variedades sembradas, entre otras, las cuales definen y determinan en alto grado el potencial de cada una de ellas (Chaves 2011, 2017b, 2018cdeghijkl, 2019cdefgh; Chaves y Chavarría 2017a; Holdridge 1982).

Cuadro 2. Caracterización territorial y agroproductiva de las regiones y zonas productoras de caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica. Zafra 2018-2019.

Indicador	Regiones y Zonas Productoras									Nacional
	Guanacaste		Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte		Turrialba		Zona Sur	
	Este	Oeste			San Carlos	Los Chiles	Zona Media	Juan Viñas		
Cantones (N°)	3	4	3	11	1	1	4	1	2	29
Distritos (N°)	7	14	10	45	8	2	18	1	10	115
Altitud (msnm)	5 - 150	13 - 145	4 - 350	174 - 1.360	60 - 680	30 - 70	480 - 1.000	1.000 - 1.550	180 - 870	4 - 1.550
Ingenios Activos	1	2	1	3	2		1	1	1	12
Ingenios	Taboga	CATSA El Viejo	El Palmar	Victoria Porvenir Providencia	Cutris Quebrada Azul		Atirro	Juan Viñas	El General	
N° Entregadores	392	555	36	1.260	1.047		0	313	2.587	6.190
Ordenes Taxonómicos de Suelos	Inceptisol (35,0%) Vertisol (31,2%) Mollisol (23,4%)		Inceptisol (79,1%) Entisol (15,8%) Ultisol (5,1%)	Andisol (38,8%) Ultisol (29,1%) Inceptisol (24,2%)	Ultisol (47,3%) Inceptisol (44,6%) Entisol (5,5%)		Andisol (53,7%) Inceptisol (31,1%) Ultisol (15,2%)		Ultisol (95,3%) Entisol (2,8%) Inceptisol (1,9%)	Inceptisol (36,9%) Vertisol (17,6%) Ultisol (17,6%)
Porcentaje	90%		100%	92%	97%		100%		100%	72,10%
Subordenes Taxonómicos de Suelos	Ustepts (34,6%) Usterts (31,2%) Ustolls (23,4%)		Ustepts (79,1%) Orthents (12,1%) Ustults (4,2%)	Ustands (34,6%) Ustepts (23,7%) Humults (19,4%)	Udults (44,7%) Udepts (34,2%) Aquepts (10,3%)		Udands (53,7%) Udepts (31,1%) Humults (15,2%)		Humults (95,3%) Fluvents (2,8%) Ustepts (1,9%)	Ustepts (27,8%) Usterts (17,6%) Ustolls (13,1%)
Porcentaje	89,2%		95,4%	77,7%	89,2%		100%		100%	58,5%
Relieve	Plano/Casi Plano	Plano/Casi Plano	Plano/Casi Plano	Ondulación Moderada	Ligeramente Ondulado	Ligeramente Ondulado	Ondulación Ligera a Moderada	Ondulación Moderada a Fuerte	Moderadamente ondulado	Plano a Fuerte Ondulación
% de Pendiente	0,3 - 3%	1 - 5%	1 - 6%	3 - 25%	2 - 15%	3 - 5%	3 - 30%	5 - 35%	5 - 20%	0,3 - 35%
Drenaje	Moderadamente Lento	Moderadamente Lento	Moderadamente Lento	Bueno	Bueno	Moderadamente Excesivo	Bueno	Moderadamente Excesivo	Moderadamente Excesivo	Moderadamente Lento a Excesivo
Riesgo de Inundación	Moderado	Moderado	Severo	Nulo	Moderado	Leve	Leve	Nulo	Nulo	Severo - Nulo
Riesgo de Sequía	Alto	Alto	Alto	Medio - Bajo	Medio - Alto	Medio - Alto	Bajo	Bajo	Medio - Bajo	Alto - Bajo
Área Regada (ha)	11.804	15.005	1.000	1.609,5	0	0	0	0	24	29.442,5
Uso de Riego (% del área)	95,23	74,02	17,7	38,8	0	0	0	0	0,53	46,62
Zonas de Vida Holdridge	Bosque Seco Tropical y Bosque Húmedo Premontano	Bosque Seco Tropical y Bosque Húmedo Premontano	Bosque Húmedo Premontano	Bosque Húmedo Premontano	Bosque Muy Húmedo Tropical	Bosque Tropical Húmedo	Bosque Pluvial Montano Bajo	Bosque Pluvial Montano	Bosque Muy Húmedo Premontano	

Cuadro 3. Caracterización agrícola de las regiones y zonas productoras de caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica.

Indicador	Regiones y Zonas Productoras									Nacional
	Guanacaste		Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte		Turrialba		Zona Sur	
	Este	Oeste			San Carlos	Los Chiles	Zona Media	Juan Viñas		
Variedades Sembradas Dominantes /1	NA 85-1602 (26,0%) NA 56-42 (23,4%) RB 86-7515 (17,3%) B 82-333 (9,3%) Mex 79-431 (6,4%) CP 72-2086 (4,6)	CP 72-2086 (31,8%) B 82-333 (17,1%) SP 81-3250 (15,4%) Mex 79-431 (11,0%) NA 56-42 (5,3%) NA 85-1602 (4,1%)	CP 14-1518 (28,8%) CP 72-2086 (25,9%) B 82-333 (14,7%) CP 72-1210 (11,7%) RB 86-7515 (8,1%) SP 81-3250 (5,1%)	RB 86-7515 (58,3%) SP 78-4764 (13,3%) Mex 79-431 (11,0%) SP 71-3149 (2,9%) LAICA 04-809 (1,6%) B 76-259 (1,3%)	PR 80-2038 (24,6%) Q 96 (11,1%) LAICA 01-604 (9,7%) B 59-92 (9,2%) Q 132 (8,6%) Q 138 (7,6%)	PR 80-2038 (21,4%) B 77-95 (18,0%) LAICA 03-805 (16,7%) LAICA 01-604 (10,8%) H 77-4643 (2,9%) B 82-333 (8,9%) LAICA 04-809 (6,0%)	B 76-259 (58,4%) B 77-95 (26,1%) PINDAR (8,2%) H 77-4643 (2,9%) Q 96 (1,7%) B 76-385 (0,98%)	H 77-4643 (63,4%) LAICA 04-250 (17,2%) H 61-1721 (3,7%) B 76-259 (3,6%) H 74-1715 (3,3%) H 68-1158 (2,8%)	LAICA 04-825 (24,7%) Q 96 (17,9%) LAICA 05-805 (11,1%) CP 87-1248 (9,2%) LAICA 04-809 (8,2%) LAICA 05-802 (6,2%)	CP 72-2086 (15,1%) B 82-333 (10,1%) RB 86-7515 (9,3%) NA 85-1602 (7,6%) NA 56-42 (7,4%) SP 81-3250 (6,8%)
% Siembra	87,00%	84,70%	94,30%	88,40%	70,80%	75,80%	98,30%	94,00%	77,30%	56,30%
Área Sembrada (ha) /2	13.345 (22,24%)	17.955 (29,93%)	5.689 (9,48%)	4.021 (6,70%)	9.838 (16,40%)		4.697 (7,83%)		4.455 (7,42%)	60.000 (100%)
Área Cosechada (ha)/2	12.825 (23,29%)	17.421 (31,64%)	5.433 (9,87%)	3.753 (6,81%)	8.362 (15,18%)		2.957 (5,37%)		4.320 (7,84%)	55.070 (100%)
% de Cosecha /3	96,10%	97,03%	95,50%	93,33%	85%		62,96%		96,97%	91,78%

Fuente: Chaves (2019o).

1/ Corresponden al Censo de Variedades realizado en el año 2016.

2/ Corresponde a datos de la Zafra 2017-2018.

3/ Es el porcentaje de cosecha de caña localidad (cosechada/sembrada * 100)

Como puede inferirse de los elementos aportados, las diferencias se expresan en la presencia de diferentes **Zonas de Vida** de acuerdo con el sistema propuesto por Holdridge (1982), encontrando una clara transición desde Bosque Seco Tropical, Bosque Pluvial Montano hasta Bosque Tropical Muy Húmedo. Esta condición se asocia e integra directamente al hecho de que según lo aseverado por Chaves (2019o), *“las plantaciones comerciales de caña de azúcar están sembradas en Costa Rica en 9 Ordenes y 16 Subordenes diferentes de suelo, de acuerdo con la Taxonomía pregonada por el Sistema de Clasificación del USDA - Soil Survey Staff del United States Department of Agriculture (USDA 1999, 2014) o Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.”*

Resume y contextualiza Chaves (2019o) con buen criterio, en una valoración de los diferentes entornos productivos existentes en el país, las profundas variaciones existentes en el entorno cañero costarricense, al manifestar que *“La agroindustria azucarera costarricense puede asegurarse, ostenta la presencia de muchas de las condiciones que podrían encontrarse en la producción de caña de azúcar, como son: relieve plano-ondulado-quebrado, condiciones secas y muy húmedas, manejo mecanizado y manual, fitosanidad variable, ciclos vegetativos de 12 a 24 meses, grandes y pequeñas explotaciones, agricultura de ladera, plantaciones en condición de riego o drenaje, diversidad varietal, inversión diferente en tecnología, entre muchas otras.”*

Como se expresó al inicio, esta compleja particularidad debe considerarse y tomarse muy en cuenta al procurar generar conclusiones válidas y representativas respecto al resultado agroindustrial final de una determinada zafra, cualquiera que sea esta.

3. Objetivos

3.1. General:

Valorar comparativamente el desempeño agroindustrial de la **Zafra 2018-2019**, procurando identificar los factores que la intervinieron y determinaron en su resultado final.

3.2. Específicos:

- a) Comparar cuantitativamente el resultado agroindustrial final de la Zafra 2018-2019 en relación con la anterior (2017-2018), y también respecto al promedio de las tres zafras anteriores (2015-16, 2016-17, 2017-18).
- b) Identificar y señalar los posibles factores bióticos y abióticos que pudieron intervenir de manera positiva y/o negativa sobre el resultado final de la zafra 2018-2019.
- c) Abordar con la profundidad y especificidad debida el tema del clima y su influencia en los resultados agroindustriales finales.
- d) Ubicar y establecer posibles tendencias productivas existentes a nivel regional y nacional.

4. Metodología

Para la consecución y cumplimiento de los objetivos pretendidos y propuestos en el presente estudio, se realizó una revisión exhaustiva de antecedentes productivos de las tres variables más relevantes y determinantes para concluir posibles impactos y diferencias sobre la producción agroindustrial a nivel regional y nacional, como son:

- 1) **Cantidad de caña procesada, dada en toneladas métricas**
- 2) **Concentración promedio de sacarosa contenida en la materia prima procesada, expresada en kilogramos de sacarosa (96° Pol)/tonelada de caña molida**
- 3) **Cantidad de azúcar fabricada (96° Pol), reportada en Bultos de 50 kg**

La información utilizada en el estudio fue proporcionada por el Departamento Técnico de LAICA, por lo que la misma es oficial del sector. La información recabada se procesó de acuerdo con el interés y los objetivos del estudio, lo que permitió generar inferencias y conclusiones específicas y confiables, fundamentadas en hechos comprobables.

Los datos fueron organizados, desagregados y analizados por región productora, variable agroindustrial de interés y factores específicos del entorno particular analizado.

También se consultó para ubicar y localizar comportamientos específicos, a fuentes primarias muy calificadas, como fueron los técnicos regionalizados de DIECA, funcionarios y Gerentes Agrícolas de algunos Ingenios, entre otros.

Se procuró en lo posible establecer **relaciones causa - efecto** de alcance territorial para las variables potencialmente incidentes, fueran de carácter biótico o abiótico, que favorecieron e indujeron los resultados finales observados en las variables empleadas como indicadores reveladores de posible impacto productivo, fuera positivo o en su caso negativo.

Importante mencionar que la Zafra 2018-2019 inicio oficialmente molienda el día 4 de diciembre del 2018 en el Ingenio Taboga, situado en el cantón de Cañas, provincia de Guanacaste, y finalizó el día 20 de junio del 2019 en el Ingenio Juan Viñas, ubicado en Grecia, Alajuela. La duración del proceso productivo fue de un total de 195 días, inferior al observado en periodos de zafra anteriores, como aconteció en la 2017-218 (243 días), 2016-2017 (196 días) y 2015-2016 (198 días), como lo anotaran Chaves *et al* (2019a).

4.1 Hipótesis de trabajo

Se estableció como hipótesis básica de trabajo por demostrar, que *“El resultado final de la zafra 2018-2019, no fue todo lo satisfactoria que en principio se esperaba, lo cual fue provocado presuntamente por razones y circunstancias de naturaleza climática (abiótica) que impactaron los rendimientos agrícolas y con ello la producción y la calidad de la materia prima cosechada en el campo y fabricada en el ingenio”*.

5. Resultados

Seguidamente se presentan, analizan y comentan los principales factores y elementos que se estima, permiten alcanzar inferencias representativas y sólidas que favorezcan llegar a conclusiones válidas sobre lo acontecido agroindustrialmente en la Zafra 2018-2019. Es importante tener presente en este ejercicio productivo, que los resultados de una zafra no se limitan al periodo de cosecha, desconociendo y excluyendo lo acontecido durante el periodo de siembra, crecimiento y maduración de la plantación; motivo por el cual, una valoración que pretenda ser objetiva, debe obligadamente considerar y evaluar todo el Ciclo Vegetativo. Dicho criterio aplica en el presente caso, como se demuestra a continuación.

5.1 Antecedentes Agroindustriales Nacionales

La experiencia agro productiva manifestada en el resultado alcanzado por las zafras anteriores, resulta pragmáticamente muy expresiva y reveladora para proyectar y valorar el comportamiento que han tenido esos periodos de producción de caña y fabricación de azúcar; algunos de los cuales evidencian sin embargo tendencias de muy corta duración y por tanto poco consistentes.

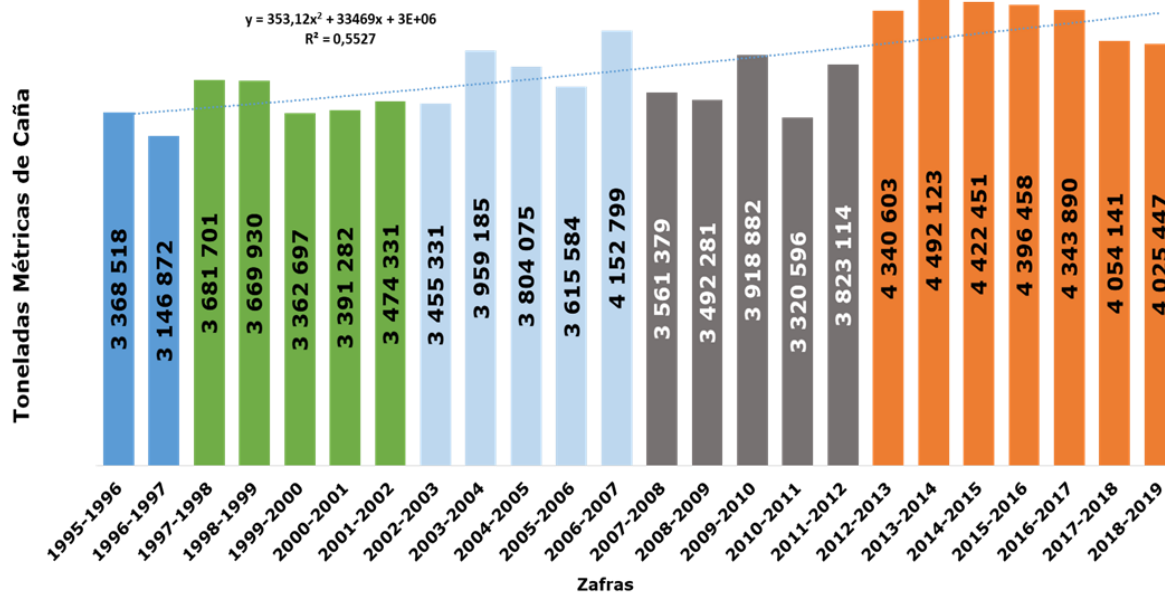
La variabilidad e inconsistencia de los resultados nacionales finales de cosecha y fabricación de azúcar, es una constante muy propia y casi normal de la situación que históricamente ha mostrado la agroindustria azucarera costarricense en sus resultados anuales. Se aduce que la causa fundamental de esa desmedida heterogeneidad, son precisamente dos razones principales ya demostradas, como son:

- 1) **La inestabilidad climática traducida y evidenciada en las constantes variaciones e impactos de intensidad y gradualidad desigual, que a nivel regional acontecen en las diferentes regiones productoras de caña de azúcar del país; pues como se ha demostrado, territorialmente la actividad comercial no está sustentada en una unidad edafoclimática y de manejo agronómico homogénea, como si ocurre en otras agroindustrias del orbe y la región. Por ello, siempre hay variaciones y desequilibrios regionales y locales, que territorialmente no siempre son de alcance nacional; lo más ejemplarizante acontece con los Fenómenos de “El Niño y La Niña”, los cuales se dan muchas veces de manera simultánea en el país impactando localidades diferentes con efectos muy diferentes.**
- 2) **Los significativos cambios acontecidos en el manejo agronómico de las plantaciones comerciales, los cuales varían significativamente en calidad e intensidad, en concordancia con la situación de los precios pagados por la materia prima entregada y el azúcar fabricado; lo cual interviene y condiciona de manera determinante la disposición y capacidad de inversión tecnológica incorporada en el campo y la fábrica.**

La Figura 2 presenta el resultado de la cantidad (toneladas métricas) de caña procesada por el sector azucarero nacional durante el periodo 1995-2018, lo que representa el continuo de 24 zafras consecutivas, periodo muy representativo para identificar y comprobar la heterogeneidad y la variabilidad de los resultados alcanzados entre zafras y periodos de cosecha. No se evidencian como anotó anteriormente, tendencias consistentes de crecimiento en el tiempo; notando sin embargo por el contrario, que luego de la Zafra 2013-2014, que representa el máximo de molienda histórico nacional con un total **“record” de 4.492.123 toneladas**, una caída notoria con tendencia continua y sistemática en las últimas cinco zafras hasta alcanzar un valor de 4.025.447 en el último periodo de molienda, lo que representa un significativo -10,4% (-466.676 toneladas) en el término de apenas cinco zafras (Chaves *et al* 2019a).

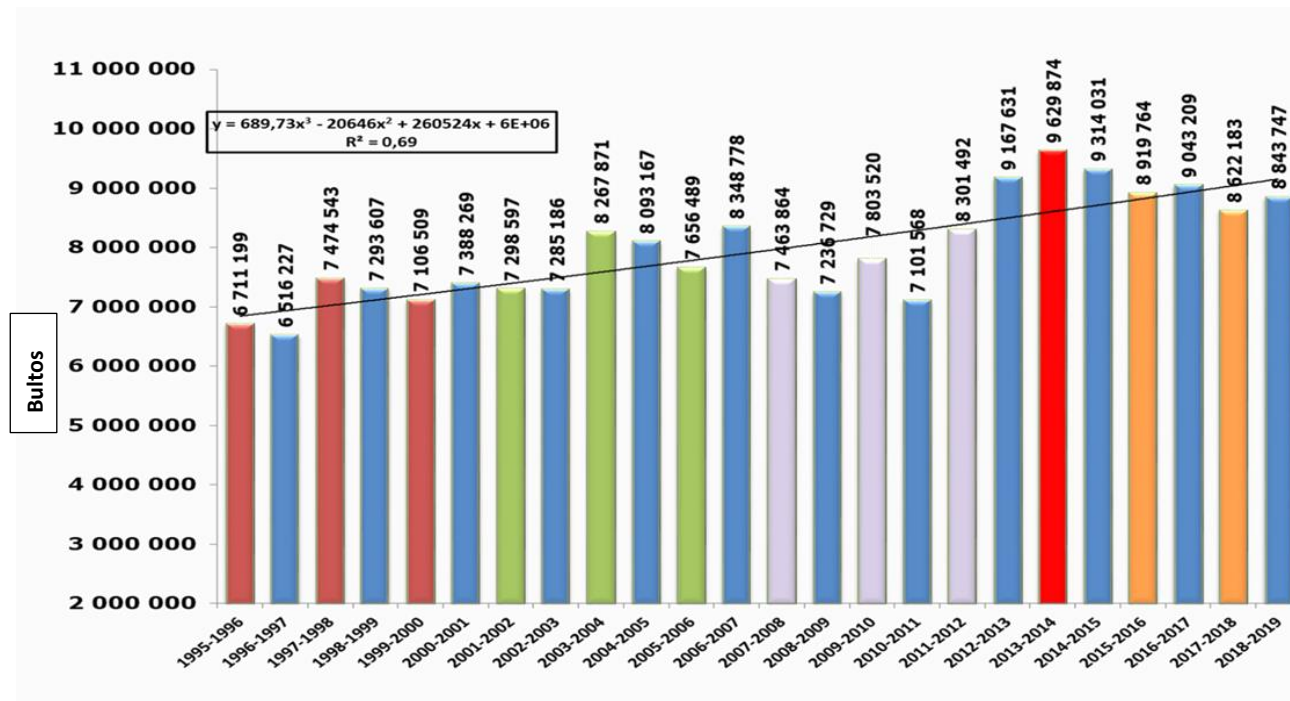
Ese comportamiento productivo de campo afecto consecuentemente la cantidad (Bultos de 50 kg) de azúcar fabricada en los Ingenios nacionales, como lo demuestra la Figura 3, mostrando un resultado aún más desuniforme entre zafras virtud de que el resultado es intervenido por la calidad y no apenas la cantidad de materia prima procesada. La calidad de la materia prima se expresa y reconoce principalmente, por la riqueza que contenga en cuanto a concentración de sacarosa; variable que resulta muy sensible a los cambios climáticos. Como se observa en los resultados, fue la Zafra 2013-2014 donde más azúcar se elaboró con un total de **9.629.874 Bultos**. La cantidad de azúcar fabricada en la zafra 2018-2019 de 8.843.747 Bultos, es la segunda más baja de los últimos siete periodos, solo superando ligeramente en un +2,57% (+221.564 Bultos) a la anterior, lo que es muy revelador de la situación productiva que atraviesa actualmente el sector azucarero costarricense. Entre la Zafra Record 2013-2014 y la más reciente 2018-2019, hay una reducción del orden de -786.127 Bultos correspondiente a un significativo -8,2%.

El análisis y la valoración comparativa de resultados entre zafras ha sido amplia y oportunamente analizada en cada momento coyuntural y mediático, como demuestran las publicaciones realizadas por Chaves (2006, 2008), Bermúdez y Chaves (2011, 2012, 2013, 2014) y Chaves *et al* (2008, 2015, 2016, 2018ab, 2019a) en diferentes momentos históricos de nuestra agroindustria. A partir de esos análisis pueden identificarse y ubicarse con alguna certeza, las causas atribuibles a las circunstancias que presuntamente motivaron y provocaron aumentos o por el contrario reducciones productivas en cada periodo particular; su revisión y contextualización genera por tanto, información relevante y muy reveladora de la posible causa-efecto que pudieron intervenir en cada momento histórico. Queda con ello claro y demostrado, que **la perspectiva del tiempo es esencial en las inferencias y conclusiones que puedan generarse respecto al comportamiento de una determinada zafra.**



Fuente: Departamento Técnico LAICA (2019).

Figura 2. Caña procesada (toneladas métricas) en Costa Rica durante el periodo 1995-2018 (24 zafras).



Fuente: Departamento Técnico LAICA (2019).

Figura 3. Azúcar fabricada (Bultos 50 kg) en Costa Rica durante el Periodo 1995-2018 (24 zafras).

6. Resultados Agroindustriales de la Zafra 2018-2019

El resultado de esta zafra puede calificarse como “especial y muy particular”, en consideración de que acontecieron hechos inusitados y excepcionales poco comunes, en los cuales coincidieron y combinaron elementos con efectos contrarios dentro de un mismo ciclo vegetativo; concurren momentos de fuerte lluvia y sequía en algunas localidades como se comentará oportunamente. No hay duda que el clima ejerció un papel determinante en el resultado final, que como se indicó en las Figuras 2 y 3, fue de reducción.

A continuación se desarrolla un ejercicio de análisis y comentario de las tres principales variables vinculadas directamente con la productividad agroindustrial, lo que permite valorar de manera independiente las diferencias verificadas en la Zafra 2018-2019 en relación a las tres anteriores: 2017-2018, 2016-2017 y 2015-2016.

7. Caña Procesada

7.1 Zafra 2018-2019 respecto al promedio de las tres anteriores

Esta importante, determinante y concluyente variable de campo mostró un comportamiento muy diferente entre regiones, localidades e Ingenios. El Cuadro 4 presenta lo concerniente al comparar la última zafra respecto al promedio de las tres anteriores, evidenciando que solo la Región del Pacífico Central (Puntarenas) creció en términos productivos en un +3,5%, correspondiente a moler 13.599 toneladas más de caña. Las otras cinco zonas mostraron por el contrario disminución en magnitudes diferentes, lo cual en el caso de Turrialba-Juan Viñas fue muy significativo al mostrar una reducción de -56.267 TM equivalente a un importante y muy significativo -22,9%; seguida por la Zona Norte con una caída de -68.384 TM (-13,5%), el Valle Central con -34.432 TM (-9,2%), la Zona Sur -12.205 TM (-4,0%); siendo Guanacaste, donde nominalmente el impacto en tonelaje fue mayor al moler -81.695 TM correspondiente al -3,3%. **Como sector integrado, ese comparador mostró una disminución de -239.383 toneladas de caña equivalente a un -5,6%.**

Cuadro 4.
Comparativo de las Toneladas de Caña (TM) entregadas en la Zafra 2018-19 respecto al promedio de las tres anteriores (2015-2017).

Región	Zona	Zafra						
		2015-2016	2016-2017	2017-2018	promedio	2018-2019	Variación Nominal	Variación Porcentual
Turrialba - JV	A	239 129,0	255 356,8	243 359,9	245 948,6	189 681,4	-56 267,1	-22,9
Valle Central	B	374 489,7	364 606,5	382 741,6	373 945,9	339 513,7	-34 432,2	-9,2
Zona Norte	C	523 700,9	490 910,6	501 159,6	505 257,0	436 873,5	-68 383,5	-13,5
Puntarenas	D	397 802,3	378 207,8	403 974,1	393 328,1	406 926,7	13 598,6	3,5
Guanacaste	E	2 554 218,1	2 566 443,8	2 212 477,1	2 444 379,7	2 362 685,1	-81 694,5	-3,3
Zona Sur	F	307 118,3	288 364,9	310 428,3	301 970,5	289 766,0	-12 204,6	-4,0
Total		4 396 458,3	4 343 890,4	4 054 140,6	4 264 829,8	4 025 446,5	-239 383,3	-5,6

Fuente: Departamento Técnico LAICA (2019).

Esos contundentes resultados evidencian y ratifican la caída productiva acontecida en la última zafra, pese a que en los tres periodos anteriores (2015-2017) que fueron promediados, se presentaron impactos productivos importantes que de alguna manera atenuaron esa reducción por las significativas pérdidas surgidas; como fueron las provocadas por las **fuertes lluvias** en Turrialba-Jiménez, según Decreto Ejecutivo N° 39056-MP del 30 de junio del 2015; también el paso del **Huracán Otto**, hecho acontecido entre el 21 y 24 de noviembre del 2016 (Decreto Ejecutivo N° 40027-MP del 29 de noviembre del 2016), la **Tormenta Tropical Nate** con presencia entre el 4 y 5 de octubre 2017 (Decreto Ejecutivo N° 40677-MP del 9 de octubre 2017) y la condición de **estrés hídrico y térmico** provocados de manera casi permanente por el **Fenómeno del Niño** desde el año 2016, principalmente en la región del Pacífico Seco (Puntarenas + Guanacaste) y Zona Norte (San Carlos + Los Chiles). Una revisión detallada de esos eventos climáticos regionales (COSTA RICA 2014, 2015, 2016ab, 2017, 2019ab), hacen notar una situación continuada y yuxtapuesta de impactos que agregan efectos y por ende consecuencias integralmente más dañinas.

Esa disminución o incremento en la cantidad de materia prima procesada en algunas regiones, ha sufrido también en los últimos periodos un impacto importante debido a la gran cantidad de caña trasladada entre regiones: de Zona Norte (San Carlos + Los Chiles) a Grecia y de Turrialba a Grecia, lo cual confunde y distorsiona los valores de producción regional y con ello los estimados reales de incremento o reducción. El Cuadro 5 expone un detalle de los movimientos interregionales más importantes acontecidos en el periodo 2015-2018, que revelan un incremento en la Región del Valle Central por 380.965 toneladas, una consecuente reducción en la Zona Norte de 352.193 TM (92,4%) y de 28.772 (7,6%) en Turrialba. Este último fue equivalente a 3.518.205,8 kilogramos de azúcar ajustado.

Cuadro 5. Traslado de caña (toneladas) entre regiones. Periodo 2016 - 2018.

Zafra	De Zona Norte a Grecia	De Turrialba a Grecia	Total ingresado al Valle Central
2015-2016	51.958	---	51.958
2016-2017	92.685	---	92.685
2017-2018	138.146	---	138.146
2018-2019	69.404	28.772	98.176
Total	352.193	28.772	380.965

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Continuando con la valoración productiva comparativa del último periodo de cosecha en relación al promedio de los tres anteriores, se presenta en el Cuadro 6 el detalle porcentual y nominal de lo acontecido en este caso entre los 13 Ingenios que operaron en ese tiempo,

verificando que seis (46,2%) de ellos incrementaron su molienda; en sentido contrario, otros siete (53,8%) consecuentemente la disminuyeron.

Las fábricas que muestran aumento son: Porvenir (63,9%), Victoria (14,5%), CATSA (4,8%), Palmar (3,5%), Juan Viñas (3,4%) y Taboga (1,8%). En consecuencia, los ingenios Costa Rica (-100%), Atirro (-100%), Providencia (-17,4%), Quebrada Azul (14,8%), El Viejo (-13,4%), Cutris (-12,2%) y El General (-3,4%), tuvieron una caída en producción y molienda en esas importantes magnitudes porcentuales. En términos nominales, el mayor incremento se encontró en los ingenios CATSA, Porvenir y Victoria que elevaron su molienda en 35.127, 30.259 y 23.313 toneladas, respectivamente. Por su parte, fueron los ingenios El Viejo, Costa Rica y Atirro, los que más disminuyeron su molienda en la zafra 2018-2019, al procesar -130.325, -71.606 y -62.561 toneladas menos de caña.

Cuadro 6.
Comparativo de las Toneladas de Caña (TM) entregadas por Ingenio (13) en la Zafra 2018-19
respecto al promedio de las tres zafras anteriores (2015-2017).

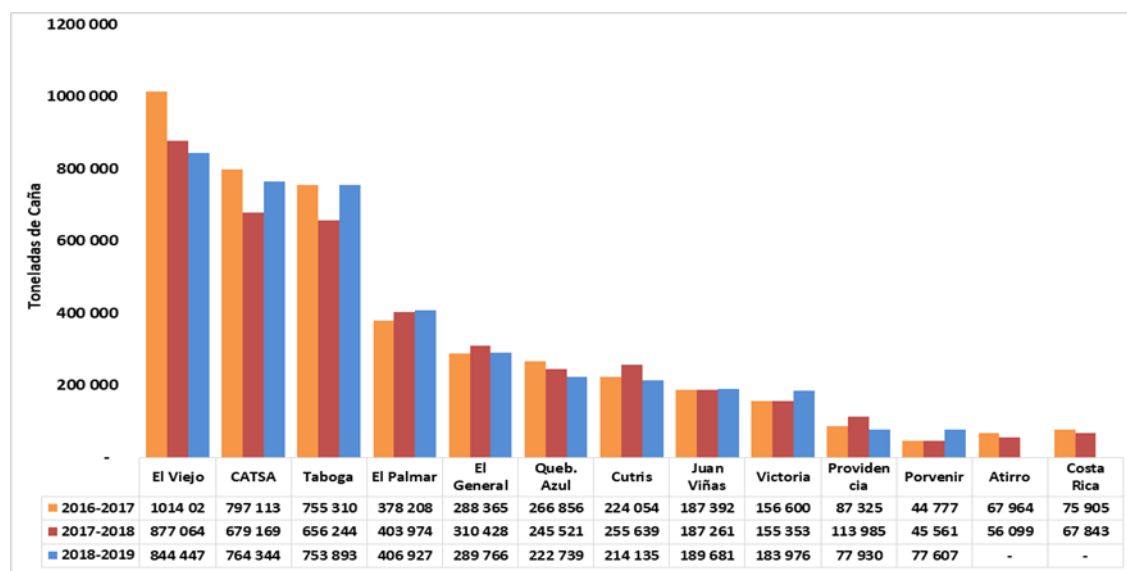
Ingenios	Zona	2015-2016	2016-2017	2017-2018	promedio	2018-2019	Variación Nominal (TM)	Variación Porcentual
Atirro	A	63 620,5	67 964,4	56 099,0	62 561,3		-62 561,3	-100,0
Juan Viñas	A	175 508,5	187 392,4	187 260,9	183 387,3	189 681,4	6 294,2	3,4
Costa Rica	B	71 073,2	75 904,6	67 842,5	71 606,8		-71 606,8	-100,0
Porvenir	B	51 706,9	44 776,7	45 561,1	47 348,2	77 607,3	30 259,1	63,9
Providencia	B	81 674,1	87 325,3	113 984,6	94 328,0	77 930,2	-16 397,8	-17,4
Victoria	B	170 035,5	156 599,9	155 353,4	160 662,9	183 976,2	23 313,3	14,5
Cutris	C	251 637,1	224 054,4	255 638,7	243 776,7	214 134,7	-29 642,0	-12,2
Quebrada Azul	C	272 063,8	266 856,2	245 520,9	261 480,3	222 738,9	-38 741,5	-14,8
Palmar	D	397 802,3	378 207,8	403 974,1	393 328,1	406 926,7	13 598,6	3,5
CATSA	E	711 370,7	797 113,2	679 169,3	729 217,7	764 344,4	35 126,7	4,8
El Viejo	E	1 033 232,1	1 014 020,8	877 063,8	974 772,2	844 447,5	-130 324,8	-13,4
Taboga	E	809 615,3	755 309,8	656 244,0	740 389,7	753 893,2	13 503,5	1,8
El General	F	307 118,3	288 364,9	310 428,3	301 970,5	289 766,0	-12 204,6	-4,0
Total		4 396 458,3	4 343 890,4	4 054 140,6	4 264 829,8	4 025 446,5	-239 383,3	-5,61

Fuente: Departamento Técnico LAICA (2019).

Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron en la Zafra 2018-2019.

La Figura 4 expone un comparativo muy ilustrativo de las diferencias observadas entre ingenios en cuanto a procesamiento de caña durante las últimas tres zafras (2016-2018), notando como en unos casos hay aumentos como también reducciones específicas que se confunden al promediarlas. Destaca el buen tonelaje producido y procesado durante las zafras 2016-2017 y 2017-2018 en varios ingenios, lo que marcó el resultado aritmético final. Asimismo, se observa una tendencia reductora sistemática en esos tres periodos, como acontece en El Viejo, Quebrada Azul, Juan Viñas y Atirro; lo que contrasta con el aumento

verificado en El Palmar y Porvenir, que denota el esfuerzo realizado y el hecho de no haber padecido eventos con impactos productivos negativos.



Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Figura 4. Toneladas de caña producida y procesada en los ingenios nacionales. Periodo 2016-2018.

7.2 Zafra 2018-2019 respecto a anterior 2017-2018

Al realizar un comparativo en este caso entre las dos últimas zafras, se encuentran resultados diferentes a los anteriores, que son indudablemente de carácter más inmediato y por tanto mediático, sobre los factores que pudieron existir e intervenir en cada una de ellas. El Cuadro 7 expone y compara los datos nominales y porcentuales de producción y molienda de materia prima (toneladas métricas), expresamente entre esos dos periodos.

Región	Zona	Zafra				Variación Nominal	Variación Porcentual
		2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019		
Turrialba-JV	A	239 129,0	255 356,8	243 359,9	189 681,4	-53 678,5	-22,1
Valle Central	B	374 489,7	364 606,5	382 741,6	339 513,7	-43 227,9	-11,3
Zona Norte	C	523 700,9	490 910,6	501 159,6	436 873,5	-64 286,1	-12,8
Puntarenas	D	397 802,3	378 207,8	403 974,1	406 926,7	2 952,6	0,7
Guanacaste	E	2 554 218,1	2 566 443,8	2 212 477,1	2 362 685,1	150 208,1	6,8
Zona Sur	F	307 118,3	288 364,9	310 428,3	289 766,0	-20 662,4	-6,7
Total		4 396 458,3	4 343 890,4	4 054 140,6	4 025 446,5	-28 694,1	-0,71

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

De acuerdo con los resultados mostrados, esta variable sufrió en la última zafra una disminución de -28.694 toneladas en la cantidad nominal de caña molida en los 11 ingenios que operaron activamente en esa zafra, lo que significó un -0,71%, valor bajo y podría considerarse como poco significativo; sin embargo, cuando de tendencia se trata si resulta preocupante pues suma al comportamiento sistemático verificado en los últimos periodos, como se anotó en la Figura 2.

En lo específico es evidente notar una caída productiva en cuatro regiones agrícolas, mostrando mejora solo en el Pacífico Seco (Guanacaste + Puntarenas) por valores de 150.208 y 2.953 toneladas, respectivamente; equivalentes a +6,8% y +0,7 (Cuadro 7). El mayor impacto negativo nominal sucedió en la Zona Norte con una disminución de importantes -64.286 toneladas, seguida por Turrialba con -53.679 y el Valle Central con -43.228 toneladas, respectivamente, para significativos -12,8%, -22,1% y -11,3%. La Zona Sur cayó en su molienda en un -6,7% correspondiente a -20.662 toneladas.

El Cuadro 8 expone el resultado comparativo sucedido entre las dos últimas zafras por ingenio, lo que ubica las diferencias de manera específica para cada una de las 13 fábricas nacionales de azúcar. Fueron seis (46,2%) los ingenios con incrementos porcentuales en el siguiente orden: Porvenir (70,3%), Victoria (18,4%), Taboga (14,9%), CATSA (12,5%), Juan Viñas (1,3%) y El Palmar con un 0,7%. Por el contrario, las pérdidas nominales de procesamiento acontecieron en siete fábricas (53,8%) en magnitudes muy diferentes, algunas realmente significativas e importantes desde todas las perspectivas.

Cuadro 8.						
Comparativo de las Toneladas Métricas de Caña (TM) entregadas y molidas en la última zafra (2018-19) respecto a la anterior (2017-18).						
Ingenios	Zafra				Variación Nominal	Variación Porcentual
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019		
Atirro	63 620,5	67 964,4	56 099,0		-56 099,0	-100,0
Juan Viñas	175 508,5	187 392,4	187 260,9	189 681,4	2 420,5	1,3
Costa Rica	71 073,2	75 904,6	67 842,5		-67 842,5	-100,0
Porvenir	51 706,9	44 776,7	45 561,1	77 607,3	32 046,2	70,3
Providencia	81 674,1	87 325,3	113 984,6	77 930,2	-36 054,4	-31,6
Victoria	170 035,5	156 599,9	155 353,4	183 976,2	28 622,9	18,4
Cutris	251 637,1	224 054,4	255 638,7	214 134,7	-41 504,0	-16,2
Quebrada Azul	272 063,8	266 856,2	245 520,9	222 738,9	-22 782,1	-9,3
Palmar	397 802,3	378 207,8	403 974,1	406 926,7	2 952,6	0,7
CATSA	711 370,7	797 113,2	679 169,3	764 344,4	85 175,1	12,5
El Viejo	1 033 232,1	1 014 020,8	877 063,8	844 447,5	-32 616,4	-3,7
Taboga	809 615,3	755 309,8	656 244,0	753 893,2	97 649,3	14,9
El General	307 118,3	288 364,9	310 428,3	289 766,0	-20 662,4	-6,7
Total	4 396 458,3	4 343 890,4	4 054 140,6	4 025 446,5	-28 694,1	-0,71

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron en la Zafra 2018-2019.

En lo específico, las diferencias negativas y reductoras de molienda medida en toneladas entre las dos últimas zafras con notoria disminución, acontecieron en el siguiente orden: Costa Rica (-67.843), Atirro (-56.099), fábricas que no operaron en la última zafra, Cutris (-41.504), Providencia (-36.054), El Viejo (-32.616), Quebrada Azul (-22.782) y El General (-20.662), lo cual marcó la diferencia nacional de moler menos de caña en la última zafra.

Es definitivo que **hubo en el país durante la última zafra 2018-2019, un impacto estadísticamente poco significativo respecto a la zafra anterior, de apenas -0,71% correspondiente a -28.694,1 toneladas menos de materia prima que no se molieron, el cual resulta preocupante pues da continuidad al ritmo y tendencia decreciente observada en esa variable en los últimos cinco periodos de cosecha, como demuestra la Figura 2.**

8. Concentración de Sacarosa

Esta importante y sensible variable agroindustrial resulta muy reveladora y sugestiva de lo que puede acontecer en el campo en cuanto a impactos bióticos y también abióticos, los cuales pueden ser positivos como también negativos y contrarios al interés socioeconómico del sector. Seguidamente se desarrolla un ejercicio comparativo que permite concluir respecto al comportamiento verificado en lo concerniente a concentración de sacarosa recuperada en los tallos de la caña procesada en los ingenios nacionales en diferentes periodos.

8.1 Zafra 2018-2019 respecto al promedio de las tres anteriores

Una valoración en perspectiva resulta siempre muy contributiva y valiosa para ubicar posibles tendencias y/o impactos puntuales, motivo por el cual, se presenta en el Cuadro 9 un comparativo de la Zafra 2018-2019 respecto al promedio de las tres anteriores en lo concerniente a azúcar recuperada en el ingenio, a partir de la calidad de la materia prima entregada y procesada. **Como sector se verificó en la Zafra 2018-2019 un aumento de +6,42 kilogramos de azúcar (96° Pol) por tonelada métrica de caña molida, lo que significó un importante +6,21%; no puede omitirse en dicha conclusión, la salida de dos ingenios que poco contribuían a elevar este indicador con sus valores individuales, lo que aritméticamente suma a favor del resultado alcanzado.**



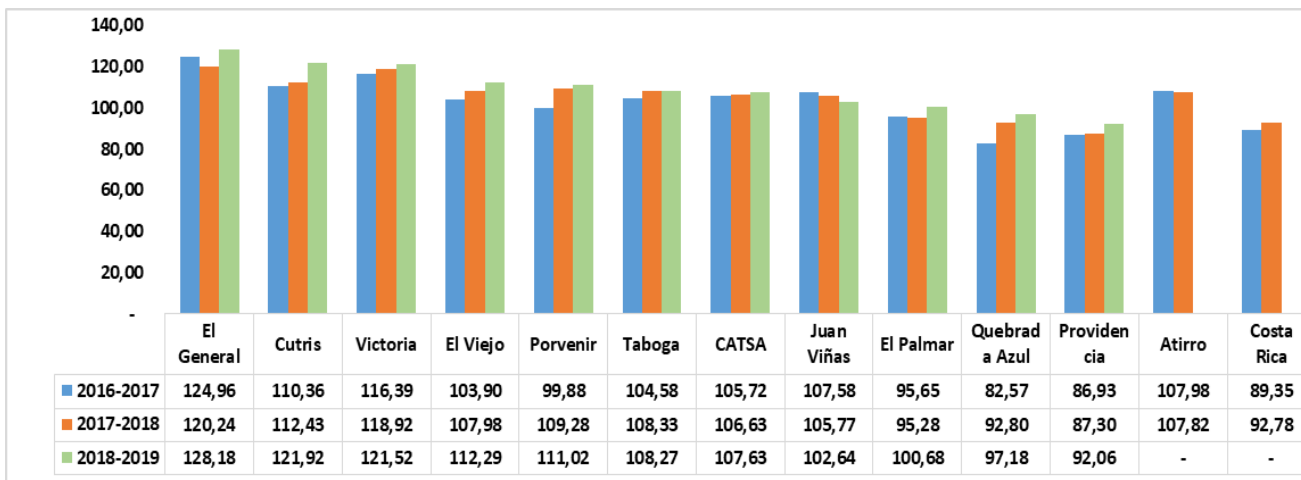
Cuadro 9. Comparativo del Rendimiento Industrial (kg 96° Pol/tmc) de la Zafra 2018-19 respecto al promedio de las tres Zafras anteriores (2015-17), según región cañera.								
Región	Zona	Zona						
		2015-2016	2016-2017	2017-2018	promedio	2018-2019	Variación Nominal	Variación Porcentual
Turrialba-JV	A	104,87	107,69	106,24	106,27	102,64	-3,62	-3,41
Valle Central	B	105,78	101,68	103,72	103,73	112,35	8,63	8,32
Zona Norte	C	95,37	95,25	102,81	97,81	109,31	11,50	11,76
Puntarenas	D	93,67	95,65	95,28	94,87	100,68	5,81	6,12
Guanacaste	E	99,93	104,67	107,67	104,09	109,50	5,41	5,20
Zona Sur	F	126,46	124,96	120,24	123,89	128,18	4,30	3,47
Promedio		101,44	104,09	106,34	103,43	109,85	6,42	6,21

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

El resultado de este indicador es absolutamente positivo, pues únicamente la región de Turrialba-Juan Viñas verificó reducción de -3,62 kg/tmc (-3,4%) en la concentración de sacarosa y recuperación de azúcar, lo que es muy claro de lo acontecido durante la Zafra 2018-19 en el campo en torno a este indicador. Por la cercanía de los valores a 100 hay, como puede corroborarse, mucha similitud entre la concentración nominal y el índice porcentual. En lo particular, fue la Región Norte la que mayor incremento observó en concentración al elevarla sobre el periodo anterior en muy significativos +11,50 kg/tm correspondiente a un +11,8%; le siguieron en importancia el Valle Central con +8,63 kg (+8,3%), el Pacífico Central con +5,81 kg (+6,1%), Guanacaste la aumento en +5,41 kg (+5,2%) y la Zona Sur en +4,30 kg (+3,5%).

En la Figura 5 se presenta un comparativo de concentraciones promedio de las últimas tres zafras (2016-2018), donde se aprecian los cambios sucedidos en los 13 ingenios que operaron en ese periodo de tiempo. Es evidente el significativo mejoramiento observado por la concentración en la última zafra; mostrando particularmente tendencia creciente en las tres zafras en el caso de Cutris, Victoria, El Viejo, Porvenir, CATSA, Quebrada Azul y Providencia. Por su magnitud, destaca el caso de Cutris, Quebrada Azul y El Viejo.





Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Figura 5. Concentración de Sacarosa (96° Pol) promedio obtenida en los ingenios nacionales. Periodo 2016-2018.

En torno a lo puntual y específico, se presentan en el Cuadro 10 los valores por ingenio, donde se dimensionan los cambios acontecidos en la zafra 2018-2019 respecto al promedio de las tres anteriores (2015-2017). **Es indudable que hubo en la última zafra, cambios de fondo en esta determinante y sensible variable agroindustrial, reveladora de la calidad industrial de la materia prima, que marcaron notorias diferencias que vinieron sin lugar a dudas a atenuar y reducir significativamente, la importante caída acontecida en la cantidad (TM) de caña procesada por las fábricas nacionales de azúcar, impidiendo una pérdida mayor en el azúcar elaborado (Bultos 50 kg) a nivel nacional.**

Cuadro 10. Comparativo del Rendimiento Industrial (kg 96° Pol/tmc) según Ingenio, de la Zafra 2018-19 respecto al promedio de las tres anteriores (2015-2017).							
Ingenios	Zafra					Variación Nominal	Variación Porcentual
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	Promedio	2018-2019		
Atirro	102,17	107,98	107,82	105,99		-105,99	-100,0
Juan Viñas	105,85	107,58	105,77	106,40	102,64	-3,76	-3,5
Costa Rica	94,23	89,35	92,78	92,12		-92,12	-100,0
Porvenir	109,03	99,88	109,28	106,06	111,02	4,95	4,7
Providencia	94,31	86,93	87,30	89,51	92,06	2,55	2,8
Victoria	115,13	116,39	118,92	116,81	121,52	4,70	4,0
Cutris	107,76	110,36	112,43	110,18	121,92	11,74	10,7
Quebrada Azul	83,91	82,57	92,80	86,42	97,18	10,76	12,4
Palmar	93,67	95,65	95,28	94,87	100,68	5,81	6,1
CATSA	98,85	105,72	106,63	103,73	107,63	3,90	3,8
El Viejo	99,04	103,90	107,98	103,64	112,29	8,65	8,3
Taboga	102,02	104,58	108,33	104,98	108,27	3,29	3,1
El General	126,46	124,96	120,24	123,89	128,18	4,30	3,5
Promedio	101,44	104,09	106,34	103,43	109,85	6,42	6,21

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron en la Zafra 2018-2019.

Fueron apenas tres los ingenios que mostraron disminución en la cantidad de azúcar recuperada en el proceso fabril, como sucedió con Costa Rica y Atirro (-100%) que no hicieron zafra; como también Juan Viñas que concentro -3,76 kg menos (-3,5%). Los 10 ingenios restantes mostraron incrementos variables pero muy significativos en los casos específicos de: Cutris con 11,74 kg (10,7%) y Quebrada Azul con 10,76 kg (12,4%) más de sacarosa; seguidos por El Viejo con 8,65 kg (8,3%), El Palmar 5,81 kg (6,1%), Porvenir 4,95 kg (4,7%), Victoria 4,70 kg (4%), El General 4,30 kg (3,5%), CATSA 3,90 kg (3,8%), Taboga 3,29 kg (3,1%) y Providencia con un aumento de 2,55 kg (2,8%), en relación al promedio de las tres zafras anteriores. En general, este indicador mostró un comportamiento muy satisfactorio y favorable.

8.2 Zafra 2018-2019 respecto a anterior 2017-2018

Sobre este periodo tan corto y mediático de valoración comparativa, se concluye que los cambios verificados en concentración a nivel regional son menos impactantes por incorporar menos eventos; ratificando la caída en la región de Turrialba-Juan Viñas, que en este particular fue de -3,60 kg correspondiente a un -3,4%. El resto de localidades productivas mostraron por el contrario incrementos, que se manifestaron en un aumento nacional de +3,51 kg (+3,3%) de azúcar extraída por tonelada de caña molida, lo que es apenas la mitad al compararlo como las tres anteriores, como ya se comentó (Cuadro 9).

Cuadro 11.
Comparativo del Rendimiento industrial (kg 96° Pol/tmc) según ingenio,
de la Zafra 2018-19 respecto al promedio de la zafra anterior (2017-18).

Región	Zona	Zafra				Varicación Nominal	Variación Porcentual
		2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019		
Turrialba-JV	A	104,87	107,69	106,24	102,64	-3,60	-3,4
Valle Central	B	105,78	101,68	103,72	112,35	8,63	8,3
Zona Norte	C	95,37	95,25	102,81	109,31	6,50	6,3
Puntarenas	D	93,67	95,65	95,28	100,68	5,39	5,7
Guanacaste	E	99,93	104,67	107,67	109,50	1,83	1,7
Zona Sur	F	126,46	124,96	120,24	128,18	7,95	6,6
Promedio		101,44	104,09	106,34	109,85	3,51	3,30

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Como se indicó, las diferencias de concentración de sacarosa observadas a lo interno de cada región, en este caso respecto a la zafra anterior, son menores, demostrando que esa zafra fue superior en relación a otras que le antecedieron. La mayor recuperación de sacarosa sucedió en el Valle Central al incrementarla en promedio en 8,63 kg/tmc (8,3%) respecto al periodo anterior, seguida por la Zona Sur con 7,95 kg (6,6%), Zona Norte con 6,50 kg (6,3%), el Pacífico Central con 5,39 kg (5,7%) y Guanacaste, donde territorialmente la recuperación promedio fue menor con apenas 1,83 kg (1,7%).

Un detalle de ese comportamiento pero desagregado y valorado esta vez por ingenio, se presenta en el Cuadro 12. Se verifica la salida de los ingenios Atirro y Costa Rica que no operaron (-100%) en la Zafra 2018-2019. Por otra parte, se comprueba que solo dos ingenios no crecieron en cuanto al azúcar recuperada en sus fábricas, como aconteció con Juan Viñas y Taboga, que reportaron diferencias negativas al compararlas con la zafra anterior; esto en magnitudes de -3,12 kg y -0,06 kg, correspondientes a -3,0% y -0,1%, respectivamente; como es obvio inferir, lo de Taboga es despreciable demostrando un sostenimiento de su Rendimiento Industrial particular.

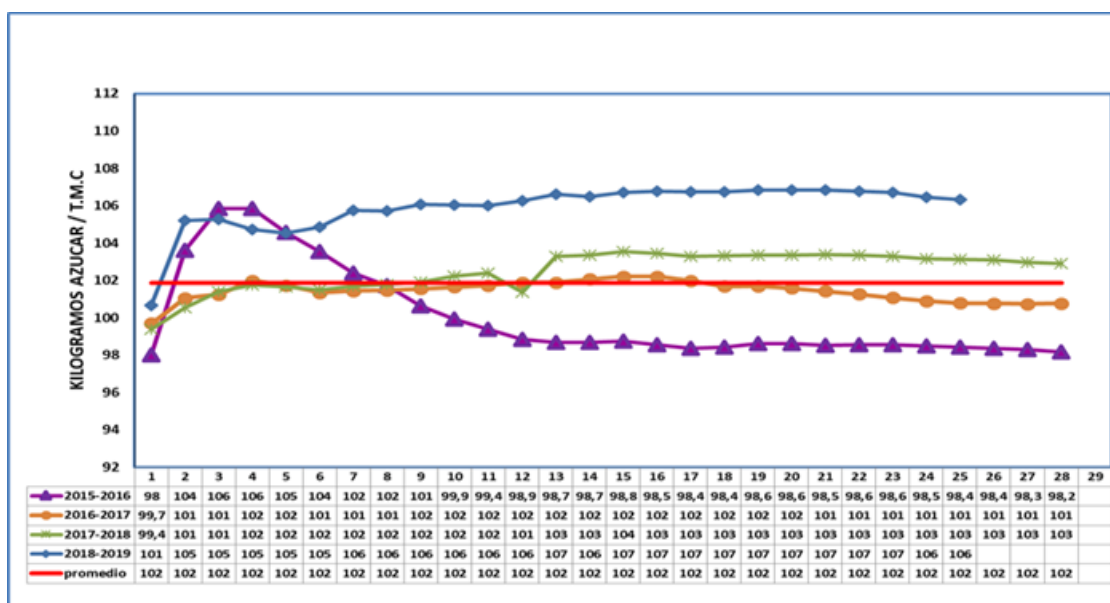
Por su relevancia industrial, los mayores crecimientos en concentración y recuperación de azúcar entre ambas zafras, se dieron nominalmente como sigue: Cutris con 9,49 kg (8,4%), El General con 7,95 kg (6,6%), El Palmar con 5,39 kg (5,7%), Providencia 4,77 kg (5,5%), Quebrada Azul 4,39 kg (4,7%), El Viejo 4,31 kg (4%), Victoria 2,59 kg (2,2%), Porvenir 1,74 kg (1,6%) y CATSA con solo 1,0 kg (0,9%). No puede omitirse señalar la significativa mejora observada en los dos ingenios de la Zona Norte.

Cuadro 12.
Comparativo del Rendimiento Industrial (kg/tmc 96° Pol) según Ingenio,
de la Zafra 2018-19 respecto al promedio de la anterior (2017-18).

Ingenios	Zafra				Variación Nominal	Variación Porcentual
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019		
Atirro	102,17	107,98	107,82		-107,82	-100,0
Juan Viñas	105,85	107,58	105,77	102,64	-3,12	-3,0
Costa Rica	94,23	89,35	92,78		-92,78	-100,0
Porvenir	109,03	99,88	109,28	111,02	1,74	1,6
Providencia	94,31	86,93	87,30	92,06	4,77	5,5
Victoria	115,13	116,39	118,92	121,52	2,59	2,2
Cutris	107,76	110,36	112,43	121,92	9,49	8,4
Quebrada Azul	83,91	82,57	92,80	97,18	4,39	4,7
Palmar	93,67	95,65	95,28	100,68	5,39	5,7
CATSA	98,85	105,72	106,63	107,63	1,00	0,9
El Viejo	99,04	103,90	107,98	112,29	4,31	4,0
Taboga	102,02	104,58	108,33	108,27	-0,06	-0,1
El General	126,46	124,96	120,24	128,18	7,95	6,6
Promedio	101,44	104,09	106,34	109,85	3,51	3,30
Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).						
Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron durante la Zafra 2018-2019.						

8.3 Valoración semanal de la sacarosa acumulada y recuperada

Con el objeto de contar con una valoración y visión sinóptica, amplia y real de lo sucedido en las últimas zafras en torno a esta variable, se presenta en la Figura 6 de manera genérica y estimada por semana, la tendencia seguida por la concentración de sacarosa contenida y recuperada en las 13 (o las que operaron) fábricas de azúcar nacional. La evaluación se realiza de manera específica para cada una de las últimas cuatro zafras correspondientes al periodo 2015-2018, mostrando adicionalmente el valor promedio de las mismas. Como se indicó, aparecen en esa figura las semanas durante las cuales se desarrolló molienda en cada periodo, los cuales variaron en razón de: a) la cantidad de materia prima disponible, b) causas de naturaleza ambiental o, c) disposición administrativa de darla por finalizada. Como se observa, las zafras nacionales duraron 28 semanas (7 meses) en proceso, a excepción de la 2018-19 que transcurrió apenas por 25 semanas (6,3 meses). Con exactitud, la duración de las zafras fue de: 2015-16 duró 198 días, 2016-17 por 196 días, 2017-18 un total de 243 días y la Zafra 2018-2019 operó por 195 días, siendo la menor de todas.



Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Figura 6. Concentración de Sacarosa (96° Pol) promedio semanal obtenida en Costa Rica. Periodo 2015-2018.

En el caso particular de la Zafra 2018-2019 se nota en dicha figura, un incremento muy significativo de la sacarosa concentrada y recuperada en las primeras dos semanas del periodo, con una caída parcial hasta la semana cinco, a partir de donde la concentración aumenta y se mantiene en niveles similares hasta su final. Comparativamente puede apreciarse que ese comportamiento es excepcional, pues en los otros casos expuestos no ocurrió lo mismo, pues por el contrario acontecieron tres hechos palpables: a) nunca la concentración se incrementó, como aconteció en las Zafras 2016-17 y 2017-18, b) creció

ampliamente pero luego tuvo una drástica, sistemática y muy significativa caída hasta su final, como muestra la zafra 2015-16 y, c) creció significativamente, tuvo ligeras reducciones y se mantuvo estable dentro de un ámbito óptimo, como demuestra la Zafra 2018-19. Con certeza puede calificarse a la Zafra 2018-2019 como la mejor de todas.

9. Azúcar Fabricada

No hay ninguna duda en aceptar y reconocer que esta variable es la más representativa, reveladora y por tanto importante para juzgar correctamente lo acontecido en un determinado periodo de cultivo y cosecha de caña. El hecho de integrar y vincular en su determinación como toneladas de azúcar, la caña procesada (toneladas métricas) y su calidad agroindustrial (kg 96°Pol), expresada por la concentración de sacarosa contenida y recuperada en sus tallos, le otorga elementos especiales para establecer relaciones y hacer inferencias válidas y muy representativas. En términos comerciales y económicos, esta es la variable más utilizada y aplicada en la formulación de conclusiones agroindustriales.

9.1 Zafra 2018-2019 respecto al promedio de las tres anteriores

El Cuadro 13 expone el resultado de fabricación de azúcar por región y entorno productivo de la Zafra 2018-2019, comparada con el promedio de las tres anteriores (2015-2017), destacando que a excepción del Pacífico Seco (Guanacaste + Puntarenas), las otras cuatro zonas redujeron la cantidad total de azúcar fabricada. El mayor aumento en azúcar elaborada lo obtuvo la región de Guanacaste con 93.588 Bultos de 50 kg (4.679,4 toneladas) más, equivalente a un 1,8%; seguido por el Pacífico Central con 73.148 Bultos (3.657,4 toneladas) para un significativo 9,8%. En contraparte, la mayor disminución la alcanzó la región de Turrialba con -133.489 Bultos (-6.674,4 toneladas) y un impresionante -25,5%; le siguió en magnitud de impacto la Zona Norte con una reducción del orden de los -33.120 Bultos (-1.656 toneladas) para un -3,4%, el Valle Central con -12.979 Bultos (-649 toneladas) y -1,7% y la Zona Sur con una caída de apenas -5.120 Bultos (-256 toneladas) de azúcar, correspondiente al -0,7%.

Cuadro 13. Comparativo de los Bultos de Azúcar (96° Pol) fabricados según región productora en la Zafra 2018-19, respecto al promedio de las tres anteriores (2015-2017).								
Región	Zona	Zafra						
		2015-2016	2016-2017	2017-2018	promedio	2018-2019	Variación Nominal	Variación Porcentual
Turrialba - JV	A	501 566,5	549 978,4	517 088,5	522 877,8	389 389,2	-133 488,6	-25,5
Valle Central	B	792 272,8	741 450,8	793 974,7	775 899,4	762 920,4	-12 979,0	-1,7
Zona Norte	C	998 893,0	935 211,1	1 030 511,4	988 205,2	955 085,1	-33 120,0	-3,4
Puntarenas	D	745 225,0	723 523,1	769 852,4	746 200,2	819 348,0	73 147,9	9,8
Guanacaste	E	5 105 033,5	5 372 360,5	4 764 239,9	5 080 544,6	5 174 132,2	93 587,6	1,8
Zona Sur	F	776 773,0	720 685,1	746 516,5	747 991,5	742 871,8	-5 119,7	-0,7
Total		8 919 763,7	9 043 208,9	8 622 183,4	8 861 718,7	8 843 746,8	-17 971,9	-0,20

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).
Nota: Para convertir Bultos (50 kg) a Toneladas Métricas estos se deben dividir entre 20.

Es definitivo y válido reconocer que pese al mejoramiento sustancial logrado en la concentración de sacarosa recuperada en el ingenio y convertida en azúcar comercial, peso mucho más en sentido negativo, la disminución verificada en el mismo periodo en la cantidad de caña (toneladas) que fue procesada en la Zafra 2018-19; lo cual se manifestó en el total de azúcar fabricado (bultos-toneladas) tanto a nivel regional como nacional. Igual de cierto resulta reconocer, el importante y determinante atenuante de pérdida que significó la excelente concentración de sacarosa prevaleciente, pues caso contrario, no cabe duda que el impacto productivo hubiera sido aún mucho mayor.

El Cuadro 14 resuelve la situación desagregando y mostrando las diferencias en este caso entre ingenios, lo que favorece una determinación específica de lo acontecido entre los actores directos. Es definitivo que hubo fábricas que tuvieron disminuciones en el aprovechamiento pleno de su capacidad instalada, lo que se manifestó en una menor cantidad de azúcar elaborada.

Cuadro 14. Comparativo de los Bultos de Azúcar (96° Pol) fabricados según Ingenio en la Zafra 2018-19, respecto al promedio de las tres zafras anteriores (2015-17).							
Ingenios	Zafra						
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	Promedio	2018-2019	Variación Nominal	Variación Porcentual
Atirro	130 003,4	146 773,5	120 973,3	132 583,4		-132 583,4	-100,0
Juan Viñas	371 563,0	403 204,8	396 115,3	390 294,4	389 389,2	-905,2	-0,2
Costa Rica	133 942,6	135 637,4	125 893,3	131 824,4		-131 824,4	-100,0
Porvenir	112 753,9	89 442,5	99 574,9	100 590,4	172 313,5	71 723,1	71,3
Providencia	154 055,9	151 830,1	199 005,8	168 297,3	143 485,7	-24 811,6	-14,7
Victoria	391 520,4	364 540,8	369 500,7	375 187,3	447 121,2	71 933,9	19,2
Cutris	542 312,9	494 541,7	574 841,9	537 232,2	522 161,8	-15 070,3	-2,8
Quebrada Azul	456 580,0	440 669,4	455 669,4	450 973,0	432 923,3	-18 049,7	-4,0
Palmar	745 225,0	723 523,1	769 852,4	746 200,2	819 348,0	73 147,9	9,8
CATSA	1 406 354,9	1 685 354,1	1 448 362,8	1 513 357,3	1 645 270,1	131 912,9	8,7
El Viejo	2 046 694,8	2 107 141,4	1 894 047,9	2 015 961,4	1 896 380,8	-119 580,6	-5,9
Taboga	1 651 983,8	1 579 865,0	1 421 829,2	1 551 226,0	1 632 481,3	81 255,3	5,2
El General	776 773,0	720 685,1	746 516,5	747 991,5	742 871,8	-5 119,7	-0,7
Total	8 919 763,7	9 043 208,9	8 622 183,4	8 861 718,7	8 843 746,8	-17 971,9	-0,20
Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).							
Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron durante la Zafra 2018-2019.							
Nota: Para convertir Bultos (50 kg) a Toneladas Métricas estos se deben dividir entre 20.							

Se infiere de los resultados mostrados la sentida pérdida (-100%) de azúcar acontecida en los dos casos ya conocidos de los ingenios Costa Rica ya desaparecido, e ingenio Atirro, que no hizo operación industrial en la última zafra. A los mismos se suma la disminución en la producción de azúcar, observada en los casos particulares de: El Viejo en significativos -

119.581 Bultos (-5.979 toneladas) para un -5,9%; Providencia -24.812 Bultos (-1.240,6 toneladas) y un -14,7%; Quebrada Azul -18.050 Bultos (-902,5 toneladas) para un -4%; Cutris -15.070 Bultos (-735,5 toneladas) y -2,8%; El General con una disminución de -5.119,7 Bultos (-256 toneladas) correspondiente a -0,7% y finalmente el ingenio Juan Viñas con una reducción de solo -905,2 bultos (-45,3 toneladas) para un despreciable -0,2%. En términos nominales la mayor caída productiva sucedió en Atirro con 100% al no realizar zafra.

En contrapartida, hubo solo cinco ingenios para un 38,5% del total (13), que lograron por el contrario aumentar la cantidad de azúcar fabricada en esa zafra, como aconteció con CATSA en significativos 131.913 Bultos (6.595,7 toneladas) para un 8,7%; Taboga con 81.255,3 Bultos (4.062,8 toneladas) para aumento del 5,2%; Victoria en 71.933,9 bultos (3.596,7 toneladas) y un determinante 19,2%; Porvenir en 71.723,1 bultos (3.586,2 toneladas) y un impresionante 71,3% y El Palmar en 73.147,9 Bultos (3.657,4 toneladas) con 9,8%. El mayor aumento nominal de azúcar se dio en CATSA con +131.913 Bultos más y porcentualmente en Porvenir con un impresionante +71,3%.

9.2 Zafra 2018-2019 respecto a anterior 2017-2018

Al valorar los resultados de la Zafra 2018-2019 en una medición de muy corto plazo aplicándola respecto al promedio de la anterior 2017-2018 (Cuadro 15), se determina la reducción regional ya comprobada en la cantidad total de azúcar fabricada; la cual como se demostró, viene influenciada por la caída en el tonelaje de caña producida y procesada. Se ratifica que solo la zona cañera de Guanacaste y el Pacífico Central aumentaron su producción en índices nominales de 409.892,4 Bultos y 49.495,6 Bultos, respectivamente, lo que equivale a 20.494,6 y 2.474,8 toneladas métricas para aumentos porcentuales del 8,6% y 6,4%. En esta comparación mediática, el resultado final revela un incremento bajo a nivel nacional por 221.563,4 Bultos (11.078,2 toneladas) equivalente al +2,6%.

Cuadro 15. Comparativo de los Bultos de Azúcar (96° Pol) fabricados según Región Productora, durante la Zafra 2018-19 respecto a la Zafra anterior (2017-18).							
Región	Zona	Zafra				Variación Nominal	Variación Porcentual
		2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019		
Turrialba - JV	A	501 566,5	549 978,4	517 088,5	389 389,2	-127 699,3	-24,7
Valle Central	B	792 272,8	741 450,8	793 974,7	762 920,4	-31 054,3	-3,9
Zona Norte	C	998 893,0	935 211,1	1 030 511,4	955 085,1	-75 426,2	-7,3
Puntarenas	D	745 225,0	723 523,1	769 852,4	819 348,0	49 495,6	6,4
Guanacaste	E	5 105 033,5	5 372 360,5	4 764 239,9	5 174 132,2	409 892,4	8,6
Zona Sur	F	776 773,0	720 685,1	746 516,5	742 871,8	-3 644,7	-0,5
Total		8 919 763,7	9 043 208,9	8 622 183,4	8 843 746,8	221 563,4	2,57
Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).							
Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron durante la zafra 2018-2019.							
Nota: Para convertir bultos (50 kg) a Toneadas Métricas estos se deben dividir entre 20.							

Las otras cuatro (66,7%) localidades agrícolas productoras de caña tuvieron reducciones en fabricación de azúcar en diferentes magnitudes, mostrando la región de Turrialba-Juan Viñas la mayor caída con -127.699,3 Bultos (-6.385 toneladas) para un muy significativo -24,7%; le siguió la Zona Norte con una disminución de -75.426,2 Bultos (-3.771,3 toneladas) y -7,3%, el Valle Central con -31.054,3 Bultos (-1.552,7 toneladas) para un -3,9% y la Zona Sur redujo la cantidad de azúcar elaborada en relación a la zafra anterior en apenas -3.644,7 Bultos (-182,2 toneladas) y un despreciable -0,5%.

Buscando más especificidad en ubicar el origen de la disminución, se presenta el Cuadro 16, donde se anota la cantidad de azúcar fabricada por ingenio en el periodo 2018-2019 y se compara respecto a la zafra anterior. Es notorio y evidente que una mayoría de ingenios mostraron disminución en su índice de fabricación de azúcar, lo que aconteció en siete (53,8%) de ellos en magnitudes muy diferentes, lo que como se anotó con anterioridad, vino influenciado y atenuado por la concentración y riqueza en sacarosa de la materia prima procesada.

Cuadro 16. Comparativo de los Bultos de Azúcar (96° Pol) fabricados según Ingenio en la Zafra 2018-19, respecto a la Zafra anterior (2017-18).						
Ingenios	Zafra				Variación Nominal	Variación Porcentual
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019		
Atirro	130 003,4	146 773,5	120 973,3		-120 973,3	-100,0
Juan Viñas	371 563,0	403 204,8	396 115,3	389 389,2	-6 726,1	-1,7
Costa Rica	133 942,6	135 637,4	125 893,3		-125 893,3	-100,0
Porvenir	112 753,9	89 442,5	99 574,9	172 313,5	72 738,6	73,0
Providencia	154 055,9	151 830,1	199 005,8	143 485,7	-55 520,1	-27,9
Victoria	391 520,4	364 540,8	369 500,7	447 121,2	77 620,6	21,0
Cutris	542 312,9	494 541,7	574 841,9	522 161,8	-52 680,1	-9,2
Quebrada Azul	456 580,0	440 669,4	455 669,4	432 923,3	-22 746,1	-5,0
Palmar	745 225,0	723 523,1	769 852,4	819 348,0	49 495,6	6,4
CATSA	1 406 354,9	1 685 354,1	1 448 362,8	1 645 270,1	196 907,4	13,6
El Viejo	2 046 694,8	2 107 141,4	1 894 047,9	1 896 380,8	2 332,9	0,12
Taboga	1 651 983,8	1 579 865,0	1 421 829,2	1 632 481,3	210 652,1	14,8
El General	776 773,0	720 685,1	746 516,5	742 871,8	-3 644,7	-0,5
Total	8 919 763,7	9 043 208,9	8 622 183,4	8 843 746,8	221 563,4	2,57
Fuente: Departamento Técnico LAICA (2019).						
Nota: Los ingenios Atirro y Costa Rica no operaron durante la Zafra 2018-2019						
Nota: Para convertir los Bultos (50 kg) a Toneladas Métricas estos se deben dividir entre 20.						

Un detalle de lo acontecido revela en sentido positivo, que los seis (46,2%) ingenios que aumentaron fabricación durante la última zafra fueron por su orden de relevancia, los siguientes: Taboga con 210.652,1 Bultos (10.532,6 toneladas) equivalente a un importante y muy significativo 14,8%; CATSA con 196.907,4 Bultos (9.845,4 toneladas) correspondiente a 13,6%; Victoria 77.620,6 Bultos (3.881 toneladas) y 21%; Porvenir 72.738,6 Bultos (3.636,9 toneladas) para un impresionante 73% de aumento; El Palmar 49.495,6 Bultos (2.474,8

toneladas) para un 6,4% y El Viejo con 2.332,9 Bultos (116,6 toneladas) correspondiente al 0,12%. Como se comprueba, en términos porcentuales los incrementos verificados en los primeros cuatro ingenios fue abismal y muy significativo, pese a que algunos de ellos no crecieron en cuanto a cantidad de caña molida, aunque si en riqueza de sacarosa contenida y acumulada en su materia prima, como sucedió en los casos particulares de El Viejo y El General, que redujeron la caña molida en el mismo periodo de tiempo en -32.616,4 y -20.662,4 toneladas, que implicó un -3,7% y -6,7%, respectivamente.

En lo que a disminución industrial los casos fueron comprobados en los siguientes ingenios en orden de importancia productiva, expresada en azúcar fabricada: Costa Rica y Atirro (-100%) correspondiente a dejar de fabricar -125.893,3 Bultos (-6.294,7 toneladas) y -120.973, 3 Bultos (-6.048,7 toneladas); Providencia -55.520,1 Bultos (-2.776 toneladas) para un -27,9%; Cutris -52.680,1 Bultos (-2.634 toneladas) y -9,2%; Quebrada Azul con -22.746,1 Bultos (-1.137,3 toneladas) y -5%; Juan Viñas -6.726,1 Bultos (-336,3 toneladas) para un -1,7% y finalmente El General con -3.644,7 Bultos (-182,2 toneladas), para una caída en fabricación de solo -0,5%.

10. Resumen del Resultado Agroindustrial de la Zafra 2018-2019

Procurando tener una visión ampliada pero resumida y concluyente de los resultados finales mostrados y comentados anteriormente, se presentan los Cuadros 17 y 18, donde se anota el resultado de las comparaciones realizadas para las tres variables agroindustriales básicas: a) Producción y procesamiento de caña (toneladas métricas), b) Concentración de sacarosa recuperada en los tallos (kilogramos azúcar 96° Pol por tonelada de caña molida) y c) Cantidad de azúcar fabricada en bultos y toneladas métricas. Esos resultados se anotan y expresan específicamente para cada una de las regiones agrícolas productoras de caña como también por ingenio azucarero, lo que favorece una visión integral de los resultados alcanzados en la Zafra 2018-2019.

Cuadro 17. Resumen comparativo agroindustrial de la Caña Procesada (TM), el Rendimiento Industrial (kg Sacarosa/tmc) y los Bultos de Azúcar (96° Pol) fabricados según Región Productora, durante el Periodo 2015-2018 (4 Zafras).							
Región	Zona	Caña		Sacarosa		Azúcar	
		tres zafras	anterior	tres zafras	anterior	tres zafras	anterior
Turrialba - JV	A	-56 267,1	-53 678,5	-3,62	-3,60	-133 488,6	-127 699,3
Valle Central	B	-34 432,2	-43 227,9	8,63	8,63	-12 979,0	-31 054,3
Zona Norte	C	-68 383,5	-64 286,1	11,50	6,50	-33 120,0	-75 426,2
Puntarenas	D	13 598,6	2 952,6	5,81	5,39	73 147,9	49 495,6
Guanacaste	E	-81 694,5	150 208,1	5,41	1,83	93 587,6	409 892,4
Zona Sur	F	-12 204,6	-20 662,4	4,30	7,95	-5 119,7	-3 644,7
Total		-239 383,3	-28 694,1	6,42	3,51	-17 971,9	221 563,4

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron durante la zafra 2018-2019.

Nota: Para convertir Bultos (50 kg) a Toneladas Métricas estos se deben dividir entre 20.

Al valorar regionalmente los resultados comparativos de la última zafra en relación al promedio de las tres zafras anteriores, puede inferirse lo siguiente:

- 1) Solo la región del Pacífico Central (Puntarenas) logró un resultado positivo y estable en los tres indicadores agroindustriales valorados, lo que demuestra consistencia en la mejora obtenida.
- 2) Guanacaste pese a mostrar una caída en el tonelaje de caña procesada, logró aumentos positivos en las otras dos variables evaluadas.
- 3) Las regiones del Valle Central y la Zona Norte alcanzaron resultados más altos solo en concentración de sacarosa, no así en las otras dos variables agroindustriales.
- 4) La región de Turrialba-Juan Viñas mostró una caída significativa en los tres indicadores considerados en este periodo, lo que demuestra la grave situación agro productiva que atraviesa esa zona.

A su vez, al interpretar los mismos resultados regionales comparativos de la última zafra en relación al promedio de la zafra anterior, puede inferirse lo siguiente:

- 1) Solo las regiones de Guanacaste y el Pacífico Central (Puntarenas) lograron resultados positivos y estables en los tres indicadores valorados, lo que demuestra consistencia en la mejora alcanzada en las mismas.
- 2) Al ser evaluado en el corto plazo para una zafra, Guanacaste tuvo una importante mejora nominal manifestada por aumentos positivos en favor de las tres variables agroindustriales medidas, pero particularmente en la cantidad de caña molida (TM) y azúcar elaborada (kg/tmc).
- 3) Las regiones del Valle Central y la Zona Norte mantuvieron su disposición de incremento al compararse con la zafra anterior, solo en cuanto a concentración y riqueza de sacarosa de su materia prima, no así en las otras dos importantes variables agroindustriales estimadas.
- 4) Es definitivo que la región de Turrialba-Juan Viñas mantiene una caída muy elevada en los tres indicadores evaluados, aún en el corto plazo, como resultado de las deficiencias surgidas en la Zafra 2018-2019 en relación a las anteriores.

Al desarrollar el mismo ejercicio valorativo anterior pero esta vez aplicado individualmente por Ingenio, se notan en el Cuadro 18 las significativas y determinantes diferencias verificadas entre ellos y aún dentro de la misma unidad fabril, cuando la valoración cambia en el tiempo entre la zafra 2018-2019 respecto a la anterior y al promedio de las tres zafras anteriores (2015-2017), como se anota seguidamente.

Cuadro 18. Resumen comparativo agroindustrial de la Caña Procesada (TM), el Rendimiento Industrial (kg Sacarosa/tmc) y los Bultos de Azúcar (96° Pol) fabricados según Ingenio, durante el Periodo 2015-2018 (4 Zafras).							
Región	Zona	Caña		Sacarosa		Azúcar	
		tres zafras	anterior	tres zafras	anterior	tres zafras	anterior
Atirro	A	-62 561,3	-56 099,0			-132 583,4	-120 973,3
Juan Viñas	A	6 294,2	2 420,5	-3,76	-3,12	-905,2	-6 726,1
Costa Rica	B	-71 606,8	-67 842,5			-131 824,4	-125 893,3
Porvenir	B	30 259,1	32 046,2	4,95	1,74	71 723,1	72 738,6
Providencia	B	-16 397,8	-36 054,4	2,55	4,77	-24 811,6	-55 520,1
Victoria	B	23 313,3	28 622,9	4,70	2,59	71 933,9	77 620,6
Cutris	C	-29 642,0	-41 504,0	11,74	9,49	-15 070,3	-52 680,1
Quebrada Azul	C	-38 741,5	-22 782,1	10,76	4,39	-18 049,7	-22 746,1
Palmar	D	13 598,6	2 952,6	5,81	5,39	73 147,9	49 495,6
CATSA	E	35 126,7	85 175,1	3,90	1,00	131 912,9	196 907,4
El Viejo	E	-130 324,8	-32 616,4	8,65	4,31	-119 580,6	2 332,9
Taboga	E	13 503,5	97 649,3	3,29	-0,06	81 255,3	210 652,1
El General	F	-12 204,6	-20 662,4	4,30	7,95	-5 119,7	-3 644,7
Total		-239 383,3	-28 694,1	6,42	3,51	-17 971,9	221 563,4

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron durante la zafra 2018-2019.

Nota: Para convertir Bultos (50 kg) a Toneladas Métricas estos se deben dividir entre 20.

La valoración respecto al resultado de la última zafra en torno al promedio de las tres anteriores, evidencia cosas interesantes como las siguientes:

- 1) Es notorio que los efectos regionales positivos o negativos de productividad agroindustrial alcanzados, pasan obligadamente por el comportamiento individual de las unidades fabriles que operan en el lugar.
- 2) Genéricamente, esta valoración en el tiempo reportó incremento sostenido solo en la sacarosa acumulada y extraída de los tallos, no así en lo relativo al tonelaje molido y azúcar fabricada, que fueron por el contrario negativos.
- 3) El Palmar como único ingenio del Pacífico Central, muestra una mejora agroindustrial en las tres variables nombradas; a lo cual se unen los ingenios Taboga, CATSA, Victoria y El Porvenir.
- 4) Los ingenios Cutris, Quebrada Azul, El Viejo, Providencia y El General, solo mejoraron en cuanto a concentración de sacarosa extraída de su materia prima, no así en las otras dos variables evaluadas.
- 5) El ingenio Juan Viñas aumentó su producción y molienda de caña recibida y procesada, no así en los otros dos indicadores.
- 6) La situación de Atirro es sabido que no operó durante la última zafra, y el ingenio Costa Rica definitivamente ya dejó de operar y cerro actividades fabriles, lo que es determinante en las inferencias que se hagan en torno a los mismos.

Al reducir el término del tiempo de comparación a solo un periodo de molienda, en relación a la zafra anterior, los resultados como demuestra el Cuadro 18, permiten concluir que:

- 1) Los ingenios Victoria, Porvenir, El Palmar y CATSA mostraron un importante grado de mejora y crecimiento en los tres indicadores agroindustriales evaluados, lo cual demuestra las condiciones favorables que mantuvieron y el esfuerzo empresarial que realizaron en procura de satisfacer ese objetivo empresarial.
- 2) El ingenio Taboga mostró por su parte crecimiento en la cantidad (TM) de caña procesada y azúcar fabricado (Bultos), pese a que la sacarosa acumulada (kg/tmc) y recuperada en su materia prima no fue la mejor, pues fue inferior.
- 3) La mejor interacción y vinculación entre concentración de sacarosa y producción de azúcar, se logró en el Ingenio El Viejo, pese a que en la última zafra molió menos caña en relación al periodo anterior, lo que demuestra que la calidad de la materia prima tuvo más peso relativo en el resultado final.
- 4) Los ingenios Providencia, Cutris, Quebrada Azul y El General, mostraron una mejora importante solo en la riqueza en sacarosa de su materia prima; no así en la cantidad de caña que procesaron y azúcar que fabricaron.

11. Comportamiento del Clima

La relevancia de este factor como determinante productivo en la caña de azúcar, expresado y exhibido en los diferentes elementos que lo componen, está más que demostrado y dimensionado en todos sus extremos, como lo ha señalado con detalle Chaves (2019o), al valorarlo desde diferentes perspectivas y contextualizarlo en diferentes entornos agro productivos nacionales de caña de azúcar. Es por ello, que una interpretación apropiada, integral y correcta debe incorporar e integrar necesariamente, todos los elementos que lo componen, como son: *lluvia (mm)*, *Temperatura en °C (Máxima, Mínima, Media, Diferencial Max-Min)*, *Luz (calidad, duración)*, *Humedad (%)*, *Viento (km/hr)*, *Evapotranspiración (mm)*, *Nubosidad (hr y décimos)*, entre otras.

Una apreciación objetiva de esta importante y determinante variable de índole abiótico, revela la presencia casi permanente, diríase casi como una constante cada vez más sólida, de fenómenos e impactos climáticos variables y de alta intensidad con efectos detrimentales significativos, traducidos en cuantiosas pérdidas en materia productiva agroindustrial, económica y también social. Lo más preocupante es como se anotó, la constancia de dichos eventos, los cuales se presentan en periodos de tiempo cada vez más cortos, manifestados como sequías, inundaciones, huracanes, tormentas, alta evapotranspiración, alta o baja nubosidad, etc. Puede asegurarse con base en lo prevaleciente y demostrado, que las plantas pasan por inducción diferente, por periodos de

permanente “estrés” que distorsionan y confunden el desarrollo vegetativo normal del cultivo y, con ello, los planes y expectativas empresariales previstas alcanzar.

Como se indicó anteriormente, en un corto periodo de tiempo de apenas cinco años (2014-2018), pueden nombrarse de manera ejemplarizante cinco eventos climáticos importantes en magnitud e impacto con consecuencias apreciables, que requirieron la emisión de sendos **Decretos Ejecutivos por “calamidad pública causada por la sequía”**. Una revisión de eventos asociados al clima en zonas cañeras, demuestra impactos trascendentes como el presentado en el año 2014 en Guanacaste y el Pacífico Central, cuando se declaró, que *“La sequía provocada por el fenómeno de El Niño” en el periodo 2014-2015 es la peor desde 1930 en Costa Rica informó este lunes 14 de diciembre el Instituto Meteorológico Nacional (IMN)*” Afirmo asimismo el Periódico “La Nación” en esa ocasión, que *“...de enero a noviembre del 2015 hubo un déficit de lluvias del 37% en el Pacífico Norte, un 24% en el Valle Central, un 26% en el Pacífico Central y un 22% en el Pacífico Sur.”* Se estimó que en el año 2014 el déficit de lluvias alcanzó hasta un 65% en la zona del pacífico nacional. La recuperación de los impactos provocados por este evento climático ha requerido varios años, pues el efecto acumulativo de estrés y afectación de las plantaciones comerciales de caña ha sido muy fuerte. En octubre del año 2014 se promulgó el **Decreto Ejecutivo N° 38642-MP-MAG**, en el Diario Oficial “La Gaceta” N° 195 del 10 de octubre, donde se indica *“Que con base en la información científico-técnica del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) referente a la temporada lluviosa del año 2014, establece déficit significativos en las cantidades y distribución de precipitación a lo largo del año, esencialmente en las regiones de Guanacaste, Pacífico Central y parte del Valle Central.”* La misma declaratoria se amplió posteriormente por medio del **Decreto Ejecutivo N° 39530-MP-MAG**, editado en “La Gaceta” N° 128 del 4 de julio del 2016. El primer Decreto *“Declara estado de emergencia la situación generada por la sequía que afecta cantones de provincia de Guanacaste, cantones de Aguirre, Garabito, Montes de Oro, Esparza y Cantón Central de provincia de Puntarenas, y cantones de Orotina, San Mateo y Atenas.”*

Durante el año 2015 por causa de las **lluvias desproporcionadas** que se presentaron en la Región Atlántica, impactando entre otros, la zona cañera de los cantones de Turrialba y Jiménez (Juan Viñas), se declaró estado de emergencia en el mes de julio mediante el **Decreto Ejecutivo N° 39056-MP**, procurando atender los impactos provocados por las lluvias (COSTA RICA 2015). Posteriormente, el paso inusitado e imprevisto del **Huracán Otto** por la Zona Norte y el Pacífico Norte en el mes de noviembre del 2016, provocó importantes impactos por causa de los fuertes vientos, inundación, volcamiento y pérdida de plantas, lo cual implicó la promulgación en ese mes del **Decreto Ejecutivo N° 40027-MP** (COSTA RICA 2016).

Continuando la serie de eventos climáticos adversos, en el mes de octubre del 2017, se tuvo el paso de la **Tormenta Tropical Nate** por el Pacífico Seco (Guanacaste + Puntarenas), la cual provocó importantes pérdidas y desastres en las plantaciones de caña del lugar, siendo el Ingenio Taboga particularmente afectado; situación que ameritó la emisión del **Decreto Ejecutivo N° 40677-MP** (COSTA RICA 2017). Más recientemente, durante el último trimestre del año 2018 y primer trimestre del 2019, se presentó una **significativa reducción en el nivel de las lluvias ocasionado por el fenómeno de “El Niño”**, que provocó una severa y prolongada condición de sequía en la Zona Norte, Guanacaste, Pacífico Central, Zona Sur y parte del Valle Central, lo que justificó la publicación de los **Decretos Ejecutivos N° 41852-MP-MAG y N° 41944-MP-MAG**, en agosto y setiembre del 2019, respectivamente (COSTA RICA 2019ab).



Figura 7. Impacto de la sequía, inundaciones y viento sobre plantaciones de caña de azúcar.

No queda duda por tanto luego de ponderar e interpretar lo anterior, en consideración de la cantidad y diversidad de los motivos que fundamentaron los Decretos de Emergencia promulgados (COSTA RICA 2014, 2015, 2016ab, 2017, 2019ab), que **la agroindustria azucarera costarricense es un sector que virtud de su heterogeneidad y dispersión territorial, permanentemente sufre de eventos climáticos de naturaleza y magnitud diferente, que en grado variable intervienen y afectan la producción y la productividad agroindustrial, provocando fuertes pérdidas económicas.**

Por carencia de la información climática de calidad necesaria, pese a haberla procurado, el análisis de este factor se realiza en este caso exclusivamente sobre las variables Lluvia (mm) y Temperatura (°C), las cuales se valoran y expresan en sus promedios mensuales y anuales. Para ello, se utilizó información procedente de 29 Estaciones Meteorológicas ubicadas estratégicamente en las diferentes localidades productoras de caña del país. No hubo sin embargo, información equilibrada y consistente entre las mismas en cuanto a variables, periodos de tiempo y calidad de los datos evaluados, lo que genera vacíos importantes de información en algunas unidades de medición; sin embargo, se estima que los datos aportados representan un referente valioso para contar con indicadores que ubiquen y aproximen la condición climática de cada zona y localidad productora de caña de azúcar.

Seguidamente se desarrolla un importante e interesante ejercicio informativo, que permite ubicar territorialmente y conocer las diferencias climáticas existentes entre regiones productoras de caña del país, aplicadas particularmente al periodo de zafra 2018-2019 por ser de interés inmediato, en consonancia con los objetivos originalmente planteados.

11.1 Lluvia

No cabe la menor duda que esta variable resulta determinante en el desempeño y resultado productivo agroindustrial que cualquier cultivo pueda tener, virtud de participar directamente en todos los procesos bióticos y biológicos involucrados. Las diferencias observadas en esta variable durante el periodo de Zafra 2018-2019 fueron contundentes en su incidencia, no solo en cantidad (mm), sino también en distribución durante el año. Es importante para efecto de las inferencias y conclusiones por realizar, tener muy presente que el impacto acontecido sobre un determinado periodo de cosecha, se incuba y construye desde antes. Por ejemplo, el resultado productivo agroindustrial de la Zafra 2018-2019, puede asegurarse que inicio en el año 2018 y finalizó con la cosecha realizada en el primer semestre del año 2019, según fuera la región; motivo por el cual puede asegurarse que, un resultado de cosecha es el *“continuum, integración y conjunción de todo lo acontecido durante el Ciclo Vegetativo de la plantación”*, y no apenas, lo que sucede durante la fase de corta de la plantación como erróneamente puede creerse (Chaves 2019lo).

El Cuadro 19 y la Figura 8 presentan un detalle de los totales de precipitación (mm) caídos en las diferentes regiones productoras de caña del país, durante el periodo de seis años transcurrido entre los años 2013 y 2018. Como se nota, hay diferencias importantes tanto entre regiones como entre años, lo cual ratifica la heterogeneidad prevaleciente en el área cañera nacional. La región de Guanacaste es donde menos lluvia cae con una media de 1.532,6 mm anuales, seguida por la zona del Pacífico Central con 1.704,2 mm para una diferencia entre ambas de 171,6 mm (11,2%) que no deja de ser importante. La Zona Norte es donde más lluvia cae con un promedio anual de 2.835,1 mm en los últimos seis años;

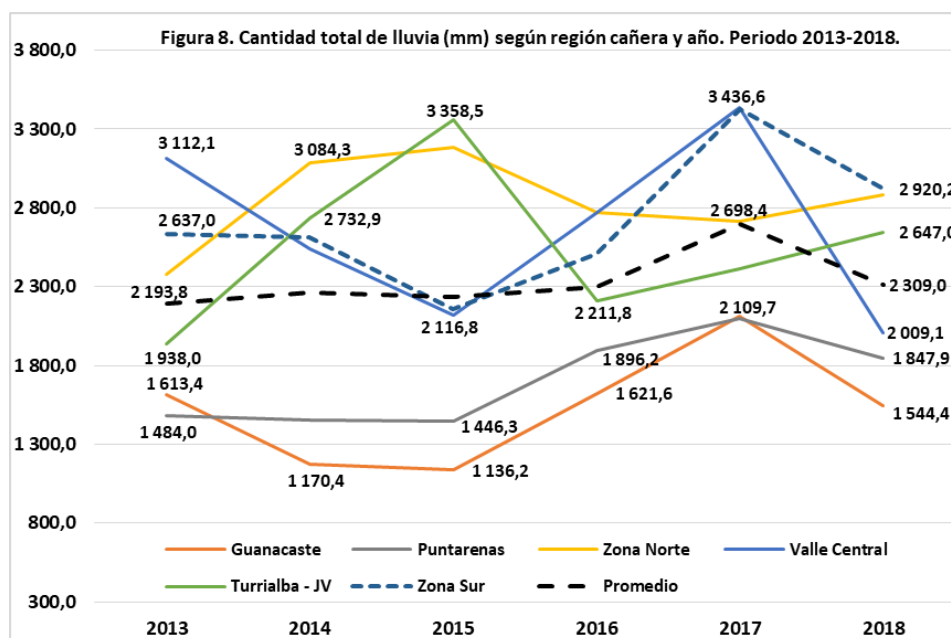
seguida por la Zona Sur con 2.710,4 mm, el Valle Central con 2.664,1 mm y la Región de Turrialba-Juan Viñas con 2.549,7 mm. Puede a partir de lo anterior establecerse dos niveles de lluvia: a) el Pacífico Seco (Guanacaste + Puntarenas) con una media conjunta de 1.618,4 mm y, b) el resto de regiones con un promedio de 2.689,8 mm; lo que marca una significativa y enorme diferencia de 1.071,4 mm, correspondiente al 66,2%, que resulta determinante en todos los ámbitos, sean positivos o negativos que puedan plantearse. El **promedio nacional de lluvia para el periodo 2013-2018 es de 2.332,7 mm**, considerado como muy satisfactorio para acompañar los requerimientos hídricos del cultivo.

Cuadro 19.
Lluvia caída (mm) durante el periodo 2013-2018 según Región Agrícola (6)
productora de caña de azúcar en Costa Rica.

Región	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Promedio
Guanacaste	1 613,4	1 170,4	1 136,2	1 621,6	2 109,7	1 544,4	1 532,6
Puntarenas	1 484,0	1 455,0	1 446,3	1 896,2	2 096,0	1 847,9	1 704,2
Zona Norte	2 378,6	3 084,3	3 180,8	2 769,5	2 712,3	2 885,2	2 835,1
Valle Central	3 112,1	2 542,5	2 116,8	2 767,6	3 436,6	2 009,1	2 664,1
Turrialba - JV	1 938,0	2 732,9	3 358,5	2 211,8	2 410,3	2 647,0	2 549,7
Zona Sur	2 637,0	2 610,3	2 158,7	2 510,5	3 425,8	2 920,2	2 710,4
Promedio	2 193,8	2 265,9	2 232,9	2 296,2	2 698,4	2 309,0	2 332,7

Fuente: Elaborado por el autor (2019).

Es evidente que las diferencias entre periodos (años) de tiempo son amplias en respuesta a lo acontecido en materia de clima en cada uno de ellos. Los años 2014 y 2015 caen en cantidad de precipitación en el país, excepto en la Zona Norte y Turrialba-JV; no así el 2016 y 2017, donde la tendencia regional se invierte. En el 2018 las lluvias caen en todo el país, aunque en menor grado en la Zona Norte y Turrialba-JV que recuperaron algo de lo perdido.



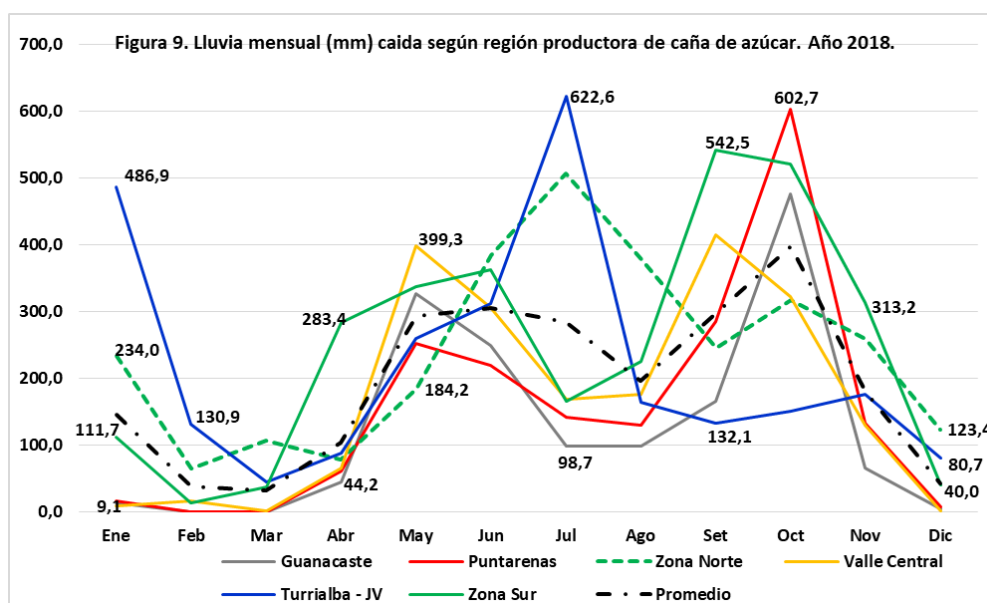
Se podrían marcar a partir de la Figura 8 tres áreas con tendencia de lluvia diferentes: a) La región del Pacífico Seco (Guanacaste + Puntarenas) por su menor precipitación, b) La Vertiente Atlántica por su alta precipitación, y c) Las regiones del Valle Central y la Zona Sur cuya tendencia, no así los volúmenes precipitados, siguen un patrón similar e intermedio respecto a los dos anteriores. Como se anotó, lo mostrado anteriormente permite comparar la cantidad de agua precipitada (mm), no así su distribución durante el año, razón por la cual aporta apenas una visión parcial de lo acontecido durante los meses del periodo.

En el Cuadro 20 y la Figura 9 se presenta y ubica para profundizar y abordar el tema correctamente, la distribución mensual de la lluvia caída específicamente durante el año 2018 por región cañera, por ser el periodo de interés mediático. Como se aprecia, hay grandes diferencias en la cantidad y distribución de la lluvia (mm) caída entre localidades y meses. La Zona Norte y Turrialba-JV, principalmente, y la Zona Sur en menor grado, muestran lluvia en los meses de enero-febrero-marzo, cuando otras regiones están secas. En contraparte, las zonas de Guanacaste, Pacífico Central y Valle Central, inician las lluvias en el mes de abril y estabilizan en mayo. Es definitivo que **no se puede ni debe generalizar**.

Cuadro 20. Lluvia caída durante el Año 2018 según Región Agrícola (6) productora de caña de azúcar en Costa Rica.

Región	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Guanacaste	13,1	0,2	0,0	44,2	327,5	248,7	98,7	98,9	165,6	476,8	65,8	4,6	128,7
Puntarenas	15,6	0,0	0,0	61,1	251,6	220,0	141,4	129,9	284,7	602,7	133,2	7,6	154,0
Zona Norte	234,0	64,7	106,1	78,7	184,2	385,0	507,1	379,3	246,2	317,9	258,6	123,4	240,4
Valle Central	9,1	16,9	0,7	65,6	399,3	305,8	168,9	176,4	414,5	322,4	129,1	0,6	167,4
Turrialba - JV	486,9	130,9	44,6	88,3	260,3	311,5	622,6	163,5	132,1	150,4	175,5	80,7	220,6
Zona Sur	111,7	13,1	37,1	283,4	338,0	362,6	166,3	224,6	542,5	520,9	313,2	40,0	246,1
Promedio	145,1	37,6	31,4	103,5	293,5	305,6	284,2	195,4	297,6	398,5	179,2	42,8	192,9

Fuente: Elaborado por el autor (2019).



Cabe recordar y tener presente, que el periodo de cosecha y procesamiento de la zafra azucarera en Costa Rica, inicia en el mes de diciembre en Guanacaste y finaliza por lo general en la zona de Juan Viñas en el mes de junio-julio, por lo cual los impactos climáticos potenciales son muy diferentes en época y magnitud. **El promedio nacional de lluvia por mes en zonas cañeras es de 192,9 mm, mayor en la Zona Sur con 246,1 mm y más bajo en Guanacaste con 128,7 mm.** En el Cuadro 21 se anotan por ingenio a manera de información relevante, las fechas de inicio y final de la zafra 2018-2019, la cual como ya se indicó duró un total de 195 días. Como se infiere la duración de las operaciones de molienda de caña y fabricación de azúcar son muy diferentes entre ingenios, siendo la mayor desarrollada por el ingenio Porvenir y la menor por El General con 139 y 74 días, respectivamente. La duración viene determinada por la capacidad de molienda (TM/hora/día), la disponibilidad de materia prima, y algunas veces por razones estrictamente climáticas, en consideración de no poder ingresar los equipos al campo a cosechar y extraer la caña, sobre todo si esta es mecanizada.

Cuadro 21. Periodo operativo de los Ingenios nacionales, durante la Zafra 2018-19, según mes de inicio y final .			
Ingenio	Inicio de Molienda	Final de Molienda	N° Días Operativos
Atirro	NA	NA	NA
Juan Viñas	30-ene-19	17-jun-19	125
Costa Rica	NA	NA	NA
Porvenir	13-dic-18	27-may-19	139
Providencia	21-ene-19	15-jun-19	125
Victoria	14-ene-19	23-abr-19	95
Cutris	21-ene-19	16-may-19	116
Quebrada Azul	5-feb-19	23-may-19	98
Palmar	13-dic-18	30-mar-19	108
CATSA	10-dic-18	30-mar-19	111
El Viejo	7-dic-18	1-abr-19	116
Taboga	4-dic-18	3-abr-19	118
El General	3-ene-19	29-mar-19	74
Costa Rica	4-dic-18	17-jun-19	195

Fuente: Departamento Técnico LAICA (noviembre 2019).

Nota: Los Ingenios Costa Rica y Atirro no operaron durante la Zafra 2018-19.

El Cuadro 22 expone por su parte los datos mensuales promedio de precipitación (mm) anotados por cantón y región productora; los cuales se generan a partir de las 29 Estaciones Meteorológicas consultadas, ubicadas estratégicamente en 13 cantones donde se cultiva caña de azúcar. La región de Guanacaste es la que más cantones y estaciones involucra con 5 y 13, lo que representa un 38,5% y 44,8% del total, respectivamente. Son notorias las diferencias de lluvia entre cantones situados aún en una misma región, como acontece en Guanacaste con los cantones de Carrillo y Cañas; también entre San Carlos y Los Chiles, o entre Pérez Zeledón y Buenos Aires. Entre las localidades de Turrialba y Jiménez (Juan Viñas) hay por el contrario bastante similitud, pese a algunos meses con variación manifiesta.

Los cantones de mayor precipitación promedio durante el año 2018, fueron en orden de importancia los siguientes: Pérez Zeledón (3.079 mm), San Carlos (3.016,6 mm), Buenos Aires (2.702,6 mm), Turrialba (2.663,2 mm), Jiménez (2.630,7 mm), Los Chiles (2.359,6 mm), Grecia (2.009,1 mm), Puntarenas (1.847,9 mm), Abangares (1.693 mm), Liberia (1.616,5 mm), Cañas (1.554,2 mm), Carrillo (1.551 mm) y Bagaces con 1.086,5 mm. De igual manera, el mes de mayor precipitación fue julio en el cantón de Turrialba con 667,6 mm; seguido por octubre en Puntarenas con 602,7 mm, setiembre en Buenos Aires (577,8 mm), Julio en Jiménez (577,5 mm), octubre en Pérez Zeledón (562,5 mm), julio en San Carlos (552,3 mm), octubre en Abangares (550,5 mm) y setiembre en Pérez Zeledón con 524,8 mm.

Cuadro 22. Lluvia mensual (mm) caída durante el Año 2018 según Región Productora (6) y Cantón (13).

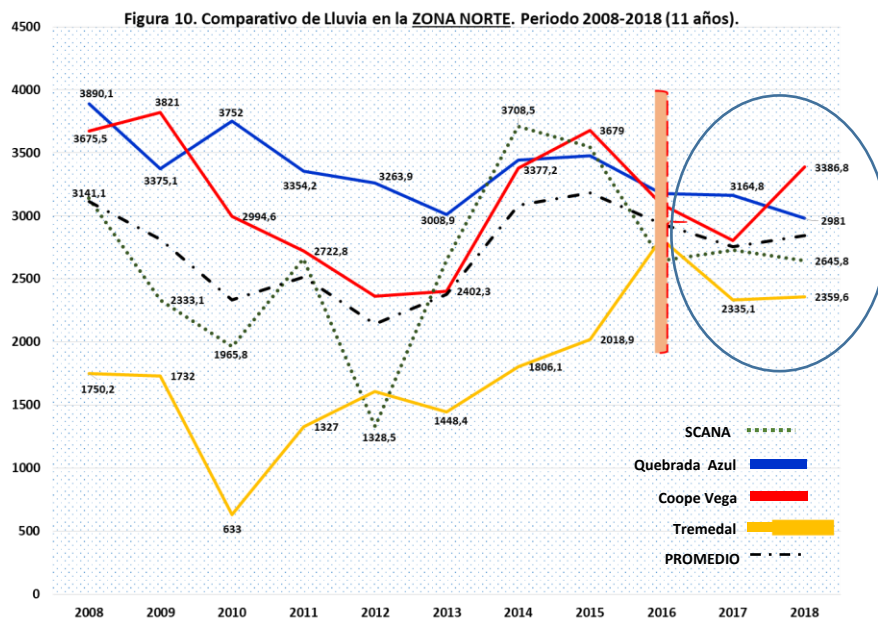
Región/Cantón	N° Estaciones medición	Mes												Total	Media	
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic			
GUANACASTE (5)	13															
Abangares	2	0,0	0,0	0,0	127,0	251,3	272,8	121,5	162,5	139,0	550,5	68,5	0,0	1 693,0	141,1	
Bagaces	1	0,0	0,0	0,0	25,0	258,0	199,0	49,0	35,0	113,0	377,5	27,0	3,0	1 086,5	90,5	
Cañas	8	18,6	0,4	0,0	26,1	333,8	257,5	103,5	105,3	167,0	467,6	67,8	6,7	1 554,2	129,5	
Carrillo	1	22,0	0,0	0,0	60,0	350,0	214,0	81,0	42,0	239,0	485,0	57,0	3,0	1 551,0	129,3	
Liberia	1	0,0	0,0	0,0	28,0	477,0	214,0	82,0	42,0	187,5	494,0	92,0	0,0	1 616,5	134,7	
Promedio		8,1	0,1	0,0	53,2	334,0	231,5	87,4	77,4	169,1	474,9	62,5	2,5	1 500,2	125,0	
PUNTARENAS (1)	2															
Puntarenas	2	15,6	0,0	0,0	61,1	251,6	220,0	141,4	129,9	284,7	602,7	133,2	7,6	1 847,9	154,0	
Promedio		15,6	0,0	0,0	61,1	251,6	220,0	141,4	129,9	284,7	602,7	133,2	7,6	1 847,9	154,0	
ZONA NORTE (2)	5															
San Carlos	4	262,1	62,1	126,2	80,6	171,2	384,3	552,3	406,4	254,2	330,6	259,3	127,6	3 016,6	251,4	
Los Chiles	1	121,6	75,0	25,8	70,8	236,6	388,0	326,6	270,7	214,3	267,1	256,1	107,0	2 359,6	196,6	
Promedio		191,8	68,6	76,0	75,7	203,9	386,1	439,4	338,6	234,2	298,8	257,7	117,3	2 688,1	224,0	
TURRIALBA - JV (2)	3															
Turrialba	2	472,2	95,7	31,6	74,4	258,1	304,8	667,6	191,6	151,4	173,6	167,1	75,1	2 663,2	221,9	
Jiménez	1	501,5	166,0	57,5	102,2	262,4	318,2	577,5	135,3	112,7	127,2	183,9	86,3	2 630,7	219,2	
Promedio		486,9	130,9	44,6	88,3	260,3	311,5	622,6	163,5	132,1	150,4	175,5	80,7	2 647,0	220,6	
VALLE CENTRAL (1)	2															
Grecia	2	9,1	16,9	0,7	65,6	399,3	305,8	168,9	176,4	414,5	322,4	129,1	0,6	2 009,1	167,4	
Promedio		9,1	16,9	0,7	65,6	399,3	305,8	168,9	176,4	414,5	322,4	129,1	0,6	2 009,1	167,4	
ZONA SUR (2)	4															
Pérez Zeledón	3	146,8	10,2	46,8	315,4	336,6	334,9	181,8	234,7	524,8	562,5	339,8	44,7	3 079,0	256,6	
Buenos Aires	1	41,6	19,0	17,8	219,4	341,0	418,0	135,2	204,4	577,8	437,8	260,0	30,6	2 702,6	225,2	
Promedio/Total	29	94,2	14,6	32,3	267,4	338,8	376,5	158,5	219,6	551,3	500,1	299,9	37,7	2 890,8	240,9	

Fuente: Elaborado por el autor (2019).

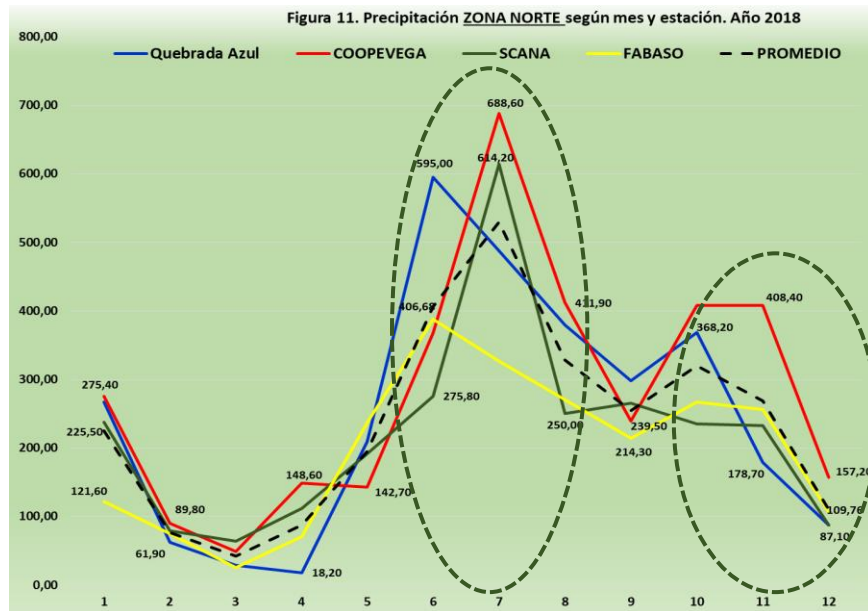
En consideración de lo atípico en la forma que transcurrió la lluvia en el año 2018 en algunas regiones, resulta necesario profundizar más al respecto, para lo cual se coloca como ejemplo lo acontecido en la Zona Norte, donde fue evidente que el nivel de las lluvias fue en promedio bajo cuando se comparó con otros años; aunque reconociendo que el 2018 mostró una leve recuperación. Es un hecho verificable aceptar que **la Zona Norte ha venido reduciendo su patrón tradicional de lluvia**. El problema en esta localidad no estuvo solo en la cantidad de agua llovida, sino principalmente en su distribución, pues hubo situaciones que impactaron las plantaciones comerciales, como se comentará seguidamente (Chaves y Bermúdez 2014, 2015).

En la Figura 9 se observa como en esta región hubo dos eventos climáticos diferentes y muy definidos: 1) un aumento de las lluvias en los meses de junio (385 mm)-julio (507,1 mm) y 2) una estrepitosa disminución y salida prematura de las aguas luego de octubre hasta los primeros meses del 2019. Esta situación afectó en el primer caso (1) el crecimiento y desarrollo general de las plantaciones por exceso de humedad en el suelo; lo que paradójicamente se complementó y asocio negativamente con la sequía de los últimos meses (2), que afectaron severamente el crecimiento del primer tercio de los tallos, afectando el tonelaje (TM) cosechado en el campo. La concentración de sacarosa presente y recuperada en los tallos (kg/tm) se vio por el contrario muy favorecida por esa condición de estrés hídrico, como lo ha ampliamente abordado y explicado Chaves (2011, 2019Inpqr).

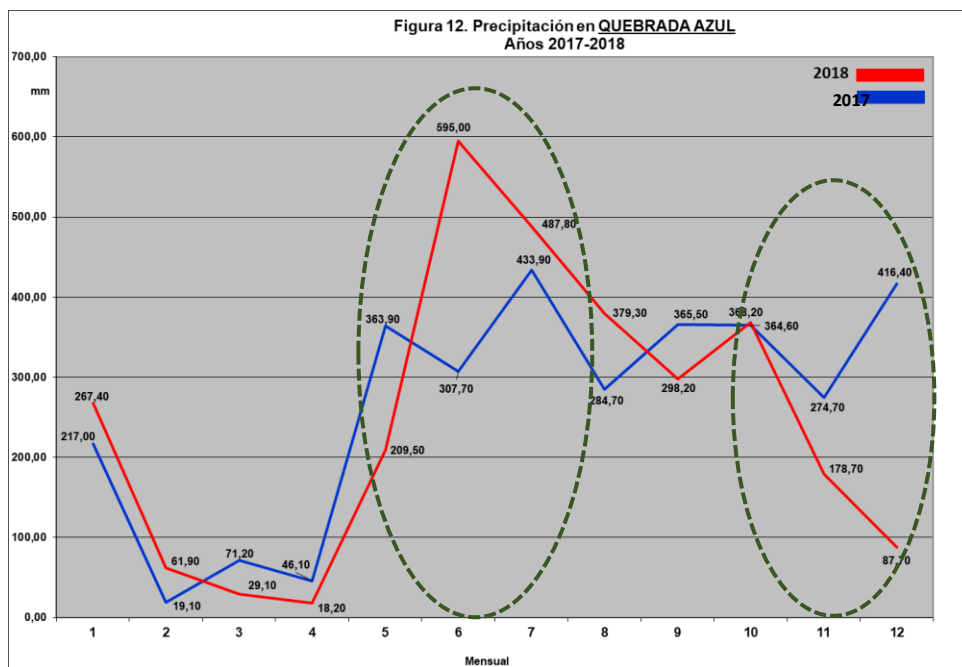
La Figura 10 presenta para mayor certidumbre y explicación de lo acontecido en la Zona Norte, la tendencia seguida por las lluvias durante el periodo de 11 años 2008-2018 en cuatro Estaciones de medición de lluvias ubicadas en la región: Pocosol (SCANA), Florencia (Quebrada Azul), Cutris (Coopevega) y Los Chiles (Tremedal), lo que ofrece una buena visión holística de la región.



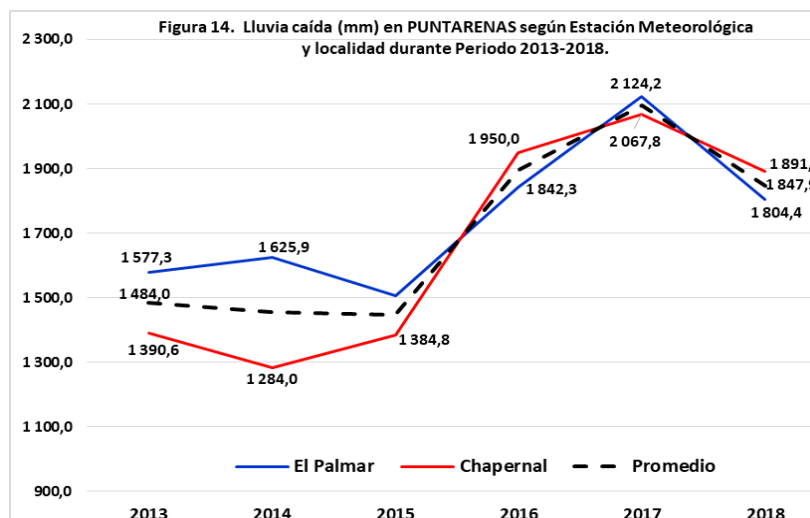
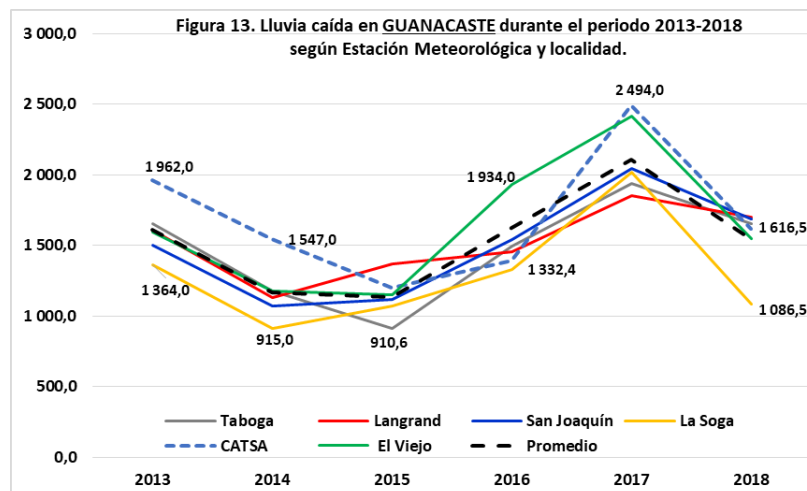
Es evidente comprobar de nuevo la importante caída de las lluvias luego del año 2015, sobre todo en los años 2017 y 2018 en relación a los anteriores, ratificando la fuerte variabilidad prevaleciente en la región a pesar de que la cantidad llovida es alta, donde el cantón de Los Chiles muestra las más bajas precipitaciones respecto a las otras localidades productoras; esto pese a que desde el año 2010 esa zona ha venido sistemáticamente incrementando su cantidad de lluvia. Al aumentar el nivel de detalle (Figura 11), se notan los altos niveles de lluvia en los meses de junio-julio y bajos luego de octubre, con los efectos ya mencionados y comentados anteriormente y que provocaron la pérdida de tonelaje de caña en la zona.



La Figura 12 presenta el mismo efecto climático mencionado pero aplicado esta vez exclusivamente para la localidad de Quebrada Azul, ubicada en Florencia de San Carlos, donde se aprecian las diferencias en precipitación acontecidas entre los años 2017 y 2018, el significativo incremento de las lluvias en los meses junio-julio y la estrepitosa y atípica caída del agua luego de octubre. La tendencia reductora es muy clara y reveladora de las causas que indujeron la pérdida de productividad agrícola (TM) en el campo. Situaciones similares acontecieron en otras regiones, afectando el tonelaje de caña cosechado.



Con fines comparativos se presentan en las Figuras 13 y 14, la forma en que se distribuyeron durante el periodo de seis años transcurrido entre 2013 y 2018, las lluvias en el Pacífico Seco, propiamente en seis Estaciones de la región de Guanacaste y dos en Puntarenas, concluyendo en ambas: 1) una reducción severa de la lluvia y muy crítica de sequía hasta el año 2015, donde la lluvia fue muy baja en Guanacaste con niveles hasta de 910 mm, 2) en Puntarenas lluvias menores aunque suficientes en el mismo periodo, 3) un significativo crecimiento lineal de la precipitación en toda la región baja hasta el año 2017 con niveles calificados como muy altos y hasta excesivos en algunos meses (setiembre-octubre) que demandaron Decreto de Emergencia por paso de Tormenta Tropical Nate y 4) una drástica caída de lluvia en el año 2018 que se mantuvo en niveles convenientes y satisfactorios (COSTA RICA 2017; Chaves *et al* 2018a). Como se puede inferir, pese a que las regiones de Guanacaste y Pacífico Central comparten un mismo piso altitudinal, existen diferencias importantes en precipitación entre ambas de 1.532,5 y 1.704,2 mm, respectivamente, para una diferencia de 171,7 mm correspondiente a 11,2%; inducidas por ubicación geográfica e incidencia de otros factores vinculados (viento, temperaturas, radiación, etc.)

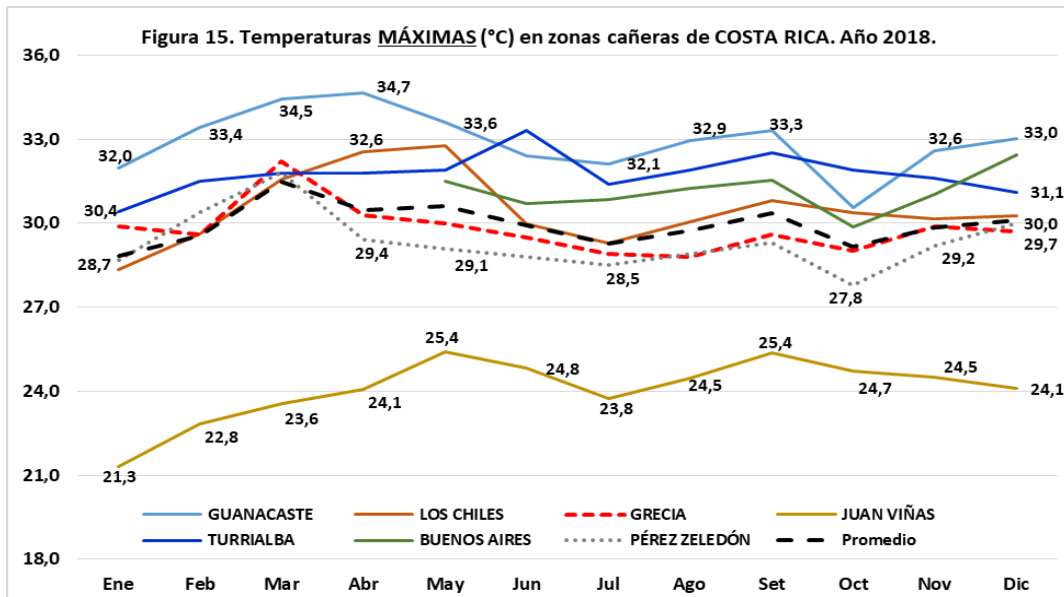


11.2 Temperatura

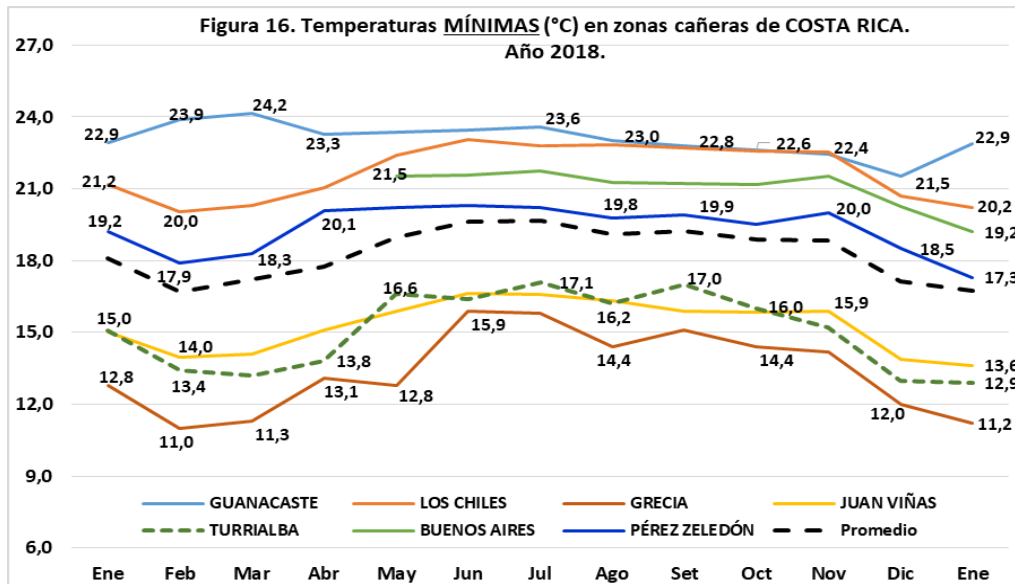
Esta variable resulta igualmente importante en materia cañero-azucarera virtud de su determinante participación en diferentes procesos asociados con el metabolismo y la maduración de la caña, como lo han expuesto y comentado Alexander (1973), Chaves (1982, 1983, 2017c, 2019mopqr) y Van Heerden *et al* (2014).

Una interpretación correcta y pragmática de la variable debe necesariamente considerar la Temperatura en sus componentes Máxima - Mínima, así como el Diferencial o Gradiente generado entre ambas (Chaves 2019r); lo anterior sin obviar y desconocer el estrecho vínculo que existe entre esta variable con otros elementos del clima y factores geográficos.

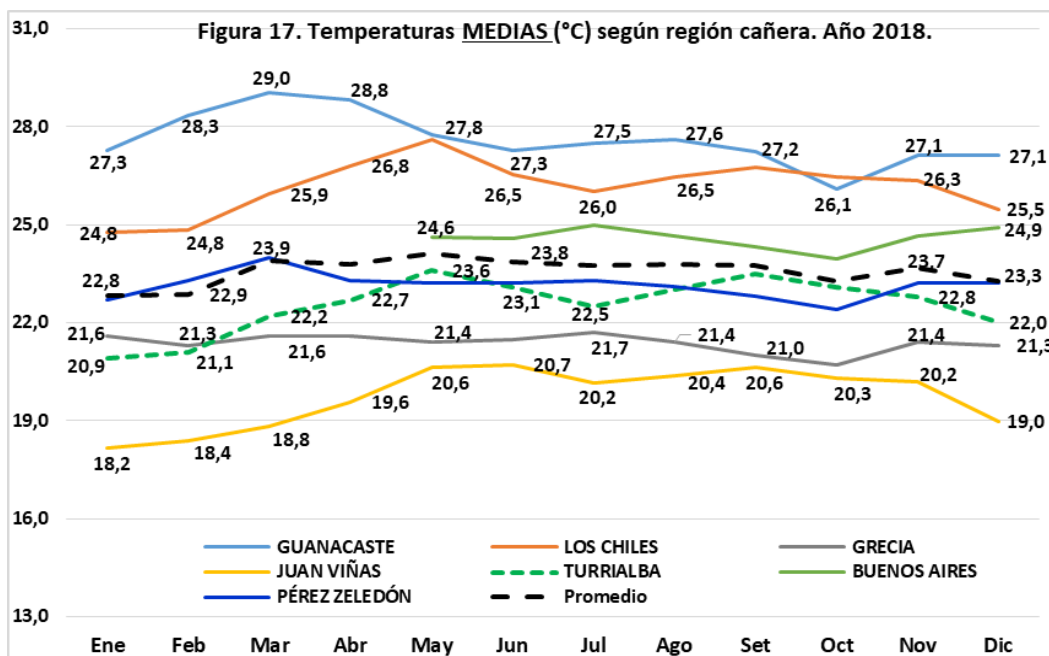
En relación con esta variable, la Figura 15 presenta el promedio de las **Temperaturas Máximas** (°C) observadas en diferentes localidades cañeras del país, lo que evidencia las marcadas y significativas diferencias existentes entre las mismas, las cuales se polarizan entre Guanacaste y Juan Viñas, seguidas por Pérez Zeledón y Grecia. **El promedio nacional fue de 29,9°C, siendo el mes de abril en Guanacaste el que mostro la temperatura más alta con 34,7°C y enero la máxima menor en Juan Viñas con 21,3°C para una diferencia entre ambas de 8,6°C, que como se infiere, establece una variación muy importante.**



Al ubicar en la Figura 16 la condición de las **Temperaturas Mínimas** (°C) se encuentra una situación algo diferente a la anterior, tanto en magnitudes como en localidades. **La Mínima más alta se localiza en Guanacaste y la más baja en Grecia; seguida por Juan Viñas y Turrialba. El promedio nacional fue en este caso de 18,3°C, siendo el mes de febrero en Grecia el que mostro la temperatura más baja con 11°C y marzo en Guanacaste la mínima mayor con 24,2°C para una diferencia entre ambas de 13,2°C, que como se infiere, establece una variación muy importante con efectos metabólicos como se verá luego.**



La **Temperatura Media o Promedio** (°C) constituye un parámetro válido de ubicación térmica igualmente importante, marcando un paralelismo entre lo observado entre las Temperaturas Máximas altas y Mínimas bajas, que como se indicó, se establece entre las regiones de Guanacaste y Grecia. **El promedio nacional fue en este particular fue de 27,6°C, siendo el mes de enero en Juan Viñas el que mostro la temperatura media más baja con 18,2°C y marzo en Guanacaste el que mostró la media mayor con 29°C, para una diferencia entre ambas de 10,8°C, que contribuye a ratificar las importantes y significativas diferencias térmicas existentes en los diferentes entornos agrícolas del país, que condicionan el manejo y los índices de productividad agroindustrial de las mismas.**



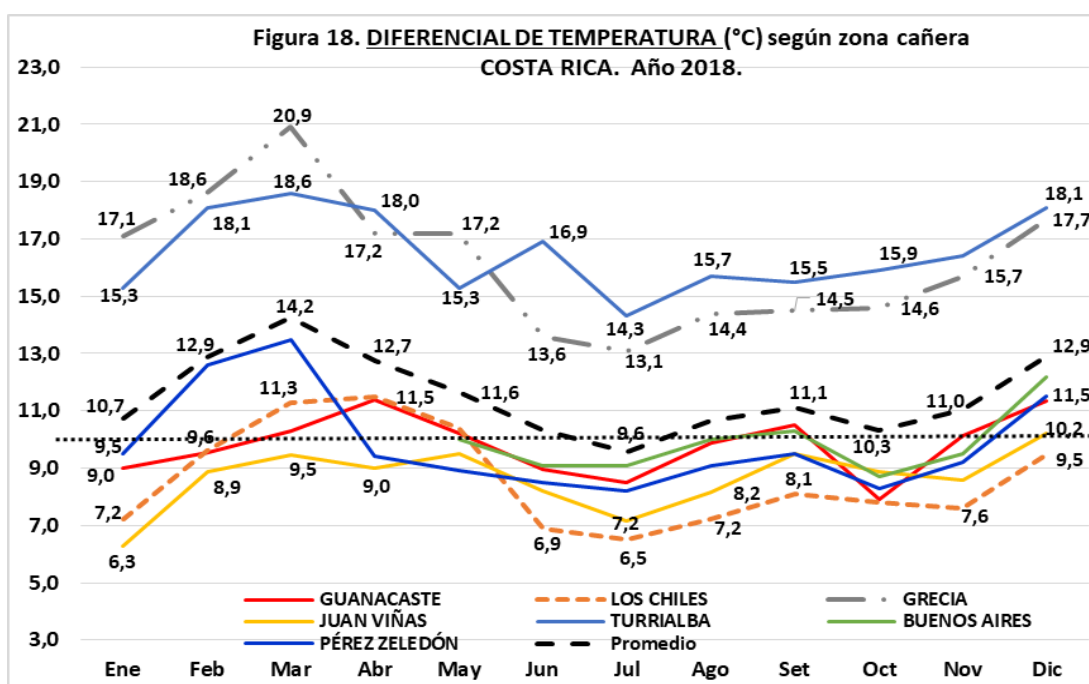
En materia de temperaturas el concepto de **Diferencial o Gradiente Térmico** (°C) resulta de mucha importancia conocerlo, valorarlo y saber interpretarlo, pues su aplicación es muy pragmática particularmente en lo concerniente a maduración y concentración de sacarosa en los tallos, como lo ha explicado Chaves (2019lopqr) en el caso de Costa Rica.

Como es sabido, las temperaturas intervienen y participan activamente durante todo el Ciclo Vegetativo del cultivo, pero la fase fenológica final de concentración sistemática de sacarosa resulta de especial interés agrícola y empresarial para el agricultor de caña, virtud de su implicación e impacto económico. Señala Chaves (2019p) al respecto, que *“...la maduración es un proceso fisiológico complejo, que está condicionado a la influencia de factores naturales o inducidos artificialmente; destacando los correspondientes al clima, suelo, variedad sembrada y manejo agronómico de la plantación, entre otros. Cualquier factor que favorezca y promueva el crecimiento, la división celular y requiera energía metabólica para acompañar algún proceso metabólico, resulta contraria para incrementar la concentración de sacarosa; tal es el caso de lluvias caídas durante el periodo de maduración, el uso excesivo de fertilizantes en particular Nitrógeno o la cosecha temprana (a menor edad). En dicho caso la energía se toma de la Glucosa, que de no estar disponible, la planta la obtiene rompiendo (por inversión hidrolítica) la molécula de sacarosa presente en tejidos jóvenes por hidrolisis inducida por la invertasa ácida, en detrimento directo de la concentración de sacarosa.”* La relación en este caso es de balance entre uso o acumulo.

El **Gradiente Térmico** expresado como la diferencia entre las Temperaturas Máxima y Mínima medida en Grados Centígrados (°C), es un indicador abiótico muy revelador del estado de madurez de una plantación comercial de caña. Ampliando y argumentando sobre la relevancia del indicador y su aplicabilidad, expresó Chaves (2019r) al respecto, que *“Este utilitario y pragmático concepto climático, es muy empleado en la agroindustria azucarera mundial para interpretar y juzgar con bastante certeza las condiciones potenciales de maduración de un determinado entorno agro productivo de caña de azúcar. El mismo aplica particularmente para el periodo de maduración y cosecha de la caña, que en el caso de Costa Rica puede ubicarse entre los meses de octubre y mayo de cada año, considerando que nuestras zafras inician en diciembre y finalizan por lo general en el mes de junio para una duración cercana a los 200 días. Dicho diferencial resulta y obtiene de la relación aritmética de vincular las Temperaturas Máximas con las Mínimas en el mismo momento de medición, por medio de la cual se aplica una resta. Se considera que el “golpe térmico estresante” que se genera con cambios rápidos y bruscos surgidos entre ambas temperaturas en periodos relativamente cortos de tiempo, detienen la división celular y el crecimiento, provocando un acumulo de energía bioquímica en forma de carbohidratos (sacarosa). El efecto requiere para ser efectivo contar y satisfacer tres condiciones básicas fundamentales: a) Debe ser continuo en el tiempo y no apenas circunstancial y ocasional, b) Las temperaturas máximas*

y mínimas deben ser lo más disímiles y extremas posibles para que el diferencial sea amplio y c) Operar durante la fase de maduración previa a la cosecha.”

Por este motivo, se presentan en la Figura 18 los valores regionales de Diferencial Térmico correspondiente al año 2018, en los cuales se valoran por mes siete localidades productoras de caña muy representativas; para su estimación se emplearon las Temperaturas Máximas y Mínimas mostradas anteriormente en las Figuras 15 y 16. Es importante señalar para efecto de interpretación, que se considera un **índice de 10°C** como **“Grado Crítico”**, sobre el cual se espera tener una condición de clima natural favorable para inducir reducción del crecimiento y promoción del estado de maduración, traducido en un acumulo sistemático y creciente de sacarosa en los tallos de la caña. Por su parte, valores menores a 10°C son contrarios a esos procesos. Como se comprenderá, la aplicación del criterio cobra sentido en los periodos previos de maduración y durante la cosecha de la plantación, fijando para ello aproximadamente tres meses antes (octubre-diciembre) del inicio de la corta de la planta y durante la misma (diciembre-junio); motivo por el cual corresponde a las gradientes previas provocar un efecto (concentración) que se percibe posteriormente.



Una valoración general y amplia de lo acontecido con el Gradiente Térmico durante el año 2018 (Figura 18), muestra que: 1) hay diferencias importantes y muy significativas entre localidades cañeras que se polarizan anualmente entre 8,6°C y 20,°C, 2) hay diferencias que se manifiestan durante los meses del periodo anual, 3) los índices promedio anual más altos se dieron en Turrialba (16,5°C) y Grecia (16,2°C), 4) por el contrario, los índices promedio anual más bajos ocurrieron en Juan Viñas (8,6°C) y Pérez Zeledón (9,9°C), 5) el índice más alto ocurrió en el mes de marzo en Grecia (20,°C) y el más bajo en julio en Los Chiles (6,5°C).

Aplicado el mismo criterio estrictamente al **Periodo de Maduración** de las plantaciones (octubre-diciembre), como lo muestra el Cuadro 23, se encuentra que los mejores diferenciales térmicos promedio se observaron en Turrialba y Grecia con índices de 16,8 y 16°C, respectivamente, para una media nacional de 11,4°C. Los valores más bajos ocurrieron en Los Chiles y Juan Viñas con gradientes de 8,3 y 9,2°C, a todas luces insuficientes para favorecer una buena concentración de sacarosa, bajo el supuesto de iniciar zafra en el mes de enero. Resulta muy destacable comprobar como localidades como Guanacaste, Grecia, Turrialba, Buenos Aires y Pérez Zeledón, elevaron sistemáticamente el diferencial térmico con el tiempo en favor de una mejor concentración y acumulo de sacarosa en los tallos; las excepciones en este particular fueron Los chiles y Juan Viñas.

Región	Oct	Nov	Dic	Promedio
GUANACASTE	7,9	10,1	11,3	9,8
LOS CHILES	7,8	7,6	9,5	8,3
GRECIA	14,6	15,7	17,7	16,0
JUAN VIÑAS	8,9	8,6	10,2	9,2
TURRIALBA	15,9	16,4	18,1	16,8
BUENOS AIRES	8,7	9,5	12,2	10,1
PÉREZ ZELEDÓN	8,3	9,2	11,5	9,7
Promedio	10,3	11,0	12,9	11,4

Fuente: Elaborado por el autor (2019).

Al aplicar el mismo criterio de análisis y valoración pero esta vez exclusivamente al **Periodo de Cosecha** que es más amplio (enero-junio), como muestra el Cuadro 24, se notan resultados similares al caso anterior, como se explicara seguidamente.

Región	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Promedio
GUANACASTE	9,0	9,5	10,3	11,4	10,2	9,0	9,9
LOS CHILES	7,2	9,6	11,3	11,5	10,4	6,9	9,5
GRECIA	17,1	18,6	20,9	17,2	17,2	13,6	17,4
JUAN VIÑAS	6,3	8,9	9,5	9,0	9,5	8,2	8,6
TURRIALBA	15,3	18,1	18,6	18,0	15,3	16,9	17,0
BUENOS AIRES	10,8		15,6		10,0	9,1	11,4
PÉREZ ZELEDÓN	9,5	12,6	13,5	9,4	8,9	8,5	10,4
Promedio	10,7	12,9	14,2	12,7	11,6	10,3	12,1

Fuente: Elaborado por el autor (2019).

En términos territoriales, los mejores índices promedio de diferencial térmico para los seis meses evaluados los mostraron Grecia (17,4°C), Turrialba (17°C) y más distante Buenos Aires (11,4°C) y Pérez Zeledón (10,4°C), pues en el resto de localidades (Juan Viñas, Los

Chiles) el mismo fue inferior al nivel crítico de 10°C. Por esta circunstancia, en principio, las localidades que si alcanzaron y superaron el índice, podrían con buen criterio considerarse por su excelente gradiente térmico, como las de mejor condición para maduración y concentración natural de sacarosa durante la cosecha, la cual no está inducida por madurantes artificiales. Importante validar como algunas zonas aumentan sistemáticamente el valor del indicador con el transcurrir de los meses, como sucedió con Guanacaste y Los Chiles hasta abril; Grecia, Turrialba y Pérez Zeledón hasta marzo, lo cual es muy revelador de los mejores tiempos calendario de inducción natural para la promover y favorecer la concentración de sacarosa.

Como referencia y sana ampliación del tema, Chaves (2019r) realizó una estimación de los Gradientes Térmicos en las mismas localidades productoras de caña anteriormente evaluadas, considerando en ese caso las temperaturas de 12 Estaciones Meteorológicas situadas en 8 localidades cañeras, aplicado al promedio térmico de los años 2016, 2017, 2018 y parte del 2019, a partir de lo cual concluyó, que *“...los valores del Diferencial Térmico estimado para las mismas 12 Estaciones Meteorológicas y ocho localidades productoras de caña distribuidas en el territorio nacional. Como se aprecia y concluye de esos resultados: 1) Los valores son muy heterogéneos mostrando importantes y significativas diferencias entre ellos, que van desde índices de 7,2°C (Los Chiles) hasta 19,5°C (Grecia) para una diferencia de 12,3 unidades de temperatura, que resulta muy elevada y por tanto estresante, 2) Lo ideal es alcanzar un índice alto durante la fase de maduración y cosecha (octubre-mayo), ojala superior a 10°C considerado como base referencial ideal de interpretación; 3) El valor más bajo se obtuvo en el mes de noviembre en la localidad de Los Chiles con 7,2°C y, contrariamente el más alto en Grecia en marzo con 19,5°C; 4) Los diferenciales térmicos promedio más altos del país se logran en el mes de marzo (13,1°C), abril (12,9°C) y febrero (12,7°C); en tanto que, los más bajos en julio (9,9°C), octubre (10°C) y noviembre (10°C); 5) Por su orden, los mayores diferenciales térmicos promedio anual están en Grecia (15,9°C), Turrialba (14,1°C), San Carlos (12,7°C), Buenos Aires (11,2°C), Pérez Zeledón (10,9°C), Guanacaste (10°C), Los Chiles (9,4°C) y Juan Viñas (8,8°C), para una media nacional de 11,4°C calificada como muy buena; 6) Ubicando el periodo de maduración natural pre zafra de las plantaciones comerciales de caña (octubre-diciembre), se encuentra que las mejores condiciones y disposición para cosecha interpretadas por un mayor Diferencial Térmico, se ubican en Grecia (15°C), Turrialba (14,3°C), San Carlos (11,5°C), Buenos Aires (9,3°C), Guanacaste (9,1°C), Pérez Zeledón (8,9°C), Juan Viñas (8,6°C) y Los Chiles (8,1°C); 7). Considerando exclusivamente los meses de concentración de cosecha y mayor actividad de la zafra (enero-marzo), se reportan como Diferenciales promedios más altos y por tanto mejor dispuestos a concentrar sacarosa los de Grecia (19°C), Turrialba (14,6°C), Buenos Aires (14,1°C), Pérez Zeledón (13,1°C), San Carlos (13°C), Guanacaste (10,7°C), Los Chiles (10,2°C), Juan Viñas (9°C), para una media nacional de 12,7°C; 8) No puede desconocerse ni omitirse*

la alteración del criterio térmico por uso de madurantes artificiales, cuyo efecto sobre la concentración de sacarosa transita por otro mecanismo de acción muy diferente.

Los valores verificados durante la fase de maduración (octubre-diciembre) son relativamente buenos en algunas regiones como lo muestra la Figura, ubicándose entre 10 y 11,1°C, y los de cosecha aún mejores entre 13,1 y 10,3°C, lo que ratifica la buena condición de maduración nacional, con las excepciones señaladas por sus características (Juan Viñas y en menor grado Los Chiles).”

11.3 Comparador Diferencial Térmico Vs Rendimiento Industrial

Con el objeto de contar con algún elemento comparador referente válido del posible factor interventor de la temperatura sobre la concentración de sacarosa, se presenta el Cuadro 25, mostrando los Índices de Maduración regional que intervinieron durante la Zafra 2018-2019 y los Índices de Cosecha que actuaron en este caso en la fase de cosecha de la Zafra anterior 2017-2018. En consideración de que no se cuenta con los Índices de Cosecha del año 2019 por carecer de las temperaturas respectivas, no fue posible determinarlos para este último periodo en particular. Queda claro que, los Gradientes utilizados como comparadores deben necesaria y obligadamente relativizarse y cotejarse exclusivamente con sus referentes de concentración de sacarosa correspondientes, representado por el Rendimiento Industrial (kg 96° Pol/tm) de las zafras confrontadas; no cabe por ello, comparar periodos de maduración y cosecha contra rendimientos de otros periodos.

Cuadro 25.				
Diferenciales Térmicos (°C) según región cañera y Periodo de Maduración (Año 2018) y Periodo de Cosecha (Año 2017).				
Región *	Zafra 2018-2019		Zafra 2017-2018	
	Periodo Maduración (°C)	Concentración Sacarosa Promedio (kg 96°/tmc)	Periodo Cosecha (°C)	Concentración Sacarosa Promedio (kg 96°/tmc)
GUANACASTE	9,8	109,50	9,9	107,67
ZONA NORTE	8,3	109,31	9,5	102,81
VALLE CENTRAL	16,0	112,35	17,4	103,72
JUAN VIÑAS	9,2	102,64	8,6	105,77
TURRIALBA	16,8	113,65**	17,0	107,82
ZONA SUR	9,7	128,18	10,4	120,24
NACIONAL	11,4	109,85	12,1	106,34

Fuente: Elaborado por el autor (2019). Departamento Técnico LAICA (2019).

* Se conciliaron Estaciones Meteorológicas con regiones productoras

Se vinculó los periodos (Maduración-Cosecha) a la concentración de la zafra correspondiente.

** Corresponió a la concentración de la caña de Turrialba molida en Coopevictoria, Grecia en el 2019.

Cuadro 25. Diferenciales Térmicos (°C) según región cañera y Periodo de Maduración (Año 2018) y Periodo de Cosecha (Año 2017).

Región *	Periodo Maduración (°C)	Concentración Sacarosa Promedio (kg 96°/tmc)	Periodo Cosecha (°C)	Concentración Sacarosa Promedio (kg 96°/tmc)
GUANACASTE	9,8	109,5	9,9	107,67
ZONA NORTE	8,3	109,3	9,5	102,81
VALLE CENTRAL	16,0	112,4	17,4	103,72
JUAN VIÑAS	9,2	102,6	8,6	105,77
TURRIALBA	16,8	**	17,0	107,82
ZONA SUR	9,7	128,2	10,4	120,24
NACIONAL	11,4	109,9	12,1	106,34

Fuente: Elaborado por el autor (2019). Departamento Técnico LAICA (2019).

* Se conciliaron Estaciones Meteorológicas con regiones productoras

Se vinculó los periodos (Mad-Cos) a la concentración de la zafra correspondiente.

** Corresponde a la concentración de la caña de Turrialba molida en Coopevictoria, Grecia en el 2019.

La correlación puntual de los valores mostrados en el Cuadro 25 no es tan clara y directa como en principio podría pensarse, lo cual particularmente en los casos del Valle Central y Turrialba si aplica. Pareciera y se infiere que hay otros factores interventores y determinantes sobre la concentración de sacarosa que asociar y vincular, para llegar a resultados interpretativos más representativos y concluyentes, lo que es entendible en un proceso tan complejo y multivariado como es el de la maduración de la caña. Se comparte a continuación lo ultimado y señalado por Chaves (2019r) sobre este asunto, al manifestar que, *“Valorando el resultado, no parece en primera instancia existir un vínculo directo definido y fuerte, virtud posiblemente de la magnitud de los sesgos implícitos en la estimación, como son: a) corresponde a medias de temperatura anual y no exclusiva del periodo de maduración y cosecha (octubre-mayo); b) hay otros factores del clima que también intervienen de manera determinante, como es por ejemplo la precipitación; c) la procedencia y calidad de la materia prima procesada es muy heterogénea, inclusive procedente de otras regiones respecto a donde se muele; d) la eficiencia fabril de los Ingenios es muy diferente en cuanto a extracción y fabricación de azúcar; e) en varias regiones se utilizan madurantes químicos artificiales que distorsionan la interpretación veraz. Para realizar un ejercicio de esta naturaleza con estas variables, es necesario controlar y minimizar esas fuentes de variación y concentrar la valoración en una localidad homogénea, preferiblemente bajo condiciones de riego, con valoraciones semanales o aún menores, donde se sensibilicen mejor las diferencias de temperatura.”*

Por su valor pragmático, el tema del Gradiente o Diferencial Térmico debe necesariamente estudiarse con mayor profundidad y de manera interactiva con otros factores importantes del entorno agro productivo como es el caso particular de la lluvia.

12 Decreto de Emergencia por Déficit Hídrico Zafra 2018-2019

Resulta de especial significado señalar y considerar para los efectos pertinentes, que producto del comportamiento desigual y atípico del clima durante el último trimestre (octubre-diciembre) del año 2018 y primer trimestre (enero-marzo) del año 2019, el Gobierno de la República por medio del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, acordaron realizar por esa causa una Declaratoria de Emergencia.

Se consigna en la misma, que *“... la ocurrencia del Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que ha provocado déficit significativo en las cantidades y distribución de precipitación en la mayoría del territorio nacional y en forma más marcada en Guanacaste, Zona Norte, Pacífico Central y parte del Valle Central. ”*

De acuerdo con la fundamentación anotada expresamente en dicha declaratoria, *“El comportamiento de las lluvias en noviembre 2018 muestra un déficit de un 75% en Cartago, 47% en el Pacífico Norte, de un 30 a 48% en el Pacífico Central y un 10% en el Pacífico Sur; situación que se mantiene incluso hasta el mes de abril 2019 cuando Cartago reportó un déficit de 60%, las regiones del Pacífico Central y Norte aumentaron el déficit de 50% a 75%, la Región Pacífico Sur de 10 a 20% y la Zona Norte entre 15 y 20%. (IMN: abril, 2019).”*(COSTA RICA 2019a). Los índices de afectación no dejan duda del impacto provocado.

Se acordó en esa ocasión, lo siguiente: *“Se declara estado de emergencia la situación generada por el déficit hídrico del país, consecuencia del comportamiento anormal de las precipitaciones, como efecto del Fenómeno ENOS, con afectación en todos los cantones de Guanacaste; cantones de Coto Brus, Esparza y cantón Central de la provincia de Puntarenas; cantones de Upala, Los Chiles, Guatuso, San Carlos, de la provincia de Alajuela; cantón Central de Cartago y Oreamuno, en la provincia de Cartago y cantón de Puriscal, provincia de San José.”*

Dicha declaratoria se realizó mediante el **Decreto Ejecutivo N° 41852-MP-MAG**, publicado en el Diario Oficial *“La Gaceta”* N° 156, del miércoles 21 de agosto del 2019. Posteriormente, mediante **Decreto Ejecutivo N° 41944-MP-MAG** del miércoles 25 de setiembre 2019 (*La Gaceta* N° 181), el Gobierno promulga una ampliación a los alcances territoriales del Decreto 41852-MP-MAG, incorporando otras localidades también afectadas, como fueron en este caso los cantones Central de San José, Desamparados, Alajuelita, Aserrí, Moravia, Santa Ana, Vásquez de Coronado, Goicoechea y Pérez Zeledón de la provincia de San José;

cantones de San Mateo y Orotina de la provincia de Alajuela; y cantón de Golfito de la provincia de Puntarenas.

Como manifestara Chaves (2019n) en relación al tema agua y su disponibilidad, *“Es condicionante que el suministro oportuno de agua, sea por riego o lluvia, resulta indispensable para alcanzar rendimientos agroindustriales óptimos, estables y consistentes; evitando generar condiciones de estrés temporal o permanente en el cultivo que sean contraproducentes con el interés empresarial. Una condición de estrés hídrico se refiere al grado de tensión sufrido internamente por la planta, ocasionado por la falta de agua; en tanto que el estrés causado por el exceso de agua en el medio, se denomina estrés por aireación y designa como cavitación, que ocurre por la ruptura progresiva de las columnas de agua del xilema y la formación de burbujas de aire dentro de los conductos vasculares (embolismo), lo que provoca que el transporte de savia hacia la parte alta de la planta se interrumpa.”* Agrega el mismo autor en asocio a lo anterior, que *“El cultivo de la caña será sustentable en el tanto pueda garantizar por largo tiempo una producción agroindustrial basada en la ecoeficiencia, en la calidad y optimización que se haga de los recursos naturales y ambientales empleados, amparado al beneficio socio económico que genere.”*

Se concluye y ratifica con dichas declaraciones de emergencia, que efectivamente el periodo de maduración y cosecha de las plantaciones comerciales de varias localidades tradicionales productoras de caña de azúcar, fueron afectadas e impactadas significativamente y de forma negativa por el clima; particularmente con la prevalencia de una condición de déficit hídrico que se expresó en la cantidad y la distribución desequilibrada e insuficiente mostrada por las lluvias, como fue oportunamente demostrado. **A la condición de sequía anteriormente demostrada y declarada por Decreto Ejecutivo como crítica, se sumaron las altas temperaturas máximas que contribuyeron a generar conjuntamente una condición de “estrés hídrico y térmico”, que impacto negativamente el crecimiento de las plantaciones reduciendo con ello el tonelaje (TM) de caña producido y recolectado en el campo; pero, favoreciendo paradójicamente la concentración de sacarosa (kg/tm) acumulada y recuperada en los tallos de la planta. No queda por ello duda alguna, de que la producción de caña cosechada durante la zafra 2018-2019 fue intervenida de manera negativa y significativa, por la carencia y/o falta de humedad suficiente en el suelo, asociada a las altas temperaturas del aire. Resulta cierto aceptar que el factor clima representó una de las causas más determinantes, que participó e intervino sobre el resultado agroindustrial negativo observado en la Zafra 2018-2019.**

A manera de corolario sobre el tema clima, debe quedar clara, entendida y posicionada la importancia y trascendencia que tiene el factor clima en todos los procesos metabólicos, fisiológicos y bioquímicos asociados al desarrollo vegetativo, la producción de biomasa, la concentración, el acumulo de sacarosa en los tallos de la planta y en general sobre la calidad

de la materia prima producida, lo cual viene determinado por la geografía, características particulares y de manejo del entorno agro productivo del lugar donde estén ubicadas las plantaciones comerciales de caña de azúcar (Cadet 2017, 2019; Chaves *et al* 2018ab, 2019a; Chaves 1984, 2017bcf, 2019ijklmnopqs). Como señalara Chaves (2019r) en torno al tema, *“...la caña de azúcar como cualquier ser vivo, debe pasar ineludiblemente por diferentes estadios fenológicos durante su ciclo biológico de vida, los cuales determinan y provocan cambios y transformaciones morfo fisiológicas determinantes para poder completar satisfactoriamente su ciclo vital. En el caso particular de la caña de azúcar, son varios y muy profundos los cambios acontecidos traducidos en procesos como germinación, ahijamiento, encepamiento, retoñamiento, crecimiento, floración y maduración; los cuales pueden resumirse en dos grandes fases bien diferenciadas: a) acumulo de biomasa y b) concentración de sacarosa en los tallos (Chaves 1982, 2019a). La peculiaridad en este caso es que en todas esas complejas actividades biológicas, la participación del clima en sus diferentes elementos y manifestaciones resulta determinante, aunque algunas veces, los elementos paradójicamente operan de manera inversa según sea el estado fenológico, como ha sido demostrado con la lluvia, la temperatura, la luz, el viento, la humedad, entre otras; manifestadas en variación térmica, intensidad luminosa y pluviométrica y evapotranspiración. El vínculo y efecto de los mismos es directo sobre la productividad de tallos industrializables en el campo, contenido de sacarosa recuperable en la fábrica y calidad integral de la materia prima procesada.”*

13. Problemas y limitantes regionales con posible afectación agro productiva

El conocimiento de la problemática que sobrelleva el agricultor de caña y que lo aqueja en su gestión productiva y comercial, resulta determinante para poder identificar y priorizar los asuntos y demandas que deben ser atendidas para procurar contribuir con su posible solución, en contribución de la competitividad particular y regional. Cabe por esta razón preguntarse ***¿Cuáles fueron los problemas que enfrentó el productor de caña en las diferentes regiones y localidades productoras de caña de azúcar durante la zafra 2018-2019, que pudieron intervenir y afectar negativamente las expectativas de productividad y producción agroindustrial, que en principio se habían establecido y fijado como metas empresariales por alcanzar?*** El tema es de naturaleza multivariada y por lo tanto compleja y difícil de responder de manera simple y satisfactoria; sin embargo, seguidamente se desarrolla un ejercicio que procura encontrar respuestas válidas y representativas a las circunstancias que pudieron eventualmente participar en dicho resultado sectorial.

En primera instancia y virtud del hecho de que durante los meses de noviembre-diciembre del año 2018 se efectuó una consulta nacional en esa orientación (Chaves *et al* 2019b); resulta válido, oportuno e interesante conocer ahora lo manifestado por los 365 productores de caña de azúcar pertenecientes a 6 provincias, 21 cantones y 59 distritos de

Costa Rica, que respondieron a la pregunta respecto a los problemas y limitantes que afectaban su gestión productiva y empresarial. El total de respuestas fue de 1.095, lo que resultó muy significativo como criterio evaluador.

El resultado de dicha encuesta evidenció inquietudes y limitaciones en varios ordenes, integrados e interpretados en siete grandes temas genéricos: **Ambiental, Económico, Institucional, Industrial, Tecnológico, Equipo y Maquinaria y Varios**, en los cuales se ubicaron por afinidad las respuestas recabadas, generando la siguiente distribución temática: 5,30%, 51,60%, 17,71%, 4,29%, 12,42%, 1,10% y 8,58%, respectivamente. Se encontró en dicho estudio, que *“Los cinco tópicos de mayor impacto negativo citados por el sector productor, fueron: 1) Bajos precios pagados por el azúcar (19,5%), 2) Altos costos de producción agrícola (16,8%), 3) Escasez y limitaciones con la mano de obra (6,1%), 4) Problemas con la cuota y la extracuota (6%) y 5) Los pagos que debe realizar a la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) por la contratación de mano de obra (5,7%), los cuales integrados representaron un 54,2% de toda la problemática nacional.*

Al ubicar los tres principales problemas por región, fueron en Guanacaste: 1) Altos costos de producción agrícola (13,2%), 2) Bajos precios pagados por el azúcar (10,4%) y 3) Altos costos incurridos por concepto de corta, carga y transporte-CAT (8%), para un 31,6% integral. En el Pacífico Central concurrieron: 1) Bajos precios pagados por el azúcar (28%), 2) Altos costos de producción agrícola (22,7%) y 3) Falta de semilla de calidad (9,3%), para un 60% acumulado. El Valle Central señaló como limitantes: 1) Bajos precios pagados por el azúcar (22,4%), 2) Altos costos de producción agrícola (17,1%) y 3) Problemas con la cuota y la extracuota (7,1%), que representaron el 46,6%. En la Región Norte la prioridad fue: 1) Bajos precios pagados por el azúcar (31,6%), 2) Problemas con la cuota y la extracuota (25,4%) y 3) Altos costos de producción agrícola (21,1%), que implicó un 78,1% del total. La región de Turrialba-Jiménez ubicó su problemática en: 1) Altos costos de producción agrícola (19,7%), 2) Relación con los Ingenios del lugar (18,7%) y 3) Bajos precios pagados por el azúcar (18,7%), para un 57,1%. La Zona Sur concentra sus problemas en: 1) Bajos precios pagados por el azúcar (20,5%), 2) Los pagos que debe realizar a la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) por la contratación de mano de obra (16,7%) y 3) Altos costos de producción agrícola (14,3%), para un valor integral del 51,5%.”

Como puede inferirse del resultado de la consulta, la problemática señalada por los propios agricultores, concentrada en **48 limitantes** puntuales, es muy disímil en temas pero a la vez coincidente y agrupada en varios tópicos no directamente vinculados con su quehacer inmediato como productor, pues van más en el orden Económico, Institucional e Industrial, con el 51,60%, 17,71% y 4,29% del total de las respuestas emitidas, respectivamente. Se concluye que buena parte de la problemática del productor de caña no está asociada, según su propia opinión, de manera significativa a temas biológicos, biomásico, de naturaleza

fisiológica, fitosanitaria, climática o tecnológica; sino más bien a factores de índole económico e institucional. **En materia Ambiental y de Tecnología, se citaron 2 y 18 limitantes puntuales, que representaron un 5,30% (58) y 12,42% (138) de todas las respuestas proporcionadas, respectivamente; lo que significó un 17,9% (196) conjunto, patentizando que las mayores preocupaciones (82,1%) fueron ajenas a los mismos.**

En el Cuadro 26 se identifican y anotan los 18 asuntos calificados como problemáticos/limitantes y que de acuerdo con la propia opinión del agricultor, aquejan, confunden e impactan negativamente su labor productiva agroindustrial como productores cañeros, lo cual es muy elocuente sobre su gestión empresarial y labor en el campo. Esas 18 limitantes y/o problemas representan el 37,5% de toda la problemática mencionada por los agricultores, proyectada en 48 asuntos de naturaleza diversa y muy específicos, lo cual significa apenas el 12,60% de todas las opiniones proporcionadas, lo que puede considerarse bajo para un tema tan incidente y sentido en el éxito empresarial y productivo de la actividad comercial (Chaves et al 2019b).

Una valoración de carácter regional a la información recabada, demuestra que la distribución de las respuestas y las demandas, va en estrecho asocio a las características y particularidades bióticas y abióticas de cada localidad productora, las cuales como está suficientemente demostrado, son muy heterogéneas en todos los sentidos como oportunamente lo indicaran Chaves y Bermúdez (2014, 2015), Chaves y Chavarría (2017a), Chaves et al (2018ab), Chaves (2015, 2017bd, 2018de, 2019lopq).

Una revisión detallada de las respuestas aportadas, revela que los problemas tecnológicos más importantes citados mayoritariamente por los agricultores del país, se relacionan con: 1) Falta de semilla de calidad (1,9%), 2) Problemas asociados con las Quemadas (1,7%), 3) Falta de riego (1,6%), 4) Problemas con plagas del cultivo (1,6%), 5) Necesidad de nuevas y mejores variedades (1,5%), 6) Problemas vinculados con la cosecha de sus plantaciones (0,7%), 7) Limitantes por causa de enfermedades (0,6%), 8) Tecnología del cultivo (0,5%), 9) Corta vida útil comercial de las plantaciones (0,4%) y 10) Bajos rendimientos agroindustriales (0,4%), lo que implica al integrarlos un 11,0% conjunto solo para esos 10 asuntos específicos mencionados, lo que regionalmente registra a su vez una distribución muy dispareja y desequilibrada en cuando a localidades cañeras afectadas.

Cabe reiterar nuevamente que el tema tecnológico no parece ser, de acuerdo con esos resultados, tan incidente como podría en principio concebirse ante la magnitud y calidad de los cambios que se han venido observando sistemáticamente en el entorno productivo nacional. Las deducciones al plantear las inferencias por región permiten llegar a conclusiones territorialmente aún más específicas, sobre la problemática señalada en este caso por parte del sector productor.

Una valoración estrictamente técnica de los problemas señalados, identifica casos específicos que pareciera están vinculados directamente al manejo particular de las plantaciones comerciales de caña, los cuales podrían perfectamente ubicarse y categorizarse como **“Errores y omisiones técnico-administrativas que sacrifican productividad y cuestan dinero en la agroindustria azucarera”**, como oportunamente lo describiera y comentara con mucho detalle Chaves (2015). Se identificaron en ese caso 66 asuntos agrupados en ocho conceptos diferentes, de los cuales los vinculados a la Administración, el Establecimiento de las Plantación, la Maduración y Cosecha de las Plantaciones Comerciales fueron los más incidentes, al reportar un 16,7% para cada uno y un 50,1% integral. Importante tener presente y concebir, que **“el agricultor es gestor y protagonista directo de su propio desarrollo, mejoramiento y bienestar personal”**, como lo señalara Chaves (2017e), lo cual debe traducirse en el buen manejo que haga de su finca.

Cuadro 26.
Principales problemas y limitantes TECNOLÓGICAS (18) citadas por los agricultores de caña de azúcar consultados a nivel NACIONAL, según REGIÓN PRODUCTORA.

N°	Problema / Limitante	Área Temática	Región productora						Total	
			Guanacaste	Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte	Turrialba	Zona Sur	% ¹	% ²
1	Falta semilla de calidad	TECNOLOGICA	23,8	33,3	9,5	4,8	23,8	4,8	100	1,92
2	Quemas	TECNOLOGICA		15,8	78,9			5,3	100	1,73
3	Falta de riego	TECNOLOGICA	94,4		5,6				100	1,64
4	Problemas con plagas	TECNOLOGICA	50,0			11,1		38,9	100	1,64
5	Variedades de caña	TECNOLOGICA	41,2		41,2		11,8	5,8	100	1,55
6	Problemas vinculados con la cosecha	TECNOLOGICA	87,5			12,5			100	0,73
7	Enfermedades del cultivo	TECNOLOGICA			100				100	0,64
8	Tecnología del cultivo	TECNOLOGICA	60,0		40,0				100	0,46
9	Vida útil comercial de la plantación	TECNOLOGICA		100					100	0,37
10	Capacitación técnica	TECNOLOGICA			100				100	0,37
11	Falta de asistencia técnica	TECNOLOGICA	100						100	0,37
12	Bajos rendimientos agroindustriales	TECNOLOGICA	25,0		75,0				100	0,37
13	Drenaje deficiente	TECNOLOGICA	100						100	0,27
14	Suelos de baja fertilidad	TECNOLOGICA					100		100	0,18
15	Problemas con la plantación	TECNOLOGICA						100	100	0,09
16	Control de malezas	TECNOLOGICA	100						100	0,09
17	Las fórmulas fertilizantes	TECNOLOGICA					100		100	0,09
18	Nutrición y Fertilización del cultivo	TECNOLOGICA	100						100	0,09
	Total	18	58	14	41	4	10	11	138	
	Porcentaje		42,03	10,14	29,71	2,90	7,25	7,97	100	12,60

Fuente: Chaves *et al* 2019o.

Nota: Los valores porcentuales deben leerse para cada región, sumando 100% para cada limitante.

^{1/} El porcentaje va referido por región respecto al total de citaciones de la encuesta por localidad que fue de 138.

^{2/} El porcentaje va referido respecto al total nacional de citaciones de la encuesta que fue de 1.095.

Al valorar lo concerniente al **tema Ambiental** la situación se polarizó y concentro básicamente en dos asuntos fundamentales y que describen la preocupación de los agricultores consultados, como lo señala el Cuadro 27, al citar que los problemas principales fueron: **1) Efectos e impacto por clima y 2) Impactos por sequía e inundaciones**, lo cual es claro y comprensible.

Cuadro 27.

Principales problemas y limitantes AMBIENTALES (2) citadas por los agricultores de caña de azúcar consultados a nivel NACIONAL, según REGIÓN PRODUCTORA.

N°	Problema / Limitante	Región productora						Total	
		Guanacaste	Pacífico Central	Valle Central	Zona Norte	Turrialba	Zona Sur	N°	%
1	Efectos e impacto por clima	21	6	4	1	2		34	3,11
2	Sequía, inundaciones	23		1				24	2,19
	Total	44	6	5	1	2		58	
	Porcentaje	75,9	10,3	8,6	1,7	3,5		100	5,30

Fuente: Chaves *et al* 2019o.

Nota: Los valores porcentuales deben leerse para cada región, sumando 100% para cada limitante.

^{1/} El porcentaje va referido por región respecto al total de citaciones de la encuesta por localidad que fue de 138.

^{2/} El porcentaje va referido respecto al total nacional de citaciones de la encuesta que fue de 1.095.

Como se observa, la mayor preocupación por el tema ambiental y sus impactos negativos se percibieron y manifestaron en la Región del Pacífico Seco con el 86,2% de los nombramientos, correspondiente a 50 reportes, de los cuales el 54% se vincularon a los efectos negativos provocados por el clima. Guanacaste es incuestionablemente y en lo particular, la zona cañera más afectada e impactada por el clima; lo cual ha sucedido por diferentes eventos de naturaleza diversa, como son: sequía prolongada, inundaciones, fuertes vientos, alta nubosidad, que han conducido a crear un ambiente de estrés que poco contribuye a la obtención de altas productividades. Destaca y resulta hasta incomprensible el hecho de que los productores de lugares problemáticos en esta materia, como son la Zona Norte y Sur, no expresaran tener problemas con este factor.

Procurando ser aún más específico y preciso con la identificación de la problemática que de acuerdo con las consultas realizadas a productores, técnicos y empresarios cañero-azucareros, intervinieron y afectaron negativamente el resultado agroindustrial de la Zafra 2018-2019, se presenta el Cuadro 28, en el cual se anotan y puntualizan las posibles causas que indujeron y provocaron la caída del tonelaje verificado en ese periodo fabril, correspondiente a -239.383 toneladas respecto al promedio de las tres anteriores y -26.694 toneladas con la anterior, correspondientes a -5,6% y -0,71%, respectivamente, como se demostró en los Cuadros 4, 6, 7, 8 y Figuras 2 y 4.

Una valoración puntual y específica de los 30 asuntos indicados por parte de los consultados como posibles causas del deterioro productivo agroindustrial acontecido en la Zafra 2018-2019, evidencia que las mismas son de origen multivariado, pues las hay de naturaleza económica, institucional, ambiental, fitosanitaria y tecnológica; en donde la condición del clima promovida por cambios bruscos en el tiempo, manifestados y polarizados entre mucha lluvia y paradójicamente sequía, fueron la nota. A ese elemento se citó el importante desequilibrio sucedido en la distribución de la lluvia en el año, la carencia de riego, el estrés hídrico y térmico generado, se nombraron como principales. También la insuficiencia financiera, el desinterés y desmotivación personal por invertir en tecnología productiva por falta de rentabilidad, incertidumbre por la continuidad operativa del Ingenio Atirro, problemas con la disponibilidad de mano de obra suficiente y calificada. Los problemas surgidos por la presencia de plagas (*Salivazo, Taladrador, Joboto*) y enfermedades importantes (*Roya, carbón, Raya Roja*), afectaron e impactaron de manera importante las plantaciones comerciales de caña de azúcar. Dichos factores actuaron y aplicaron de manera individual aunque también conjunta sobre la producción. **Tampoco puede soslayarse ni omitirse considerar, el hecho de que hay un efecto continuado, sistemático y acumulativo de problemas, que ha provocado un deterioro en muchas plantaciones comerciales, que resulta difícil de resolver, devolviendo y recuperando potenciales agroindustriales perdidos.**

Un tema que no puede dejar de mencionarse, valorarse y ponderarse virtud de su importancia y trascendencia en la temática abordada, es el relativo a las variedades de caña sembradas comercialmente; esto por cuando se sabe y tiene por demostrado, que hay un potencial variable de tolerancia y/o susceptibilidad de las mismas a sostener y sobrellevar una condición sostenida plagada de limitantes y afecciones, como la indicada en el Cuadro 28. Dicho en otra forma, **no todas las variedades de caña de azúcar de uso comercial cuentan con la condición y resiliencia natural necesaria y poseen la misma capacidad de mantener en condiciones adversas niveles productivos agroindustriales satisfactorios, ante los embates del entorno agro productivo donde se explotan comercialmente.**

La capacidad adaptativa de la caña de azúcar es virtud de su sobresaliente composición genética (poliploide), estructura anatómica especial y eficiente capacidad fisiológica y metabólica (tipo-C4), muy superior a otras plantas; favoreciendo poder identificar variedades sobresalientes (clones elite) dotados con grados variables de tolerancia a condiciones y entornos difíciles por sus condiciones particulares de clima, suelos, fitosanidad, manejo diferenciado, entre otras. Se han investigado, seleccionado y empleado actualmente en Costa Rica, una amplia gama de variedades de diversos orígenes y características que satisfacen los requerimientos y resuelven parcialmente las dificultades que imponen los diferentes entornos agro productivos (Chaves 2018cdeghijkl, 2019lnopqs).

Cuadro 28.

Causas y posibles razones que según criterio calificado, intervinieron o pudieron afectar negativamente la productividad y producción agroindustrial de la zafra 2018-2019.

N°	Causa – Razón - Circunstancia	Región / Localidad
1	Condiciones productivas muy diferentes y heterogéneas entre localidades productivas	País
2	Costos de producción agrícola muy altos (insumos, equipos, CAT, mano de obra)	País
3	Perdida de interés y motivación para invertir en tecnología de producción (bajos precios)	País
4	Incertidumbre de lo acontecido con el ingenio desmotivó invertir en las plantaciones	Turrialba
5	Impactos climáticos por reducción significativa de las lluvias caídas en fase importante de crecimiento	País
6	La distribución de las lluvias fue muy desequilibrada durante el periodo	País
7	Clima no ayudó a que la plantación se desarrollara normalmente	País
8	Las temperaturas fueron muy altas e intensas en magnitud	País
9	Se generaron y persistieron condiciones ambientales de muy alto “estrés” con coalescencia de <i>estrés hídrico y térmico</i>	País
10	Estuvo muy seco y muy caliente y no disponía de agua (riego)	Guanacaste
11	Baja calidad de las infraestructuras para riego disponibles en sus fincas (nivelación, conformación de surcos, sifones o polypipe)	Guanacaste
12	Faltante del agua durante gran parte del ciclo vegetativo de la caña impactó tonelaje	Guanacaste
13	Impacto sobre el crecimiento por fuertes lluvias en los meses de junio-julio-agosto	Zona Norte
14	Alto nivel freático, casi a nivel superficial del suelo impidió realizar labores	Zona Norte
15	Salida anticipada de las lluvias al final del periodo (octubre-diciembre) afectó el tonelaje	Zona Norte
16	Falta de interés del productor por mejorar el manejo del riego en su finca	Guanacaste
17	Carencia de recursos financieros para manejar y mantener las plantaciones	País
18	Baja renovación de plantaciones comerciales ya agotadas e improductivas	País
19	Alta floración (retardada) de plantaciones limitó el crecimiento y el tonelaje	País
20	No hubo corrección oportuna de la acidez de los suelos mediante encalado	Zona Norte
21	Uso de semilla deficiente por no disponer material vegetativo de alta calidad	País
22	Crecimiento rápido y excesivo de las malezas	País
23	Control deficiente de malezas por insuficiencia económica	País
24	Baja y deficiente fertilización por razones financieras (dosis, fórmulas, momento)	País
25	Colocación inadecuada del fertilizante en el suelo en relación a la planta	Zona Norte
26	Fuerte ataque de “Salivazo” el cual creció por la condición climática prevaleciente	Zona Norte
27	Fuerte ataque de Taladrador del Tallo (<i>Diatraea spp</i>)	País
28	Impacto de la plaga de jobotos (<i>Phyllophaga spp.</i>) en el cultivo	Zona Sur
29	Hubo focos de enfermedades problemáticas (roya, carbón, raya roja, etc.)	País
30	Se tuvo problemas con la disponibilidad de mano de obra de calidad	País

Fuente: Elaborado por el autor con información de productores y técnicos y empresarios (2019).

14. Conclusiones

Con base en lo señalado y comentado con anterioridad puede concluirse lo siguiente:

- 1) En consideración de las circunstancias particulares y en algunas localidades calificadas como especiales, puede juzgarse el resultado de la Zafra 2018-2019, como *“excepcional y llena de contrastes”*, en algunos casos calificados como atípicos virtud de los eventos acontecidos y resultados alcanzados.
- 2) El resultado agroindustrial final de la zafra 2018-2019 se sumó en el caso de la caña procesada, a la preocupante disminución sistemática y con carácter de tendencia que desde el periodo 2013-2014 viene aconteciendo de manera progresiva y continua en el país.
- 3) Es notorio y evidente como a partir de la Zafra 2013-2014 la cantidad de materia prima producida en el campo y molida en los ingenios ha disminuido de manera consistente. En aquel periodo de molieron 4.492.123 toneladas, constituyendo el *“record histórico nacional”*, que contrasta con los 4.025.447 toneladas molidas en la última Zafra 2018-2019, lo que implicó una reducción en ese periodo de cinco zafras de -315.156 toneladas, correspondiente a un importante -7,3%.
- 4) La producción y cantidad de materia prima procesada en los 11 Ingenios que operaron en dicho periodo de molienda, fue inferior en relación al promedio de la anterior 2017-2018 en -26.694,1 toneladas correspondiente a -0,71%; pero cuando se comparó en relación al promedio de las tres anterior (2015-2017), la disminución fue de significativas -239.383,3 toneladas para un -5,6%.
- 5) La Zona Norte fue la localidad productora más impactada al dejar de moler - 64.64.286,1 toneladas equivalentes al -12,8% respecto al periodo anterior; seguida por la región de Turrialba-Juan Viñas con -53.678,5 toneladas (-22,1%). En contraparte, la región de Guanacaste incrementó su molienda en 150.208,1 toneladas para un significativo +6,8%.
- 6) Nominalmente el Ingenio Atirro puede asegurarse que fue el más afectado pues no hizo molienda (-100%), dejando por ello de procesar -51.624,4 toneladas de materia prima que se redireccionaron, trasladaron y procesaron en los ingenios de Coopevictoria (28.771,9 t) y Juan Viñas (22.852,5 t), para un -55,7% y -44,3%, respectivamente. Le siguieron Cutris con -41.504 toneladas (-16,2%) y Providencia con -36.054,4 t (-31,6%). En sentido opuesto, CATSA elevó su nivel particular de molienda en +85.175,1 toneladas para un significativo +12,5%.
- 7) Buscando explicaciones a esa disminución productiva, la reducción del área sembrada (ha) fue definitivamente importante, pues es notoria y sentida la salida continua y sistemática de muchos agricultores del negocio por razones básicamente

de falta de rentabilidad, edad, desarrollo urbano, valor de las tierras y pérdida de interés por continuar en la actividad comercial.

- 8) La concentración y acumulo de sacarosa recuperada en los tallos de la caña, fue indiscutiblemente un punto alto y muy favorable, pues mostró una mejora promedio nacional de +3,51 kg 96° Pol/tonelada de caña molida, correspondiente a +3,30% en todo el país en relación a la que le antecedió.
- 9) Muy satisfactorio resultó comprobar que el promedio de concentración y recuperación de sacarosa de la Zafra 2018-2019, correspondiente a **109,85 kg 96° Pol/tmc, es la más alta de la historia cañero-azucarera nacional**, antecendida por la recuperada en la Zafra 2000-2001 en la que se obtuvieron 108,93 kg/tmc, para una diferencia de solo 0,92 kg.
- 10) En lo específico, la mejor concentración regional se logró en la Zona Sur con 128,18 kg para un significativo aumento de +7,95 kg (+6,6%) en relación a la zafra anterior (120,24 kg); le siguió el Valle Central con una media de 112,35 kg y un aumento de +8,63 kg (+8,3%). La concentración más baja ocurrió en Puntarenas con una media de 100,68 kg, pese a lo cual tuvo un incremento de +5,39 kg (+5,7%), sobre la que le precedió (95,28 kg).
- 11) Todos los ingenios mejoraron la concentración de sacarosa, a excepción de Juan Viñas y Taboga que la redujeron en promedio en -3,12 y -0,06 kg, respectivamente, para un -3% y -0,1%. El mayor incremento lo agenciaron en contrario Cutris con +9,49 kg (+8,4%), El General con +7,95 kg (+6,6%) y El Palmar con +5,39 kg (+5,7%).
- 12) No cabe duda que las 28.771,9 toneladas de caña procedentes de Turrialba y molidas en Victoria, contribuyeron a elevar la calidad de la materia prima procesada y remanente logrado en ese ingenio, pues su concentración promedio fue de 122,28 kg/tmc. La contribución de las 22.852,5 toneladas se proyectó también al ingenio Juan Viñas, pues su concentración final fue de 113,65 kg/tmc; solo que este ingenio tuvo otros problemas que afectaron el resultado final.
- 13) En materia de sacarosa recuperada la Zafra 2018-2019 fue muy estable y consistente en el proceso fabril semanal (25 semanas) de procesamiento y extracción, pues las variaciones durante los 195 días de molienda fueron realmente bajas; calificando por ello como una de las mejores en este concepto en los últimos años (Figura 6).
- 14) Nominalmente se fabricó en el periodo 2018-2019 un total de 8.843.747 Bultos (442.187,4 toneladas de azúcar 96° Pol) en relación a 8.622.183 Bultos (431.109,2 toneladas) de la Zafra anterior 2017-2018, para una diferencia de +221.564 Bultos (11.078,2 toneladas) correspondiente a +2,57%.
- 15) La diferencia del azúcar fabricado en la última zafra con respecto a la mayor histórica del periodo 2013-2014, que fue de 9.629.874 Bultos (481.493,7 toneladas) es muy significativo, equivalente a -786.127 Bultos (-39.306,4 toneladas) para un -8,17%.

- 16) La caída de tonelaje en el campo provocó, como se comentó anteriormente, que la cantidad de azúcar fabricada en los ingenios durante la última zafra fuera afectada negativamente aunque de manera poco significativa, lo cual provocó al compararla respecto al promedio de las tres anteriores (2015-2017), una disminución de -17.971,9 Bultos (\approx -898,6 toneladas) correspondiente a un poco significativo -0,20%. Al compararla contra la zafra anterior (2017-18), hubo por el contrario un aumento de +221.563,4 Bultos (\approx +11.078,2 toneladas) para un +2,6% en la cantidad de azúcar fabricada. Este resultado revela el efecto reductor y sistemático observado en la materia prima producida y procesada por los ingenios.
- 17) No hay duda en reconocer que la excelente concentración de sacarosa recuperada durante la última zafra, intervino y contribuyó a atenuar y compensar en buena parte la caída y reducción verificada en el tonelaje de caña y por ende en el azúcar fabricado. De no haberse dado ese hecho contrastante y hasta paradójico, las pérdidas de azúcar hubieran sido muy elevadas.
- 18) Como tendencia no existe un patrón definido en las últimas zafras en cuanto a producción de azúcar, pues los resultados de fabricación muestran altibajos en la cantidad de azúcar elaborada, determinados por los cambios acontecidos en la concentración de sacarosa contenida en la caña molida. Hay poca estabilidad en la concentración de sacarosa recuperada, lo cual viene promovido e inducido por factores bióticos y abióticos que se comentarán más adelante.
- 19) Regionalmente la zona de Turrialba fue la más perjudicada (100%) en términos de azúcar no fabricada al comparar sobre la zafra anterior, seguida por la Zona Norte que redujo el azúcar elaborado en sus dos ingenios en -75.426,2 Bultos (-3.771,3 toneladas) para un -7,3% y el Valle Central en -31.054,3 Bultos (-1.552,7 toneladas) y un -3,9%. En sentido contrario, Guanacaste logró alcanzar en el último periodo un excepcional incremento de +409.892,4 Bultos de azúcar (+20.494,6 toneladas) y un significativo +8,6%; seguido por el Pacífico Central con 49.495,6 Bultos (2.474,8 toneladas) y un +6,4%, como las dos únicas regiones con aumento, pues las cuatro restantes tuvieron una fabricación menor.
- 20) En lo particular hubo siete ingenios (53,8%) que no lograron comparativamente superar la cantidad de azúcar fabricada en el periodo anterior 2017-2018, lo que vino intervenido y determinado fundamentalmente por la disminución en la cantidad de caña molida. Por el contrario, Taboga, CATSA, Victoria y Porvenir mostraron un incremento significativo del orden de 14,8%, 13,6%, 21% y 73% en fabricación, que implicó aumentos nominales de 210.652,1 Bultos, 196.907,4 bultos, 77.620,6 Bultos y 72.738,6 Bultos, respectivamente.
- 21) Es evidente a partir de las deducciones anteriores, que el resultado agroindustrial final no pasa solo por las condiciones y características de la región agrícola, sino

también por la condición y operación de las fábricas involucradas; lo que lleva a concluir con criterio y argumento sólido, que la situación del entorno agro productivo no es el único determinante de un resultado fabril, sea este favorable o en su caso negativo.

- 22) Las plantaciones comerciales de caña de azúcar han mantenido en grado variable desde hace muchos años, una exposición y condición continua, sistemática y acumulativa de estrés biótico y abiótico, que ha limitado significativamente la capacidad potencial de alcanzar incrementos importantes y sostenidos en productividad agroindustrial.
- 23) La problemática que aqueja y limita actualmente al productor nacional de caña de azúcar, no está asociada como se ha comprobado, de manera significativa y mayoritaria a temas de carácter biológico, biomásico, de naturaleza fisiológica, fitosanitaria o tecnológica; sino más bien a los de índole económico, financiero e institucional.
- 24) La condición nacional y sectorial con prevalencia de altos costos de producción vinculada con bajos precios de liquidación por la materia prima producida y entregada, ha venido siendo determinante en la falta de inversión en tecnología, lo cual se ha traducido en agotamiento y pérdida de capacidad productiva agroindustrial de muchas plantaciones de caña, sobre todo las pertenecientes a pequeños y medianos Productores Independientes.
- 25) Las limitantes al incremento de la productividad y la producción agrícola, la rentabilidad y la competitividad productiva y comercial de la caña de azúcar en Costa Rica, vienen asociadas en mayor grado a otros factores predominantemente no de carácter tecnológico.
- 26) El clima manifestado en sus variables lluvia, temperatura y luz, fue posiblemente el factor que marco diferencia y definió en buena parte el resultado final de la Zafra 2018-2019, igual que ha acontecido también en periodos anteriores. La agroindustria azucarera costarricense es un sector que virtud de su heterogeneidad y dispersión territorial, permanentemente sufre del impacto provocado por eventos climáticos de naturaleza y magnitud diferente, que en grado variable intervienen y afectan la producción y la productividad agroindustrial, provocando por lo general fuertes pérdidas económicas.
- 27) Como evidencia del incuestionable impacto provocado por el clima por varios de sus elementos fundamentales (lluvia, temperatura, viento, humedad del aire, luz, evapotranspiración), cabe destacar la cantidad y alcance de las **Declaratorias de Emergencia** emitidas en diferentes momentos y por diversas razones, como se demuestra a continuación: 1) Impacto por Sequía. **Decreto Ejecutivo N° 38642-MP-MOPT**, Diario Oficial “La Gaceta” N° 195, 10 de **octubre del 2014**; 2) Impacto por

Lluvias. **Decreto Ejecutivo N° 39056-MP**, Diario Oficial “*La Gaceta*”, Alcance Digital N° 133, viernes 10 de **julio del 2015**; 3) Impacto por Sequía. **Decreto Ejecutivo N° 39530-MP-MAG**, Diario Oficial “*La Gaceta*”, Alcance N° 128, 04 de **julio del 2016**; 4) Huracán Otto. **Decreto Ejecutivo N° 40027-MP**, Diario Oficial “*La Gaceta*”, Alcance N° 274, martes 29 de **noviembre del 2016**; 5) Tormenta Tropical Nate. **Decreto Ejecutivo N° 40677-MP**, Diario Oficial “*La Gaceta*”, Alcance Digital N° 242, lunes 09 de **octubre 2017**; 6) Impacto “El Niño”. **Decreto Ejecutivo N° 41852-MP-MAG**, Diario Oficial “*La Gaceta*”, Alcance N° 156, miércoles 21 de **agosto 2019** y 7) Impacto “El Niño”. **Decreto Ejecutivo N° 41944-MP-MAG**, Diario Oficial “*La Gaceta*”, Alcance N° 181, miércoles 25 de **setiembre 2019**. Como se infiere, en el término de apenas cinco años (2014-2019) se emitieron siete declaratorias de emergencia por afectación del clima en zonas cañeras, ratificando su influencia e impacto.

- 28) El patrón de lluvias promedio regional y nacional verifico una significativa reducción en los años 2014, 2015 y 2016 provocada por el fenómeno de “*El Niño*”, con un repunte importante de las aguas en el 2017 por “*La Niña*” que observó, sin embargo, nuevamente una disminución significativa durante el 2018 (Figura 9); lo cual impactó las plantaciones en la mayoría de localidades cañeras, particularmente la Zona Norte, Valle Central, Zona Sur y el Pacífico Seco (Guanacaste + Pacífico Central).
- 29) La indisponibilidad de humedad en el suelo en etapas determinantes del ciclo vegetativo, se vio potenciada e incrementada por la continuidad que por muchos años ha tenido esta limitante, la cual ha marcado pauta y tendencia sostenida particularmente en el Pacífico Seco, donde se torna grave en sus impactos por tener un régimen hídrico Ústico. Este régimen de humedad mantiene condiciones secas por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos, lo que obliga a disponer de riego para lograr productividades competitivas.
- 30) El problema de la sequía se alinea y sumó al incremento observado en las temperaturas máximas y mínimas, generando una condición integral de estrés severo, virtud de su impacto negativo sobre la germinación, el ahijamiento, retoñamiento, crecimiento y maduración del cultivo, en afectación directa del tonelaje de biomasa y la concentración de sacarosa.
- 31) La afectación por “*quemadas vandálicas*” fue también elevada y muy problemática por razones urbanas y ambientales, como ocurrió en el Valle Central y la Zona Sur, principalmente; las cuales se vieron favorecidas por la sequía observada al final del año 2018, durante los meses de noviembre y diciembre.
- 32) Hubo localidades cañeras como la Zona Norte que fueron impactadas extrañamente por eventos contrarios sucedidos en un mismo periodo de su ciclo vegetativo, como sucedió con las fuertes lluvias caídas en los meses de junio, julio y agosto; contrapuestas a la fuerte sequía ocurrida a partir del mes de octubre, que

provocaron sin embargo un efecto negativo similar, traducido en una significativa caída del tonelaje de caña recolectada (Figuras 10, 11, 12).

- 33) La presencia de un ambiente seco con altas temperaturas promovió y fue favorable para el crecimiento de malezas difíciles de controlar, plagas problemáticas de fuerte impacto productivo y económico, como fue el caso del Salivazo (*Aeneolamia* spp), el Taladrador el Tallo (*Diatraea* spp), Picudo (*Metamasius* spp) y Joboto (*Phyllophaga* spp), entre otras; también permitió de formación y evolución de “*focos localizados*” de enfermedades importantes como Roya (*Puccinea* spp), Carbón (*Sporisorium scitaminuem*), Raya Roya (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*), Pokkah Boeng (*Fusarium moniliforme*) y Mosaico (SCMV-polerovirus), entre otras.
- 34) Es importante mencionar que la presencia y acción de varios agentes bióticos (plagas, enfermedades, malezas) operando individualmente, generan un impacto integral negativo, el cual se nombra y reconoce como “*síndrome*” virtud de la coalescencia de factores. La “*declinación varietal*” es un efecto de deterioro sistemático de los clones, que se refleja en una caída importante y continua de los rendimientos agroindustriales que conduce a la necesidad de renovar la plantación ante la baja rentabilidad que llega a alcanzar.
- 35) La condición de estrés hídrico y térmico sostenida en el tiempo en varias localidades, fue sin duda alguna determinante sobre los resultados agroindustriales obtenidos, los cuales impactaron negativamente y redujeron significativamente el tonelaje de caña recolectado, pero contrariamente y forma contrastante, incrementaron notablemente la concentración y recuperación de sacarosa en los tallos.
- 36) No puede soslayarse ni omitirse tampoco, considerar y tener presente, el hecho comprobado en el sentido de que se viene dando un efecto continuado, sistemático y acumulativo de problemas, que ha provocado un deterioro importante en muchas plantaciones comerciales que resulta difícil de resolver en el corto plazo, devolviendo y recuperando potenciales agroindustriales perdidos. Esa meta implica imperativa e insoslayablemente realizar inversiones en tecnología productiva.
- 37) Se tiene por demostrado que no todas las variedades de caña de azúcar de uso comercial actual, cuentan con la condición y resiliencia natural necesaria para mantener un nivel productivo agroindustrial satisfactorio en condiciones adversas, ante los embates del entorno agro productivo donde se explotan comercialmente. El efecto negativo vino promocionado por factores de índole biótico y abiótico que de manera individual e integral operaron en esa orientación. El recurso genético pese a ser muy importante como instrumento ganador para confrontar con éxito el golpe ambiental, presenta sus limitantes ante la magnitud de los eventos surgidos.
- 38) Los resultados ratifican como cierta la Hipótesis Inicial de Trabajo que dictó, que “*El resultado final de la zafra 2018-2019, no fue todo lo satisfactoria que en principio se*

esperaba, lo cual fue provocado presuntamente por razones y circunstancias de naturaleza climática (abiótica) que impactaron los rendimientos agrícolas y con ello la producción y la calidad de la materia prima cosechada en el campo y fabricada en el ingenio”.

15. Literatura Citada

- 1) Alexander, AG. 1973. **Sugarcane Physiology**. Amsterdam: Elsevier. Scientific Publishing Company 752 p.
- 2) Bermúdez Acuña, LA.; Chaves Solera, MA. 2011. **Resultado agroindustrial de la zafra 2010-2011**. En. Congreso Azucarero Nacional ATACORI “MSc. Teresita Rodríguez Salas (†)”, 18, Colegio de Ingenieros Agrónomos, San José, Costa Rica, 2011. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 8 y 9 de setiembre del 2011. Presentación Electrónica en Power Point. 54 Láminas.
- 3) Bermúdez Acuña, LA.; Chaves Solera, MA. 2012. **Comentarios resultados finales de la zafra 2011-2012**. Boletín Informativo “Conexión”, Número 6, Enero-Agosto 2012, LAICA, San José, Costa Rica. p: 1-17.
- 4) Bermúdez Acuña, L.A.; Chaves Solera, M.A. 2013. **Resultados agroindustriales finales de la zafra 2012-2013**. En. Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 19, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 20, “MSc Marco A. Chaves Solera”. Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2013. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 11-13 de setiembre. Tomo I. p: 87-103. También en: Boletín Informativo “Conexión”, Número 7, Enero-Agosto 2013, LAICA, San José, Costa Rica. p: 3-30.
- 5) Bermúdez Acuña, LA.; Chaves Solera, MA. 2014. **Resultados agroindustriales finales de la zafra 2013-2014**. Boletín Informativo “Conexión”, Número 8, Enero-Agosto 2014, LAICA, San José, Costa Rica. p: 3-50.
- 6) Cadet Piedra, E. 2017. **Caracterización de las relaciones hídricas en cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) sometidas a estrés hídrico en condiciones de invernadero en Costa Rica**. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 100 p.
- 7) Cadet Piedra, E. 2019. **Caracterización, sintomatología y respuesta de la caña de azúcar al estrés por déficit hídrico**. Boletín Agroclimático 1(14): 5-7, octubre.
- 8) Chaves Solera, MA. 1982. **La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar**. En. Seminario de Tecnología Moderna de la Caña de Azúcar, 2, San José, Costa Rica, 1982. Memorias. San José, CAFESA/ATACORI/MAG/LAICA, setiembre. p: 28-40.

- 9) Chaves Solera, MA. 1983. **Es tiempo de iniciar el control de madurez de sus cañales.** Boletín Informativo DIECA (Costa Rica) Año 1, Nº 3, San José, noviembre. p: 2-3. También en: Revista El Agricultor Costarricense 43(3-4): 41-42. 1985. También en: Boletín Informativo DIECA. Nº 23. Año 4. 1986. 3 p.
- 10) Chaves Solera, MA. 1984. **La calidad de la materia prima como factor determinante de los rendimientos agroindustriales.** Boletín Informativo DIECA. Año 2, Nº 7, San José, marzo. 3 p. También en: El Agricultor Costarricense 40(3-4):62-66 1984.
- 11) Chaves Solera, M. 2006. **Comportamiento del sector azucarero costarricense durante el periodo 2000/2005.** En. Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p: 3-14. También en: San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 16 p.
- 12) Chaves Solera, M. 2008. **Reducción productiva zafra 2007-2008: un análisis y valoración de impacto y posibles causas.** Miramar, Puntarenas, Costa Rica. LAICA-DIECA, junio. Presentación Electrónica en Power Point. 86 Láminas.
- 13) Chaves Solera, M.; Barrantes Mora, JC.; Angulo Marchena, A.; Rodríguez Rodríguez, M.; Villalobos Méndez, C.; Bolaños Porras, J.; Calderón Araya, G.; Araya Vindas, A. 2008. **Informe técnico: análisis de la disminución de la producción agroindustrial de azúcar en Costa Rica. Zafra 2007/2008.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. 95 p.
- 14) Chaves Solera, M. 2011. **Impacto de las lluvias y las inundaciones sobre la caña de azúcar en Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 14 p.
- 15) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L. 2014. **Medición del grado de variación verificado en la concentración de sacarosa recuperada en las entregas comerciales de caña de azúcar, en la región norte de Costa Rica. PRIMERA EVALUACIÓN. Año 2014.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 167 p. También en: Presentación Electrónica en Power Point. 104 Láminas.
- 16) 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.
- 17) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L. 2015. **Medición del grado de variación verificado en la concentración de sacarosa recuperada en las entregas comerciales de caña de azúcar, en la región norte de Costa Rica. SEGUNDA EVALUACIÓN. Año 2015.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 128 p. También en: Presentación Electrónica en Power Point. 62 Láminas.
- 18) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L.; Mendez Pérez, D. 2015. **Análisis de resultados agroindustriales finales de la zafra 2014-2015.** Boletín Informativo "Conexión", Número 9, Enero-Diciembre 2015, LAICA, San José, Costa Rica. 31 p.

- 19) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D. 2016. **Análisis de resultados agroindustriales finales de la zafra 2015-2016**. Boletín Informativo "Conexión", Número 10, Enero-Diciembre 2016, LAICA, San José, Costa Rica. 40 p.
- 20) Chaves Solera, MA.; Chavarría Soto, E. 2017a. **Tipos de suelo y producción de caña de azúcar en Costa Rica: Primera aproximación taxonómica**. En. Congreso Nacional de Suelos, 9, San José, Costa Rica, 2017. Memorias. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS), octubre 25 al 27, Hotel Crowne Plaza San José Corobici. 6 p.
- 21) Chaves Solera, MA. 2017b. **Suelos, nutrición y fertilización de la caña de azúcar en Costa Rica**. En. Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial, 1, Puntarenas, Costa Rica, 2017. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), octubre 10 al 12, Hotel Double Tree Resort by Hilton. 38 p.
- 22) Chaves Solera, MA. 2017c. **Floración en la Caña de Azúcar**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. 68 p.
- 23) Chaves Solera, MA. 2017d. **¿Dónde se produce territorialmente la caña con que se fabrica el azúcar en Costa Rica?** Revista Entre Cañeros N° 8. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, marzo. p: 6-26.
- 24) Chaves Solera, MA. 2017e. **El agricultor: gestor y protagonista de su propio mejoramiento**. Revista Germinar, Órgano Informativo Oficial del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, Año 7, Edición N° 21, junio. p: 5-6.
- 25) Chaves Solera, M.A. 2017f. **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.
- 26) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D. 2018a. **Análisis de resultados agroindustriales finales de la zafra 2016-2017**. Boletín Informativo "Conexión", Número 11, enero. LAICA. San José, Costa Rica. 48 p.
- 27) Chaves Solera, MA.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D.; Bolaños De Ford, F. 2018b. **Medición de los indicadores de calidad de la materia prima procesada por los Ingenios azucareros de Costa Rica durante el Periodo 2004-2016 (13 zafras)**. En. Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial, 2, Puntarenas, Costa Rica, 2018. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), junio 5 al 7, Hotel Double Tree Resort by Hilton. 75 p. *También en:* Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 75 p.

- 28) Chaves Solera, MA. 2018c. **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.
- 29) Chaves Solera, MA. 2018d. **Siembra comercial de variedades de caña de azúcar: *dinámica histórica de su cultivo en Costa Rica*.** 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. 89 p.
- 30) Chaves Solera, MA. 2018e. **Las 75 variedades de caña de azúcar más sembradas comercialmente en Costa Rica durante el periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 15 p.
- 31) Chaves Solera, MA. 2018f. **Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Hawaiano (Sigla H) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años).** 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. 7 p.
- 32) Chaves Solera, MA. 2018g. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la región de Guanacaste, Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. 23 p.
- 33) Chaves Solera, MA. 2018h. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en el Pacífico Central (Puntarenas), Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 27 p.
- 34) Chaves Solera, MA. 2018i. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en el Valle Central (Grecia-San Ramón), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 29 p.
- 35) Chaves Solera, MA. 2018j. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Región Norte (San Carlos-Los Chiles), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 24 p.
- 36) Chaves Solera, MA. 2018k. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Atlántica (Turrialba-Juan Viñas), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 27 p.
- 37) Chaves Solera, MA. 2018l. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Sur (Pérez Zeledón-Buenos Aires), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 28 p.

- 38) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D. 2019a. **Análisis de resultados agroindustriales finales de la zafra 2017-2018**. Boletín Informativo “*Conexión*”, Número 12, marzo. LAICA. San José, Costa Rica. 69 p.
- 39) Chaves Solera, MA.; Bolaños Porras, J.; Barrantes Mora, J.C.; Calderón Araya, G.; Rodríguez Rodríguez, M.; Angulo Marchena, M.; Barquero Madrigal, E. 2019b. **Problemas y limitantes del productor de caña de azúcar en Costa Rica: *opinión del agricultor***. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 122 p.
- 40) Chaves Solera, MA. 2019c. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en el PACÍFICO SECO (Puntarenas + Guanacaste), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 32 p.
- 41) Chaves Solera, MA. 2019d. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Este de Guanacaste, Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 23 p.
- 42) Chaves Solera, MA. 2019e. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Oeste de Guanacaste, Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, junio. 25 p.
- 43) Chaves Solera, MA. 2019f. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en San Ramón, Valle Central, Costa Rica, durante el periodo 2000-2016 (17 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 26 p.
- 44) Chaves Solera, MA. 2019g. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en Los Chiles, Zona Norte, Costa Rica, durante el periodo 2000-2016 (17 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 25 p.
- 45) Chaves Solera, MA. 2019h. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Alta (>1.000 msnm) de Cartago, Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. 30 p.
- 46) Chaves Solera, MA. 2019i. **Lluvia: *imperativo para corregir la acidez de los suelos para cultivar caña de azúcar***. Boletín Agroclimático. Volumen 2 Número 2, mayo. p: 4-5.
- 47) Chaves Solera, MA. 2019j. **Momento ideal para fertilizar y nutrir la caña de azúcar**. Boletín Agroclimático. Volumen 3 Número 1, mayo-junio. p: 4-5.
- 48) Chaves Solera, MA. 2019k. **Humedad y compactación de suelos en la caña de azúcar**. Boletín Agroclimático 1(6): 4-6, junio-julio.
- 49) Chaves Solera, MA. 2019l. **Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar**. Boletín Agroclimático 1(7): 5-6, julio.
- 50) Chaves Solera, MA. 2019m. **Clima y floración en la caña de azúcar**. Boletín Agroclimático 1(9): 5-7, julio.

- 51) Chaves Solera, MA. 2019n. **Relación agua-suelo en caña de azúcar.** Boletín Agroclimático 1(8): 5-6, agosto.
- 52) Chaves Solera, MA. 2019o. **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.
- 53) Chaves Solera, MA. 2019p. **Clima, maduración y concentración de sacarosa en la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 15, octubre-noviembre. p: 5-8.
- 54) Chaves Solera, MA. 2019q. **Temperatura, desarrollo y concentración de sacarosa en la caña de azúcar.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 16, octubre-noviembre. p: 5-9.
- 55) Chaves Solera, MA. 2019r. **Incidencia de las bajas temperaturas en la concentración de sacarosa en la caña de azúcar: el caso de Costa Rica.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 17, noviembre-diciembre. p: 6-10.
- 56) Chaves Solera, MA. 2019s. **Ambiente agro climático y producción de caña de azúcar en Costa Rica.** Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 18, diciembre. p:
- 57) COSTA RICA. 2014. **Impacto por Sequía. Decreto Ejecutivo N° 38642-MP-MOPT,** Diario Oficial *“La Gaceta”* N° 195, 10 de octubre del 2014.
- 58) COSTA RICA. 2015. **Impacto por Lluvias. Decreto Ejecutivo N° 39056-MP,** Diario Oficial *“La Gaceta”*, Alcance Digital N° 133, viernes 10 de julio del 2015. p: 3-4.
- 59) COSTA RICA. 2016a. **Impacto por Sequía. Decreto Ejecutivo N° 39530-MP-MAG,** Diario Oficial *“La Gaceta”*, Alcance N° 128, 04 de julio del 2016.
- 60) COSTA RICA. 2016b. **Huracán Otto. Decreto Ejecutivo N° 40027-MP,** Diario Oficial *“La Gaceta”*, Alcance N° 274, martes 29 de noviembre del 2016. p: 44-48.
- 61) COSTA RICA. 2017. **Tormenta Tropical Nate. Decreto Ejecutivo N° 40677-MP,** Diario Oficial *“La Gaceta”*, Alcance Digital N° 242, lunes 09 de octubre 2017. p: 4-7.
- 62) COSTA RICA. 2019a. **Impacto “El Niño”. Decreto Ejecutivo N° 41852-MP-MAG,** Diario Oficial *“La Gaceta”*, Alcance N° 156, miércoles 21 de agosto 2019. p: 2-3.
- 63) COSTA RICA. 2019b. **Impacto “El Niño”. Decreto Ejecutivo N° 41944-MP-MAG,** Diario Oficial *“La Gaceta”*, Alcance N° 181, miércoles 25 de setiembre 2019. p: 2-3.
- 64) Holdridge, L. 1982. **Ecología basada en zona de vida.** Trad. del inglés por Jiménez, H. Segunda reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 216 p.
- 65) LAICA. 1998. **LEY ORGÁNICA DE LA AGRICULTURA E INDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR N° 7818 del 22 de Setiembre de 1998.** San José, Costa Rica, LAICA. 117 p.

- 66) LAICA. 2000. DECRETO N° 28665 - MAG. **REGLAMENTO EJECUTIVO DE LA LEY ORGÁNICA DE LA AGRICULTURA E INDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR N° 7818 de 2 de setiembre de 1998.** Dado en la Presidencia de la República. San José, a los veintisiete días del mes de abril del año dos mil. 140 p.
- 67) Van Heerden, PDR.; Eggleston, G.; Donalson, RA. . 2014. **Ripening and Postharvest Deterioration.** In. SUGARCANE: Physiology, Biochemistry, and Functional Biology. / edited by Paul H. Moore, Frederick C. Botha. New York: Ed John Wiley & Sons, Inc. Iowa USA. p. 55-84.