

## Periodo 07 de febrero al 20 de febrero 2022

### RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA QUINCENA DEL 24 DE ENERO AL 06 DE FEBRERO

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

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

En la figura 1 se puede observar, a partir de datos preliminares de 114 estaciones meteorológicas, el acumulado quincenal de lluvias sobre el territorio nacional.

Los máximos de lluvia diaria varían según la región azucarera. Se tuvieron valores acumulados de lluvia diaria que no superan los 3 mm, en las regiones Guanacaste Este, Guanacaste Oeste y Valle Central; la región Puntarenas registra lluvias que no superan los 2 mm, excepto el día 06 de febrero (8 mm); mientras Región Norte registra lluvias que no superan los 4 mm; por su parte la Región Sur presentó lluvias escasas, excepto el 28 de enero (17mm); en tanto Turrialba no supera los 2 mm de lluvia al día, excepto el 28 de enero (4 mm) y el 4 de febrero (6 mm).

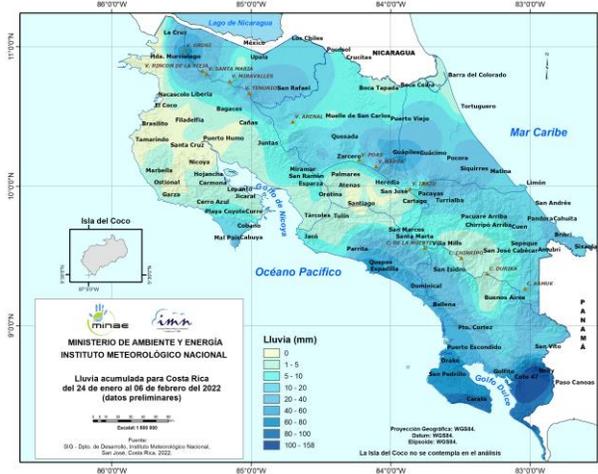


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la quincena del 24 de enero al 06 de febrero del 2021.

### PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CAÑERAS DEL 07 DE FEBRERO AL 13 DE FEBRERO

De la figura 2 a la figura 8, se muestran los valores diarios pronosticados de las variables lluvia (mm), velocidad del viento (km/h) y temperaturas extremas (°C) para las regiones azucareras. La Región Norte mantendrá viento del Este con su máximo el sábado; mostrando humedad media, con un máximo de humedad entre viernes y sábado; y temperatura media variable con máximos hacia el fin de semana. Guanacaste (Este y Oeste) presentará viento Este con tendencia a acelerarse hasta el día sábado que presentará su máximo; así como contenido de humedad baja, que se incrementa a humedad media el viernes; y temperatura media variable que muestra mañanas más frías en la primera mitad de semana. El Valle Central (Este y Oeste) tendrá viento del Este con tendencia a acelerarse hasta el sábado cuando se presentará su máximo; con contenido de humedad media que cambia a humedad baja el fin de semana; así como temperatura media variable. Para Turrialba (Alta y Baja) se prevé viento del Este; así como humedad alta a lo largo de la semana y temperatura variable con su mínimo el viernes. En la Región Sur se espera viento variable (Este y Oeste) con dominancia del Oeste; además de contenido de humedad baja-media, mostrando lluvias principalmente por las tardes; así como temperatura media variable.

#### IMN

www.imn.ac.cr  
2222-5616  
Avenida 9 y Calle 17  
Barrio Aranjuez,  
Frente al costado Noroeste del  
Hospital Calderón Guardia.  
San José, Costa Rica

#### LAICA

www.laica.co.cr  
2284-6000  
Avenida 15 y calle 3  
Barrio Tournón  
San Francisco, Goicoechea  
San José, Costa Rica

Febrero 2022 - Volumen 4 – Número 03

Puntarenas mantendrá la semana con humedad baja-media; con viento variable (Este-Oeste) con un máximo de viento del Este el domingo; acompañado de temperatura media variable.

*“La semana transcurrirá sin efecto de empujes fríos.”*

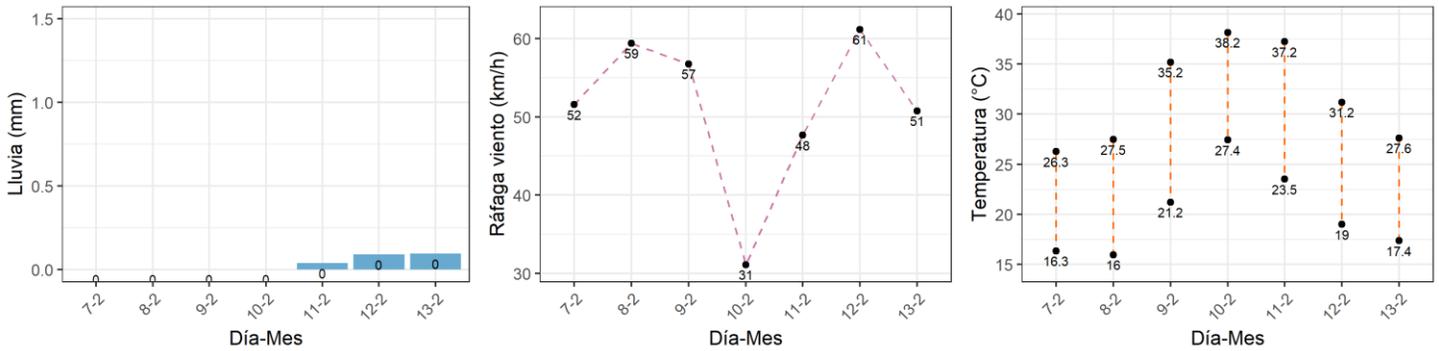


Figura 2. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 07 de febrero al 13 de febrero en la región cañera Guanacaste Este.

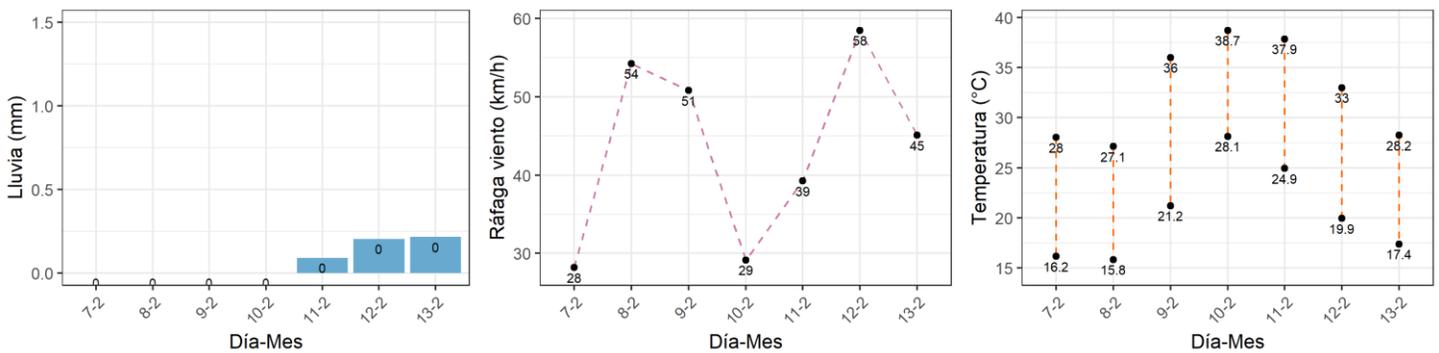


Figura 3 Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 07 de febrero al 13 de febrero en la región cañera Guanacaste Oeste.

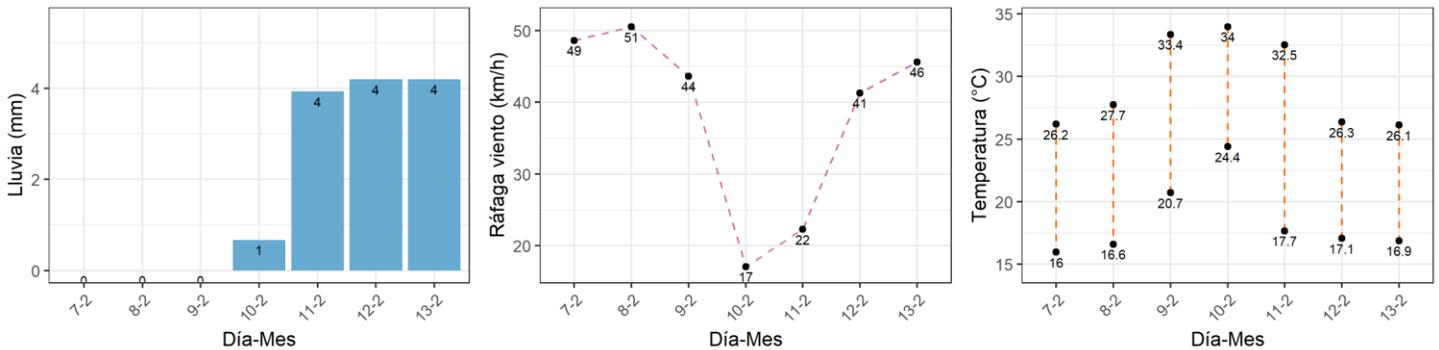


Figura 4. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 07 de febrero al 13 de febrero en la región cañera Puntarenas.

Febrero 2022 - Volumen 4 – Número 03

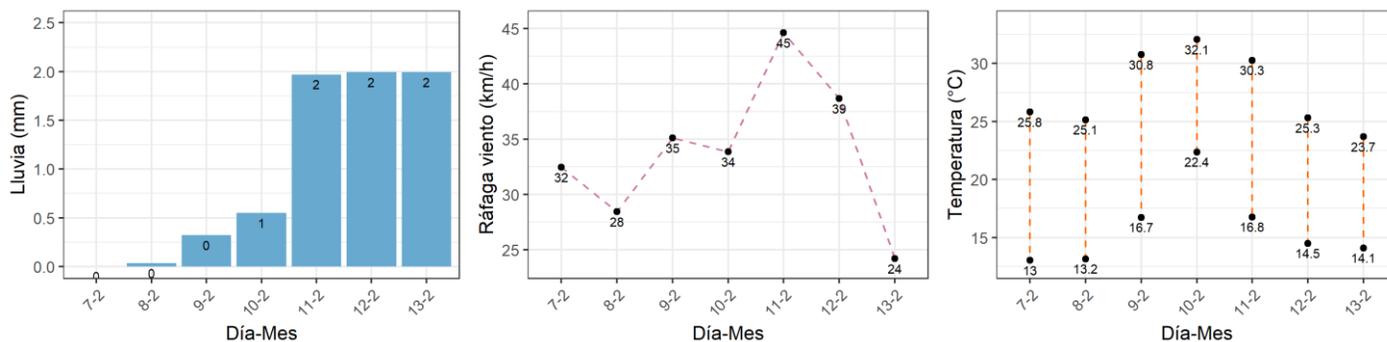


Figura 5. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 07 de febrero al 13 de febrero en la región cañera Región Norte.

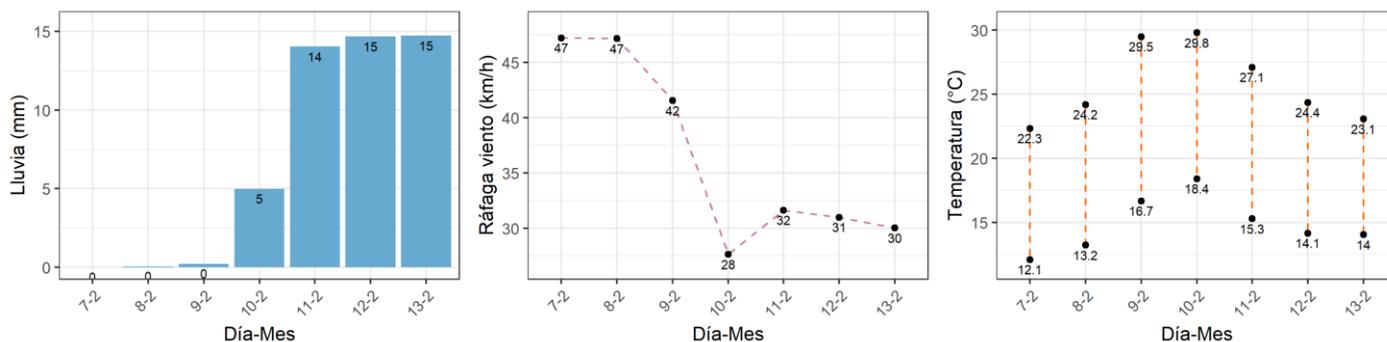


Figura 6. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 07 de febrero al 13 de febrero en la región cañera Valle Central (Este y Oeste).

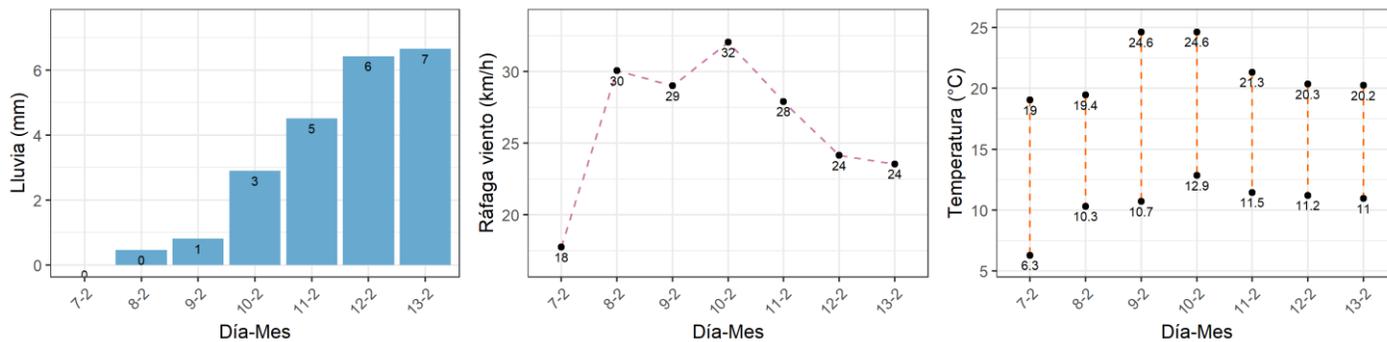


Figura 7. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 07 de febrero al 13 de febrero en la región cañera Turrialba (Alta y Baja).

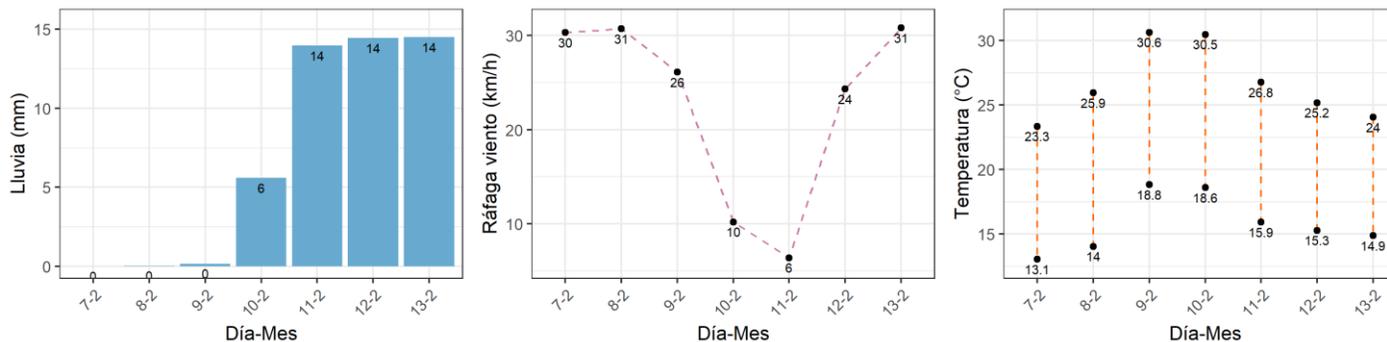


Figura 8. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 07 de febrero al 13 de febrero en la región cañera Región Sur.

Febrero 2022 - Volumen 4 – Número 03

## TENDENCIA PARA EL PERIODO DEL 14 DE FEBRERO AL 20 DE FEBRERO

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

La Región Norte iniciará la semana con humedad alta y viento del Este; así como mañanas con temperaturas menos frías y días menos cálidos que la semana previa; de forma que la semana mostrará condiciones levemente más lluviosas de lo normal y viento normal. Guanacaste (Este y Oeste) iniciará la semana con viento del Este tan acelerado como el sábado previo, además de contenido de humedad baja-media con un máximo el día lunes y temperatura variable con mañanas más frescas que la semana previa durante lunes y martes; en tanto la semana completa evidenciará lluvia y viento normal para la época. Valle Central (Este y Oeste) iniciará la semana con humedad media-alta; así como viento del Este, donde el día lunes será menos acelerado que el fin de semana y el martes sería más acelerado que el sábado previo; y temperatura media variable mostrando días más frescos durante lunes y martes; de forma que en la semana la lluvia será levemente sobre lo normal y el viento normal. Para Turrialba (Alta y Baja) se prevé que la semana de inicio con viento del Este, humedad alta y temperatura media más fresca que la semana previa; manteniéndose la semana más lluviosa de lo normal y viento normal para la época. En la Región Sur se espera un inicio de semana con viento variable (Este y Oeste) con dominancia del Este, condiciones de humedad media con un máximo de humedad el día martes y temperatura media variable; donde se espera que la semana tenga más lluvia de lo normal y viento normal para la época. Puntarenas iniciará la semana con humedad baja-media, además de viento fluctuante del Este y Oeste; y temperatura media variable; esperándose una semana con condiciones lluviosas sobre lo normal y viento normal.

## HUMEDAD DEL SUELO ACTUAL PARA REGIONES CAÑERAS

De acuerdo con Central America Flash Flood Guidance System (CAFFG), el cual estima la humedad en los primeros 30 cm de suelo, en la semana del 31 de enero al 6 de febrero se presentaron condiciones de muy baja saturación en los suelos de todas las regiones cañeras del país; la Región Norte y la Región Sur tuvieron un porcentaje mayor de humedad, pero fue muy leve con respecto al resto de zonas.

Como se observa en la figura 12, las regiones Guanacaste Oeste y Guanacaste Este tienen entre 0% y 45%, la Región Puntarenas está entre 0% y 15%, la Región Valle Central Oeste presenta entre 15% y 30% mientras que la Región Valle Central Este se encuentra entre 0% y 15%.

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

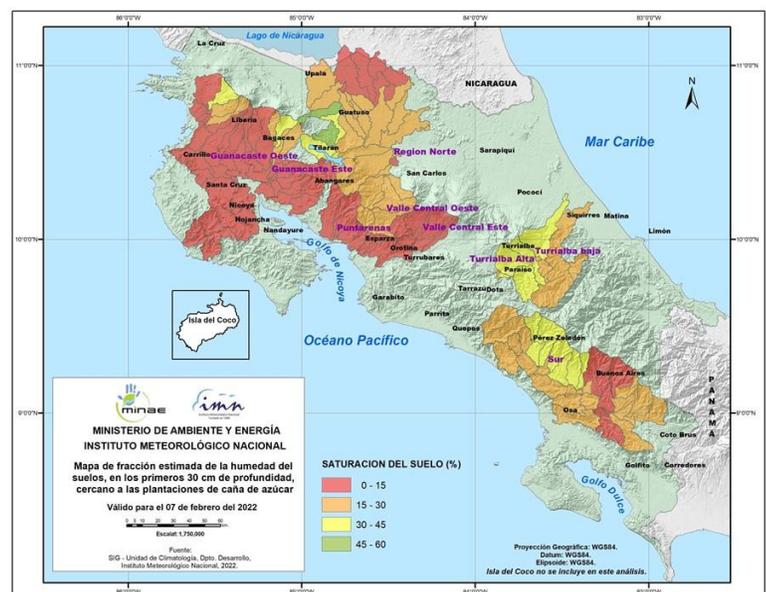


Figura 9. Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), en los primeros 30 cm de profundidad, cercana a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 07 de febrero del 2022.

## NOTA TÉCNICA

**Manejo y aprovechamiento de los residuos en la agroindustria cañera****Ing. Javier Bolaños Porras**Jefe Programa Productividad Agrícola, DIECA-LAICA  
jbolanos@laica.co.cr**Ing. Kevin Núñez Chacón<sup>2</sup>**Asistente Programa Productividad Agrícola, DIECA-LAICA  
knunez@laica.co.cr**Introducción**

La agroindustria se puede definir como aquella actividad en la cual se combinan los procesos productivos agrícolas con los industriales, con el fin de obtener productos alimenticios o materias primas para la elaboración de otros insumos, ambos destinados a diversos mercados (Saval, 2012).

La elaboración de los productos agroindustriales implica además la generación de residuos o subproductos, que en muchos casos representan volúmenes muy significativos y, por tanto, pueden ser considerados un problema ambiental. Dentro del sector, es usual que estos residuos no sean debidamente aprovechados para la preparación de nuevos productos con un valor agregado, lo cual, de acuerdo con González, 2013, sucede debido al desconocimiento de las metodologías apropiadas.

Debido al elevado volumen de los residuos agroindustriales y a su disposición inadecuada, se producen efectos negativos sobre el ambiente, los recursos naturales y la salud pública. Es por ello por lo que, el aprovechamiento y transformación de estos

residuos para la elaboración de productos con mayor valor agregado, permitirá, no solo, disminuir la presión sobre el ambiente y la salud, sino también generar recursos económicos en beneficio de los sectores sociales asociados a la cadena agroproductiva (Ramírez, 2012).

De igual forma, Ramírez (2012), destaca el hecho de que, si se da un adecuado aprovechamiento de los residuos agroindustriales, esto implicará necesariamente, dar un impulso hacia el desarrollo de tecnologías orientadas hacia su transformación sustentable, generando así nuevas alternativas de aprovechamiento.

**Tipos y características de los residuos agroindustriales**

Los desechos que se generan en el proceso industrial de los productos agrícolas son definidos por Saval (2012), como todos aquellos materiales, en estado líquido o sólido, que se obtienen a partir del consumo directo o procesamiento, que no presentan una utilidad para el proceso en el que se generaron; sin embargo, que pueden ser aprovechados y transformados con el fin de obtener otro producto con valor social, comercial y económico, esto según el sector de la agroindustria en el que se

encuentre. Muchos de estos, al ser manejados adecuadamente pueden ser aprovechados en la cadena productiva o como alternativas en la sustitución de otros productos. Dentro de los residuos agroindustriales con más uso, Vargas y Pérez (2018), mencionan los provenientes de las frutas, el bagazo de agave, la cachaza, bagazo, ceniza y rastrojos de cosecha de la caña de azúcar, las podas, pulpa y pergamino del café, la cascarilla del arroz, el bagazo y cáscara de los cítricos, por mencionar algunos. Su composición y características químicas y biológicas van a depender de su procesamiento y materia prima de la que estos provengan, pudiendo realizar combinaciones de estas, con el fin de mejorar sus características. Saval (2012), define que los residuos son por lo general materiales lignocelulósicos, con contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina principalmente, además de cierto contenido nutricional.

Partiendo de que el manejo de los residuos de la agroindustria genera altos costos, su aprovechamiento y manejo llegan a convertirse en una estrategia ambiental y económica adecuada, siempre teniendo en cuenta que la alternativa que se va a seguir debe ser cuidadosamente seleccionada, respaldada de datos como su composición física, química y biológica, calidad de componentes, la cantidad y periodicidad en la que estos se generan. Es importante mencionar que, en algunos desechos se deben de conservar sus cualidades organolépticas y moleculares, con el fin de obtener un adecuado producto en el posterior proceso.

Muñoz-Muñoz *et al.*, (2014), mencionan la importancia de conocer todas las características de los subproductos de la industrialización, esto con el fin de determinar el proceso de aprovechamiento que se va a estar realizando. Siendo algunos óptimos para la generación de calor, productos alimenticios, compostaje o la producción de biocombustibles mediante biorrefinería.

### **Tecnologías de recuperación de residuos y productos generados**

Dentro de las tecnologías de la recuperación de residuos provenientes de la agroindustria, Vargas y Pérez (2018) mencionan la existencia de tres grupos. El primero de ellos es la valoración biológica y química, mediante la cual se pueden obtener gases, líquidos y sólidos con fines comerciales, dentro de los que se mencionan pectinas, enzimas, aceites esenciales, fibras, hongos comestibles, flavonoides y carotenoides, además de incorporar procesos de compostaje. El segundo grupo corresponde a la obtención de combustibles, tales como el biogás, empleado en diversos procesos. Por último, el tercer grupo radica en la valorización térmica, la cual consiste en la reducción del volumen de los desechos y la consiguiente recuperación de energía a partir de las reacciones generadas, para ello se emplean procesos como la incineración y la pirólisis.

### **Potencial de aprovechamiento de los residuos en la agroindustria azucarera.**

Agroindustrias como la de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es un ejemplo en el cual se genera una gran

cantidad de desechos, esto debido a que, el aprovechamiento del total del volumen producido es reducido, esto en comparación a su biomasa total.

La agroindustria cañera genera al menos un 30% de su peso en residuos previo a su industrialización, y cerca del 33% del volumen de los tallos molederos después del proceso, generando grandes volúmenes de cachaza y bagazo. El bagazo es principalmente aprovechado como fuente calórica para la producción de la energía que requiere la fabricación de azúcar, y su excedente, se utiliza para la producción y venta de energía eléctrica. Por su parte, la cachaza, en su gran mayoría, es devuelta al suelo como aporte de materia orgánica, para reducir los procesos de erosión, compactación y degradación del suelo. Algunas empresas la utilizan como componente para la producción de abonos orgánicos tipo compost.

Debido a que históricamente la caña ha sido utilizada principalmente para la obtención de azúcar, el aprovechamiento de los productos residuales de su industrialización se ha dejado de lado, teniendo así una baja diversificación de productos (Basanta *et al.*, 2007).

Para lograr el adecuado manejo de los residuos cañeros, Basanta *et al.*, (2007) proponen el cumplimiento sistemático de las siguientes etapas: reconocimiento de las zonas y procesos que requieren atención prioritaria; evaluación del grado de contaminación y los contaminantes presentes; en materia química y microbiológica, elaborar las rutas de biotransformación de los desechos, acompañado de los análisis de

laboratorio correspondientes, obteniendo así un producto final óptimo para su uso.

Según ICIDCA (2006), los desechos de la industria cañera se dividen según sea su procedencia en el proceso. Dentro de estos, destacan los residuos de cosecha, las aguas residuales o desechos líquidos de la fabricación del azúcar, los residuos del proceso de fabricación de alcohol, el bagazo, la cachaza y la ceniza.

Los residuos de cosecha, compuestos de vainas, hojas, cogollos y segmentos de tallos de caña presentan varios usos, pudiendo ser aprovechados en la alimentación animal, la generación de biogás, en la obtención de fertilizantes, papel y productos hidrolizados. Además, se pueden utilizar en la sustitución del bagazo para la generación de calor en las calderas de la misma industria.

Muñoz (2017), ratifica lo anterior y menciona varias opciones de aprovechamiento de los residuos agrícolas de la cosecha como biocombustibles, tal es el caso de la mezcla de estos con el bagazo, la producción de comprimidos tipo pellets, la extracción de gases combustibles como el hidrógeno y el monóxido de carbono por medio de una transformación química, y finalmente la transformación en carbón mediante pirólisis, dando como resultado un producto con un mayor poder calorífico que los residuos que lo generaron.

Los desechos líquidos tienden a ser elevados, por lo que su aprovechamiento es vital, evitando así una gran descarga de contaminantes al ambiente. Estos líquidos, al poseer gran cantidad de nutrientes y materia orgánica, se

pueden utilizar para el riego de los suelos cañeros, siempre verificando la calidad de esta agua en términos de pH, salinidad, conductividad eléctrica, la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO), con el fin de tener claro si es necesario algún tratamiento antes de realizar las descargas a los campos.

Otros residuos producidos en la elaboración de alcohol, como las vinazas, se aprovechan en campo debido a su importante contenido de potasio; además, debido a su alto contenido proteico y mineral, pueden ser empleados en forma granular o en polvo, para la alimentación animal. Además, las vinazas se pueden emplear en la producción de biogás y fertilizantes orgánicos de alta calidad.

El bagazo, además de ser aprovechado como combustible en la generación de calor dentro de la industria, puede también ser aprovechado como fertilizante, piensos de alimentación animal, camas para aves, generación de biocarbón y la elaboración de celulosa, papel y cartón.

La cachaza, también conocida como torta de filtro, es el subproducto de más relevancia en los ingenios azucareros, este es un residuo abundante que puede ser utilizado como enmienda en los campos agrícolas, generando una mayor CIC, retención de agua y nivelación del pH.

Además, puede ser utilizado en la generación de carbón activado y biocarbones. También, puede llegar a general gran cantidad de metano, el cual puede ser utilizado

como combustible en otros segmentos de la agroindustria azucarera.



**Figura 1.** Abono orgánico realizado a partir de subproductos de la agroindustria cañera-cafetalera CoopeVictoria R.L., Grecia, Alajuela.

La ceniza procedente de la propia combustión del bagazo en las calderas de los ingenios puede ser utilizada en la fabricación de abonos orgánicos, al compostarse aeróbicamente junto a subproductos como la cachaza y el bagazo.

Los desechos lignocelulósicos de la caña de azúcar tienen el potencial uso como base de nanoportadores de agroquímicos de lenta liberación, lo cual se vuelve atractivo gracias a su abundancia, bajo costo y sostenibilidad (Lima *et al.*, 2021).

De lo anterior, algunas de las ventajas que se podrán obtener es una protección a la degradación del ingrediente activo (i.a.) por efecto de la radiación UV, una lenta y prolongada liberación del i.a. (Chen *et al.*, 2018), y una mayor eficacia del i.a. en comparación de formulaciones comerciales de los agroquímicos (Zhang *et al.*, 2021).

### Conclusiones

El conocer los productos de desecho de las agroindustrias es de suma relevancia, ya que con esto se parte para definir el proceso de manejo o uso que se va a dar, así como los respectivos pasos para la correspondiente transformación.

Es importante tener claro que, se puede transformar un desecho en productos utilizables mediante aplicaciones de diversas tecnologías, pero antes de esto, se debe de contar con el posicionamiento del producto resultante, para que este no se vaya a convertir nuevamente en un desecho.

La agroindustria cañera, mediante un adecuado uso de los residuos pueden llegar a incrementar sus utilidades, esto gracias a la comercialización de nuevos productos o la disminución o sustitución de algunos. Sumado a lo anterior, atraerá nuevo público, gracias a la gestión integral del modelo productivo y baja en la contaminación.

Se destaca que, un subproducto de desecho o residuo se puede llegar a convertir en un producto que genera múltiples beneficios con un manejo adecuado, por lo que se debe de modificar la visión que se tiene de estos, y no verlos como un problema, sino como una oportunidad atractiva para la diversificación de productos y negocios.

### Bibliografía

Basanta, R.; García, M.; Cervantes, J.; Mata, H.; Bustos, G. (2007). Sustainable recycling of waste from

sugarcane agroindustry. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 5(4): 293-305 p.

Chen, H., Lin, G., Zhou, H., Zhou, X., Xu, H., Huang, S. (2018). Preparation of avermectin/grafted CMC nanoparticles and their sustained release performance. *Journal of Polymer Environment*. 26: 2945-2953.

Zhang, D., Wang, R., Cao, H., Luo, J., Jing, T., Li, B. (2021). Emamectin benzoate nanogel suspension constructed from poly (vinyl alcohol) - valine derivatives and lignosulfonate enhanced insecticidal efficacy. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 209: 112-136.

González, D. (2013). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal*. Antioquia, Colombia. Consultado el 26 de ene. 2022. Disponible en [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1032/1/Aprovechamiento\\_residuos\\_agroindustriales\\_producci%C3%B3n\\_alimentos\\_funcionales.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1032/1/Aprovechamiento_residuos_agroindustriales_producci%C3%B3n_alimentos_funcionales.pdf)

ICIDCA. (2006). *Curso sobre tecnologías limpias en la industria azucarera*. La Habana, Cuba. Consultado el 26 de ene. 2022. Disponible en <https://www.icidca.azcuba.cu/>

Lima, P.; Ribeiro, D.; Lima, M.; da Silva, M.; Duffau, B.; Grillo, R. (2021). Recent Advances on Lignocellulosic-

Based Nanopesticides for Agricultural Applications.  
*Frontiers in Nanotechnology* 3: 1-9 p.

Muñoz, M. (2017). *Potencial de los Residuos Agrícolas de Cosecha de Caña de Azúcar, como un biocombustible*. CENGICAÑA, Guatemala. Consultado el 26 de ene. 2022. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/320087116\\_Potencial\\_de\\_los\\_Residuos\\_Agrícolas\\_de\\_Cosecha\\_de\\_Cana\\_de\\_Azucar\\_como\\_un\\_biocombustible](https://www.researchgate.net/publication/320087116_Potencial_de_los_Residuos_Agrícolas_de_Cosecha_de_Cana_de_Azucar_como_un_biocombustible)

Muñoz-Muñoz, D.; Pantoja-Matta, J.; Cuatin-Guarin, M. (2014). Utilization of agroindustrial residues as biofuels and biorefinery. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 12(2): 10-19 p.

Ramírez, S. (2012). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) y residuos de papa (*Solanum tuberosum*) para la producción de *Trichoderma spp.** Ambato, Ecuador. Consultado el 26 de ene. 2022. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3063/1/SBQ.29.pdf>

Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *Bio-Tecnología*. 16(2): 14-16 p.

Vargas, Y.; Pérez, L. (2018). Use of agroindustrial waste in improving the quality of the environment. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. 14: 59-72 p.

## DIECA Y EL IMN LE RECOMIENDAN

Mantenerse informado con los avisos emitidos por el IMN en:

 @IMNCR

 Instituto Meteorológico Nacional CR

 [www.imn.ac.cr](http://www.imn.ac.cr)

Recuerde que puede acceder los boletines en  
[www.imn.ac.cr/boletin-agroclima](http://www.imn.ac.cr/boletin-agroclima) y en  
[www.laica.co.cr](http://www.laica.co.cr)

## CRÉDITOS BOLETÍN AGROCLIMÁTICO

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

Modelos de tendencia del Departamento de  
 Meteorología Sinóptica y Aeronáutica

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL