

# De la familia Agavaceae:

## la planta de las ventanas abiertas

*On the Agavaceae family: a plant with open windows*

**Un relato sobre cómo se aprovecha el jugo del fique para la obtención de nanocelulosa bacteriana con potencial energético.**

***A story about how fique juice is used to obtain bacterial nanocellulose, a material with potential in several applications, including energy storage.***



Por / By:

Luisa María Echeverry Barrera  
luisa.echeverry@upb.edu.co

Fotos / Photos:

Equipo de Divulgación Científica  
y Comunicaciones

**P**rimera ventana:  
Amalfi, Antioquia.

El viaje inició a las cinco de la mañana. Desde Medellín, sin sumar la distancia hasta la vereda Naranjito, son más de 150 km. Unas cuatro horas y media de viaje. Cuando llegamos al centro urbano del municipio de Amalfi, a eso de las once de la mañana, no contábamos con que era necesaria una doble suspensión que soportara los huecos y las piedras de la carretera

**First window:**  
Amalfi, Antioquia.

The trip began at five in the morning. From Medellín, without adding the distance to the Naranjito path, it is more than 150 km or about four and a half hours of travel. When we arrived at the urban center of the municipality of Amalfi, at around eleven in the morning, we did not take into consideration the need for a 4WD to support the holes and the stones of the uncovered road.

destapada, así que Canito, como se le conoce en el pueblo, o don Canito, como le decía yo, nos transportó en su clásico Toyota Land Cruiser blanco y azul hasta el punto de encuentro con Eduardo Trujillo Aramburo, o don Eduardo, como le decíamos todos.

Él nos esperaba en un predio llamado El Porvenir; un terreno de 400 hectáreas en el que se cultiva la planta del fique en gran extensión, exactamente, 350 hectáreas. El resto es un área protegida en la que se conservan 16 nacimientos de agua. Don Eduardo Trujillo es el dueño principal de ese cultivo, pero, no es solo suyo: lo comparte con sus dos hijos y su esposa. Ese día, con su acento paisa, y algunas lágrimas de nostalgia y alegría, esas que describen mejor que las palabras los sueños cumplidos, nos habló sobre el proyecto familiar AGAVE S.A.S.



Ilustración:  
Laura Acevedo Ruiz

**La nata que se forma en el jugo del fique es nanocelulosa bacteriana, una membrana que, si se observara con un microscopio potente, mostraría que está constituida por estructuras fibrilares, de tamaño nanométrico.**



Eduardo Trujillo Aramburo, dueño principal del proyecto familiar AGAVE S.A.S



**The cream that results from the fique juice is bacterial nanocellulose, a membrane that, if observed with a powerful microscope, would show that it is made up of nanometric-sized fibrillar structures.**

So, Canito, as he is known in the town, or Don Canito, as I used to call him, took us in his classic white and blue Toyota Land Cruiser to the meeting point with Eduardo Trujillo Aramburo, or Don Eduardo, as we all called him.

He was waiting for us in a place called El Porvenir; an area of 400 hectares in which the fique plant is largely cultivated, exactly 350 hectares. The rest is a protected area in which 16 water springs are preserved. Don Eduardo Trujillo is the main owner of this crop, but, in reality, it is not only his: he shares it with his two children and his wife. That day, with his Paisa accent, and some tears of nostalgia and joy, those that describe dreams come true better than words, he told us about the family project AGAVE S.A.S.

AGAVE nació de la trayectoria mía como asistente técnico en la Compañía de Empaques durante 38 años... En un pensar antioqueño de decir: yo soy capaz. Seleccionamos el nombre de AGAVE, porque es la familia del fique. Las agaváceas se identifican mucho con el tequila. Entonces a uno le dicen:

—Aaah, lo del tequila.

—No, pero es que esta es una planta prima de la del tequila.

—Aaah, pero qué interesante.

Entonces ya abre uno la ventana al tema del fique.

Nuestra visita, el 11 de marzo de 2021, solo explica una de tantas ventanas y puertas que se pueden abrir para trabajar con esta planta, además de la ya conocida extracción de fibras para la elaboración de cuerdas, costales y otros productos textiles. Se trata de un proyecto denominado *Nanocelulosa bacteriana obtenida de la biomasa de la planta del fique para su aplicación en el almacenamiento de energía*, en el que trabajan investigadores de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) y Queen Mary University of London (QMUL).



*Nanocelulosa bacteriana obtenida del cultivo de la bacteria Komagataeibacter medellinensis en el jugo de fique.*



*Biomasa de las hojas de fique luego del desfibrado.*



AGAVE was born from my career as a technical assistant at "Compañía de Empaques" (Packaging Company) for 38 years... In an Antioqueño way of thinking, I said: I can do it! We chose the name AGAVE, because it is the family of the fique. Agavaceae are very much identified with tequila. So, you are often told:

—Ah, you're talking about tequila.

— No, but this is a plant of the same family of tequila.

— I see. How interesting!

Then one is opening the window to the subject of fique.

Our visit, on March 11, 2021, only explains one of the many windows and doors that can be opened to work with this plant, in addition to the well-known extraction of fibers for the production of ropes, sacks, cords and other textile products. This is a project called *Bacterial Nanocellulose* obtained from the biomass of the fique plant for its application in energy storage, in which researchers from Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) and Queen Mary University of London (QMUL) are working together.

Cuando llegamos al campamento, luego de cruzar una quebrada y caminar entre pencas que te hacen sentir como uno de los siete enanitos, don Eduardo nos contaba que algunas crecen hasta siete metros de altura e, incluso, se realizan concursos que premian su tamaño; tuvimos que esperar cerca de una hora hasta que el capataz, como le decía nuestro anfitrión, reparó la máquina desfibadora, pues, de casualidad, no quiso funcionar cuando estábamos reunidos a su alrededor para observar en primera fila la manera como se extraen las fibras, el jugo y el bagazo de sus hojas. Al final, lo conseguimos.

Resulta que el porcentaje del residuo es más alto que el de las fibras cortas y largas: alrededor de 95 % versus 5 %, lo que genera en don Eduardo mayor interés en las alternativas para el aprovechamiento de esta biomasa. "Tenemos mucha expectativa en los otros productos del fique. Hay un tema que tenemos con la Universidad (al que) nosotros le decimos nata, o sea, una actividad de bacterias benéficas que se pueden desarrollar, o inducir a que se desarrollen en ese jugo, y que puede llegar a un proceso industrial en varias líneas, (entre ellas), acumuladores de energía. Ahí también hay una ventanita muy agradable".

---

***Amalfi is an ideal territory for the cultivation of the fique plant, its location, at an average height of 1.550 m above sea level, provides ideal climatic conditions for the growth of the plant.***

---



Máquina desfibadora para la obtención de fibras largas y cortas.

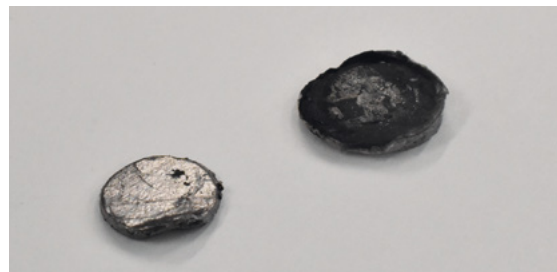
---

**Amalfi es un territorio ideal para el cultivo de la planta del fique, su ubicación, a una altura media de 1.550 m sobre el nivel del mar, brinda condiciones climáticas idóneas para el crecimiento de la planta.**

---

*When we reached the camp, after crossing a stream and walking among stalks that make you feel like one of the seven dwarfs, Don Eduardo told us that some of them grow up to seven meters high and that contests are even held to reward the farmer that grows the largest plant. We had to wait about an hour until the foreman, as our host told him, repaired the shredding machine, because, coincidentally, it would not work when we gathered together around it to be the first to observe how the fibers, the juice and the bagasse of its leaves are extracted. In the end, we got it.*

*It turns out that the percentage of the residue is higher than that of short and long fibers: around 95 % versus 5 %, which makes Don Eduardo have greater interest in alternatives for the use of this biomass waste. "We have a lot of expectations in the other products of the fique. There is an issue that we have with the University (which) we call cream, I mean, an activity of beneficial bacteria that can be developed, or induced to be developed, in that juice, and that can reach an industrial process in several lines, (among them), energy accumulators. There is also a very nice little window there."*



Batería de ion de litio que almacena nanocelulosa bacteriana.

La nata que se forma en el jugo del fique es nanocelulosa bacteriana, una membrana que, si se observara con un microscopio potente, mostraría que está constituida por estructuras fibrilares, de tamaño nanométrico, formadas a partir de un proceso biológico realizado por la bacteria *Komagataeibacter medellinensis*.

Por lo general, los investigadores cultivan este microorganismo en medios comerciales a los que deben agregar las cantidades nutricionales necesarias para garantizar su crecimiento, pero, en este caso, con los resultados obtenidos hasta el momento en el marco del proyecto, el jugo del fique se convierte en un medio ideal que puede proporcionar glucosa (2 %) y diez veces más contenido de fuente de nitrógeno de manera natural. Así, la bacteria absorbe el jugo en su totalidad para alimentarse, crecer y producir "nata". Una producción que, además, llega casi al doble en comparación con el medio comercial.

"El resultado es positivo, porque no es necesario suplementar el jugo para poder emplearlo en la producción de celulosa, sino que tal cual como se extrae se puede utilizar", nos anota [Cristina Castro Herazo](#), líder del proyecto en Colombia.

*The cream that results from the fique juice is bacterial nanocellulose, a membrane that, if observed with a powerful microscope, would show that it is made up of nanometric-sized fibrillar structures, formed from a biological process carried out by the bacterium *Komagataeibacter medellinensis*.*

*In general, the researchers cultivate this microorganism in commercial media to which they must add the necessary nutritional amounts to guarantee its growth, but in this case, with the results obtained so far in the framework of the project, the fique juice becomes an ideal medium that can provide glucose (2 %) and ten times more nitrogen source content in a natural way. Thus, the bacterium absorbs the juice in its entirety to feed, grow and produce "cream". On top of that, this production almost doubles when compared to the commercial environment.*

*"The result is positive, because it is not necessary to supplement the juice to be able to use it in the production of cellulose: it can be used as it is extracted," says Cristina Castro Herazo, leader of the project in Colombia.*



**El proyecto es financiado por el Fondo Newton, mediante el programa Institutional links, y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.**

*Nanocelulosa bacteriana luego del proceso de carbonización.*



*Vista panorámica del municipio de Amalfi, departamento de Antioquia, Colombia.*

***The project is financed by the Newton Fund, through the Institutional links program, and the Colombian Ministry of Science, Technology and Innovation.***



### Segunda ventana: laboratorios UPB y QMUL

El campus de la Universidad Pontificia Bolivariana se encuentra en Medellín, a unos 8453 km de Londres. Catorce horas y media en avión, según [Google Maps](#). Nos separa el océano Atlántico, y a diferencia de la quebrada en la vereda Naranjito, cruzarlo en tiempos de pandemia no es nada fácil. Sin embargo, desde Medellín viajaron muestras de nanocelulosa, obtenidas de los jugos azucarados de las plantas de don Eduardo, hasta los laboratorios de Queen Mary University.

El [Grupo de Investigación de Ana Jorge Sobrido](#) comenzó la evaluación de métodos para su activación energética y que, de esta manera, la nanocelulosa se ensamble como electrodos en supercapacitores, que son sistemas de almacenamiento o acumulación de energía similares a una batería común. "Su diferencia radica en que se pueden cargar y descargar a una tasa mucho más alta e, incluso, en cuestión de minutos", explica [Esteban García Tamayo](#), físico e investigador de la UPB.

Mientras tanto, los investigadores de los grupos en Nuevos Materiales (Ginuma) y Energía y Termodinámica (GET) de la UPB, tras la caracterización del jugo y los hallazgos mencionados, evalúan otros métodos de activación para su almacenamiento en baterías de iones de litio. Por ejemplo:

### Second window: laboratories UPB and QMUL

*The campus of the Universidad Pontificia Bolivariana is located in Medellín, about 8.453 km from London, 14 and a half hours by plane, according to [Google Maps](#). The Atlantic Ocean separates us, and unlike the stream in the Naranjito village, crossing it in times of pandemic is not easy. However, nanocellulose samples, obtained from the sugary juices of Don Eduardo's plants, traveled from Medellín to the laboratories of Queen Mary University.*

*Ana Jorge Sobrido's research group began the evaluation of methods for its energy activation, so that the nanocellulose is assembled as electrodes in supercapacitors, which are energy storage or accumulation systems similar to a common battery. "The difference between a battery and a supercapacitor is that they can be loaded and unloaded at a much higher rate and even in a matter of minutes," explains Esteban García Tamayo, physicist and researcher at the UPB.*

*Meanwhile, after characterizing the juice and the aforementioned findings, researchers from the UPB's New Materials (Ginuma) and Energy and Thermodynamics (GET) groups are evaluating other activation methods for its storage in lithium-ion batteries. For instance:*

- Optimización en los procesos de secado (extracción del porcentaje de agua presente en la estructura de la nanocelulosa).
- Carbonización a altas temperaturas (600 °C – 800 °C).
- Posible activación con heteroátomos, es decir, con átomos que forman parte de los compuestos orgánicos, como el nitrógeno y el potasio, a excepción del carbono y el hidrógeno.

En los laboratorios de ambas universidades continúa la aplicación del método científico, tan propio y fundamental en la ciencia. Y para febrero de 2022, cuando finalice el proyecto, tendremos noticias sobre las posibilidades energéticas de la nanocelulosa bacteriana, incluso, en un escenario comercial.

### Tercera ventana: posibilidades futuras

Llegó la hora de regresar. Todo el grupo de trabajo, integrado por investigadores, estudiantes y comunicadores, subimos de nuevo al carro de don Canito. El anfitrión, Eduardo Trujillo Aramburo, nos acompañó hasta el portón que delimita su terreno, pero, antes, hizo un alto en el camino para enseñarnos el espacio donde visualiza la planta en la que se podría realizar, a escala industrial, el proceso de obtención de la nanocelulosa.

Aunque el modelo de negocio se está estudiando en alianza con Ruta N, ya hay algunas claridades, por ejemplo: los equipos requeridos para comenzar son de fácil adquisición, entre ellos, un autoclave, utilizado para la esterilización o limpieza del jugo, con el objetivo de que no crezcan en él otros microorganismos; gabinetes de almacenamiento para la fermentación estática de la bacteria, y reactivos de limpieza.

---

**Según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, cerca de 70.000 familias se benefician de la producción del fique en tres eslabones: primario, artesanal e industrial. De los 22.000 productores que hay en el país, 95 % son pequeños.**

---

***According to data from the Ministry of Agriculture and Rural Development, about 70. 000 families benefit from the production of fique in three links: primary, artisanal and industrial. Of the 22. 000 producers in the country, 95 % are small.***

---



- Optimization in drying processes (extraction of the percentage of water present in the nanocellulose structure).
- Carbonization at high temperatures (600 °C - 800 °C).
- Possible activation with heteroatoms, that is, with atoms that are part of organic compounds, such as nitrogen and potassium, with the exception of carbon and hydrogen.

*The application of the scientific method, so characteristic and fundamental in science, continues in the laboratories of both universities. When the project ends, by February 2022, we will have news about the energy storage possibilities of bacterial nanocellulose, even in a commercial setting.*

### **Third window: future possibilities**

*The time has come to go back home. The entire work group, made up of researchers, students and communicators, got back on Don Canito's car. The host, Eduardo Trujillo Aramburo, accompanied us to the gate that delimits his land, but, first, he made a stop along the way to show us the space where he visualizes the plant in which the process of obtaining nanocellulose could be carried out on an industrial scale.*



*Although the business model is being studied in partnership with Ruta N, there are already a few clear points, for example: the equipment required to start is easily available, including an autoclave, used for sterilizing or cleaning the juice, with the aim that other microorganisms do not grow in it; storage cabinets for the static fermentation of bacteria, and cleaning reagents.*

Con los análisis y conclusiones actuales, es posible hablar de un futuro prometedor. De un cultivo como el de don Eduardo, en el que hay cerca de 100 toneladas de hojas por hectárea, equivalente a 100 000 L de jugo, puede obtenerse un rendimiento de 10 000 kg de nanocelulosa bacteriana.

En el portón nos despedimos de don Eduardo, un hombre amable, trabajador y, sin duda, amante de las ventanas abiertas.

*Esta planta, 'ombe', es como un regalito que nos pusieron aquí. De pronto ese regalito no lo hemos destapado del todo, o lo destapamos, miramos y no entramos hasta el fondo a ver qué hay. Yo diría que tenemos grandes expectativas en ese tema y que aquí las podemos desarrollar.*

*With the current analysis and conclusions, it is possible to speak of a promising future. From a crop like Don Eduardo's, in which there are about 100 tons of leaves per hectare, equivalent to 100,000 L of juice, a yield of 10,000 kg of bacterial nanocellulose can be obtained.*

*At the gate we said goodbye to Don Eduardo, a kind, hard-working man and, without a doubt, a lover of open windows.*

*'Man', this plant is like a gift that somebody put here for us. All of a sudden, we have not uncovered that gift completely, or we do somehow uncover it, look a bit inside but do not go all the way to see what is there. I would say that we have high expectations on this issue and that we can develop them here.*



Investigadores (de izquierda a derecha): Stiven López Guzmán, Zulamita Zapata Benabithé, Cristina Castro Herazo, Esteban García Tamayo y Laia Posada Quintero, junto a Eduardo Trujillo Aramburo (en el centro).



Conozca aquí más información sobre el proyecto.  
<https://bit.ly/3H47fRk>

## Ficha técnica

**Nombre del proyecto:** Nanocelulosa bacteriana obtenida de la biomasa de la planta del fique para su aplicación en el almacenamiento de energía

**Palabras clave:** Nanocelulosa bacteriana; Fique; Biomasa; Energía; Baterías; Supercapacitores

**Grupos de investigación:** [G. I. en Nuevos Materiales](#), [G. I. en Energía y Termodinámica](#), [A.B. Jorge Sobrido's Seccional](#); Medellín

**Líder del proyecto:** Cristina Isabel Castro Herazo

**Correo electrónico:** [cristina.castro@upb.edu.co](mailto:cristina.castro@upb.edu.co)

## Data sheet

**Project name:** Bacterial nanocellulose obtained from the biomass of the ficus plant for its application in energy storage.

**Keywords:** Bacterial nanocellulose; Ficus; Biomass; Energy; Batteries; Supercapacitors

**Research groups:** [G. I. en Nuevos Materiales](#), [G. I. en Energía y Termodinámica](#), [A.B. Jorge Sobrido's Research Group](#)

**Campus:** Medellín

**Project leader:** Cristina Isabel Castro Herazo

**Email address:** [cristina.castro@upb.edu.co](mailto:cristina.castro@upb.edu.co)