

# CAPIRO: LA INGENIERÍA DE LAS FLORES

*Capiro: flower engineering*

Andrés L. Medaglia, Ph.D.<sup>1</sup> y Carlos Manuel Uribe<sup>2</sup>

1. Profesor titular. Departamento de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes.

Contacto: amedagli@uniandes.edu.co

2. Gerente general, Flores El Capiro S.A. Contacto: cmuribe@capiro.co

## Resumen

Capiro es una empresa líder mundial en la exportación de crisantemos en contenedores marítimos con destinos en los cinco continentes. Capiro ha aplicado la ingeniería en todos los eslabones de la agrocadena del crisantemo: producción de esquejes provenientes de las plantas madre, confinamiento y siembra de esquejes, corte de flores, operaciones de poscosecha, consolidación y trazabilidad logística. Para mantener su liderazgo, Capiro ha identificado retos donde la ingeniería jugará un papel crucial: aumento del tiempo de la cadena de frío, automatización de procesos, utilización de drones y robots para operaciones riesgosas, trazabilidad y optimización de la planeación de cultivos, entre otros.

**Palabras clave:** Flores, agrocadenas, crisantemos, logística.

## Abstract

*Capiro is a world leader in the export of chrysanthemums in maritime containers to destinations in five continents. Capiro has applied engineering to all the links in the chrysanthemum agro chain: obtaining cuttings from mother plants, sowing and confining the cuttings, flower cutting, post-harvest operations, consolidation and logistics traceability. To maintain its leadership, Capiro has identified challenges where engineering will play a crucial role in the future: increasing time in the cold chain, process automation, use of drones and robots for risky operations, traceability and crop planning optimization, among others.*

**Key words:** Flowers, agro chain, chrysanthemums, logistics

## Introducción

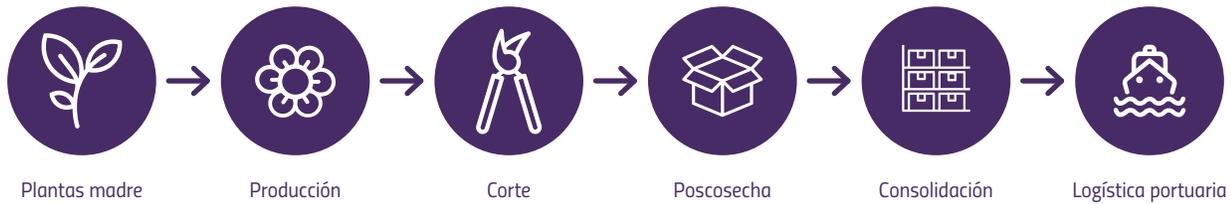
Flores El Capiro fue fundada en 1982 bajo el nombre de Geranios. En 1985 comenzó la producción de diferentes tipos de flores de corte como rosas, claveles y crisantemos; y en 1997 adquirió Flores El Capiro, desde entonces ha mantenido este nombre por estar mejor alineado al propósito empresarial. Al final de 2008, Capiro se fusionó con otras compañías como Valley Farms y se enfocó en convertirse en el mayor exportador de crisantemos del mundo. En el mismo año, la gerencia de la compañía –tomando acciones ante una aguda coyuntura económica manifestada en una fuerte revaluación del peso colombiano– decidió de forma innovadora reducir su portafolio, enfocarse en una especie (crisantemo), y apostarle a la diversificación de los mercados de exportación, que en ese entonces dependía mayoritariamente del mercado de Estados Unidos y su abastecimiento por vía aérea. Su gran apuesta y éxito posterior fue reinventar la logística de la exportación de flores a través del despacho de contenedores marítimos con crisantemos, inicialmente a los mercados del Reino Unido y Chile. Diez años después, Capiro es líder mundial en la exportación de crisantemos en contenedores marítimos, cuenta con 1800 trabajadores, seis centros productivos, 85 hectáreas de cultivos en invernadero, exporta 15 contenedores por semana (cada uno con 100.000 tallos), y el 70 % de sus exportaciones se hacen por vía marítima.

## La agrocadena de los crisantemos

La agrocadena de los crisantemos empieza con el abastecimiento del material vegetal (esquejes) que proviene de las flores madre desde Capiro –en La Ceja (Antioquia)– a cada una de las fincas productoras. Allí, a través de un proceso de confinamiento y enraizamiento con sustratos, el esqueje es sembrado a una tasa de

2.800 plantas por hora en bandejas plásticas, donde permanecen por 14 días. Este plan de confinamiento debe tener en cuenta los rendimientos, pues existe una fracción de esquejes que terminan no siendo útiles. Después de preparar la tierra de los lotes, un grupo de trabajadores se encarga de sembrar los esquejes preparados en las bandejas a una tasa de 1.800 plantas por hora. Entre diez y once semanas después, la flor está lista para el corte. Dependiendo del cliente, se cortan cuando se tienen un número determinado de flores por tallo (entre 2,5 y 3). En este proceso se utilizan máquinas que producen un corte parejo con cuchillas con tecnología originalmente holandesa. Una vez la flor es cortada, es transportada en baldes a través de un cable vía hacia el centro de poscosecha. Es allí donde se verifica la calidad y condición fitosanitaria; se tintura la flor por inmersión o aspersión (de ser necesario); y se organiza en ramos y se empaqueta de acuerdo con los requerimientos del cliente. Para garantizar que la flor permanezca en óptimas condiciones, una vez es cortada su temperatura debe bajar a 2-3 °C en un lapso de una hora. Esta cadena de frío comienza en el centro de poscosecha pero particularmente se intensifica en el centro de consolidación, donde las flores empacadas se organizan en estibas con 39 cajas dispuestas con sensores, previas al cargue en el contenedor. En el centro de consolidado se monitorea y controla cuidadosamente la temperatura, la cantidad de oxígeno y el CO<sub>2</sub>, entre otras variables. Desde el centro de consolidado se prepara y despacha el contenedor. Una vez sale de las instalaciones de Capiro, comienza la compleja logística portuaria, donde el contenedor tiene una completa trazabilidad en tiempo real de su geolocalización y de las condiciones de las flores (e.g., fotografías, temperatura). Esta trazabilidad es un punto central en la relación de confianza que construye Capiro con sus clientes. La Figura 1 presenta de forma esquemática los procesos que componen la agrocadena del crisantemo en Capiro.

Figura 1. Agrocadena del crisantemo en Capiro



## La ingeniería en Capiro

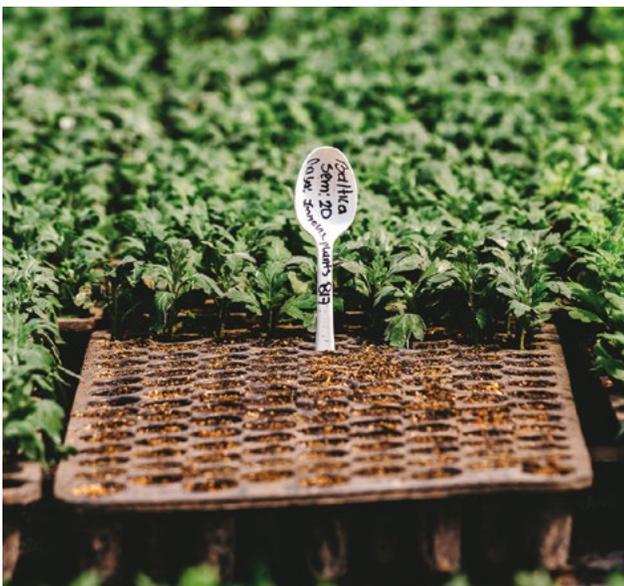
La ingeniería está presente en cada uno de los eslabones de la agrocadena del crisantemo presentada en la Figura 1.

En primer lugar, de forma estratégica, la ubicación de la operación de Capiro en el oriente antioqueño es responsable de unos ciclos de producción cortos de tan solo 11 semanas, comparados con zonas como la

Sabana de Bogotá, donde la mayor altura requiere un ciclo de 13 semanas. La determinación de una ubicación óptima es un problema central de logística y Capiro lo ha resuelto de forma natural al ubicar sus sedes en el oriente antioqueño.

Capiro enfrenta a diario otro problema central de ingeniería (industrial) que tiene que ver con la planeación de sus cultivos y recursos. A partir de lo que quieren los clientes para una fecha determinada, la dirección de producción

Figura 2. Planeación de cultivos



determina cómo se deben planear (hacia atrás) cada una de las operaciones a través de una delicada coordinación de recursos de las fincas cumpliendo así con la cantidad, calidad, y tiempo adecuados. La solución a este problema requiere una planeación detallada de esquejes, esquejes enraizados, tallos, flores, ramos, cajas, *pallets* y, finalmente, contenedores. En el caso de Capiro, gracias a la experiencia de sus ingenieros, es sorprendente la precisión que se tiene en la planeación de producción de flores, dado lo complejo del proceso (ver Figura 2: Planeación de cultivos).

Otro aspecto central que tiene que ver con la ingeniería en Capiro es la innovación de herramientas en el área

de los cultivos. Las máquinas de corte de tecnología holandesa fueron adaptadas para poder mejorar los cortes de los tallos. De la misma forma, el proceso de siembra ha requerido que se desarrollen herramientas que ayuden a estandarizar y mejorar la productividad en la siembra de esquejes enraizados. Otra innovación en el área de cultivos tiene que ver con unas mallas que a medida que la flor crece se van elevando para mantener el tallo con soporte. Finalmente, los mecanismos de riego por goteo han tenido que ser adaptados para cumplir con las necesidades de los cultivos. Además de los impactos en productividad, estas innovaciones tienen impactos ergonómicos que contribuyen a un mayor bienestar para el trabajador (ver Figura 3).



Figura 3. Innovaciones en el área de cultivos (invernaderos).

- a) Bandejas con esquejes
- b) Riego por goteo
- c) Máquina de corte

Después del corte, comienza el manejo de la cadena de frío, que es el eje central de la logística y una de las grandes ventajas competitivas de Capiro. Para garantizar que a una hora del corte la temperatura se mantenga entre 2 y 3 °C, se requiere una gran eficiencia en las operaciones posteriores al corte. Un elemento que imprime agilidad es el sistema de transporte interno por cable vía que permite un movimiento

eficiente de las flores cortadas (ver Figura 4). Una vez en el área de poscosecha (ver Figura 5), otro aspecto clave relacionado con la logística y la conservación de la flor en las mejores condiciones, tiene que ver con los empaques de cartón y recipientes plásticos que se utilizan para transportarlas. Este es otro punto donde la innovación, el diseño y la ingeniería se destacan (ver Figura 6).

Figura 4. Transporte por cable vía del corte a la poscosecha.



Figura 5. Centro de poscosecha.



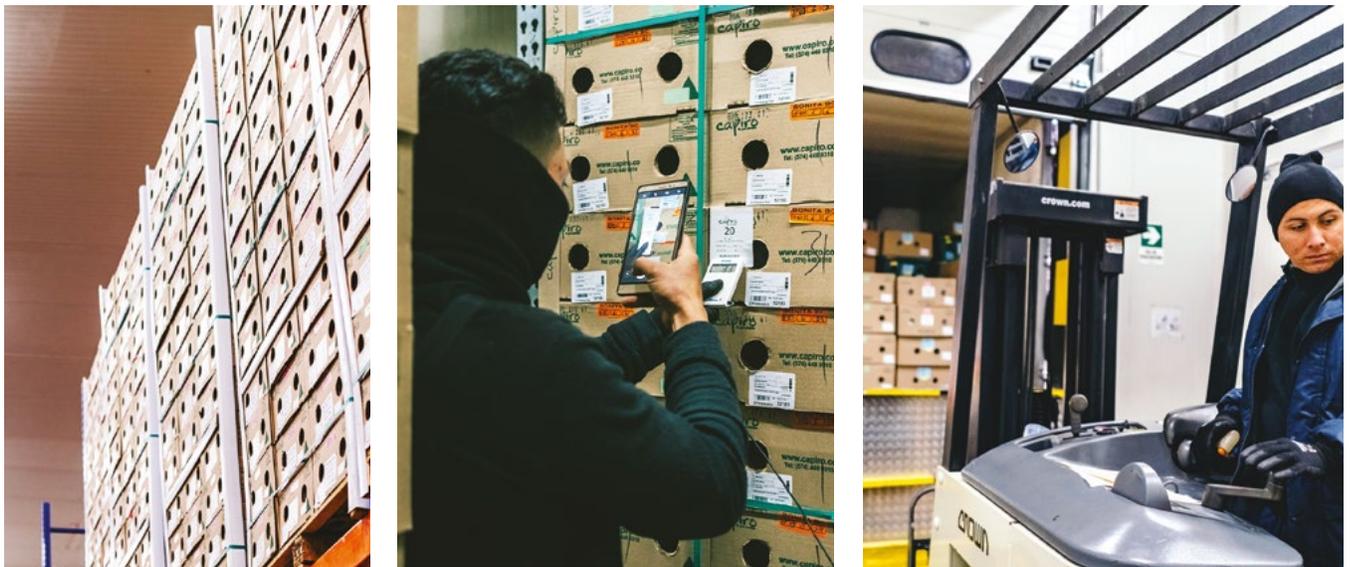
Figura 6. Innovación en empaques y recipientes (transportes) en el área de poscosecha.



El centro de consolidación es el lugar donde el manejo de la cadena de frío es aún más crítico (ver Figura 7). Gracias a la inyección de aire forzado, a un completo despliegue de sensores y de alarmas, es posible monitorear y controlar la temperatura óptima y las variables críticas para la buena conservación de las flores en su preparación para el envío en contenedor

por vía marítima. En el centro de consolidación se hace evidente también la innovación en el empaque que permite compactar 39 cajas en una estiba y transportar 1.116 cajas por contenedor. La inclusión de *data loggers* en algunas cajas de las estibas permiten preparar el contenedor para registrar las variables críticas durante el transporte que puede durar más de 30 días.

Figura 7: Estibas, instrumentación y transporte en el centro de consolidación.



Una vez el contenedor sale de Capiro, un sistema de información desarrollado internamente permite el monitoreo y la trazabilidad de los contenedores durante su travesía al destino final en alguno de los cinco continentes. Durante el tiempo de viaje y en los puntos de control, se hace un registro fotográfico que

alimenta el sistema de información. De esta forma, el cliente tiene información oportuna sobre el estado del contenedor y su geolocalización. En determinado momento, en las pantallas mostradas en la Figura 8, se pueden monitorear más de 100 contenedores desde el centro de control de Capiro.

Figura 8. Trazabilidad de los contenedores



## Los retos de Capiro

Dado el dinamismo propio de Capiro hay una gran variedad de retos identificados que exigen una mirada y contribución desde la ingeniería. A nivel estratégico y de largo plazo, el alto precio de la tierra en el oriente antioqueño hace que haya una presión creciente por mejorar la productividad por hectárea. Para hacerlo, hay muchos factores que pueden ayudar a incrementarla. Uno de los grandes retos es el desarrollo de nuevos materiales vegetales que empiecen a balancear la dependencia que se tiene actualmente de los *breeders* holandeses. De igual forma, hacia el futuro, se espera cada vez más regulaciones estrictas en términos de los trazos de fertilizantes. El desarrollo de tecnologías que permitan mantener el control fitosanitario de forma sostenible se presenta como un gran reto para acceder y poder mantenerse en mercados internacionales cada vez más exigentes. Finalmente, para acceder a nuevos mercados, es estratégico aumentar el tiempo en la cadena de frío para alcanzar tiempos de viaje de 50-55 días.

A nivel de los cultivos, es importante desarrollar tecnologías que ayuden a mejorar la productividad y a reducir riesgos para los trabajadores. Uno de los trabajos que Capiro ha venido desarrollando es el de la selección de esquejes con sensores de visión que permitan una mayor eficiencia en el proceso y la reducción de errores de clasificación. Para reducir los riesgos en el personal, en los cultivos se tienen planes de experimentar con la fumigación con drones y robots. En esta misma línea de automatización y reducción de riesgos, se vienen adelantando desarrollos de robots que ayuden con el lavado del plástico del techo de los invernaderos. La planeación de los cultivos y el crecimiento de Capiro exigen el desarrollo de sistemas de información integrados para la planeación de las operaciones de siembra, corte y logística. Para ello, se hace necesario invertir en el desarrollo de módulos de planeación de la demanda, modelos de crecimiento de cultivos y modelos de optimización de recursos con

el objetivo de programar y coordinar los recursos. Finalmente, existen oportunidades en el campo de la agricultura de precisión para determinar dónde es adecuado sembrar y bajo qué condiciones.

En las áreas de poscosecha y consolidación existen otros retos. La trazabilidad haciendo uso de la tecnología RFID (acrónimo del inglés *radio-frequency identification*) presenta oportunidades para mejorar aún más las operaciones logísticas en Capiro. La exploración de nuevas tecnologías y técnicas de empaque podrían aumentar el número de cajas que se puedan enviar por contenedor, aumentando así la productividad.

## Conclusiones

En este artículo se presentó el caso de Flores El Capiro, una empresa líder en el sector floricultor a nivel global. A lo largo de la agrocadena del crisantemo pudimos identificar valiosos aportes de la ingeniería para hacer a Capiro la empresa líder que es hoy. Hacia el futuro, existen retos basados en ingeniería que la empresa tendrá que enfrentar. Entre estos retos se destacan el desarrollo de nuevo material vegetal, aumento del tiempo de la cadena de frío, automatización de procesos (e.g., selección de esquejes), utilización de drones y robots para fumigación y operaciones riesgosas, trazabilidad vía RFID, modelos de optimización para planeación de cultivos, entre otros.

## Agradecimientos

Los autores agradecen especialmente a José Ignacio Valderrama, Carlos Andrés Escobar y Gabriel J. Zuluaga quienes compartieron generosamente su conocimiento sobre el proceso de cultivo y logística de la exportación del crisantemo durante la visita a Capiro, en La Ceja (Antioquia). ●

