

# ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA REGIÓN DE MURCIA

## ANTOCIANOS: CUANDO EL COLOR ES SALUD

Discurso de ingreso leído por la Académica Electa

**Ilma. Sra. Dña. Cristina García-Viguera**

en el acto de la Sesión Solemne de su Toma de Posesión como Académica de Número,  
celebrado el día 24 de marzo de 2025 y Discurso de Contestación a cargo de  
la Académica de Número

**Ilma. Sra. Dña. Francisca Sevilla Valenzuela**



Academia  
asociada al  
Instituto de  
España







## ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA REGIÓN DE MURCIA

### ANTOCIANOS: CUANDO EL COLOR ES SALUD

Discurso de ingreso leído por la Académica Electa

**Ilma. Sra. Dña. Cristina García-Viguera**

en el acto de la Sesión Solemne de su Toma de Posesión  
como Académica de Número, celebrado el día 24 de  
marzo de 2025 y Discurso de Contestación a cargo de la  
Académica de Número

**Ilma. Sra. Dña. Francisca Sevilla Valenzuela**

Murcia 2025





Este discurso se ha impreso con financiación y colaboración de la Dirección General de Universidades e Investigación, dependiente de la Consejería de Medioambiente, Universidades, Investigación y Mar Menor de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

**Todos los derechos reservados.**

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y ss. del Código Penal).

© Academia de Ciencias de la Región de Murcia, 2025

© Cristina García-Viguera

ISBN: 978-84-09-70734-8

Depósito Legal: MU 325-2025

Impresión: Compobell S.L., Murcia

## **Antocianos: cuando el Color es Salud**

**Discurso de Ingreso leído por la Académica Electa  
Ilma. Sra. Dña. Cristina García-Viguera**



## **Presentación y Agradecimientos**

Excelentísimo Sr Presidente de la Academia

Ilustrísimo Secretario General

Ilustrísimos Académicos e Ilustrísimas Autoridades

Queridos familiares, amigos y compañeros

Señoras y Señores

Mis primeras palabras no pueden ser otras que el reconocimiento a la Academia de Ciencias de la Región de Murcia, por aceptarme en su seno, como Académica de Número y poder compartir este título, con los grandes referentes de la Ciencia de nuestra Región. Por tanto, en primer lugar, debo agradecer a su Presidente, el Exmo Sr D. Angel Ferrández Izquierdo y a todos los Académicos de Número, el honor del que me hacen partícipe al depositar en mí su confianza para permitirme ocupar hoy esta Tribuna. Todo ello es especialmente emotivo, dado que entre ellos se encuentran queridos compañeros del CEBAS-CSIC que me han apoyado en mi Carrera Investigadora desde el inicio de la misma en Murcia. En particular quiero dar las gracias a los Académicos D. Francisco A. Tomás- Barberán, D. Carlos García Izquierdo, D. Juan José Alarcón, D. Antonio Cerdá, D. Félix Romojaro (que nos dejó hace un tiempo) y, muy especialmente, a Dña Francisca Sevilla Valenzuela por su siempre incondicional apoyo, proponerme como candidata y realizar el discurso de contestación. Además, no puedo dejar de mencionar a D. Angel Pérez Ruzafa, con quién me unen, además, otros vínculos, ajenos a la Ciencia.

Cuando hace aproximadamente un año recibí la noticia de mi elección como candidata para ingresar en la Academia de Ciencias de la Región de Murcia, fui consciente de que este discurso supondría un momento importante en mi vida profesional, pero no podía imaginarme la gran

ilusión que conlleva, hasta que no empecé a prepararlo, ya que, justo en ese momento fui plenamente consciente del gran honor que supone este reconocimiento, a la vez que la gran responsabilidad que representa.

Obviamente, para llegar aquí se han cruzado en mi camino muchas personas, por lo que considero necesario agradecer públicamente la ayuda a todas las del ámbito científico que han hecho posible este reconocimiento, empezando, sin poder ser de otra manera, por Dña María Cascales Angosto, primera mujer científica del Instituto de España, como representante de la Real Academia Nacional de Farmacia, Supernumeraria de dicha Academia, Medalla de Oro de la Academia de Doctores de España y galardonada, entre otros, con la Gran Cruz de Alfonso X el Sabio, quien me acogió como alumna interna, en su grupo de Bioquímica del Centro Mixto CSIC-UCM, desde el verano que cursaba tercero de Farmacia hasta finalizar la licenciatura, trasmitiéndome su entusiasmo por la investigación y las Academias de España, a la vez que me hizo ver la realidad de la Investigación desde el doble punto de vista del CSIC y de la Universidad.

De igual manera, no puedo dejar de recordar a mis compañeros y amigos de promoción, con quienes tantos ratos pasé y que hicieron que la carrera fuera una de las mejores etapas de mi vida. Además, no me puedo olvidar de D. Francisco Tomás Lorente y D. Federico Ferreres, codirectores de mi Tesis, junto con D. Francisco Tomás- Barberán, que me permitieron abandonar el primer tema de tesis que me habían asignado (relacionado con la elicitación), para zambullirnos en la Ciencia y Tecnología de Alimentos y doctorarme en CC Químicas. Ni dejar de mencionar a todos los compañeros del CEBAS-CSIC con los que he compartido siempre buenos ratos durante mi carrera investigadora, recordando con especial cariño con los que coincidí los años de doctorado, así como de dirección de Centro (Juan, M Carmen y Marianela).

Mención especial merecen los científicos actuales de mi grupo, el Laboratorio de Fitoquímica y Alimentos Saludables (LabFAS): D. Diego A. Moreno, D. Raúl Domínguez- Perles y Dña Sonia Medina, el resto del grupo actual, otros a los que he tenido el placer de formar como doctores (Pilar, Antonio, Fernando, Carmen, Santi, Elena, Pedro, Amadeo, Nieves, Vicente, Ángel y Paco) y a los que siguen ligados al grupo, por la Ciencia y mucho más. Gracias de verdad, pues sin su trabajo hoy no estaría aquí. Tampoco puedo dejar de recordar a miembros de otras Instituciones y Universidades con quienes me ha unido, desde el principio, una relación especial como D. Daniel Valero y D. Pablo S. Fernández, a dos investigadoras que siempre quise que se quedasen, por su valía científicas y personal, pero no pudo ser (las Dras Emma Cantos y Cristina Soler) y aquellos que me enseñaron que la Investigación es más que Ciencia (D. Julián Rivas, de la Universidad de Salamanca y D. Colin Timberlake y D. Peter Bridle, de UK). Personas, en resumen, que han tenido de una u otra forma una contribución significativa en toda mi trayectoria profesional.

No puedo, tampoco, dejar de agradecer a mis amigos y familiares, con cariño especial a la que siempre ha sido mi hermana mayor (Maria del Mar), así como suegros, cuñados y sobrinos, por sus constantes ánimos para luchar por lo que me gusta, aunque a veces no sepan realmente en que consiste mi trabajo y vocación. A mis padres (Cristina y Antonio) por haber recibido siempre todo su cariño y apoyo incondicional y que tan felices estarían de verme hoy aquí. Por último, no puedo terminar sin dedicar unas palabras a Juan, mi compañero inseparable que siempre me ha brindado todo su apoyo, sin límites (a pesar de las etapas de separación impuestas por este trabajo) y con quien la vida es única, en unión con nuestra hija Marta, que ha supuesto siempre un ejemplo, una alegría y un aliciente diario para seguir trabajando por un futuro mejor.

El título de la Lección de Investidura en la Academia de Ciencias de la Región de Murcia es “Antocianos: cuando el Color es Salud”. La elección del tema refleja mi especial predilección por este grupo de flavonoides, los (poli)fenoles principales que me han acompañado desde hace más de 35 años en mi carrera investigadora.

## ANTOCIANOS: CUANDO EL COLOR ES SALUD

### **Introducción**

Es de todos conocido una de las frases más memorables de la medicina, en las que Hipócrates anticipaba “Que tu medicina sea tu alimento, y el alimento tu medicina”. Con esto en mente y mi formación farmacéutica, pero dentro de un entorno no sanitario, comencé a estudiar la gran relación existente entre alimentos y salud, especialmente en aquellas dietas ricas en productos de origen vegetal, relacionadas con una disminución en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer, cognitivas o Síndrome Metabólico (Steinmetz y Potter, 1996; Van Duyn y Pivonka, 2000). Esta relación ha hecho que, desde diferentes Instituciones responsables de la Salud Pública, como por ejemplo la OMS, FAO, EFSA o AESAN, se hagan campañas que indican los beneficios derivados de una dieta equilibrada, que incluya una alta proporción de frutas (destacando los frutos rojos), verduras y hortalizas, además de productos derivados como té, café y vino (con moderación). Estas campañas van dirigidas, no sólo a promover una mejor calidad de vida a corto plazo, sino también a un envejecimiento más saludable, especialmente dado el aumento de la esperanza de vida que se viene registrando en la sociedad actual en los últimos años. Así, la diversidad de investigaciones pasadas y presentes, acerca de las beneficios de dietas equilibradas está redefiniendo nuestra comprensión de la ingesta de ciertos alimentos y su impacto global en la salud, destacando los avances en biotecnología alimentaria, que ponen en evidencia como los avances científicos están transformando la producción y calidad de alimentos; la nutrigenómica o ciencia de la nutrición personalizada, la cual analiza como la genética influye en la asimilación de nutrientes y delinea la necesidad de nutriciones personalizadas; la inteligencia artificial en la salud, que otorga aplicaciones emergentes para el análisis de datos nutricionales y recomendaciones personalizadas; los alimentos

funcionales y su impacto en la salud o la sostenibilidad e innovación en la alimentación. (Institutos Nacionales de Salud Estados Unidos (NIH)-allofus.nih.gov)

No obstante, más allá de los componentes de los alimentos y sus funciones biológicas, consecuencia de reacciones bioquímicas e interacciones con marcadores y mediadores celulares, no hay que perder de vista una realidad incuestionable: el alimento (la comida) presenta un componente hedónico y social fundamental, siendo innegable el hecho de que “comemos por los ojos”. Por tanto, basándonos en esta premisa, aquellos compuestos que otorgan al alimento características atractivas y sensaciones positivas al consumidor (p. ej., el color) potencian su aceptación e ingesta, siendo aquí donde los antocianos (o antocianinas) juegan un papel fundamental en el desarrollo de nuevos productos alimentarios y la propia dieta.

### **¿Qué son los Antocianos?**

Son pigmentos naturales hidrosolubles, que se encuentran en vacuolas de células vegetales. Pertenecen a la familia de los flavonoides, dentro del grupo de los (poli)fenoles. Están constituidos por una aglicona (antocianidina), a la que se le unen azúcares por medio de un enlace glicosídico (Wagner GJ, 1982). Estos (poli)fenoles confieren color rojo, púrpura y azul a frutas y hortalizas como uvas, arándanos, moras, cerezas, granada, berenjenas, col morada, entre otros, así como flores (Figura 1).

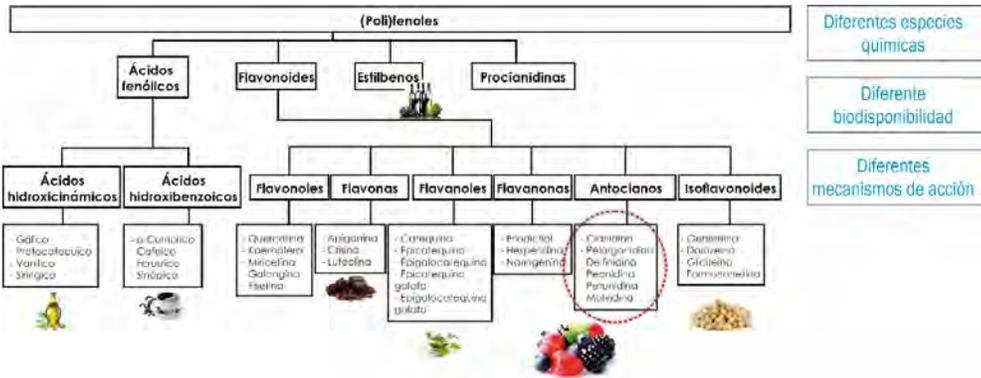


Figura 1. (Poli)fenoles presentes en matrices vegetales.

Una de sus principales propiedades químicas es que su estructura varía según el pH del medio, lo que afecta al color, que puede pasar del rojo, en medio ácido a morado/incoloro en neutro y azul en básico. Además, los antocianos son compuestos sensibles a la temperatura, presencia de azúcares, metales, ácido ascórbico, etc. (Bridle. y Timberlake, 1997); todo lo cual afecta su estabilidad y biodisponibilidad. (Figura 2)

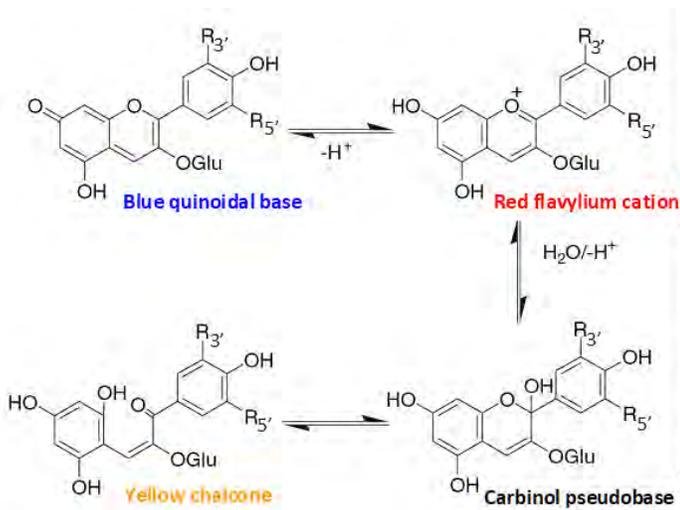


Figura 2. Influencia del pH en la Estabilidad de Antocianos

Cabe destacar que en ámbito agrícola o de campo (Figura 3), su importancia es significativa por varias razones, ya que presentan múltiples funciones en las plantas (Lev-Yadun y Gould, 2008), desde la protección frente a la radiación ultravioleta (se consideran fitoalexinas-compuestos químicos que la planta produce para protección propia) hasta la atracción de insectos polinizadores como abejas, aves y mariposas (favoreciendo la polinización cruzada) y animales transportadores de semillas que contribuyen a la dispersión de especies vegetales.

Como he indicado anteriormente, los antocianos actúan como antioxidantes, protegiendo a las plantas de los daños causados por factores de estrés abióticos, en este caso representados por la radiación ultravioleta (UV), pero también ayudan a mitigar el daño oxidativo causado por condiciones adversas como sequías, temperaturas extremas o salinidad del suelo y proporcionan protección contra lesiones por frío, ya que pueden absorber el exceso de luz en condiciones de baja temperatura.

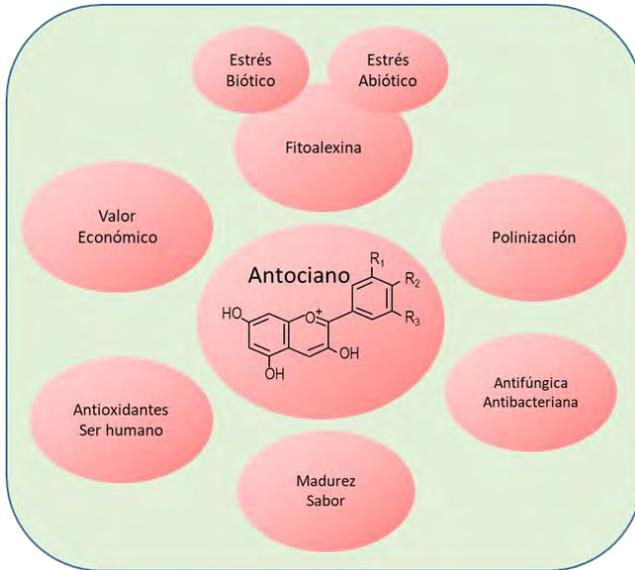
Estos pigmentos también tienen propiedades antifúngicas y antibacterianas, constituyendo elementos esenciales del sistema de defensa de la planta frente a patógenos y, en algunos casos, su presencia puede disuadir a herbívoros e insectos de atacar al fruto o a la propia planta. Esta capacidad funcional puede reducir la necesidad de pesticidas y fertilizantes químicos, dotando a las especies vegetales de resistencias adicionales frente a los distintos tipos de estrés, contribuyendo así a la sostenibilidad agrícola.

En frutas como las uvas, las cerezas y los arándanos, la acumulación de antocianos está asociada con la madurez y el sabor, lo cual es útil para determinar el momento óptimo de cosecha.

Además, las plantas y frutos ricos en estos pigmentos son apreciados en el mercado por su atractivo visual, valor nutritivo y beneficios para la

salud humana (antioxidantes), pudiendo los cultivos con alto contenido en estos pigmentos generar mayores ingresos para los agricultores.

En resumen, los antocianos son esenciales en el campo no solo por su papel en la fisiología y ecología de las plantas, sino también por su impacto en la productividad, la calidad del cultivo y la sostenibilidad agrícola.



**Figura 3.** Antocianos y Campo.

Sin embargo, la importancia de los antocianos va mucho más allá del ámbito de la agricultura, jugando un papel fundamental en la dieta humana, ya que no sólo aportan color o son indicadores del estado de desarrollo de los frutos para el óptimo manejo agronómico de los cultivos, sino que también están asociados a beneficios funcionales en relación con la protección de la salud de los consumidores (Khoo, *et al*, 2017). Basándonos en esta premisa, esta conferencia explora la actividad biológica de los antocianos y las implicaciones de ésta en la salud, sustentado por resultados de la investigación científica (no de la publicidad), así como el papel que juegan diferentes factores sobre su

estabilidad, imprescindible para la conservación de su papel protector, con el fin de proporcionar al consumidor alimentos “3S”, Seguros, Saludables y Sostenibles.

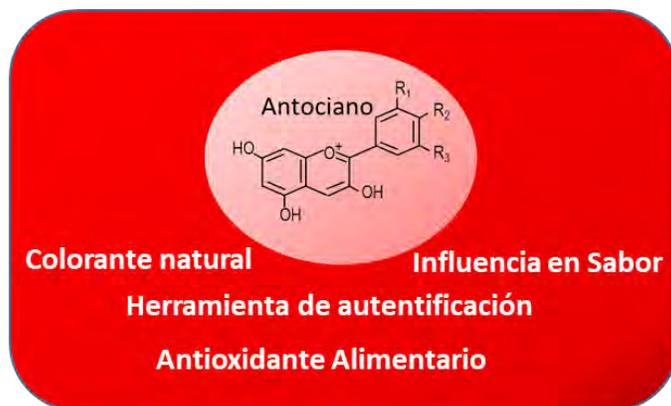
### **Usos industriales de los antocianos en función de sus propiedades**

Debido a lo versátil de su coloración (recordemos que ésta puede variar en función, por ejemplo, del pH), los antocianos son utilizados como **colorantes naturales** en alimentos y bebidas, proporcionando tonos que van desde el rojo al púrpura y azul. Por tanto, al tratarse de compuestos naturales, son una alternativa saludable a los colorantes artificiales, siendo herramientas útiles para dar respuesta a la creciente demanda de productos más naturales y libres de aditivos sintéticos (Figura 4).

Además, en general, aunque su principal función es aportar color, estos pigmentos también pueden influir ligeramente en el perfil sensorial de los alimentos, equilibrando sabores dulces y ácidos, así como ayudar a estabilizar geles y texturas en productos como mermeladas y postres.

Entre las aplicaciones específicas de estos compuestos destaca su uso en la elaboración de bebidas, como zumos y refrescos, permitiendo mejorar el color y la percepción de frescura. Así mismo, en confitería se usan en la elaboración de caramelos, gomas y gelatinas por sus colores vibrantes. Pero, además de estas propiedades tecnológicas, aportan, propiedades beneficiosas para la salud, ya que son considerados **antioxidantes naturales**, con capacidad de proteger a los alimentos frente a reacciones oxidativas (p. ej., enranciamiento), prolongando su vida útil y manteniendo la calidad del producto, al evitar la degradación de nutrientes sensibles a la oxidación. En panadería se emplean en panes y pasteles enriquecidos, al igual que en ciertos productos lácteos, como yogures, helado y quesos, lo que los convierte en productos funcionales con valor añadido para los consumidores. De forma paralela, pueden ser empleados para detectar ciertas adulteraciones, debido a su

empleo fraudulento para colorear, por ejemplo, vinos (Bridle y García-Viguera, 1996) o determinar la autenticidad de ciertos alimentos, donde se tratan de sustituir ciertos frutos por otros de menor valor, ya que cada especie presenta un perfil característico (García-Viguera, *et al*, 1997)



**Figura 4.** Usos alimentarios de antocianos.

### **Beneficios funcionales y de salud**

Como se indicó previamente los antocianos juegan, además, un papel importante en la prevención del estrés oxidativo, es decir, protegen a las células frente al daño causado por radicales libres. Dado que el estrés oxidativo es un proceso transversal que afecta al desarrollo y la severidad de diversos procesos patológicos, su regulación contribuye a reducir el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles y ligadas al envejecimiento. Así, en alimentos frescos o procesados aportan beneficios antioxidantes, antiinflamatorios y protectores frente a enfermedades cardiovasculares, diabetes y ciertos tipos de cáncer, entre otros. Todo ello basado, fundamentalmente, en los numerosos estudios que demuestran su impacto en la modulación del nivel de mediadores inflamatorios (Figura 5).



Figura 5. Efectos Saludables de los antocianos.

Los efectos sobre la **salud cardiovascular**, se basan en su capacidad para mejorar la elasticidad arterial, reducir la presión sanguínea e inhibir la oxidación del colesterol “malo”, la lipoproteína de baja densidad o LDL. Lo cual ha sido demostrado por diferentes estudios clínicos, en base a la capacidad de reducir el riesgo de infarto con el consumo habitual de frutos rojos (de Pascual- Teresa, *et al*, 2010; Mattioli, *et al*, 2020)

En relación con la contribución de los antocianos al **control de la diabetes y metabolismo energético**, se ha demostrado su efecto en la regulación glicémica, mejorando la sensibilidad a la insulina y reduciendo, por esta vía, la glicemia postprandial. Esta actividad hipoglucemiante está mediada por la inhibición de enzimas digestivas como la  $\alpha$ -glucosidasa (Zhang, *et al*, 2019; Chen, *et al*, 2020; Promyos, *et al*, 2020). Además, presentan un impacto positivo en pacientes con diabetes tipo 2, tras su ingesta, ligada al consumo de frutas ricas en los mismos.

De igual manera, se les ha otorgado **propiedades anticancerígenas**, mediadas por la inhibición de la proliferación de células tumorales o

inducción de apoptosis en células cancerígenas, disponiéndose de evidencias en este sentido en relación con cánceres de colon, mama, próstata y pulmón. Todo ello mediante mecanismos de regulación de vías de señalización celular o reducción de la inflamación crónica asociada al cáncer (Lin, *et al*, 2017)

En cuanto a los efectos en relación con la **salud cerebral y la prevención de enfermedades neurodegenerativas**, se ha demostrado una capacidad significativa de mejorar la memoria y la función cognitiva, así como de prevención del deterioro cognitivo en adultos mayores. Esta funcionalidad biológica está mediada por la capacidad de inducir mecanismos de protección neuronal frente al estrés oxidativo y de estimular la plasticidad sináptica, lo cual viene reflejado en estudios que indican, por ejemplo, la relación entre el consumo de frutos rojos y menor incidencia de Alzheimer o Parkinson (Mattioli, *et al*, 2020; Zaa, *et al*, 2023)

La **salud ocular** es otro de los ámbitos donde los antocianos han demostrado efectos protectores, mejorando la visión nocturna o mediante la prevención de enfermedades como la degeneración macular y las cataratas. Estas actividades biológicas se basan en mecanismos de reducción del daño oxidativo en los tejidos oculares o aumento del flujo sanguíneo al ojo, demostrado en estudios clínicos, por ejemplo, basado en la suplementación con antocianos donde se aprecian mejoras medibles en la agudeza visual (Silván, *et al*, 2016; Nomi, *et al*, 2019; )

La **salud intestinal** desempeña un papel crucial en el bienestar general del organismo, y los antocianos, como compuestos bioactivos presentes en frutas y hortalizas, tienen un impacto significativo (positivo) en la microbiota intestinal (Chen, *et al*, 2025).

Estos pigmentos actúan como prebióticos, promoviendo el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. (Verediano, *et al*, 2021). Estas bacterias son esenciales para mantener

un equilibrio saludable en la microbiota intestinal, lo que favorece la digestión, la absorción de nutrientes y la producción de metabolitos beneficiosos como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC). De esta forma, los antocianos, al mejorar la proporción de bacterias beneficiosas, contribuyen a un ecosistema intestinal más resistente frente a enfermedades, mejoran la composición de las bacterias intestinales y ayudan en la prevención y tratamiento de diversas afecciones relacionadas con el intestino. No obstante, más allá de estos efectos prebióticos, los antocianos también tienen propiedades antimicrobianas que ayudan a inhibir el crecimiento de bacterias patógenas como *Escherichia coli* y *Clostridium difficile*. Este efecto protector reduce el riesgo de infecciones intestinales y la producción de toxinas que pueden dañar la mucosa intestinal (Maa, *et al*, 2019).

Este conjunto de bioactividades puede otorgar beneficios a nivel intestinal, previniendo las enfermedades inflamatorias intestinales (EII) desde una perspectiva etiológica, pero también sintomática, ya que han mostrado efectos antiinflamatorios que son especialmente útiles en condiciones como la colitis ulcerosa y la enfermedad de Crohn (Li, *et al*, 2019; Farzaei, *et al*, 2018). Así, reducen la producción de citoquinas inflamatorias y la activación inmunológica autorreactiva, mejorando el estado de la mucosa intestinal y disminuyendo la sintomatología de estos procesos inflamatorios.

Además, los antocianos fortalecen la barrera intestinal al aumentar la producción de proteínas que mantienen la integridad de las uniones estrechas entre las células epiteliales. Esto previene la permeabilidad intestinal excesiva, conocida como "intestino permeable", que puede desencadenar inflamación sistémica y enfermedades autoinmunes (Verediano, *et al*, 2021).

En resumen, los antocianos tienen un impacto positivo en la salud intestinal al equilibrar la microbiota, reducir la inflamación y fortalecer la barrera intestinal. Su consumo regular, a través de alimentos

naturales o suplementos, puede ser una estrategia eficaz para prevenir y manejar enfermedades relacionadas con el intestino.

### **Pilares en los que basar el diseño de bebidas 35**

Ahora bien, existen diferentes factores que pueden disminuir o anular las propiedades organolépticas o funcionales de estos flavonoides coloreados, por lo que existe la necesidad de una investigación que cubra diferentes etapas, para abordar la conservación o incremento de las mismas, con el fin de obtener alimentos seguros, saludables y sostenibles, ricos en antocianos, en contraposición a la mera adición de compuestos con supuesta bioactividad, propios de la propaganda que los rodea, que hace ver que se tratan de “superalimentos”, por el mero hecho de contener estos u otros (poli)fenoles. Fueron estas connotaciones las que nos hicieron querer dar un paso más en la investigación, demostrando que la elaboración de alimentos saludables con una funcionalidad específica, no es una pócima mágica (como la que ingería Asterix) que nos hace más fuertes, sanos y rápidos, sino que conlleva una investigación científica que debe centrarse en tres pilares fundamentales basados en estudios integrales que abarcan desde el campo a la salud (Figura 6).

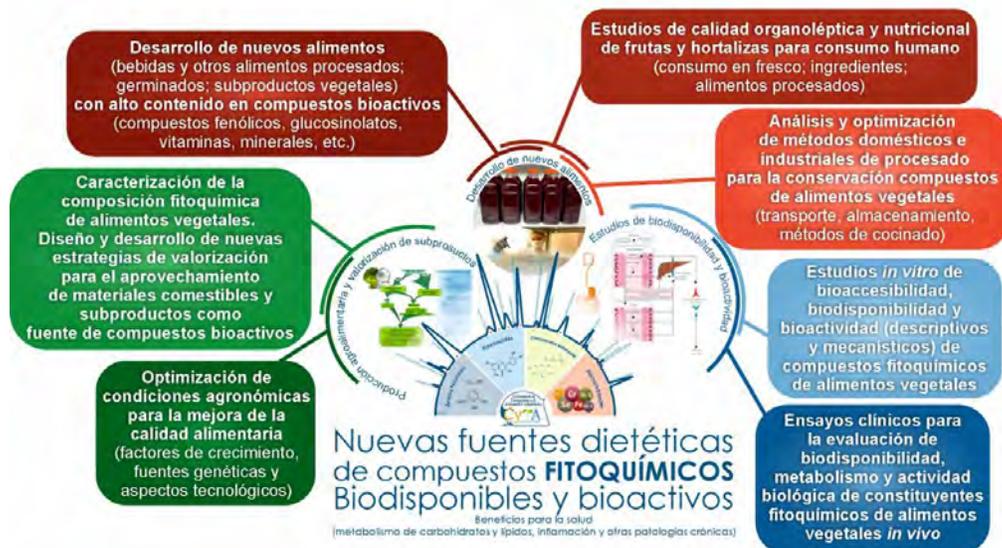


Figura 6- Estudios integrales del Campo a la Salud

El *Pilar número 1.-* es la optimización de las condiciones agronómicas para la mejora de la propia materia prima, en cuanto a su enriquecimiento en los compuestos que nos ocupan, a la vez que buscar nuevas fuentes de los mismos, con lo que se consiguen nuevos alimentos que pueden servir para su consumo en fresco o nuevos ingredientes que sirvan, en el *pilar 2.-* para enriquecer alimentos procesados, con el fin de formular nuevas bebidas 3S. Una vez formuladas, a nivel teórico, hay que dar el paso a su desarrollo, en laboratorio y a escala semiindustrial, optimizando los métodos de producción acordes a las necesidades reales de la industria del sector. Por último, el *pilar 3.-* es estudiar el efecto real que tienen sobre la salud, para lo cual los estudios de intervención en humanos, en animales de experimentación, a nivel celular o *in silico*, se hacen imprescindibles, siendo la metabolómica una herramienta fundamental. Todo ello resumido en la Figura 6, como líneas fundamentales de actuación propias del grupo *LabFAS*.

## Conservación de sus propiedades del Campo a la Salud- Bebidas 3S, ricas en antocianos

### Del campo...

Una vez hecha esta introducción, cabe destacar que, el primer eslabón de la cadena se encuentra en el campo (Figura 7), ya que es la **materia prima**, la base de los alimentos futuros (frescos o procesados), mostrándose en la figura los factores pre y post-cosecha que hay que considerar.

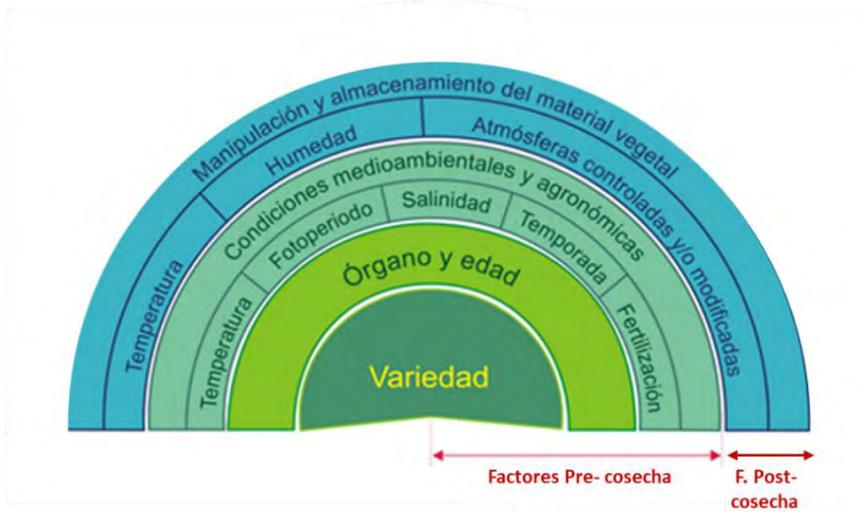


Figura 7.- Factores a considerar en campo

En primer lugar, dentro de los **factores pre-cosecha** destaca la variedad del fruto. Si bien hay numerosos estudios respecto a este punto, el cual es bien conocido, existe un trabajo de nuestro grupo, muy ilustrativo que nos indica, claramente, la gran diferencia que existe entre las distintas variedades de una misma especie de granada (Figura 8). Concretamente se basa en las tres más comunes cultivadas en España (Mena *et al*, 2011), donde se concluye que, si bien todas presentan la misma composición a nivel cualitativo, son muy diferentes a nivel cuantitativo. Ya que, como puede verse la variedad *Wonderful* es la más

rica en todos los compuestos que se estudian, sobre todo en antocianos, al contrario que la *Valenciana*, que es la más pobre, lo cual hace que la primera sea muy deseada para la industria alimentaria, si bien presenta una aceptación limitada por su sabor, pero pueden servir como ingredientes que potencien el sabor de otras granadas u otros frutos en bebidas saludables, aportándoles una mejor coloración roja natural, a la vez que incrementan su funcionalidad, como es el caso de su adición a los zumos de las granadas de la variedad *Mollar*.

### Matriz Alimentaria

### Cultivares

Valencia y Murcia  
96% de la producción nacional de Granada

*Mollar de Elche*



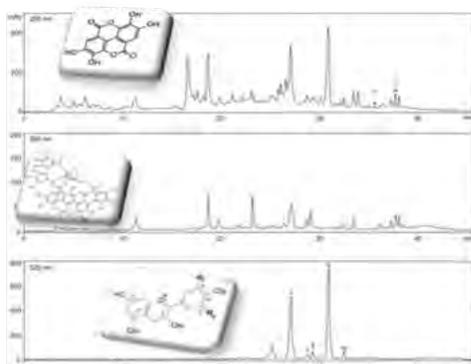
*Valenciana*



*Wonderful*



### Compuestos fenólicos



1. Ellagic acid free
2. Ellagic acid glucoside

**M&V < W**

3. α-punicalagin
4. β-punicalagin

**V > M&W**

5. Delphinidin 3,5-diglucoside
6. Cyanidin 3,5-diglucoside
7. Pelargonidin 3,5-diglucoside
8. Delphinidin 3-glucoside
9. Cyanidin 3-glucoside
10. Pelargonidin 3-glucoside

**V < M < W**

**Figura 8.** *Influencia de la Variedad*

También requiere un estudio especial la estimulación precosecha para inducir y preservar los antocianos durante la postcosecha, (Carrión-Antolí *et al*, 2024), al igual que considerar el órgano que contiene dicho compuesto y la madurez del fruto. Así, por ejemplo, estudios con cerezas y otros frutos rojos indican la necesidad de recolectar en el momento preciso de madurez, no sólo para una mejor calidad organoléptica de color y sabor, sino porque la concentración de antocianos varía de forma proporcional al color atractivo que incrementa su valor en el mercado (Carrion Antoli *et al*, 2022). No obstante, esto nos lleva a deducir que los productos de segundas calidades, de estos frutos mejorados, con más color, pueden considerarse de mayor interés a nivel industrial, como materia prima o como fuente de ingredientes saludables, como se verá más adelante.

Por último, a nivel de factores pre-cosecha son muy importantes las condiciones ambientales como el frío o la irradiación UV, ya que, al ser fitoalexinas, la síntesis de antocianos se estimula por condiciones ambientales desfavorables o de estrés (Romero-Román, *et al*, 2021). De igual manera una alteración en la irrigación puede afectar la concentración de los mismos (Mena, *et al*, 2013).

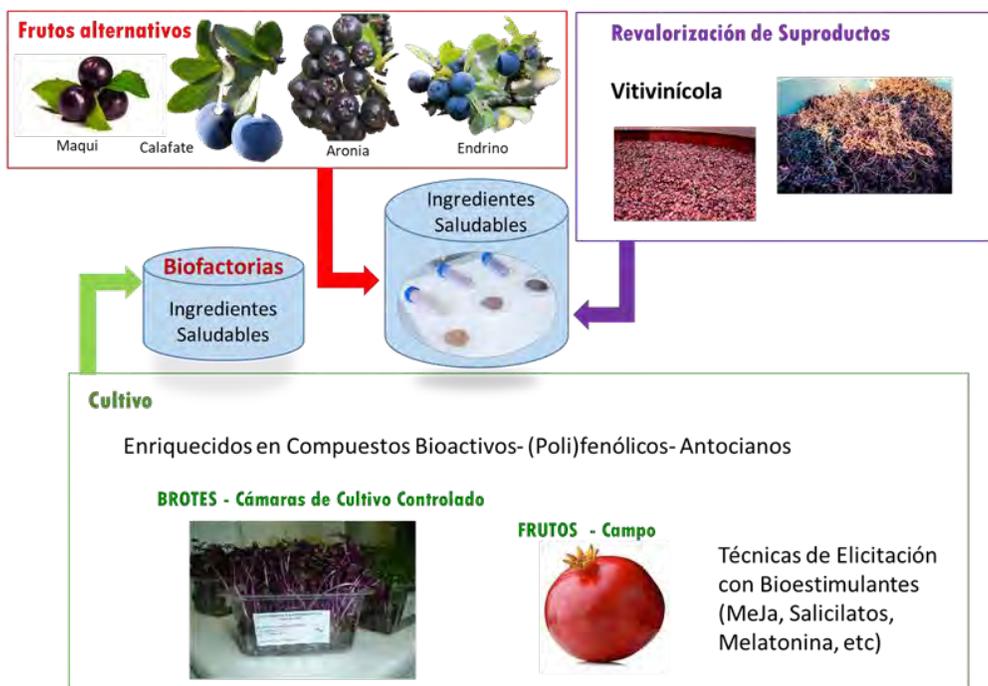
En segundo lugar, hay que considerar como afectan los **factores post cosecha**, entre los que destacan las condiciones de conservación y manipulación del fruto, lo cual suele alterar la concentración de los bioactivos, en aras de una mejor calidad comercial (Habibi *et al*, 2023). No obstante, esto, de nuevo, puede suponer una ventaja para la industria que puede aprovechar los considerados “productos de segundas calidades”, para la obtención de ingredientes alimentarios ricos en antocianos, para su uso como colorantes o como una fuente de compuestos beneficiosos para la salud.

Por tanto, todas estas mejoras para obtener productos frescos más atractivos y, por ende, más ricos en antocianos, ofrecen una serie de productos de desrío que, junto con otros subproductos

agroalimentarios, como los de bodegas, se postulan como una nueva fuente de ingredientes naturales, que pueden ser aprovechados, tras una estabilización adecuada, para su empleo por la industria de bebidas u otros alimentos.

**...Obtención de Nuevos Ingredientes...**

Permítanme que me detenga un momento en este punto, (Figura 9), ya que estos nuevos ingredientes son fundamentales a la hora del desarrollo de las nuevas bebidas 3S, rica en antocianos, con una coloración atractiva y saludable.



**Figura 9. Fuentes de nuevos ingredientes**

Dichos ingredientes pueden provenir, lógicamente, de fuentes ya conocidas, de nuevos frutos con posibilidades aún no exploradas, como es el caso de frutos rojos de ciertas zonas geográficas cuyo consumo es

local y poco explotado como ingrediente de bebidas, como lo fueron en su momento el maqui (*Aristotelia chilensis*), el açai (*Euterpe oleracea*) o el calafate (*Berberis microphylla*), provenientes de América del Sur, la aronia (*Aronia melanocarpa*), proveniente del norte de Europa o el propio endrino (*Prunus spinosa*), que se empleaba, en España, básicamente para la producción de pacharán, todos los cuales hemos aprovechado como la base de nuevas bebidas isotónicas, zumos (Gironés- Vilaplana *et al*, 2012 y 2013), cervezas y actualmente kombuchas.

Pero más interesante aún es la obtención de estos ingredientes de ciertos subproductos de la industria agroalimentaria, como la vitivinícola, donde suponen un problema, mientras que su uso como base de bebidas, ofrece una alternativa para su valorización. Esto supone el desarrollo de un método de estabilización de los subproductos, ricos en antocianos, como son el bagazo (hollejo), residuo del prensado y las lías, residuo de las filtraciones tras la fermentación, para obtener un ingrediente con propiedades funcionales. Para garantizar esta funcionalidad es fundamental que los antocianos presentes en los subproductos sean bioaccesibles, biodisponibles y bioactivos, para lo cual se ha de tratar el bagazo o las lías con las condiciones idóneas que garanticen su inocuidad y la estabilidad de los compuestos de interés, para, posteriormente, determinar su posible actividad biológica y alcanzar los mercados pertinentes. Para la consecución de este objetivo general, se deben considerar ciertos objetivos técnicos específicos: como establecer el perfil y contenido de compuestos fitoquímicos de los distintos residuos considerados de forma independiente; identificar la presencia de sustancias tóxicas y microorganismos que pudieran comprometer la seguridad de los subproductos y desarrollar un método de higienizado que permita eliminar los riesgos identificados en los diversos subproductos; determinar la estabilidad de los compuestos de interés frente a las condiciones de procesado y almacenamiento; determinar la capacidad

de captación de radicales libres, modulación de estrés oxidativo e inflamación y establecer la bioaccesibilidad y biodisponibilidad de los componentes funcionales del producto obtenido, así como su posterior actividad (Texeira *et al*, 2014; Costa-Pérez *et al*, 2023).

Por último, estos nuevos ingredientes pueden provenir de frutas y hortalizas bioestimuladas, mediante el uso de elicitadores que incrementan su concentración en antocianos (en campo, como se indicó anteriormente al hablar de la influencia de los factores pre y post-cosecha). Pero también, de forma más eficaz, en cultivos controlados, en cámaras, induciendo estreses bióticos o abióticos (Baenas, *et al*, 2015), con lo que desarrollamos las que denominamos biofactorías. Estas biofactorías son una fuente natural de ingredientes *ad hoc* para distintas bebidas o alimentos, ya que podemos incrementar y controlar las concentraciones de los antocianos, siendo además un sistema sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Por tanto, cabe resumir que todos los factores que potencian o preservan la concentración de antocianos en los frutos frescos son de interés, de forma directa o indirecta para la formulación de nuevas bebidas, ya sea por una materia prima con unas concentraciones altas en estos pigmentos o por el posible aprovechamiento de los frutos de destrío, segundas calidades o subproductos como futuros ingredientes alimentarios, apoyando todo el proceso de economía circular.

### **...Formulación, Procesado y Conservación...**

Tras este breve paréntesis, para explicar la importancia de nuevos ingredientes y antes de comenzar a describir los posibles problemas de la formulación del nuevo alimento, en nuestro caso bebidas, la investigación ha de determinar el sector de la población al que va dirigido, ya que no es igual si su destino es una población general o personas con necesidades especiales (como intolerancias o alergias),

debiendo considerar también otros sectores determinados por la edad, el sexo, la actividad deportiva, la raza, país de procedencia, etc.

Una vez establecidos los puntos anteriores relativos a la importancia de la selección de una buena materia prima, de la elección y obtención de ingredientes adecuados , como base de la elaboración de nuevos alimentos y la población diana, la investigación debe centrarse en la **formulación de la bebida**, ya que las características químicas particulares de los antocianos hacen que el procesado y posterior conservación, sean clave para mantener su futura funcionalidad, por lo que hay que prestarles especial atención si queremos desarrollar una bebida 3S de calidad, teniendo siempre en mente que el desarrollo de este tipo de alimentos es, como mencioné anteriormente, mucho más que una mera mezcla de ingredientes. Así, en este ámbito debemos considerar: la solubilidad o no de los mismos, dentro de la matriz del alimento al que se añaden, ya que pueden formar suspensiones, beneficiosas a nivel industrial o de salud. Esto se debe a la posibilidad de preservar al pigmento de reaccionar con otros compuestos propios de la matriz alimentaria. No obstante, se puede terminar formando un sedimento atractivo o no y conveniente o no para la bebida desarrollada. Si es un problema se pueden solventar con el empleo de microencapsulaciones, aunque no existe, hasta el momento, ningún tipo de encapsulado que haya demostrado una efectividad real.

Además, en este mismo sentido hay que considerar la posible reacción de los antocianos con otros aditivos, empleados por la industria para estabilizar o incrementar el valor nutricional de sus bebidas o zumos, mereciendo, especial atención lo que ocurre cuando se añade ácido ascórbico a una bebida rica en antocianos. (Figura 10).

Con su permiso me detendré un momento en este punto, ya que es simple pero de gran importancia, pues la adición de ácido ascórbico es



**Figura 10** Influencia de la adición de ácido ascórbico

una práctica generalizada en las empresas dedicadas a la elaboración de bebidas, debido a su doble función como vitamina y como antioxidante alimentario. No obstante, nuestra investigación ayudó a demostrar que la incorporación del mismo en bebidas ricas en antocianos puede ser un gran error, ya que se produce una reacción química entre ambos compuestos, en la cual el ácido ascórbico reacciona con el antociano en su posición 4, disminuyendo su capacidad antioxidante y afectando a la coloración, a la vez que el propio ácido ascórbico deja de presentar actividad (García- Viguera y Bridle, 1999; Martí, *et al*, 2001). Por tanto, en dicha bebida se produce, a los pocos días, una pérdida total de vitamina C (considerada la suma de ácido ascórbico y dehidroascórbico) y una clara disminución en la concentración de los antocianos, a la par

que una alteración del color y pérdida de funcionalidad. Para paliar este problema postulamos la alternativa de sustituir la adición directa de dicha vitamina, por un zumo natural rico en la misma, como es el limón (González- Molina, *et al*, 2008 y 2009, Gironés- Vilaplana, *et al*, 2012)

Todo esto es un claro ejemplo de la importancia que tiene considerar los posibles sinergismos o antagonismos de los ingredientes que conforman la bebida y deben ser aprovechados por las empresas a la hora de su elaboración.

Una vez establecida una formulación el siguiente paso es determinar las condiciones óptimas de **procesado**, para mantener la estabilidad de los compuestos beneficiosos para la salud, mostrándose en la Figura 11 ejemplos de los que hemos empleado a nivel de laboratorio o a escala industrial, como son Pasteurizadores (prototipos o industriales), equipos de Altas Presiones (industriales) o Microondas (escala de laboratorio).



**Figura 11** Influencia de Procesado y Conservación

Es indiscutible que la pasteurización sigue siendo el mejor sistema para conseguir el equilibrio entre conservación, inocuidad, sabor, nutrición y sostenibilidad, para el procesado de alimentos, si bien los métodos de conservación en la industria de los alimentos han evolucionado mucho y muy rápido. Inicialmente estos métodos iban encaminados a conseguir una seguridad alimentaria total con una mayor caducidad que

garantizara la ausencia de microorganismos, por lo que los tratamientos térmicos fueron durante mucho tiempo los únicos capaces de cumplir con este objetivo, ya que la demanda del consumidor iba encaminada a la larga duración. Sin embargo, hoy día, las prioridades se amplían y una vez cubierto este objetivo, la demanda de caducidades tan largas va desapareciendo y se exigen alimentos procesados más frescos y que conserven, en la medida de lo posible, sus propiedades originales. Por tanto, las pasteurizaciones también se deben adaptar a estas nuevas demandas, siendo cada vez menos agresivas, aunque conservando su función de destruir patógenos.

No obstante, surgen alternativas también térmicas, destacando el empleo de microondas, como prometedora. Las microondas se generan en el magnetrón, dispositivo que transforma la energía eléctrica en un campo electromagnético. Cuando las microondas se aplican a los alimentos, la polaridad del campo electromagnético que se origina cambia de dirección varios millones de veces por segundo. Así, los componentes polares e ionizables (agua y sales minerales, principalmente) intentan orientarse con la dirección de dicho campo electromagnético, produciéndose fricciones y choques entre las moléculas que dan lugar a un aumento de la temperatura en el interior del alimento. Una vez se genera calor en el alimento, éste se transmite por conducción y convección térmica. (Guzik, *et al* 2021)

De forma paralela, surgen dos tecnologías no térmicas. La primera son los pulsos eléctricos de alto voltaje, cuya ventaja consiste en combinar una temperatura baja (inferior a la pasteurización) con la aplicación intermitente de campos eléctricos de alto voltaje y de una duración de la millonésima parte de un segundo a un alimento colocado entre dos electrodos (Agulló- Aguayo, *et al*, 2009) o su combinación con Ultrasonidos empleando ondas sonoras de alta frecuencia para inducir efectos físicos y químicos en el alimento (Aadil, *et al*, 2018).

Sin embargo, es la aplicación de las altas presiones hidrostáticas, técnica de proceso en frío la de mayor implantación en la industria alimentaria. Esta técnica consiste en someter el alimento, previamente sellado en su envase final flexible, a altos niveles de presión hidrostática (transmitida por el agua) de hasta 600 MPa durante unos segundos o minutos (Aganovic, *et al*, 2021; Andrés, *et al*, 2016)

Todos estos procesos industriales, alternativos, son capaces de garantizar la seguridad de los alimentos y minimizar el impacto de los procesos térmicos sobre sus características nutricionales y propiedades sensoriales. Si bien, en general, aunque se ha visto que estos tratamientos proporcionan alternativas eficaces en algunos alimentos, no lo son en todos, siendo otro factor a tener en cuenta el coste de las instalaciones y el consumo de energía y la repercusión en el medio ambiente (Pereira y Vicente, 2010), aparte de, en algunos casos, la limitación del tipo de envase que se puede emplear. Por lo que aún no se pueden considerar alternativas reales a los procesos optimizados de pasteurización para cada bebida.

En el caso concreto de los antocianos hemos podido observar que su estabilidad es similar, en bebidas de maqui (Figura 12), si se aplica una pasteurización optimizada (85°C -15s) o un tratamiento con microondas a 600W durante 2 min, pero resulta inferior con el tratamiento con altas presiones a 450 o 600 MPa durante 3 min, donde se produce una alteración del color durante la conservación (Salar, *et al*, 2021 y 2024)



**Figura 12.** Diferencias tras procesado con pasteurización (TP) y AAPP, a una bebida de maqui (Salar, et al, 2021)

Finalmente, una vez optimizado el proceso de elaboración de la bebida, ha de almacenarse en las condiciones adecuadas, para una **conservación** óptima de sus propiedades organolépticas y nutricionales. En este paso, la temperatura sigue siendo un factor decisivo, estableciéndose que la temperatura de refrigeración a 5°C es más idónea que la ambiente a 25°C y que la degradación aumenta proporcionalmente al incremento de este parámetro y de forma directamente proporcional al tiempo (Martí, et al, 2001). Si bien hay otros parámetros a considerar,

fundamentalmente: la luz y la presencia de oxígeno. Por tanto, el tipo de envase es un factor a tener en cuenta, en esta última etapa relacionada con el estudio industrial de una bebida rica en antocianos. En este caso, pudimos comparar, por primera vez, la diferencia de estabilidad de los antocianos en tres tipos de envases: botella de vidrio transparente (que permitía el paso de la luz), vidrio verde (dificultaba el paso de la luz) y un tipo de Tetra-Brick® determinado, de uso alternativo para la industria, en aquel momento, el Minibrick 600 (que impedía el paso total de la luz), yendo los estudios encaminados a la determinación de la influencia de la luz, para comprobar si el vidrio transparente seguía siendo una opción adecuada para este tipo de zumos o podían ser sustituidos por otros tipos de envases. Los resultados fueron sorprendentes al comprobar que, en un zumo de granada elaborado por la empresa a escala industrial y conservado durante 160 días a temperatura ambiente, era el Minibrick 600 el que presentaba una mayor pérdida de antocianos y consiguiente deterioro en la coloración (reflejado en una disminución del parámetro  $CIEa^*$ , indicativo de rojo, directamente proporcional con un aumento del pardeamiento, determinado por el ángulo *hue*). Esto indicaba que no era la luz el parámetro determinante de la alteración de los antocianos, sino el oxígeno, ya que dicho tipo de Tetra-Brick® era permeable al mismo. Estos resultados fueron determinantes para demostrar que los envases pueden jugar un papel decisivo al final de la cadena de producción, por lo que deben tenerse en cuenta todos los factores, como los estudiados y expuestos hasta ahora (Pérez-Vicente, *et al*, 2004).

### ... a la Salud

Una vez que la formulación de la bebida está optimizada, al igual que el sistema de procesado y la conservación, consiguiendo una estabilidad y concentración adecuada de antocianos hasta el final de su vida útil, se debe profundizar en su verdadera **funcionalidad**, ya que, de lo contrario,

se puede obtener un mero refresco y no una bebida 3S. Para ello hace falta realizar estudios de bioaccesibilidad, biodisponibilidad y bioactividad a diferentes niveles.

Concretamente, de entre todas las enfermedades sobre las que se ha demostrado el potencial beneficio de la ingesta de antocianos, en nuestro grupo nos hemos centrado en los factores que afectan a las enfermedades relacionadas con metabolismo glicídico y lipídico (como el Síndrome Metabólico y la obesidad) y el sistema neurológico (sobre la nocicepción- proceso fisiológico mediante el cual el cuerpo detecta y responde a estímulos potencialmente dañinos, conocidos como nocivos, que pueden causar dolor). Para ello, hemos realizado estudios crónicos y agudos *in vivo* (humanos y en animales de experimentación, en colaboración con otras Instituciones como la UCAM y el Centro Médico Nacional Siglo XXI, del IMSS de México), *in vitro* e *in silico*. Además, contamos con una Plataforma de Metabolómica, que nos ha permitido caracterizar los metabolitos derivados de la ingesta de antocianos, que pueden ser responsables de las actividades encontradas, así como determinar su bioaccesibilidad y su biodisponibilidad.

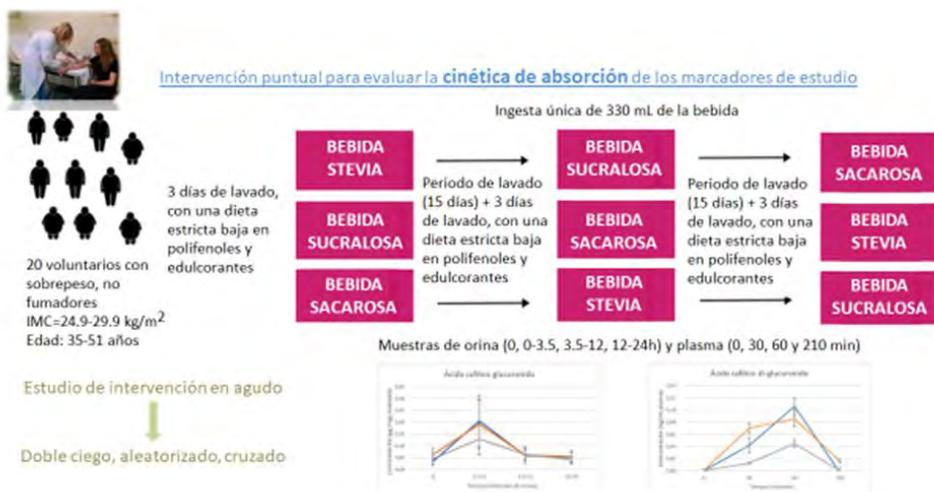
Los primeros estudios, en relación con el **metabolismo glicídico y lipídico**, fueron muy preliminares, pero ambiciosos. Para ellos nos basamos (en colaboración con compañeros de la UCAM) en la administración de una bebida de aronia (rica en antocianos) y cítricos a individuos con Síndrome Metabólico, durante 6 meses, comparando su efecto con aquellos a los que se administraba un placebo. Los resultados obtenidos, en concordancia con otros autores que señalaban a los antocianos como los responsables del descenso de la peroxidación lipídica, indicaron que aquellos que habían consumido la bebida presentaban una menor concentración de LDL. No obstante, estos resultados eran muy preliminares y poco concluyentes, respecto al verdadero papel de los antocianos en esta disminución del LDL. (Mulero, *et al*, 2012) .

Para corroborar la actividad real de los antocianos sobre esta enfermedad se realizaron estudios posteriores *in vivo* e *in silico*, con un sistema modelo de Síndrome Metabólico. En el primer caso se emplearon 80 ratas (40 machos y 40 hembras) Sprague Dawley, a las que se administró, durante catorce días bayas de maqui (la baya de origen chileno, que se había convertido en nuestra nueva fuente de antocianos, dada su composición y concentración en antocianos). En este estudio, se pudo observar una reducción del aumento de: peso, glucosa en sangre en ayunas, colesterol total en sangre, triglicéridos, resistencia a la insulina y presión arterial. Además, nuestros estudios *in vitro* indicaron que los principales componentes del extracto acuoso del maqui (los antocianos) podrían estar ligados a varias dianas metabólicas (PTP1B,  $\alpha$ -glucosidasa, PPAR- $\alpha$ , PPAR- $\delta$ , PPAR- $\gamma$ , CETP, ACAT-2, HMG-CoA reductasa y ACE), asociadas con la Diabetes Mellitus tipo 2, la dislipidemia, la hipertensión y la obesidad, como parámetros del Síndrome Metabólico. Por otro lado, los estudios *in silico* revelaron que la delphinidina (antociano mayoritario) y sus derivados glicosilados podrían ser ligandos de algunos objetivos metabólicos como  $\alpha$ -glucosidasa, PPAR- $\alpha$ , y PPAR- $\gamma$ . Estos resultados sugieren que incluso a bajas concentraciones sistémicas los glucósidos y agliconas de antocianos podrían actuar simultáneamente sobre diferentes dianas relacionadas con esta enfermedad. Por tanto, confirmábamos que el maqui tiene un amplio potencial biológico, en comparación con otras frutas, lo que la convierte en una fuente de antocianos prometedora para el tratamiento de diversas enfermedades metabólicas y que estas moléculas pueden utilizarse como coadyuvantes en intervenciones farmacológicas o como plantillas para diseñar nuevas moléculas multiobjetivo para el tratamiento de pacientes con diabetes, obesidad o Síndrome Metabólico (Castillo- García, *et al*, 2023).

Continuando con este tipo de estudios y dado el creciente consumo de edulcorantes alternativos a la sacarosa, planteamos un estudio en el que, por primera vez, se determinaba el efecto de diferentes

endulzantes (estevia- natural y sucralosa- artificial, frente a sacarosa- natural) sobre el metabolismo de la glucosa, durante un periodo prolongado de tiempo. A la vez se estudiaba el efecto de todos ellos sobre los compuestos bioactivos (mostrando aquí los resultados obtenidos con los antocianos). Para la consecución de estos objetivos se realizaron dos tipos de estudio de intervención: agudo y crónico.

Para el estudio de intervención en agudo, doble ciego, aleatorizado cruzado, se reclutaron 20 voluntarios (Figura 13), con el fin de determinar la cinética de absorción de los marcadores de estudio, mediante estudios metabólicos, sobre muestras de orina y plasma. En el caso de muestras de orina, se consiguió la identificación de 29 metabolitos biodisponibles, marcadores de ingesta, fijándose su



**Figura 13** Diseño de estudio de intervención en agudo doble ciego aleatorio cruzado. Metabolitos de antocianos en orina y plasma (Agulló et al, 2020)

máximo de absorción a las 3 horas y media, siendo la sacarosa el endulzante que permitía la biodisponibilidad del mayor número de metabolitos y la sucralosa el menor, presentando la estevia resultados intermedios. Por otro lado, en plasma se detectaron 13 metabolitos,

cuya máxima concentración se situó entre 30 y 60 minutos, siendo en este caso, la biodisponibilidad mayor en aquellos que fueron edulcorados con estevia y menor en el caso de sacarosa, concluyendo que, si bien no se detectaban los antocianos parentales, si sus metabolitos bioaccesibles y biodisponibles, responsables de su actividad biológica (Agulló, *et al*, 2020).

Una vez determinada la bioaccesibilidad y biodisponibilidad de los metabolitos, con el fin de estudiar el efecto sobre la respuesta glicémica, a largo plazo, debido a su posible acumulación y, por consiguiente, poder mantener su actividad en el tiempo, se realizó un estudio de intervención crónica (estudio longitudinal doble ciego aleatorizado-Figura 14), para el cual se reclutó un total de 138 voluntarios (hombres y mujeres con sobrepeso), se dividieron en 3 grupos y proporcionó, a cada grupo, una dosis diaria de 330 mL de cada bebida formulada con un edulcorante, durante 2 meses. En relación con los metabolitos, cabe destacar que se observó una acumulación con el tiempo (tanto en muestras de orina como de plasma). Con todos los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión de que los diferentes endulzantes tienen influencia sobre la asimilación de los antocianos, así como el posible efecto acumulativo sobre sus biomarcadores. Por tanto, en términos generales, la estevia es el endulzante que ofrece los mejores resultados en cuanto a bioaccesibilidad y biodisponibilidad de antocianos, según los análisis realizados en muestras de orina y plasma (Agulló, *et al*, 2021a y 2021b). Por tanto, se puede concluir que este edulcorante es una alternativa al azúcar en cuanto a permitir la biodisponibilidad de los antocianos y su acumulación en el organismo.



Intervención crónica para evaluar el posible efecto acumulativo de los metabolitos sobre los marcadores de estudio



**Figura 14** Diseño de estudio de intervención longitudinal doble ciego cruzado. Metabolitos de antocianos en orina y plasma (Agulló et al, 2020)

Por otro lado, los resultados observados al estudiar las medidas antropométricas (índice de masa corporal- IMC y porcentaje de grasa corporal- PGC), enzimas hepáticos, bilirrubina, glucosa en sangre e insulina llevaron a la conclusión de que, en general, estos parámetros no variaban con el tipo de endulzante, excepto en el caso de respuesta glicémica, menos acusada en el caso del consumo de las bebidas endulzadas con estevia. Esto nos indica, en concordancia con otros estudios, que el consumo de endulzantes bajos en calorías, de consumo frecuente, no ofrece una ventaja en el tratamiento o prevención de ciertas enfermedades metabólicas (Villaño, et al, 2021). Además, al determinar los marcadores de capacidad antioxidante (ORAC, homocisteína y LDL oxidado), parámetros de seguridad (ALP, AST, ALT y bilirrubina total), perfil lipídico (colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL y triglicéridos) y biomarcadores inflamatorios (IL-6, TNF- $\alpha$  e IL-10), se comprobó un aumento del estrés oxidativo y una respuesta inflamatoria tras el consumo de estas bebidas azucaradas, con la excepción de la estevia, que produjo una respuesta antiinflamatoria. Por

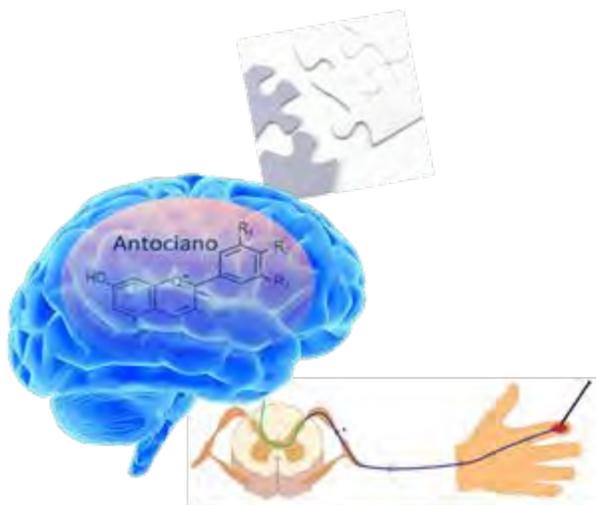
tanto, es posible que los efectos antioxidantes y antiinflamatorios, de esta bebida rica en (poli)fenoles, sean neutralizados por su combinación con los diferentes endulzantes y sólo beneficien a los individuos con un estado antioxidante más deficiente (no sanos), pero para corroborar esta teoría son necesarios un gran número de ensayos controlados aleatorizados con cantidades de consumo de edulcorantes en función de su Ingesta Diaria Admisible (IDA) dictaminadas por la EFSA, para aclarar sus beneficios en la salud. Si bien, todo parece indicar que, en general, la estevia es el más prometedor y la sucralosa el menos aconsejable (Zafrilla, *et al*, 2021).

De forma paralela y con resultados más concluyentes, se están llevando a cabo estudios con esta misma bebida, rica en antocianos provenientes del maqui, a nivel **neurológico** relacionados con la nocicepción. Estos estudios se basan en los resultados alcanzados, previamente con una bebida similar de maqui y cítricos, donde las bayas de maqui mostraban efectos inhibidores de las colinesterasas (Gironés- Vilaplana, *et al*, 2012b), con la consiguiente reducción de la inactivación de la acetilcolina, con lo que el incremento de la neurotransmisión colinérgica favorece una mejora de la memoria.

Además, otros estudios realizados con posterioridad, en colaboración con el IMSS de México, corroboraron que el consumo de un extracto de maqui mejora la memoria a la vez que disminuye el estrés oxidativo en el cerebro de ratas expuestas a ozono (Bibriesca-Cruz, *et al*, 2021).

Este descubrimiento indica que estos ingredientes tienen un impacto a nivel neurológico, ya que sus antocianos son capaces de atravesar la barrera hematoencefálica. En consecuencia, podrían administrarse de manera conjunta con fármacos empleados en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer, en concentraciones subterapéuticas, que no alteren la farmacodinámica de los medicamentos convencionales pero sí potencien su efecto de manera sinérgica (Figura 15).

Partiendo de esta premisa y explorando otras posibles aplicaciones, en base a estudios previos realizados con zumo de granada, donde se observó el efecto de los antocianos a nivel de nocicepción (González-Trujano, *et al*, 2015), decidimos investigar esta capacidad neurológica con las bebidas de maqui y cítricos, obteniendo aquí resultados prometedores, que ayudan cubrir el vacío que existe en esta rama del conocimiento.



**Figura 15** Antocianos. Efecto neurológico: memoria y nocicepción

En este caso los estudios se realizaron con ratas Swiss Webster macho, en el Instituto Nacional de Psiquiatría “Ramón de la Fuente Muñiz” de México, a las que se administraron dosis equivalentes a ingestas en humanos, de la concentración de maqui, en la bebida, en forma de liofilizado, mediante administración enteral o parenteral. En los estudios se comparó la respuesta a nivel de sistema nervioso central y periférico, empleando el modelo de nocicepción de la formalina. Los resultados obtenidos confirmaron una respuesta positiva dosis dependiente, tanto en la fase neurogénica como inflamatoria, lo que indica que dicho ingrediente se puede emplear en el futuro para aliviar el dolor (Agulló, *et al*, 2021a).

Pero, más aun, también demostramos que si se administra en conjunto con las flavanonas, características de los cítricos que componen la bebida, esta actividad se ve aumentada, pero se anula en la presencia de los endulzantes. Con lo cual, estos hallazgos confirman el efecto antagonista que pueden tener los endulzantes en general sobre los antocianos o, en este caso, sobre la sensación de dolor a nivel neurológico (Agulló, *et al*, 2021 c y d).

## Resumen

Recapitulando, la línea de investigación se puede resumir en el siguiente esquema (Figura 16), donde se visualiza que, abarca desde el *Campo a la Salud*, siendo el objetivo la elaboración de nuevas bebidas *Seguras, Saludables y Sostenibles (3S)*, ricas en ingredientes ricos en antocianos (u otros compuestos) bioactivos. Para la obtención de estos ingredientes nos basamos en tres puntos fundamentales: 1.- inducir a las propias plantas para que sean una biofactoría sostenible, mediante la bioestimulación de sus compuestos bioactivos, seguido de su estabilización, para uso como ingredientes; 2.-estabilizar los subproductos de la industria agroalimentaria ricos en antocianos y 3.- buscar nuevas fuentes de frutos ricos en estos flavonoides funcionales colorados, que puedan añadirse a las formulaciones. Una vez obtenido el ingrediente, se optimiza el procesado y la conservación, para, además de prolongar su vida útil, mejorar su funcionalidad lo que, tras la ingesta, repercute en la salud del consumidor ya que su inclusión en la dieta puede contribuir significativamente a la prevención de enfermedades crónicas, no transmisibles y al bienestar general.

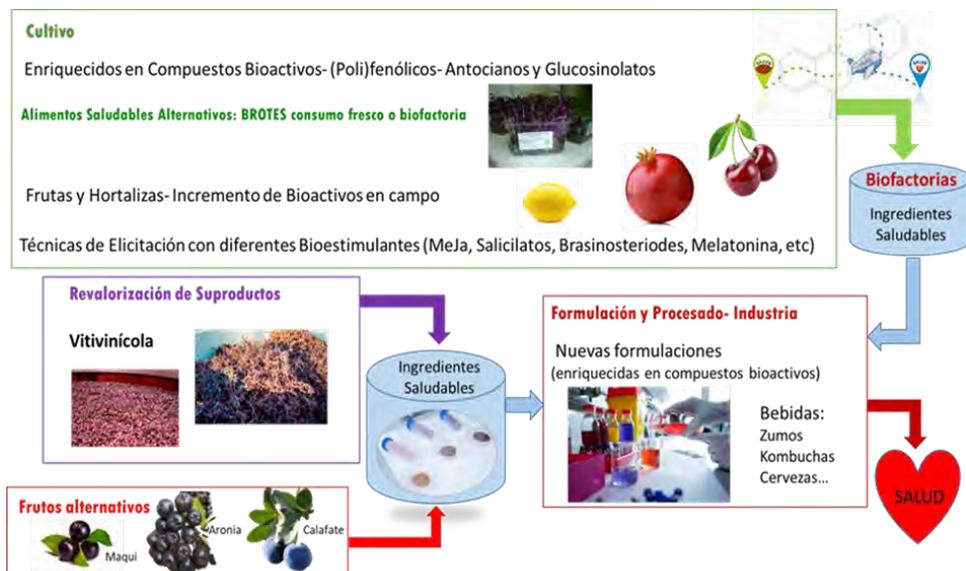


Figura 16 Resumen Línea de Investigación

En general se puede considerar que este conjunto de estudios o partes individuales de ellos, son la base de la elaboración de bebidas saludables, en términos generales.

En nuestro caso consideramos que los antocianos son fundamentales en alimentos frescos y procesados, no solo por su capacidad de mejorar el color y la estabilidad de los productos, sino también por su impacto positivo en la salud y el valor comercial de los mismos.

De todo ello se desprende que los mayores logros alcanzados se encuentran encuadrados en la obtención de ingredientes bioactivos, concretamente antocianos, estabilizados e incluidos en formulaciones de bebidas, con sistemas de procesado y conservación optimizados, con el fin de minimizar la degradación de los mismos. A la vez que se ha demostrado la funcionalidad de algunas de las bebidas a diferentes niveles. Lo que las sitúa como un posible complemento preventivo seguro, saludable y sostenible, sinérgico con ciertos fármacos, empleados para combatir enfermedades crónicas no transmisibles, con

la consiguiente mejora en la calidad de vida para una población cada vez más longeva.

### **Consideraciones prácticas y conclusiones**

Más allá de la investigación expuesta podemos decir que, teniendo en cuenta el **mercado**, los alimentos procesados con antocianos responden a las tendencias de sostenibilidad y consumo responsable, ya que estos pigmentos pueden extraerse de subproductos agrícolas, residuos de frutas o empleando frutos de segundas calidades o poco apreciados para su consumo en fresco, por lo que los productos ricos en estos flavonoides coloreados suelen posicionarse como *premium* en el mercado, atrayendo a consumidores interesados en alimentos naturales y saludables.

No obstante, hace falta ahondar en ciertos puntos como son las fuentes dietéticas recomendadas, ya que no todos los antocianos se absorben de igual manera, ni igual por toda la población. A la vez que es fundamental potenciar el consumo diario de frutas y verduras ricas en antocianos y bebidas derivadas, relegando el uso de suplementos, sólo a cuando sea necesario.

Debemos, finalmente, ser conscientes de las limitaciones, que existen hoy día en los estudios de este tipo de alimentos y su verdadera funcionalidad, ya que su biodisponibilidad es variable y existe la necesidad de más estudios clínicos a más largo plazo, incidiendo en las características que hacen diferente su asimilación inter e intra-individual, para poder llegar a una alimentación óptima y personalizada considerando diferentes grupos de población, en función de su microbiota (enterotipo) u otros factores como alergias, intolerancias, hábitos de vida, etc. Para llevar a cabo estos estudios de forma integral sería necesario disponer de un modelo humano artificial que simule, no sólo el sistema digestivo, sino su interconexión con el resto del

organismo, de manera que podamos interferir y tomar muestras en cualquier parte del mismo, determinando los metabolitos bioaccesibles, su biodisponibilidad y su distribución a lo largo del organismo, así como su posible efecto en el órgano diana en el que pretendemos que tenga efecto, ya que este tipo de estudios, por razones obvias, no se puede llevar a cabo en el ser humano.

Mientras este sistema integral, aún algo utópico, llega, podemos concluir que, dentro de la gran variedad de los compuestos bioactivos, la investigación realizada hasta el día de hoy por numerosos investigadores, donde hemos aportado un granito de arena, ha demostrado que los antocianos, son una clara apuesta de futuro, ya que son una fuente de salud, con la ventaja de poder atravesar la barrera hematoencefálica, cuyo color atractivo invita a su consumo, volviendo al título de esta ponencia que reza: **cuando el color es salud**. Algo espero que tengan en cuenta la próxima vez que elijan este tipo de alimentos.

Muchas gracias

## Bibliografía

Aadil, R.M., Zeng, X.A., Han Z., *et al.* “Combined effects of pulsed electric field and ultrasound on bioactive compounds and microbial quality of grapefruit juice”. *J. Food Proc.Preserv.* **42**, 13507 (2018).

Aganovic, K., Hertel, C., Vogel, R.F., *et al.* “Aspects of high hydrostatic pressure food processing: Perspectives on technology and food safety”. *Comp. Rev. Food Sci.Food Safe.* **20**, 3225–3266 (2021).

Aguiló-Aguayo, I., Oms-Oliu, G., Soliva -Fortuny R., *et al.* “Flavour retention and related enzyme activities during storage of strawberry juices processed by high-intensity pulsed electric fields or heat”. *Food Chemistry* **116**, 59–65 (2009).

Agulló, V., Domínguez-Perles, R., García-Viguera, C. “Sweetener influences plasma concentration of flavonoids in humans after an acute intake of a new (poly)phenol-rich beverage” *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases.* **31**,930-938 (2021a)

Agulló, V., García-Viguera, C. Domínguez-Perles, R. “Beverages based on second quality citrus fruits and maqui berry, a source of bioactive (poly)phenols: sorting out urine metabolites upon a longitudinal study”. *Nutrients* **13**, 312 (2021b).

Agulló V, Villaño, D., García- Viguera, C; Domínguez- Perles, R.”Anthocyanin Metabolites in human urine after the intake of new functional beverages” *Molecules*, **25**, 371 Jan (2020)

Agulló V, González-Trujano, MA, Hernandez-Leon, A., Estrada-Camarena, E., Pellicer, F., García-Viguera, C. “Antinociceptive effects of maqui-berry (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz)” *Int. J. Food Sci. Nut*, **72**, 947-955 (2021c).

Agulló V., González-Trujano, M.A., Hernandez-Leon, A., Estrada-Camarena, E., Pellicer, F., García-Viguera, C. “Synergistic interaction in the antinociceptive effects of maqui-berry (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) and citrus is antagonized by sweeteners” *Nutrients*, **13**(7), 2466 (2021d)

Andrés, V., Villanueva, MJ., Tenorio, M.D. “The effect of high-pressure processing on colour, bioactive compounds, and antioxidant activity in smoothies during refrigerated storage”. *Food Chemistry* **192**, 328–335. (2016).

Baenas, N., Ferreres, F., García-Viguera, C., Moreno, D.A. "Radish sprouts-Characterization and elicitation of novel varieties rich in anthocyanins". *Food Res. Inter.* **69**, 305–312 (2015)

Bribiesca-Cruz, I.; Moreno, DA; Garcia-Viguera, C.; Gallardo, JM; Segura-Urbe, JJ; Pinto-Almazan, R; Guerra-Araiza, C. "Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) extract improves memory and decreases oxidative stress in male rat brain exposed to ozone" *Nutritional Neuroscience* **24**, 477–489 (2021)-

Bridle, P. and García-Viguera, C. "A simple technique for the detection of red wine adulteration with elderberry pigments" *Food Chem.* **55**, 111-113 (1996),

Bridle, P., Timberlake, C.F. "Anthocyanins as natural food colours—selected aspects", *Food Chemistry*, **58**, 103-109 (1997);

Carrion Antoli, A. , Castillo Garcia, S., Zapata Coll, P.J., *et al* "Los tratamientos precosecha con melatonina incrementan la calidad y los sistemas antioxidantes en cerezas y retrasan su maduración postcosecha". *Avances en maduración y poscosecha de frutas y hortalizas.* 219-223 (2022)

Carrión-Antolí, A.; Badiche-El Hilali, F.; Lorente-Mento, J.M., *et al* "Antioxidant Systems and Quality in Sweet Cherries Are Improved by Preharvest GABA Treatments Leading to Delay Postharvest Senescence" *Int. J. Mol. Sci.*, **25**, 260 (2024)

Castillo-García, E.L.; Cossio-Ramírez, A.L.; Córdoba-Méndez, O .A. *et al* "In silico and in vivo evaluation of the maqui berry (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) on biochemical parameters and oxidative stress markers in a metabolic syndrome model" *Metabolites* **13**, 1189 (2023)

Chen K, Kortensniemi MK, Linderborg KM, Yang B. "Anthocyanins as Promising Molecules Affecting Energy Homeostasis, Inflammation, and Gut Microbiota in Type 2 Diabetes with Special Reference to Impact of Acylation". *J Agric Food Chem.*, **71**, 1002-1017 (2023)

Chen, Y, Song, G, Zhao, C., Qi, W., Wang, Y "Interactions between anthocyanins and gut microbiota in promoting healthy aging", *J. Future Foods*, **5**, 229-238 (2025)

Costa-Pérez, A, Medina, S.; Sánchez-Bravo, P.; Domínguez-Perles, R.; García-Viguera, C."The (Poly)phenolic Profile of Separate Winery By-Products Reveals Potential Antioxidant Synergies" *Molecules*, **28**, 2081. (2023)

De Pascual- Teresa, S., Moreno, D.A., García-Viguera, C. "Anthocyanins, Flavonols and cardiovascular health: a review of current evidence". *Int. J. Molec. Sci.* **11**, 1679-1703 (2010)

Espín, J.C., Soler-Rivas, C., Wichers, H.J., García-Viguera, C. "Anthocyanin-based Natural Colorants: A New Source of Antiradical Activity for Foodstuff." *J. Agric. Food Chem.*, **48** (5), 1588-1592 (2000)

Farzaei, M. H., El-Senduny, F. F., Momtaz, S., Parvizi, F., *et al.* "An update on dietary consideration in inflammatory bowel disease: anthocyanins and more". *Expert review of gastroenterology & hepatology*, **12**, 1007-1024 (2018).

García-Viguera, C. and Bridle, P. "Influence of structure on colour stability of anthocyanins and flavylum salts with ascorbic acid" *Food Chem.*, **64**, 21-26 (1999).

García- Viguera, C.; Zafrilla, P.; Tomás-Barberán, F.A. "Determination of authenticity of fruit jams by HPLC analysis of anthocyanins" *J. Sci. Food Agric.* **73**, 207- 213 (1997)

Gironés-Vilaplana, A.; Mena, P; García-Viguera, C.; Moreno, DA "A novel beverage rich in antioxidant phenolics: Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and lemon" *LWT-Food Sci. Technol.* **47**, 279-286 (2012a)

Gironés-Vilaplana, A., Valentão, P., Moreno D.A., Ferreres F., García-Viguera C., Andrade, P.B "New beverages of lemon juice enriched with the exotic berries Maqui, Açai, and Blackthorn: bioactive components and biological properties" *J. Agric. Food Chem.* **60**, 6571-6580 (2012b)

Gironés-Vilaplana, A; Villaño, D; Moreno, D.A; García-Viguera, C. "New isotonic drinks with antioxidant and biological capacities from berries (Maqui, Açai and Blackthorn) and lemon juice". *Int. J. Food Sci & Nut* **64**, 897-906 (2013)

González-Molina, E., Moreno, DA, García-Viguera, C. "Aronia- enriched lemon juice: a new highly antioxidant beverage" *J. Agric. Food Chem.* **56**, 11327-11333 (2008);

González-Molina, E., Moreno, D.A., García-Viguera, C. "A new drink rich in healthy bioactives combining lemon and pomegranate juices" *Food Chem.* **115**, 1364-1372 (2009);

Gonzalez-Trujano, ME, Pellicer, F., Mena, P., Moreno, DA, Garcia-Viguera, C. "Antinociceptive and anti-inflammatory activities of a pomegranate (*Punica granatum* L.) extract rich in ellagitannins" *Int J Food Sci Nutr.* **66**, 395–399 (2015) .

Guzik, P., Kulawik, P., Zając, M., Migdał, W. "Microwave applications in the food industry: an overview of recent developments". *Crit. Rev. Food Sci. Nut.*, **62**, 7989–8008 (2021).

Habibi, F., García-Pastor, M.E., Puente-Moreno, J., Garrido-Auñón, F., Serrano, M., Valero, D. "Anthocyanin in blood oranges: a review on postharvest approaches for its enhancement and preservation" *Crit. Rev. Food Sci. Nut.* **63**, 12089–12101 (2023)

Institutos Nacionales de Salud Estados Unidos (NIH)- [allofus.nih.gov](https://allofus.nih.gov) Nutricion de precisión para la salud personalizada.

Khoo HE, Azlan A, Tang ST, Lim SM. "Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits". *Food Nutr Res.* **61**, 1361779 (2017)

Lev-Yadun, S., Gould, K.S. "Role of Anthocyanins in Plant Defence. In: Winefield", C., Davies, K., Gould, K. (eds) *Anthocyanins*. Springer, New York, NY (2008).

Li, S., Wu, B., Fu, W., & Reddivari, L. "The anti-inflammatory effects of dietary anthocyanins against ulcerative colitis". *Int. J. Mol. Sci.*, **20**, 2588 (2019).

Lin BW, Gong CC, Song HF, Cui YY. "Effects of anthocyanins on the prevention and treatment of cancer". *Br J Pharmacol.* **174**, 1226-1243 (2017)

Maa, Y, Dinga, S., Feia, Y., Liua, G., Janga, H., Fang J. "Antimicrobial activity of anthocyanins and catechins against foodborne pathogens *Escherichia coli* and *Salmonella*" *Food Control* **106** 106712 (2019)

Martí, N., Perez- Vicente, V., Garcia- Viguera, C. "Influence of storage temperatura and ascorbic acid addition on pomegranates juice" *J. Sci. Food Agric.* **82**, 217-221 (2001);

Mattioli R, Francioso A, Mosca L, Silva P. "Anthocyanins: A Comprehensive Review of Their Chemical Properties and Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases". *Molecules*, **25**, 3809 (2020)

Mena, P., Galindo, A, Collado-González, J, Ondoño, S., *et al.* "Sustained déficit irrigation affects the colour and phytochemical characterisation of pomegranate juice" *J. Sci Food Agric.* **93**, 1922-1927 (2013)

Mena P, García-Viguera C., Navarro-Rico J., Moreno D.A., *et al.* "Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain". *J Sci Food Agric.* **91**, 1893-906 (2011).

Mulero, J., Bernabé, J., Cerdá, B., García-Viguera, C., *et al.* "Variations on cardiovascular risk factors in Metabolic Syndrome after consume of a citrus- based juice" *Clin. Nut.* **31**, 372-377 (2012).

Nomi Y, Iwasaki-Kurashige K, Matsumoto H. "Therapeutic Effects of Anthocyanins for Vision and Eye Health" *Molecules.* **24**, 3311 (2019)

Pereira, B.N., Vicente, A.A. "Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing " *Food Res. Inter.***43**, 1936-1943 (2010)

Pérez-Vicente, A.; Serrano, P.; Abellán, P.; García-Viguera, C. "Influence of packaging material on pomegranate juice colour and bioactive compounds, during storage" *J. Sci. Food Agric.* **84**, 639-644 (2004)

Promyos N, Temviriyankul P, Suttisansanee U. "Investigation of Anthocyanidins and Anthocyanins for Targeting  $\alpha$ -Glucosidase in Diabetes Mellitus". *Prev Nutr Food Sci.* **25**, 263-271 (2020)

Romero-Román, ME; Schoebitz, M., Bastías, RM, García-Viguera, C., Fernández, P., López-Belchi. MD. "Native Species Facing Climate Changes: Response of Calafate Berries to Low Temperature and UV Radiation". *Foods*, **10**, 196 (2021)

Salar, F.J.; Díaz-Morcillo, A.; Fayos-Fernández, J.; Monzó-Cabrera, J.; *et al.* "Microwave Treatment vs. Conventional Pasteurization: The Effect on Phytochemical and Microbiological Quality for Citrus–Maqui Beverages". *Foods* **13**, 101 (2024.)

Salar, F., Periago, P.M., Agulló, V., García-Viguera, C., Fernández, P.S. "High Hydrostatic Pressure vs. Thermal Pasteurization: The Effect on the Bioactive Compound Profile of a Citrus Maqui Beverage." *Foods*, **10**, 2416 (2021).

Silván J.M., Reguero M., de Pascual-Teresa, S. "A protective effect of anthocyanins and xanthophylls on UVB-induced damage in retinal pigment epithelial cells". *Food Funct.***7**, 1067-76 (2016)

Steinmetz K.A., Potter J.D. "Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review". *J Am Diet Assoc.* **96**, 1027-39 (1996);

Teixeira, A.; Baenas, N.; Dominguez-Perles, R.; Barros, A.; Rosa, E.; Moreno, DA., García-Viguera, C. "Natural Bioactive Compounds from Winery by-products as Health. A review" *Int. J. Mol Sci.* **15**, 15638-15678 (2014).

Van Duyn MA, Pivonka E. "Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature". *J Am Diet Assoc.* **100**, 1511-21 (2000)

Verediano TA, Stampini Duarte Martino H, Dias Paes MC, Tako E. "Effects of Anthocyanin on Intestinal Health: A Systematic Review". *Nutrients*, **13**, 1331 (2021)

Villaño, D., Masoodi, H., Marhuenda, J., García-Viguera, C., Zafrilla, P. "Stevia, sucralose and sucrose added to a maqui-Citrus beverage and their effects on glycemic response in overweight subjects: a randomized clinical trial". *LWT- Food Sci Technol.* **144**, 111173 (2021)

Wagner GJ."Cellular and Subcellular Location in Plant Metabolism". In: Creazy L, Hrazdina G. (ed) *Recent advances in Phytochemistry*. New York, Plenum Press; p. 1-45 (1982)

Zaa CA, Marcelo AJ, An Z, Medina-Franco JL, Velasco-Velázquez MA. "Anthocyanins: Molecular Aspects on Their Neuroprotective Activity". *Biomolecules.* **13**, 1598 (2023)

Zafrilla, P., Masoodi, H, Cerdá, B., García-Viguera, C., Villaño, D "Biological effects of stevia, sucralose and sucrosa in a citrus-maqui juice in overweighth subjets" *Food & Function*, **12**, 8535-8543 (2021)

Zhang, J., Xiao, J., Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T. Y., *et al.* "Inhibitory effects of anthocyanins on  $\alpha$ -glucosidase activity" *Journal of Berry Research*, **9**, 109-123 (2019).

**Discurso de Contestación de la Académica de Número**

**Ilma. Sra. Dña. Francisca Sevilla Valenzuela**



Excmo Sr Presidente,  
Dignísimas Autoridades,  
Ilmas Señoras y Señores Académicos,  
Compañeros y Amigos, Señoras y Señores

Me ha correspondido el honor de pronunciar este discurso de Contestación al Discurso de Ingreso a esta Academia de Ciencias de la Región de Murcia, de la Dra Cristina García- Viguera, en esta Sesión Solemne de su Toma de Posesión como Académica de Número y a la que desde este momento le doy mi más cordial bienvenida. Ese honor es doble para mí, no solo por la relevancia de sus aportaciones científicas realizadas a lo largo de sus más de 35 años de dedicación a la investigación en la disciplina de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, recogidas en su excelente *Curriculum Vitae*, sino también porque se trata de una compañera con la que he compartido años de trabajo en nuestra Institución, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y concretamente en el mismo Instituto, el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS).

Por todo ello este Acto es para mí más entrañable y espero estar a la altura de las circunstancias para describirles su valía científica y personal.

Como acabo de comentar la Dra. García- Viguera (a partir de ahora Cristina) atesora méritos científicos más que suficientes para ingresar en esta Academia. Por otro lado, su incorporación como académica permite incrementar la representación en la misma de la disciplina de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y sus posibles contribuciones en la salud

humana, ampliando de este modo nuestros conocimientos en esta interesante temática.

El estudio de la elaboración de alimentos **3S**, esto es *Seguros, Saludables y Sostenibles*, mediante el enriquecimiento en compuestos bioactivos, principalmente polifenoles en general y antocianos en particular, así como, en menor medida, glucosinolatos, es el Objetivo Global en el que se enmarca su investigación en el laboratorio de Fitoquímica y Alimentos Saludable -**LabFAS**-, investigación que actualmente cuenta con una creciente y excelente reputación a nivel Nacional e Internacional. Esta Investigación Multidisciplinar a la que denominan genéricamente “*Desde el Campo a la Salud*” se ha ido perfilando a lo largo del tiempo y está sustentada en tres líneas de investigación cuyos objetivos se basan concretamente en **1)**- El desarrollo de nuevos alimentos de origen vegetal saludables, frescos o procesados, a partir de ingredientes o subproductos agroalimentarios **2)**- Estudio de la evolución o transformación de los metabolitos secundarios (poli)fenólicos y glucosinolatos, como parámetros de calidad (color, pardeamiento, valor nutricional, etc.) en alimentos, durante su procesado y conservación. **3)**- Estudios de funcionalidad de determinados metabolitos dirigido a sus potenciales efectos en la salud, actuando como anti-inflamatorios, en las alteraciones del metabolismo lipídico y/ o glucídico, así como su posible efecto neuroprotector.

Esta investigación, que ha ido perfilándose a lo largo del tiempo, tiene sus antecedentes en el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, ubicado en el antiguo edificio del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC). A este departamento Cristina se incorporó en el año 1987 algún tiempo después de finalizar sus estudios de Licenciatura en Farmacia en la Universidad Complutense de Madrid. Durante este periodo Cristina inicia su contacto con la investigación, en el laboratorio de Bioquímica dirigido por la Dra María Cascales, primera mujer Académica de la Real Academia de Farmacia de

Madrid, laboratorio ubicado en el Centro Mixto CSIC-UCM, de la Facultad de Farmacia, donde, según palabras textuales de Cristina, descubre la importancia de la bioquímica en la salud, concretamente analizando la relación *“ingesta de alcohol y grasa con las enfermedades hepáticas”*, así como el *“efecto de la ingestión del aceite de colza en el hígado”*. Tuvo la oportunidad de desarrollar en este departamento su Doctorado, sin embargo, el haber conocido durante un verano en Torrevieja a un murciano que también veraneaba por allí hizo que, tras finalizar su licenciatura, fuera su marido y se traslada a Murcia en el año 1986.

La experiencia como alumna interna en el Departamento de Bioquímica no solo le permitió una formación inicial sobre la importancia del metabolismo de los alimentos y su repercusión en el desarrollo de determinadas enfermedades, si no que le llevo a decidir de forma clara su interés por la investigación en *“el análisis de los alimentos”* desde la perspectiva conjunta de la bioquímica y la bromatología. Su intención en aquella época era la de dedicarse a la Industria Privada, sin embargo, tras varias entrevistas y la posibilidad de contrato en la empresa HERO, le surgió también la oportunidad de hacer una Tesis Doctoral en el CEBAS, concretamente en el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, alternativa por la que se inclinó y para lo que obtuvo una Beca predoctoral del Instituto de Fomento de la Región de Murcia. La investigación predoctoral se centró en la **“Caracterización de alimentos vegetales, mediante el estudio de sus (poli)fenoles por HPLC”**, trabajo dirigido por los Dres. Francisco Tomás Lorente, Francisco Tomás Barberán y Federico Ferreres, defendido en el año 1991, que le permitió obtener el doctorado en Química por la Universidad de Murcia (UMU), con la calificación **Apto Cum Laude por Unanimidad**.

Esta investigación, pionera en el estudio de alimentos en el CEBAS, fue un buen exponente de la eficacia de diferentes técnicas de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) acopladas a Detector de

Red de Diodos (DAD), en el estudio de caracterización de alimentos, concretamente, para la detección de (poli)fenoles de vino y de alimentos ricos en azúcares tipo zumos, confituras y miel. Junto al reto que suponía el análisis de los compuestos polifenólicos por cromatografía líquida, temática en la que el grupo de investigación en aquella época carecía de experiencia, se unía un reto adicional, concretamente la dificultad de eliminar de los alimentos analizados los componentes azucarados presentes en niveles altos y que interferían en los sistemas cromatográficos, alterando la resolución analítica. Esta dificultad se solventó con el empleo de resinas de intercambio iónico (Amberlitas XAD) a las que se dio una nueva utilidad, ya que se utilizaban para eliminar las flavonas responsables del sabor amargo de los zumos. Esta investigación permitió caracterizar alimentos, hasta entonces no explorados, a la vez que se consiguió determinar el origen botánico y geográfico diferentes mieles, propóleos y el polen.

En estos años la investigación que se desarrollaba en el Departamento, concretamente en el grupo liderado por el Dr. Francisco Tomás, centraba su atención en la quimiotaxonomía de las Labiadas, pero la Tesis de Cristina, focalizada fundamentalmente en flavonoides de bebidas, mieles y confituras, fue pionera en el CEBAS en el análisis de alimentos procesados en general.

La novedad e interés de los resultados obtenidos en la Tesis le dio la oportunidad de comenzar su etapa postdoctoral, financiada por una beca de investigación del CSIC, en primer lugar en el Dpto de Plant Science de la Universidad de Oxford, donde se familiariza con las técnicas de cromatografía de gases para la determinación de compuestos volátiles en determinados alimentos, incluyendo propóleos, sin embargo debido a que su director, el Profesor Greenaway había decidido abandonar la investigación para dedicarse a cuidar ovejas en Cornualles, Cristina contacta con el grupo de investigación de Consumer Sciences del Institute of Food Research (IFR), concretamente

con la Dra Jokie Bakker y el Dr Peter Bridle, uno de los padres de la investigación en antocianos junto con Colin Timberlake, creador del grupo de investigación ya jubilado, con el que Cristina pasó muy buenas tardes escuchando su cuarteto de cuerda, a la vez que aprendió algo, según comenta, de química de los antocianos y las reacciones con la vitamina C.

En esta etapa Cristina se involucra en la caracterización de vinos, concretamente de Oporto, ricos en estos flavonoides a la vez que pone a punto técnicas de análisis cromatográfico para ácidos fenólicos en diferentes substratos de origen vegetal con y sin procesar. Tras el primer año tuvo la oferta de continuar su estancia en este laboratorio con la beca del CSIC o con un contrato del grupo de investigación en el que se encontraba trabajando. No obstante, dado que estaba embarazada, a solo dos meses de dar a luz, Cristina retornó a España con un contrato de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia.

En aquellos años y aunque en la Europa Comunitaria el desarrollo económico y tecnológico minimizaba considerablemente las pérdidas de la producción hortofrutícola, se hacía patente la existencia de retos importantes por resolver en el campo de la post recolección, dirigidos esencialmente a evitar el deterioro de la calidad durante la manipulación, conservación y distribución de la misma. Por otro lado, al igual que ocurre actualmente, en el contexto de la investigación y experimentación, las exigencias del consumidor se orientaban cada vez más por los aspectos cualitativos que por los cuantitativos. En este sentido, los consumidores exigen que los alimentos sean más frescos, sanos, puros, nutritivos y con mejores características sensoriales, todo ello acompañado de una mayor información sobre su composición y cualidades. Es en este contexto, en el que la investigación y los objetivos científicos y tecnológicos del grupo del Prof Tomás estaban en estrecha relación con la demanda de I+D de este sector productivo, encaminados

a prolongar la vida comercial de las frutas y hortalizas manteniendo su calidad.

Con la experiencia obtenida en el Reino Unido y considerando los abordajes y /o retos planteados en su departamento, Cristina centra su investigación en los antocianos de frutos rojos y en vinos, implicándose en el desarrollo de diferentes alimentos /productos basados en nuevas formulaciones que permitan y preserven la concentración de los bioactivos, sobre todo de los antocianos y otros agentes protectores de la salud (fitonutrientes), durante los procesos tecnológico a los que están sometidos, con la finalidad de obtener productos de mayor calidad, con sabores y características dietéticas o nutricionales particulares. De ahí surgieron las primeras Tesis Doctorales que codirigió y es en esta época concretamente en 1999 cuando obtuvo la plaza de Colaborador Científico (actual CT) abriéndole la posibilidad de dirigir proyectos propios en esta línea de investigación. En tan solo diez años y con menos de 50 años, Cristina obtuvo las plazas de Investigadora Científica (2004) y de Profesora de Investigación (2009).

En base a ello Cristina comenzó a dirigir hace más de 20 años una nueva línea de investigación encaminada al desarrollo de **Alimentos ·3S** (Seguros Saludables y Sostenibles) como he comentado inicialmente, línea que se inicia tras la concesión de un Proyecto de Investigación por la Fundación Séneca. Este proyecto fue la base de la investigación actual de la línea del brócoli, producto rico en glucosinolatos y polifenoles (entre los que se encuentran los antocianos), en la que intervienen especialistas en fisiología vegetal, analizando las diferencias entre variedades, desarrollo fenológico y la posibilidad de elicitación, encaminada a incrementar la concentración de bioactivos para su consumo como alimentos frescos más saludables o bien como biofactorias, fuente de nuevos ingredientes alimentarios con posible aplicación en los alimentos procesados. Un objetivo similar se plantea a través del aprovechamiento de los subproductos de la industria

agroalimentaria. Destacando que, además, ha dirigido proyectos encaminados al diseño de nuevos alimentos procesados, mediante el empleo de ingredientes bioactivos, optimizando las condiciones de elaboración, conservación y su importancia en la salud.

Con lo descrito hasta ahora, espero haber conseguido definir el Objetivo Final de la investigación actual, esto es **“La Obtención de Alimentos más Saludables”** para lo que es imprescindible que los ingredientes que los componen sean muy ricos en compuestos bioactivos, a través de diferentes técnicas de estabilización de los metabolitos de interés.

En este contexto, su grupo de investigación, **LabFAS**, ha diseñado nuevas formulaciones entre ellas zumos, cervezas, kombuchas, bebidas isotónicas, empleando brotes de brócoli y rábano rojo y otros frutos ricos en bioactivos y sus subproductos, buscando ingredientes enriquecidos fundamentalmente en antocianos, tal y como ha expuesto en su ponencia. Una vez formulado el nuevo alimento en base a su calidad organoléptica y saludable, se optimiza el procesado industrial y la conservación de los mismos, con el fin de prolongar su vida útil, que se considera atendiendo a sus características químicas y microbiológicas, así como en base a su funcionalidad a nivel celular, análisis complementario a los estudios de intervención en humanos, que el grupo de investigación desarrolla.

¿Dónde se encuentran estas fuentes de principios activos? Junto a variedades de plantas como las Brasicáceas (Familia Brassicaceae) a las que ya me he referido, actualmente el grupo de investigación está trabajando con otras fuentes menos conocidas, concretamente con frutos iberoamericanos como son el maqui y/o el calafete y con subproductos de la industria agroalimentaria (fundamentalmente de bodega) ricos en estos bioactivos, o bien induciendo la producción de determinados compuestos mediante el empleo de plantas como biofactorías.

Paralelamente, la investigación también se centra en la “Determinación de la Funcionalidad y el Efecto en la Salud”, de algunos de los nuevos productos formulados y desarrollados en el grupo de investigación. Esta aproximación tiene su principal apoyo en plataformas de Metabolómica, que les permite analizar la absorción, actividad y su capacidad como marcadores de estrés en el organismo humano y/o en animales de experimentación. Un ejemplo es el análisis de la influencia de la ingesta de bebidas formuladas fundamentalmente con frutos ricos en antocianos y, por ende, de determinados metabolitos, en enfermos con Síndrome Metabólico y/o en Deportistas de élite. También se investiga el efecto de la sustitución de azúcar por edulcorantes acalóricos en las Alteraciones del Metabolismo Lipídico y/o Glucídico a la vez que se analiza el posible efecto nociceptivo de algunos de los compuestos bioactivos presentes en estos alimentos.

Como es fácil deducir de lo expuesto hasta ahora, la formulación de estos alimentos, va encaminada a diferentes sectores de la población, a la vez que está permitiendo un gran avance científico en su área, paralelo al desarrollo de unas aplicaciones directas encaminadas en lograr una mejor calidad de vida. Algunas formulaciones y tecnologías empleadas en la investigación se encuentran bajo secreto industrial o patentadas y transferidas al sector agrario o alimentario. Una vez más es posible comentar que la investigación que realiza Cristina y su grupo de trabajo, reúne las características de la revolución biológica que nos ha tocado vivir y que se concreta en la casi inexistencia de un determinado lapso temporal entre el avance del conocimiento y el de sus aplicaciones.

Todo lo expuesto ha llevado al grupo de Cristina a compartir experiencia y conocimientos con una cada vez más amplia red de relaciones nacionales e internacionales, a través de proyectos de cooperación, aspectos a los que a continuación me referiré.

## Calidad Científica de la Dra García -Viguera

Lo expuesto hasta ahora considero que sustenta y permite valorar la importancia de las aportaciones científicas de Cristina derivadas de su investigación, sin embargo, atendiendo a lo establecido en los estatutos de nuestra Academia referentes a *“elegir personas con una cualificación relevante para su entrada en la misma”* haré mención, aunque no de forma exhaustiva, a otros méritos relacionados con su calidad científica que derivan y complementan los ya descritos anteriormente.

Empezaré comentando que Cristina se encuentra entre las diez científicas mejor valoradas en su Área de Investigación, a nivel Nacional.

La nueva Académica posee un índice H de 71 atendiendo a los índices de Scopus Citations y 83 según Google Académico. Estos índices están sustentados y derivan de sus 214 publicaciones en revistas científicas de primer orden indexadas, junto a 19 capítulos de libro; hasta ahora, ha dirigido 18 Tesis Doctorales, 5 de ellas Premio Extraordinario de Doctorado, diversos trabajos Fin de Grado y Masters y ha sido tutora y supervisora del trabajo de más de 30 investigadores contratados en proyectos de investigación nacionales y/o internacionales en los que el grupo de investigación participa.

Destacar también su nombramiento como ***Honorary Meeting Secretary, de la Phytochemical Society of Europe***

Tiene una amplia experiencia docente, participando de forma recurrente en el programa de doctorado en el Área de Alimentos de diferentes universidades españolas (UMU; UPCM; UCAM; UMH) y en cursos de especialización en varias universidades extranjeras, entre estas últimas, en el programa de doctorado en ciencias de la alimentación en la Universidad de Concepción, junto a la codirección de doctorados en esa misma Universidad, un doctorado industrial con Compañía Nacional de Chocolates, de Colombia y otro con el INIAP (instituto Nacional de Investigación Agraria) en Mejía, Ecuador.

Actualmente es miembro de la Comisión de Doctorado de la UPCT y profesora de Master de la UMH.

Ha participado en unos 80 Congresos/Simposios Científicos, la mayoría de ellos internacionales, en los que contribuyó con 26 conferencias plenarias, siendo Miembro del Comité Científico u Organizador en 11 de los internacionales y actuando como presidenta en tres de ellos.

Ha sido investigadora principal en 18 proyectos competitivos de carácter Nacional incluyendo proyectos RETOS, FEDER y CDTI e Internacionales, ha sido IP en 10 contratos con empresas y ha formado parte del equipo Investigador de un número importante de proyectos (51) de fondos públicos desarrollados en su departamento. Actualmente participa en dos proyectos europeos, en uno de la Fundación Séneca y es, junto con miembros de su grupo, IP de un proyecto del programa RETOS, otro del programa Agroalnext y de un CDTI.

Todo ello ha llevado al grupo de Cristina a compartir experiencia y conocimientos con una cada vez más amplia Red de Grupos de Investigación, tanto nacionales, regionales e internacionales. Destacando los proyectos conjuntos con países de Hispanoamérica, lo que junto a sus aportaciones científicas, proporcionan unas materias primas poco explotadas y una filosofía de la vida más resolutiva. Entre ellos mantienen proyectos conjuntos con la Universidad CES (Corporación de Estudios de la Salud), Universidad de Antioquia y la Universidad de la Amazonía, todas ellas en Colombia; en Chile con la Universidad de Concepción; con la Universidad de Chiguagua, con el Instituto Mexicano del Seguro Social y el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramon de la Fuente Muñiz, de Ciudad de Mexico, en México y en el último año, con el Instituto Tecnológico, localizado en Cartago, en Costa Rica, con la Universidad de Kumasi en Ghana y con el Instituto Federal Goiano de Rio Verde, en Brasil.

En paralelo se han creado lazos muy fuertes con otras Universidades o Centros de Investigación Europeos, entre ellos el Institute of Food

Research, en el Reino Unido; con la Universidad de Tras-os-Montes y el Politécnico de Guarda, en Portugal y grupos de investigación del INRA en Francia.

A nivel nacional y concretamente en el área de la postcosecha, resaltar la colaboración estrecha con el grupo del Dr. Daniel Valero de la UMH (Elche) a la vez que en el ámbito de la seguridad alimentaria, en unión con el Dr. Pablo Fernández de la UPCT, se ha creado una Unidad Asociada (CSIC/UPCT) denominada **“Calidad y Evaluación de Riesgos en Alimentos”** de la que Cristina es la Investigadora Responsable en el CSIC. Esta Unidad, lleva funcionando más de seis años, con la consecución de varios proyectos de investigación conjuntos, codirección de tesis doctorales y lo más importante, ha visto consolidar las plazas de investigadores más jóvenes en ambas instituciones.

En cuanto a la capacidad de **Transferencia de Tecnología**, referir que los resultados derivados de la actividad investigadora de Cristina junto a su grupo, han tenido su aplicación en numerosos proyectos con empresas y a su vez les han permitido ser Socio Fundador de la **EBT-CSIC: Aquoporins and Ingredients S.L** (CIF: B73640971). La creación de esta *Spin-off* recibió el **Premio Innovación Tecnológica**, del Instituto de Fomento de la Región de Murcia, por transferencia de conocimiento al sector empresarial. Cristina también fue Socia Fundadora de la *Spin-off* **Aquoporins Dermoactivity S.L**. (CIF: B73994931).

De la colaboración con Colombia, resaltar su participación como **Miembro del Comité Científico Asesor de la corporación VIDARIUM**, Centro de Investigación en Nutrición, Salud y Bienestar, del Grupo empresarial Nutresa, empresa de alimentación segunda en importancia en ese país, tras el Grupo Empresarial Juan Valdés.

Destacar también su participación como miembro del Comité **“Nutrition Working Group (NWG)** perteneciente a la International Fruit and Vegetable Juice Association (IFU), así como del Comité Científico **+Brocoli** (asociación española para promover el consumo del brócoli)

Es inventora de **Seis Patentes**, todas ellas transferidas y 1 en explotación, junto a su participación en la creación de **tres secretos industriales**, titulados: “FORMULACION” con nº 640/2017, un segundo “POTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE PALITOS DE TRONCO DE BRÓCOLI EN CUARTA GAMA” con nº2725/2021, y un tercero FORMULACION MAQUI/NOCICEPCION, todos registrados ante notario.

A modo de ejemplo, su grupo de investigación ha mantenido contratos de investigación con empresas del sector privado como: Hero, Juver, Syngenta Seeds, Campo de Lorca, Dallant, AMC, Cítricos de Murcia, Congelados de Navarra, Asmoba, Moyca, Inbautek, Viña Elena, etc

Todo ello, ha derivado en unos resultados innovadores y excelentes sustentando la relevancia científica del grupo de investigación que dirige y que actualmente está compuesto por más de 10 miembros y es un referente dentro del Área de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

### **Experiencia en Gestion Científica**

Junto a lo expuesto, resaltar su contribución a la Planificación y Gestión Científica, aspecto que merece un reconocimiento adicional a su vocación y compromiso con y para la Ciencia.

Cristina contribuyó en la dirección del CEBAS como **Vicedirectora** curiosamente a los pocos meses de haber obtenido la plaza de Científico Titular (2000-2005) Este reto le permitió tener una experiencia muy enriquecedora desde dos puntos de vista: *el científico*, ya que el estar en un centro de agroalimentación contribuyó positivamente a tener una mayor información sobre los problemas que se presentan en los cultivos en campo, siendo la base del actual slogan del *LabFAS- del campo a la salud*, permitiéndoles actuar sobre ellos con el fin de enriquecerlos en compuestos bioactivos para la obtención de alimentos procesados con mayor funcionalidad.

A su vez, a nivel personal, le enseñó a lidiar con problemas de los compañeros tanto en el terreno profesional como muchas veces, también en el terreno personal, permitiéndole valorar de forma global la importancia de todas las aportaciones procedentes de los diferentes estamentos, en el desarrollo de la investigación.

**Miembro del Comité Asesor de Transferencia de Investigación** dependiente de la Vicepresidencia de Relaciones Internacionales y Transferencia de Investigación a la Industria, del CSIC (2013-2015). Este nombramiento le amplió el conocimiento de la investigación global que se realiza en el CSIC, tanto en el área de agro-alimentación como en todas las demás, desde estudios árabes hasta robótica.

También fue nombrada **Jefa del Departamento** de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, responsabilidad que ejerció durante seis años (2012-2017)

Estos nombramientos y las lecciones aprendidas se han visto fortalecidas por la labor de evaluación para la Agencia Estatal de Investigación, así como para otras entidades regionales y/o privadas españolas y de otros países.

### **Cristina Garcia- Viguera: Aspectos Biográficos**

A continuación, resaltaré algunos de sus aspectos biográficos, que considero importantes para obtener una imagen más completa de la nueva Académica.

Como comenté al inicio del Discurso, Cristina nació y vivió en Madrid concretamente en el barrio de Chamberí y allí pasó sus primeros 25 años de vida. En esta ciudad estudió Farmacia, siendo la sexta generación de farmacéuticos por parte de su padre. Anteriormente hubo un catedrático en la Universidad de Granada, boticarios en Almería donde ya su abuelo patentó algún producto farmacéutico, dedicándose su padre también a la industria farmacéutica. Si bien este historial no

influyó en el hecho de ser la primera en la familia que “se olvida del medicamento” y se centra en la “alimentación”.

Esta primera etapa de su vida en Madrid está llena de buenos recuerdos, en un ambiente familiar de cariño, en el que le ofrecieron y pusieron a su disposición las herramientas para lograr una buena formación. También según refiere, recuerdos de sus compañeros y profesores que confiaron en ella, alentando su espíritu inquieto y curioso y controlando su ímpetu aún algo inmaduro y alocado.

La oportunidad más importante que Murcia le brindó, a los 16 años, fue conocer a un murciano, Juan, su compañero eterno, dedicado a ejercer la abogacía. La “ausencia de playa” en Madrid hizo que se conocieran en Torrevieja donde la familia veraneaba, como ya comenté al inicio. Por él abandonó su vida en Chamberí y renunció a un par de ofertas de trabajo en departamentos de I+D en laboratorios farmacéuticos. Según nos comenta Cristina, Juan sufrió su BUP, COU, Carrera de Farmacia en Madrid y posteriormente días sin horario durante la Tesis, estancias en el extranjero y viajes hasta ahora continuos, animándola siempre, sobre todo en esos días que “vuelves de una oposición no sacada”.

Junto a Juan, su otro gran apoyo y sin una sola queja por sus ausencias, su hija Marta que casi sin entender aún muy bien, lo que Cristina hace y dirige, la apoya de forma incondicional y entiende la dedicación y entrega de su madre por el trabajo que realiza.

Marta la ha acompañado en varias de sus estancias en el extranjero, en las que a su vez se ampliaba su formación, como ejemplo, su participación con pocos años (nueve) en un curso de verano para niños holandeses en Wageningen, entre otros. Marta se ha inclinado por ejercer una profesión que al igual que la investigación científica, requiere vocación, constancia, entrega, capacidad de asumir fracasos, disponibilidad casi plena y disfrutar día a día de su trabajo. Concretamente, pertenece al cuerpo de la Guardia Civil. Le deseo que

tenga mucha suerte en su vida profesional, que creo que la ejerce con la misma vocación, disfrute y excelencia con que lo hacen sus padres.

Sinceramente estoy convencida de que el trabajo de Cristina y el de todos los compañeros del grupo de investigación, permite tener una visión global y particular de la importancia del alimento enriquecido en compuestos bioactivos en la salud, el posible sinergismo o antagonismo entre ellos, y las posibles opciones existentes para poder explorar nuevas vías que permitan mejorar los conocimientos actuales en esta disciplina.

Estoy totalmente convencida de que la Academia de Ciencias de la Región de Murcia, se verá reforzada por la entrada de la nueva Académica, la Dra. Cristina García- Viguera, a la que doy mi más sincera felicitación extensiva a su familia y una cordial bienvenida, en mi nombre y en el de mis compañeros de esta Academia.

Finalizo comentándoles que para mí ha sido un orgullo el haber podido contribuir en este acto de acogida a nuestra nueva Académica. Espero no haberles aburrido y haber sido capaz de reflejar su brillante y extensa investigación junto a la importancia e interés de la misma.

Muchas Gracias

Este trabajo ha sido publicado con el patrocinio de la  
Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

