CINCO EPISODIOS MEDIOAMBIENTALES EN LA CÓRDOBA DE HACE CASI MEDIO SIGLO

Aniceto López Fernández
Académico Numerario

RESUMEN

En este artículo se revisan algunos de los principales acontecimientos relacionados con el medio ambiente en Córdoba y provincia desde los años setenta del pasado siglo. Entre ellos las investigaciones en la sierra de la Lastra en Luque, tras una perforación petrolífera; la grave situación ecológica por la atravesaba el río Guadalquivir debido a los vertidos urbanos e industriales que recibía, y la capacidad de regeneración del acebuchal de los alrededores del Monasterio de San Jerónimo, tras el incendio que sufrió en 1985. Por último, las poblaciones del cangrejo de río del subbético camino de su desaparición y la problemática ambiental de la laguna de Zóñar, en Aguilar de la Frontera.

PALABRAS CLAVE

Luque.
Río Guadalquivir.
San Jerónimo de Valparaíso.
Cangrejo de río.
Lago de Zóñar.

ABSTRACT

This article reviews some of the main events related to the environment in Córdoba and province since the seventies of the last century. Among them the investigations in the Sierra de la Lastra in Luque, after an oil drilling; the serious ecological situation that the Guadalquivir river was going through due to the urban and industrial discharges it received, and the ability of the wild olive grove around the San Jerónimo Monastery to regenerate after the fire it suffered in 1985. Lastly, the populations of the crayfish from the subbético on the way to its disappearance and the environmental problems of the Zóñar lagoon, in Aguilar de la Frontera..

KEYWORDS

Luque.
Guadalquivir River.
San Jerónimo de Valparaíso.
Crayfish.
Zóñar lagoon.

PRESENTACIÓN

Los cinco episodios que se relatan a continuación constituyen experiencias e investigaciones en primera persona de quien suscribe este trabajo. Alguno de estos capítulos son poco conocidos porque no se ha publicado hasta ahora nada sobre ellos y por tanto no contienen un apartado dedicado a la bibliografía, sino referencias incluidas en el texto. Los demás episodios al ser de mayor en-

vergadura tienen adjuntas publicaciones en revistas especializadas, que servirán al lector para profundizar sobre aspectos más concretos que sería prolijo incluir en el texto. Por cierto, debo confesar que me ha embargado cierta emoción al escribir la bibliografía porque he recordado, después de tantos años, con nostalgia, a las personas con las que trabajé, algunas ya ausentes, en aquellos difíciles pero fructíferos años de dedicación a la enseñanza y a la investigación.

He querido dedicar cada capítulo a un Académico de esta Real Casa que haya dejado una huella palpable en mi persona y que a la vez guarde relación con el asunto tratado. Sirva recordar sus nombres como muestra hacia ellos de agradecimiento, reconocimiento y homenaje en esta publicación especial del Centenario del Boletín.

I. LA BÚSQUEDA DE PETRÓLEO EN LUQUE

En recuerdo de mi amigo luqueño y Académico Numerario D. Antonio López Ontiveros (1938-2011) que vivió este emocionante acontecimiento.

INTRODUCCIÓN

¿Petróleo en Luque? Era la pregunta más habitual que se hacían los vecinos de esa localidad cordobesa a mediados de los años ochenta del pasado siglo. El nivel de alquileres y ventas en general se había disparado en el pueblo debido a los gastos que realizaban los bien retribuidos trabajadores de una poco conocida explotación petrolera existente en las cercanías. En efecto, la empresa «*Amoco » España Exploration Company*, filial de *Amoco Corporation* —empresa petrolera y petroquímica de los Estados Unidos fundada en 1889 que fue después adquirida por *British Petroleum* en el año 2000— realizaba en 1984 una perforación para prospección de petróleo en la Sierra de la Lastra en Luque. Estaba situada a unos 2,8 km del núcleo urbano, en el paraje Nadel, junto a la carretera que se dirige a Priego de Córdoba.

ANTECEDENTES

La actuación de esa empresa dedicada a la búsqueda de petróleo y la contaminación que causó fue un asunto que preocupó a las autoridades ambientales andaluzas de la época. El Director Provincial de la Agencia de Medio Ambiente solicitó al que suscribe, por entonces Prof. Adjunto del

departamento de Ecología de la UCO, por teléfono y por escrito, atendiese, (para este asunto colaboraron conmigo el Prof. Ayudante Bellido Sempere y el Lcdo. Muñoz Albelda), a la realización de unos análisis y a la ejecución de las investigaciones oportunas para resolver si eran o no contaminantes unas aguas producidas por la citada petrolera en Luque, las cuales se pretendía verter al río Salado.

Según la información suministrada todo surge por una denuncia telefónica, de fecha 1/2/1985, a la Dirección Provincial de la Agencia de Medio Ambiente, sobre los trabajos que se estaban llevando a cabo por la empresa «Amoco» en el término municipal de Luque, como consecuencia de los cuales se realizaban vertidos al río Salado.

Ante esta denuncia, la Agencia, tras informar a las entidades competentes, envía un agente forestal para que obtuviese una primera información y trajese muestras de agua, que debían ser enviadas al Dpto. de Ecología. Además, la Agencia destacó a un Ingeniero Técnico Agrícola en la Planta, con fecha 4/2/85, que emitió el correspondiente Informe. Los vertidos en ese momento se encontraban paralizados por decisión del Alcalde-Presidente del Ayuntamiento de Luque.

Debió suceder algún despiste con las fechas porque lo cierto es que el día 31 de enero de 1985 el que suscribe recibió de dos funcionarios de la Agencia, y en mano, tres botellas con agua, que venían identificadas como: «balsa», «Arroyo Salado aguas arriba del punto de vertido» y «Arroyo Salado aguas abajo (unos 15 metros) del punto de vertido». Los análisis realizados sobre ellas no mostraron ningún resultado que llamase la atención, ni siquiera en sus características organolépticas -eran aguas claras y sin olor-, salvo que no se trataba de aguas de elevada salinidad, característica que suele dominar en aguas subterráneas a cierta profundidad, por ser más densa que el agua dulce, o por el propio origen salino de las mismas. De hecho la conductividad de la muestra «balsa» era de 1800 uS/cm; el pH de 7,25, y por ejemplo los sólidos disueltos de 655 mg/l. Esos valores y en ese orden eran en «aguas arriba»: 1400, 7,62 y 509; y «aguas abajo» de 1500, 7,31 y 546.

Según se relata en el Informe del Ingeniero Técnico de fecha 5/2/85, que nos hizo llegar el Director Provincial, en días pasados la perforación encontró una balsa de agua subterránea, que tenían la necesidad de agotar, para lo cual construyeron una serie de cuatro balsas de distintas dimensiones, que se comunicaban por rebosamiento y con cuatro metros de profundidad. La primera de unos 35 x 35 m, la segunda y más grande de 80 m por el lado mayor y 70 m de ancho. La primera estaba como encajada en la segunda por un lateral. Las dos siguientes situadas en paralelo eran de

40 x 30. Se comunicaban por rebosamiento. Contaban con protección de infiltraciones por tener revestimiento de láminas de polivinilo soldado.

> En la primera se decantaban los lodos y las primeras aguas; en la segunda se trata con lluvia de aspersores la superficie para precipitar la espuma que puede aflorar del tratamiento de la perforación, pasando posteriormente a las dos últimas donde se observa el agua bastante limpia, algo turbia. En la penúltima se observa una pequeña lámina oleosa de hidrocarburos en la superficie.

Así va diciendo el Informe, que continúa advirtiendo que

> al ser mayor el volumen de agua extraída que la capacidad de las balsas, la compañía se vio en la necesidad de evacuar las aguas sobrantes, para lo que solicitaron de la Jefatura Provincial de Minas el asesoramiento sobre la forma y lugar del vertido de dichas aguas. El personal técnico de dicho organismo primero pensó en verterlas en el hueco de una cantera de piedra, pero desistieron por temor a las filtraciones, determinando después el definitivo vertido en el Río Salado, alrededor del km 10 de la carretera de Priego al Salobral.

En este Informe se alude a que «el criterio de los Técnicos de Minas para el vertido de estas aguas en el río Salado se basaba en que se trataba de un agua con bajo grado de salinidad (más bajo que el nivel del mar)». También recoge el Informe que

> al recibirse en el Ayuntamiento de Luque una denuncia de un vecino del mismo sobre la contaminación de las aguas de dicho río, el Sr. Alcalde dirigió escrito, de fecha 1/2/85, al Sr. Varela, coordinador de los Servicios de la Compañía, paralizándole la obra, hasta recibir informe de la Agencia de Medio Ambiente.

Se hace referencia además a que el día 1 de febrero la Dirección Provincial envía a un Agente para recoger muestras que se llevaron a analizar a la Facultad de Ciencias de Córdoba y por último dice que el 4 de febrero, por orden del Director Provincial de la Agencia,

> se desplazó el Ing. Tec. Agrícola D. Enrique García Herráiz, adscrito a esta Dirección, recorriendo las instalaciones, no observando la producción de gases en las balsas, tan solo la pequeña lámina de hidrocarburo en la superficie de la penúltima, comprobando no existir filtraciones de las mismas, gracias al plastificado de las paredes, bases y bordes. La perforación se encontraba parada. Personado él mismo, en el lugar del vertido de las aguas, no observó alteraciones en la vegetación de las márgenes del Río aguas abajo, ni espuma, ni otra clase de anormalidad. El caudal del Río en este tramo será de unos 1000 litros/segundo.

Incluye el Informe al final un mapa donde se sitúa la «torre petrolífera» y los «vertidos».

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

El 6 de febrero de 1985, a petición de la Dirección Provincial de la Agencia de Medio Ambiente, realizamos una visita a las instalaciones de la empresa «Amaco» en Luque.

Cuando llegamos a ese lugar de la Sierra de la Lastra, sobre el paisaje característico de olivar tradicional dominaba el impacto visual que causaba una torre metálica de gran altura. En efecto, era una torre de sondeo que se elevaba varias decenas de metros sobre el nivel del suelo y que estaba instalada sobre una gran plataforma hormigonada (Foto 1).

FOTO 1 | TORRE DE SONDEO. 7/2/1985. FOTOGRAFÍA DEL AUTOR

Era también de reseñar la bulliciosa aglomeración de personas, de trabajadores, que iban de un lado para otro cada uno con su ocupación, dando la sensación de estar en un pequeño pueblo, con muchas caravanas o roulottes por los alrededores del gran llano que surgió tras la tala y nivelaciones, efectuadas en medio de aquellas tierras de labor de olivar. Precisamente sobre un olivo ondeaba una bandera amarilla que llamaba la atención. Además de la torre en el recinto se distinguían cuatro grandes balsas que estaban llenas de un líquido de color amarillo. He de significar que en el momento de nuestra llegada enseguida vino a recibirnos el director de la explotación, que nos colmó de atenciones, enseñándonos las instalaciones, las caravanas o roulottes que servían de albergue a los numerosos trabajadores que tenía la empresa, algunas de las cuales se utilizaban como despacho, laboratorio, comedor, etc. Allí trabajaban decenas de hombres, muchos extranjeros con vestimentas no habituales para nosotros, como pantalones o sombreros, que no era costumbre el verlos en el campo. Aportaron alguna información, como que iban en la perforación por los cuatro mil metros de profundidad y que hacía unos días que habían salido unas aguas que decidieron acumular en balsas impermeabilizadas, para evitar filtraciones al subsuelo, ya que no querían arrojarlas a cualquier parte, viendo más favorable el vertido a un cauce próximo dado que eran aguas que habían salido del interior de la tierra. Cuando nos enseñaron la caravana del laboratorio, el químico de la empresa no veía en ese acto peligrosidad alguna y decía que allí realizaba análisis a diario.

Acto seguido nos trasladamos a la zona de las balsas donde se apreciaba en algunas de ellas espumas flotantes y manchas de hidrocarburos en superficie. En total la capacidad de las balsas se aproximaba a los 50.000 metros cúbicos. Gruesos plásticos de color negro recubrían las oquedades del terreno para proteger al suelo de infiltraciones. Las balsas contenían un líquido amarillo, parecido al color del limón. La balsa de mayores dimensiones estaba rodeada por decenas de aspersores que, como chorros de una fuente, devolvían a la balsa el agua amarillenta y maloliente que contenía, tras facilitar el paso a la atmósfera de gases (Foto 2). En el ambiente se identificaban varios olores distintos, a azufre, a huevos podridos (sulfhídrico), a detergentes y a hidrocarburos, que cargaba el aire circundante. Se notaba una leve irritación de las fosas nasales. Lógicamente la calidad del aire guardaba relación con el color de la bandera ¡menos mal que no había bandera roja ese día!

Realizamos algunas mediciones *in situ* cuyos resultados, de mayor interés, fueron los siguientes: Temperatura: 15ºC; pH: 10,61; Conductividad: 55000 uS/cm. Resulta evidente que estos resultados nada tenían que ver con los que previamente habíamos obtenido en las muestras que nos

Foto 2 | Vista parcial de la segunda balsa con los aspersores en funcionamiento. 7/2/1985. Fotografía del autor

habían enviado con la etiqueta de «balsa» a la Facultad. La conductividad ahora era muchísimo más elevada y el pH denotaba un líquido muy básico, el color y el olor que era patente no lo tenían las otras muestras. Algo no encajaba. Todo ello suscitó el interés por seguir con la investigación y conocer qué era lo que estaba sucediendo y qué era ese agua amarilla embalsada. Por tanto, a continuación procedimos a la obligada toma de muestras en esa balsa al objeto de realizar los oportunos análisis en el laboratorio con los equipos adecuados.

Terminamos así la visita y nos despedimos, no sin que antes nos cursaran una invitación a almorzar, que agradecimos, pero preferimos tomar el camino de regreso a Córdoba.

Las determinaciones realizadas en el laboratorio arrojaron los resultados siguientes:

Color: 19.000 unidades Pt/Co
Turbidez: 2.400 UNF
Sólidos decantables a las 2 horas: 0,1 ml
Sólidos totales a 105 °C: 38,45 g/l
Sólidos totales a 525 °C: 36,28 g/l
Sólidos disueltos a 105 °C: 30,67 g/l

Sólidos disueltos a 525 ºC: 29,86 g/l
Sólidos en suspensión (secado a 105 ºC): 7,78 g/l
Sólidos en suspensión (secado a 525 ºC): 6,19 g/l
Cloruros: 16395 mg/l
Grasas (extracción hexánica): 10,2 g/l
Grasas (previa coagulación): 35 g/l
Cromo total: 13,6 ppm
Cromo hexavalente: 7,2 ppm
Cromo trivalente: 6,4 ppm
Cromatos: 16 ppm
Zinc: 59,8 ppm

No se hicieron más determinaciones por la urgencia de transmitir a la Agencia de Medio Ambiente si podían o no ser vertidas esas aguas al Río Salado y con lo hecho hasta aquí ya se disponía de un veredicto, en el que pesaba y mucho la contaminación por cromo y zinc. El Informe remitido con fecha 7/2/1985 a la Dirección Provincial advertía de la necesidad de impedir que esas aguas fuesen vertidas a cualquier ecosistema acuático o terrestre. Así mismo, se debía evitar que entrasen en contacto con aguas subterráneas. Todo ello en prevención de los daños ecológicos que se podrían derivar.

Merece la pena hacer aquí unos comentarios más extensos de los que entonces se hicieron sobre los resultados obtenidos y sobre lo observado hace treinta y tantos años en aquella explotación.

Las aguas embalsadas eran alcalinas y salobres. El contenido salino puede corresponderse con el origen profundo y ancestral de las mismas, aunque tal vez enriquecido por sustancias añadidas que se citan a continuación. Si huele a detergentes es porque se han añadido a esa agua y si hay aceites e hidrocarburos es porque han debido salir de la perforación. Debo hacer notar que cuando por primera vez se perfora un yacimiento, lo que sucede es parecido a lo que ocurre al descorchar una botella de champán: el líquido a presión sale disparado.

Una vez que esto pasa el líquido permanece quieto dentro de la tierra y es necesario hacerlo salir de allí, lo que se consigue al inyectar, por un lateral, agua que hace aumentar la presión dentro del pozo. Pero esta técnica gana en eficacia si se le suman al agua agentes surfactantes (acrónimo del inglés *surface active*), detergentes, que actúan despegando, en su caso, las sustancias oleosas y el petróleo de las rocas.

Los surfactantes o tensioactivos actúan reduciendo la tensión superficial, propiedad de los líquidos que hace que se comporten como si su superficie

estuviese envuelta por una lámina elástica, debido a que las moléculas que están en superficie solo interaccionan con las que tienen por debajo y a los lados, pero no por encima, por lo que estas moléculas tienen más energía que sus compañeras del interior. Es normal que un sistema tienda a poseer la menor energía superficial posible. Ello se consigue disminuyendo el número de moléculas situadas en la superficie, por este motivo el agua en el espacio flota en forma de esfera que es la forma geométrica de menor superficie para un determinado volumen. Los tensioactivos actúan de manera que las sustancias aumentan su superficie con más facilidad.

Al añadir un agente surfactante al agua le será más fácil aumentar su superficie expuesta al aire, algo que en muchos casos ocurre en forma de espuma.

El mecanismo de acción de los surfactantes se basa en que sus moléculas están formadas por dos partes diferentes, una es hidrofóbica —que se siente repelida por el agua— y otra es hidrofílica —que se siente atraída por el agua—. Son sustancias que se denominan anfifílicas. Los surfactantes que se utilizan como detergentes se obtienen como productos de síntesis a partir del petróleo —el jabón se obtiene, como es sabido, a partir del aceite (que mancha), una sustancia hidrofóbica, que modificada con sosa, se convierte en anfifilo (y limpia)—. La base de los detergentes son algunas de estas sustancias tensioactivas, que curiosamente se obtienen a partir del petróleo.

El detergente en agua favorece la formación de espuma y su parte hidrofóbica se adhiere a la superficie de otras sustancias que no son agua. En el caso de las perforaciones petrolíferas el surfactante se pega espontáneamente a las rocas y arranca el petróleo de las paredes, lo despega, y se lo lleva en gotas estables la propia agua al salir a superficie. Una vez fuera se somete a distintas fases de tratamiento para separarlo en sus distintos componentes, entre los que se incluye el agua que se inyectó para extraerlo. Aquí radica la explicación a la presencia de sustancias oleosas en las balsas, las espumas, el olor a detergente y los hidrocarburos flotantes, ya que toda esta tecnología tenía que haber sido empleada en la perforación. Lo que se desconoce es si esas sustancias se corresponden con que saliese petróleo que tuviese que ser tratado para separarlo del agua y sus otros componentes, o si solo salieron sustancias oleosas de origen orgánico. Además, el detergente usado en la perforación debió ser un detergente alcalino, por el pH tan elevado que tenían las aguas de las balsas, las cuales debieron ser inyectadas en la perforación, tal vez utilizando las que salieron primero a presión, como el mencionado descorche del champán.

Es muy alto el contenido en sólidos, que se explicarían por el arrastre de materiales correspondientes a la profundidad de la perforación, al salir el agua a presión hacia la superficie. Destacar el fuerte olor a azufre cuando se calcinan los sólidos a 525 ° C y el olor a sulfhídrico —a huevos podridos— del agua relacionado con los fenómenos de descomposición de materia orgánica a la profundidad de la perforación. Los residuos grasos se estiman muy altos y se encuentran en un estado de fina emulsión, como se deduce de las cifras halladas en los dos métodos analíticos empleados, los cuales deben provenir de la acción del detergente sobre las sustancias oleosas y bituminosas de profundidad, o tal vez petróleo. De ahí las sustancias oleosas e hidrocarburos presentes en las aguas de las balsas o, en su caso, como residuos consecuencia del tratamiento del petróleo para separarlo de otros componentes con los que saliese a superficie, como ya se ha mencionado.

Se procedió también al análisis de algunos metales como el cromo por el color amarillo del agua.

La detección de cantidades muy significativas de cromo, tanto hexavalente como trivalente, y de zinc hace que se descarte el origen natural de las mismas. Su presencia debe ser consecuencia de la utilización de compuestos anticorrosivos en la planta, como los cromatos.

Se investigó, por tanto, la posibilidad de provenir de mezclas anticorrosivas cromato-fosfatos o cromato-zinc. La primera de estas mezclas fue descartada al no ser cuantificable la presencia de fósforo a diluciones 1/400 y 1/50 de la muestra. No ocurrió lo mismo con la segunda, puesto que se cifró en casi 60 ppm el contenido de Zn. Este elemento tiene una elevada toxicidad a concentraciones de 40-50 mg/l y se detecta en raras ocasiones en las aguas naturales, ya sean superficiales o subterráneas. A las concentraciones registradas solo cabe pensar en su procedencia de la propia planta perforadora. Por lo tanto, se deduce la utilización de cromato de cinc ($ZnCrO_4$) en la perforación.

El cromato de cinc también es denominado como sal de cinc del ácido crómico y como amarillo de cinc. Es poco soluble en agua y su estado físico es la de un sólido cristalino de color amarillo, cuyos cristales tienen forma de prismas. Se usa principalmente en la fabricación de pinturas que protegen los metales de la corrosión, para lo que se mezcla con pinturas, barnices y polímeros que luego se aplican sobre la superficie de los metales.

El cromato de cinc debió ser utilizado como inhibidor de la corrosión en el tubo perforador. La hipótesis más fiable es que al encontrar un man-

to acuífero profundo, el agua —que seguramente se podría calificar como agua fósil—, con las características ya descritas, cargada de sólidos, arrastró en su salida a superficie los materiales protectores del tubo.

El cromato de cinc tiene una elevada toxicidad, estando comprendida su DL50 entre 0,5- 5 g/kg. Es un potencial carcinógeno confirmado en seres humanos por la NIOSH (*National Institute for Occupational Safety & Health*), Agencia Federal de los EEUU que se encarga de realizar investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo. Esta propiedad carcinogénica se achaca a que el cromato posee el cromo en estado de oxidación +6. También se le atribuyen efectos mutagénicos por lo que se hace necesario su control en la industria que lo utilice y la prevención de los efectos que puede causar sobre la salud.

CONCLUSIONES

El Informe elaborado por la Agencia era incompleto. Las muestras de agua que nos fueron entregadas por personal de la Agencia no se correspondían con las que nosotros tomamos *in situ* el día 7-2-1985.

Con este trabajo se pudo demostrar la grave contaminación de las aguas retenidas en balsas por el sondeo que efectuaba en los años 1984-85 la empresa «Amoco» en la Sierra de la Lastra de la localidad cordobesa de Luque. La presencia de hidrocarburos, detergentes y, sobre todo, de cromo y zinc, como resultado de la prospección y actividad desarrollada por esa compañía petrolera, hacía totalmente inviable su vertido a cualquier ecosistema, ya sea acuático o terrestre. Así se transmitió a la Agencia de Medio Ambiente.

EPÍLOGO

Después del 7/2/1985 al que suscribe no le fue posible obtener ninguna información ni se le transmitió tampoco ninguna, por parte del Director Provincial de la Agencia de Medio Ambiente, sobre el destino final de esas aguas contaminadas —es de esperar que no fuesen inyectadas de nuevo en profundidad, aunque no es descartable— ni de lo que sucedió con la explotación petrolífera, salvo que no se debió encontrar ningún producto rentable, puesto que al tiempo se desmanteló.

Hace unos años (19/2/2016), el diario *Córdoba* publicó un artículo de José de la Rosa titulado «Un secreto sin desvelar» que comienza así: «La empresa Amaco hizo en 1984 diversas prospecciones en un paraje de Lu-

que para encontrar no se sabe si gas o petróleo y nunca se conoció el resultado de aquellos trabajos». D. Manuel Barba León, Alcalde de Luque en esa época, dijo en ese artículo que «la empresa Amaco, gestora de las prospecciones, se limitó a solicitar y pagar la licencia de obras, además de una cuantía establecida por los técnicos municipales por el deterioro de la calle Álamos, por donde pasaban los camiones de gran tonelaje» y que «desconocía todo lo que se hacía allí, adonde acudió en un par de ocasiones sin obtener información»… Pero, al menos, hoy conocemos algo más de lo que allí sucedió desde un punto de vista medioambiental. La pena fue que no se encontrase petróleo lo que habría disparado la economía de Luque y de Córdoba, porque los problemas ambientales siempre hubiesen encontrado de forma transparente una adecuada solución.

II. LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO GUADALQUIVIR

En recuerdo de mi amigo y Académico Numerario Manuel Pineda Priego (1952-2021) con quien mantuve innumerables conversaciones paseando por la orilla de este gran río.

INTRODUCCIÓN

Ahora se van a cumplir los cuarenta años de mis primeras investigaciones en el río Guadalquivir cuando comenzaron a llamar la atención a la ciudadanía, tras el cambio que sucedió en la sociedad de mediados de los años setenta, algunos aspectos relacionados con la ecología y, en general, con la naturaleza. En el caso de la capital cordobesa, por aquel tiempo, destacaba la preocupación por el estado de abandono de su río, no solo desde un punto de vista urbanístico —por el estado ruinoso de los edificios de la ribera y el antiestético murallón que se levantó en los años 60 para defender al Campo de la Verdad de las avenidas—, sino también por la contaminación que presentaba, que se traducía en la aparición con frecuencia de peces muertos, malos olores, espumas flotantes, etc., todo ello en sintonía con el deplorable aspecto y la falta de calidad de sus aguas, sobre todo, por los vertidos urbanos e industriales, incluidos los de alpechín durante los meses de actividad de las almazaras. Todo ello contribuía a que el Guadalquivir y su entorno actuase como una barrera divisoria de la ciudad, con solo dos nexos de unión con los barrios de la margen izquierda, el viejo Puente Romano (Foto 1) y el Puente de San Rafael.

FOTO 1 | VISTA DESDE UNA EMBARCACIÓN SOBRE EL GUADALQUIVIR AGUAS ARRIBA DEL PUENTE ROMANO EN 1983. FOTOGRAFÍA DEL AUTOR

LOS ESTUDIOS REALIZADOS

La preocupación por parte de las autoridades en esos momentos de principio de los años ochenta era patente. La sensibilidad medioambiental iba despertando. Atrás, en el recuerdo, con el río en mejor estado, quedaban aquellas imágenes de la antigua playa de Córdoba, -a la que se accedía por el molino de Martos mucho antes de su poco exitosa restauración- a la que tuve la oportunidad de acudir de pequeño para disfrutar de un día de baño y después la ducha en el imponente caño de agua que caía en una de las salas del molino. Imborrable también la estampa en mi memoria de las tres o cuatro barcas de remo atracadas en el antiguo embarcadero de la ribera y el bucólico cuadro del barquero que cruzaba a la gente, por módico precio, a la otra orilla para llegar antes al Campo de la Verdad, cuando el camino era más largo por el Puente Romano y no compensaba hacerlo.

Las primeras investigaciones se realizaron con la ayuda prestada por el Ministerio de Obras Públicas, cuyo director en Córdoba entonces era D. Rafael Gil de Alcolea, que nos brindó un Land Rover y dos operarios que hacían viables las tareas iniciales de toma de contacto con la realidad de la situación del Guadalquivir y propiciaron las labores de muestreo y medición de características del agua, todo ello auspiciado por el Gobernador

Civil, D. Gregorio López Martínez, persona de la que guardo un grato recuerdo. Corría el año 1983. Eran frecuentes las mortandades de peces, producidas por la contaminación por vertidos de aguas residuales, que se agravaban cuando las aguas venían teñidas de negro por la presencia de alpechín que producían las almazaras y que a través de pequeños tributarios o por vertidos directos llegaban al Guadalquivir. El alpechín, agua de vegetación de la aceituna, necesita para ser metabolizado vía bacterias aeróbicas cantidades ingentes de oxígeno disuelto, que resta del agua y además frustra la penetración de la luz solar en ella, con lo que se impide la realización de la función fotosintética por parte de los organismos productores y por ende la producción de oxígeno. Si a esto se le sumaba también la acción adversa de ciertos vertidos procedentes de otras industrias, entre los que destacaban los de la papelera, en la zona de La Torrecilla, se conformaba un cóctel que hacía inviable la supervivencia de los organismos acuáticos en ese ecosistema que entonces conformaba el Guadalquivir (Foto 2).

FOTO 2 | PECES MUERTOS EN EL GUADALQUIVIR A LA ALTURA DE LA TORRECILLA JUNTO A RESIDUOS VERTIDOS POR LA ANTIGUA FÁBRICA DE PAPEL EN UN AGUA NEGRA DEBIDO AL ALPECHÍN VERTIDO POR LAS ALMAZARAS. 1983. FOTOGRAFÍA DEL AUTOR

Cuando no hay oxígeno suficiente se produce la degradación anaerobia de la materia orgánica aportada por las aguas residuales urbanas o agroindustriales. Era frecuente ver a primera hora de la mañana como los peces

boqueaban en la superficie del agua tratando de coger el oxígeno atmosférico que no encontraban en el agua. Los peces se aglomeraban en la desembocadura de los pequeños cursos de agua, que vertían agua fresca sin contaminar, para poder respirar. Algunos se salvaron antes de perecer merced a la loable misión de rescate de algunas asociaciones, que los trasladaron a otros lugares como el embalse de La Breña. Se trataba de barbos y carpas —otras especies no había— que a pesar de caracterizarse por tolerar condiciones adversas de la calidad del agua no podían resistir los niveles tan elevados de contaminación. Concentraciones de oxígeno disuelto tan bajas como de 0,8 mg/l y valores de más de 200 de Demanda Biológica de Oxígeno se encontraban a menudo en primavera y verano en las aguas del Guadalquivir a la altura del Puente de San Rafael y de La Torrecilla. Es de recordar la ocasión en que la Delegación del MOPU retiró 40 camiones de peces muertos en el tramo del Guadalquivir a su paso por Córdoba. No obstante, independientemente de ese episodio, era frecuente encontrar muchos peces muertos en las orillas del río que se pudrían a la intemperie. Esto era lo que más se notaba porque la muerte que sucedía en el interior del agua de otros organismos, tanto vegetales como animales, no era evidente para la población en general, aunque sí sus efectos.

A través de los vertidos de aguas residuales urbanas (Foto 3), que consumen mucho oxígeno al ser metabolizadas, se provocaban, sobre todo, de noche —cuando no se producía oxígeno fotosintético— unas bajadas muy importantes de oxígeno disuelto que dejaban a los organismos acuáticos sin posibilidad de respirar y morían, como se ha comentado, con lo cual se añadía más materia orgánica muerta al ecosistema, agravándose el problema.

Mientras hay suficiente oxígeno disuelto en el agua se produce la degradación aerobia de la materia orgánica que da como productos finales los siguientes: de los compuestos de carbono, el dióxido de carbono; de los compuestos nitrogenados, nitratos; de los azufrados, sulfatos; y de los que contienen fósforo, fosfatos. Tales nutrientes contribuyen a la eutrofización de las aguas, es decir, a la explosión algal, muy perjudicial por disminuir la calidad del agua y sus posibilidades de utilización. De otro lado, cuando tienen lugar condiciones de anoxia los productos finales de esos mismos compuestos son: metano, amoníaco, sulfhídrico y fosfinas. La emanación de estos gases desde las aguas da lugar a malos olores y a problemas de salud porque pueden provocar dificultad en la respiración. Todo ello es típico de esas situaciones de falta de oxígeno que solían producirse, sobre todo, en épocas de caudal bajo y por la noche, aunque en algunos puntos también se ocasionaban durante el día. Daños domésticos como el ennegrecimiento de objetos de plata son también causados por esos gases emi-

FOTO 3. EL PRINCIPAL COLECTOR QUE VERTÍA PARTE DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DE CÓRDOBA EN EL GUADALQUIVIR A LA ALTURA DEL PARQUE ZOOLÓGICO —EL JARDÍN BOTÁNICO NO SE INAUGURÓ HASTA 1987— CUYO VOLUMEN DE VERTIDO ERA DE UNOS 350 L/S. AÑO 1983. FOTOGRAFÍA DEL AUTOR

tidos, los cuales además significan una vía de escape hacia la atmósfera de carbono, nitrógeno, azufre y fósforo. Ello representa una acertada iniciativa del ecosistema por disminuir los niveles de esos elementos en el agua. El caso es que en muchas ocasiones se medían concentraciones muy bajas, incluso de cero, de oxígeno disuelto a partir del anochecer y con frecuencia niveles altos durante el día por la fotosíntesis. Se hicieron experiencias piloto en el laboratorio sobre el empleo de productos oxidantes para degradar la materia orgánica y la utilización de la inyección mecánica de aire para tratar de aumentar los niveles de oxígeno en aguas deficitarias, incluso en campo, aunque el déficit consecuencia de la contaminación, era tremendamente grande para ser compensado, circunstancia agravada por el caudal bajo y las elevadas temperaturas del agua, que se dan en los meses cálidos y que disminuyen la capacidad de disolución del oxígeno. Los primeros trabajos dieron lugar a la elaboración de tres informes entre abril y septiembre de 1983 que se entregaron a los organismos correspondientes -Gobierno Civil, Delegación del Ministerio de Obras Públicas y Confederación Hidrográfica del Guadalquivir- , que fueron impresos con posterioridad por la Excma. Diputación Provincial cuando fue presidente de la misma D. Julián Díaz Ortega, en un volumen titulado *Plan Experimental de Urgencia sobre el saneamiento del río Guadalquivir en Córdoba.*

Ante la necesidad de profundizar en las investigaciones durante un ciclo anual y abarcar un espectro más amplio sobre todo relativo a las fuentes de contaminación, se firmó en septiembre de 1984 un Convenio entre la Universidad de Córdoba y la Diputación, Ayuntamiento y la Junta de Andalucía, para desarrollar el Proyecto titulado *Estudios Ecológicos del río Guadalquivir en Córdoba. Evaluación de la contaminación y alternativas de saneamiento*. La firma corrió a cargo de D. Vicente Colomer, Rector de la UCO, Julián Díaz, Presidente de la Diputación, Julio Anguita, Alcalde de Córdoba y José Miguel Salinas, Consejero de Gobernación de la Junta de Andalucía. Estuvo dotado con 11,5 millones de pesetas. En aquellos tiempos este Proyecto constituyó la primera iniciativa de colaboración entre instituciones públicas y la UCO, y la primera vez que se contemplaba la figura de becarios de proyectos, ya que nuestra Universidad no contaba con esta figura hasta ese momento.

Fueron muchas las investigaciones realizadas y los resultados obtenidos que sería prolijo enumerar aquí, baste decir que este ambicioso estudio abarcó no solo al Guadalquivir en la provincia de Córdoba sino también a sus tributarios en ella, los ríos Guadajoz y Genil. Fueron 26 los puntos de muestreo en los que se realizaron campañas quincenales durante un ciclo anual completo (1985) —24 puntos del Guadalquivir y dos pertenecientes al río Guadajoz y al Genil—. Se investigaron las características físico-químico-biológicas de las aguas con más de sesenta mil determinaciones, el crecimiento del perifiton, las comunidades de macroinvertebrados —como curiosidad destacar entre ellos a una especie invasora de origen asiático que fue encontrada en el río Guadajoz, se trata del tubificido, *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892—, hongos, bacterias —entrerobacterias y las implicadas en los ciclos del nitrógeno y azufre—, comunidades piscícolas, etc. También se identificaron y caracterizaron, incluyendo el caudal, todos los colectores que vertían aguas residuales urbanas y/o industriales al Guadalquivir desde Villa del Río a Palma del Río y se prestó una atención especial a los que vertían en Córdoba capital. Así mismo se realizaron estudios de la capacidad de autodepuración y se cifró el caudal, que denominamos «caudal ecológico», en 47 metros cúbicos por segundo que debiera llevar el Guadalquivir, a su paso por Córdoba capital, para evitar situaciones de anoxia y garantizar la supervivencia de las especies acuáticas. Solo resaltar que todas estas investigaciones sirvieron para inculcar en las autoridades competentes la determinación de solventar con urgencia la descontaminación del río Guadalquivir.

En 1988 comenzaron las obras de los colectores marginales que conducirían las aguas residuales de Córdoba y de las barriadas periféricas a la estación depuradora de La Golondrina, que se inauguró el 19 de septiem-

bre de 1991, cuando D. Antonio Jiménez —al que tuve después la oportunidad de conocer— era gerente de Emacsa, al que el periódico *Córdoba* dedicó un artículo (19/09/16), firmado por F. Rodríguez / I. Marzo, cuando se cumplieron los 25 años de funcionamiento de la EDAR La Golondrina.

Ni que decir tiene que de aquellos trabajos derivaron conferencias, comunicaciones a congresos, tesis de licenciatura y publicaciones en revistas nacionales y extranjeras, algunas de las cuales se recogen a continuación en la bibliografía de este capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

Anchía Vilda, E. (1986): *Estudio ecológico de bacterias del ciclo del azufre en las aguas del curso medio del río Guadalquivir*. Tesis de Licenciatura. López Fernández, A. (Director). Domínguez Vilches, E. (Ponente). Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba. 160 pp. Calificación: Sobresaliente.

Bellido Sempere, E., López Fernández, A. y Chamber Pérez, I. (1983): Variaciones de algunas características de las aguas del río Guadalquivir en la provincia de Córdoba coincidiendo con la campaña de molturación de aceituna en 1981, 1982 y 1983. *II Congreso Español de Limnología.* Resúmenes. Murcia.

Bellido Sempere, E., López Fernández, A., Chamber Pérez, I. y Merino Naz, E. (1983): Algunas características físico-químico-biológicas de las aguas del río Guadalquivir a su paso por Córdoba coincidiendo con una mortandad de peces. *II Congreso Español de Limnología*. Resúmenes. Murcia.

Bellido Sempere, E., López Fernández, A., López Torrico, P., Anchía Vilda, E. y Muñoz Albelda, T. (1984): Problemática del alpechín en Andalucía. Diseño y resultados preliminares de un sistema de depuración de alpechín para disminuir su impacto. *Simposio Internacional sobre valoración de los subproductos del olivar, alpechín y orujo.* Organización: Instituto de la Grasa y sus Derivados y la FAO. Sevilla.

López Fernández, A. (1984): Estado actual de la contaminación industrial en Córdoba. Ponencia a las *Jornadas Técnicas sobre Contaminación Ambiental.* Organización MAPFRE. Córdoba.

_____ (1990): Limnología del río Guadalquivir. *Avances en el conocimiento y gestión del medio ambiente en Córdoba* (López Fernández A. y Recio Espejo, J. M., Eds): 11-26.

López Fernández, A. y Bellido Sempere, E. (dirs.) (1983): *Plan experimental de urgencia sobre el saneamiento del río Guadalquivir en Córdoba.* Memoria del Proyecto de Investigación realizado para el Gobierno Civil de Córdoba y Delegaciones Provinciales del MOPU y CHG. 48+87+225 pp.

López Fernández, A., Bellido Sempere, E. y Anchía Vilda, E. (1986): Sobre las técnicas químicas de restauración de ecosistemas acuáticos sometidos a stress orgánico. *II Simposio sobre el Agua en Andalucía.* Granada. Vol I: 373-381.

López Fernández, A., Bellido Sempere, E., Villalba Cabello, I. y Porras Castillo, A. (1986): Estudio comparativo del ciclo diario de las características del agua de un río en dos puntos sometidos a diferente presión orgánica. *II Simposio sobre el agua en Andalucía*. Granada. Vol I: 383-392.

López Fernández, A., Bellido Sempere, E., Muñoz Albelda, T., Villalba Cabello, I., Anchía Vilda, E., López Torrico, P., Ojeda Pizarro, M. A., Saavedra del Río, M., Porras Castillo, A., Romera Cazorla, E., Benitez Camacho, C., Hinojosa Garrido, M., Soler Rodríguez, F. y Gallego Rubio, A. (1986): *Estudios ecológicos del río Guadalquivir en Córdoba. Evaluación de la contaminación y alternativas de saneamiento.* Memoria del Proyecto de investigación financiado por el Ayuntamiento de Córdoba, Diputación Provincial de Córdoba y Junta de Andalucía (Consejería de Gobernación), 1023 pp.

López Fernández, A. and Anchía Vilda, E. (1988): Ecology of some species of *Thiobacillus* and Sulfate Reducing Bacteria in the middle course of the river Guadalquivir (Spain). *Internationale Revue Der Gesamten Hidrobiologie* 73, 3: 309-318.

López Fernández, A. y Ojeda Pizarro, M. A. (1987): Variaciones en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados en el tramo medio del río Guadalquivir. Actas *IV Congreso Español de Limnología*, 243-249.

_____(1989): Producción de perifiton durante el período estival en el curso medio del río Guadalquivir. *Studia Oecologica* VI. 303-320.

Ojeda Pizarro, M. A. (1987): *Estudio ecológico del perifiton y de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y peces del río Guadalquivir en Córdoba.* Tesis de Licenciatura. López Fernández, A. (Director). Domínguez Vilches, E. (Ponente). Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba, 107 pp. Calificación: Sobresaliente.

Villalba Cabello, I. (1986): *Evolución anual de las características físico-químicas de las aguas del río Guadalquivir en la provincia de Córdoba*. Tesis de Licenciatura. López Fernández, A. (Director). Domínguez Vilches, E. (Ponente). Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba, 107 pp. Calificación: Sobresaliente.

III. EL INCENDIO DEL ACEBUCHAL DE SAN JERÓNIMO

Al amigo y Académico de Honor D. Rafael Botí Torres (1930), amante como su padre de los paisajes cordobeses.

INTRODUCCIÓN

El fuego es un factor natural en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres a la vez que se podría considerar como un elemento perturbador por interrumpir el avance de la sucesión ecológica.

En nuestro tiempo son muchos los fuegos de origen humano, bien sea intencionados o fruto de accidentes o descuidos, que por una u otra razón, que sería prolijo relatar aquí, dejan esquilmados los terrenos afectados. Independientemente hay —más de lo que algunos piensan— fuegos que son causados de manera natural, es decir, por agentes naturales como son los rayos o descargas eléctricas ligados a las tormentas. Se debe admitir, por tanto, que en la naturaleza se han venido produciendo fuegos tradicionalmente, aunque sus efectos no son uniformes sobre cualquier ecosistema. Lo más sensible a nuestros ojos son los efectos que causa sobre la vegetación —la fauna también se ve perjudicada pero la que puede huir, lógicamente, escapa—, y sobre el suelo, a menudo olvidado en los incendios forestales, que provoca daños como la erosión posterior al fuego, máxime en pendiente. También se produce la alteración de los recursos hídricos, que incluso pueden llegar a provocar graves inundaciones en zonas donde antes no las había, y la contaminación del agua. Ecosistemas como los mediterráneos han sabido adaptarse en la medida de lo posible a ellos. Así, por ejemplo, cuentan con especies que han aprendido a defenderse del fuego e incluso a beneficiarse de él, pues elimina a especies no protegidas que compiten con ella por la luz y los nutrientes, mientras que otras son capaces de rebrotar con facilidad una vez transcurrido un tiempo, o las que por sus medios de dispersión son capaces de colonizar con rapidez esos terrenos esquilmados, como sucede con las cistáceas. Entre la vegetación arbórea adaptada al fuego de esos ecosistemas mediterráneos destacan dos, una el alcornoque —defendido por el corcho— y otra, la que tratamos aquí, el antecesor de nuestros olivos, u olivo salvaje, el acebuche. Numerosos ejemplares de esta especie se distribuyen por los alrededores del Monasterio de San Jerónimo de Valparaíso en las estribaciones de la Sierra de Córdoba, que llegan a alcanzar fuertes densidades a ambos lados de la carretera que sube hacia Santa María de Trassierra (Foto 1), una zona que ardió en 1985.

Foto 1 | Panorámica del Monasterio de San Jerónimo de Valparaíso. Al inicio de la Sierra, la zona de Los Nogales. En la ladera, el acebuchal, que va ganando en densidad hacia el área de la derecha de la imagen. En 1983 (antes del incendio). Fotografía del autor

BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO-NATURAL DE LA ZONA

De pequeño oía hablar a los mayores, incluidos mis abuelos, de «Córdoba la Vieja», expresión que hoy día apenas se dice, y que en aquel entonces me costaba trabajo situar a la par que desconocía su historia. Este topónimo proviene de la Edad Media porque se pensaba sin fundamento, por desconocer lo que estaba bajo tierra, que era allí donde se construyó la ciudad fundacional levantada por el pretor Claudio Marcelo, ciudad que después fue abandonada para ubicarse donde sigue estando hoy, a orillas del Guadalquivir.

Este paraje de la falda de la Sierra de Córdoba, no obstante, guarda un bien relicto romano: un tramo del acueducto de Valdepuentes, de época augusta, que proveniente de Santa María de Trassierra, baja el escalón serrano a través de pozos escalonadas para ya, en el llano, tomar camino hacia la verdadera *Corduba* romana, Colonia Patricia por concesión del propio Augusto.

Toda esa zona de «Córdoba la Vieja» debió permanecer en un estado más o menos antropizado —porque lógicamente acusaría la proximidad a la urbe y las actuaciones que se llevaron a cabo en sus proximidades en época romana, como es el caso del citado paso cercano del acueducto de Valdepuentes—, hasta el siglo X, en que Abderramán III construyó la

Ciudad Brillante, Medina Azahara. Muchos han sido los estudiosos que, como comenta nuestro compañero académico Jesús Cabrera («De Córdoba la Vieja a Medina Azahara» en *El Día de Córdoba*, 8/10/2009), han escrito con mayor o menor acierto sobre este lugar, pero fueron las excavaciones que el Gobierno encargó en 1911 al restaurador de la Alhambra, el arquitecto Ricardo Velázquez Bosco —que tras su fallecimiento en 1923 legó un importante material entre dibujos, planos y memorias— las que marcaron el inicio de la recuperación arqueológica y el resurgir histórico de Medina Azahara.

Desde luego que en el siglo X, en su segunda mitad, el mirar hacia ese lugar de las estribaciones de la sierra cordobesa nos debería procurar una perspectiva urbanística y paisajística espectacular, con la urbe palatina en todo su apogeo y esplendor. Después, pocas décadas tras su inauguración, como muchas cosas en la vida, vino la decadencia, el asalto, la destrucción, el saqueo, el abandono y la expoliación. «Córdoba la Vieja» estaba repleta de restos de aquella magnificencia árabe, y sirvió de cantera de columnas, atauriques y piedras de acarreo para otras construcciones —igual que ella debió también en parte nutrirse de restos romanos y visigodos— que hicieron a esas viejas piedras lucir de nuevo en otras edificaciones y cuyo paradigma se encuentra a pocas decenas de metros de Medina Azahara, también en la falda de la Sierra de Córdoba: El Monasterio de San Jerónimo de Valparaíso.

Cuando Fernando III conquista Córdoba en 1236 reservó para sí algunos espacios como la Arruzafa, la zona ocupada por las ruinas de la antigua ciudad califal que recibieron la denominación de «Córdoba la Vieja», que se conocía también —por ser del Rey— como Huerta del Rey, y el Olivar del Rey —en alusión a los olivos que debió contener— en la falda de la sierra cercana. Se cambiaron o pusieron nombres nuevos a cosas o lugares ya que la ciudad había cambiado de dueño. Así, en la zona que nos ocupa nacieron denominaciones como Valparaíso —en escritos medievales Val de Paraíso—, Cózar, o Vallehermoso, que sirvieron al rey y a los repartidores de heredades para denominar espacios físicos determinados de esta parte de la sierra. El Olivar del Rey abarcaba desde la zona en la que se construirá —casi dos siglos después— el monasterio de los Jerónimos, Valparaíso —que incluye un área con el topónimo Cózar, que fue una parte de Valparaíso al pie de la sierra, que estuvo plantada de viñas a mediados del siglo XIV y que debe guardar relación con el pueblo de Cózar—, hasta el arroyo (hoy de San Jerónimo) que desciende del cruce de Santa María de Trassierra a Vallehermoso, lugar que aún conserva esa denominación y que es atravesado por el arroyo del mismo nombre. Por tanto, todo este paraje tiene un origen regio. Referencias a la documenta-

ción y propietarios de los lugares citados y muchos otros detalles del cenobio se pueden encontrar en el libro *San Jerónimo de Valparaíso* de Manuel Nieto Cumplido (2012).

La escritura de donación de los terrenos y de maravedíes para edificar el monasterio fue otorgada en Córdoba el 10 de mayo de 1405. La noble Inés Martínez, viuda de don Diego Fernández de Córdoba, que fue alcaide de los Donceles y alguacil mayor de Córdoba, y su hijo Martín Fernández de Córdoba donaron los bienes necesarios para la fundación. D.ª Inés donó una huerta lindante con Córdoba la Vieja y su hijo un pedazo de tierra calma y otra huerta aledaña a la de su madre, en el paraje Valparaíso, además de 12000 maravedíes —cuya entrega se hará en cuatro años a razón de 3000 maravedíes anuales— como ayuda y limosna para la construcción del edificio, cuyo comienzo, toma de posesión e institución del monasterio lleva fecha de 9 de julio de 1408, aunque las obras perduraron tiempo y períodos más o menos longevos en su ejecución. Se trata, ya terminado, de un suntuoso edificio religioso de estilo gótico: El Real Monasterio de San Jerónimo de Valparaíso, del que fue su primer prior el portugués fray Vasco de Sousa. El título de Real parte de Juan II de Castilla que lo declaró bajo su protección y defensa real en 1440. Condición que fue ratificada por su hija Isabel la Católica en 1478 —un real monasterio en un paraje de tradición regio—.

Se edificó en un enclave privilegiado de Sierra Morena, el ya citado de Valparaíso. Se construyó con material de acarreo de Medina Azahara sobre un piso firme de rocas ígneas procedentes de la consolidación directa del magma terrestre, en el frontal de Sierra Morena, Sierra Mariánica o Montes Marianos del «Macizo Hipogénico Paleozoico», más concretamente sobre el escarpado límite meridional que de forma brusca entra a contactar con la Depresión del Guadalquivir —lo que dio lugar a su interpretación como falla, aunque después fue modificado hacia la flexión— (más información sobre estos aspectos geológicos del lugar se pueden consultar en el trabajo de presentación, como académico correspondiente en la Real Academia de Córdoba, del Dr. Fernando Díaz del Olmo, pronunciado el 7 de febrero de 2013 y publicado con el título: «Hitos Científicos e Historiográficos de las Ciencias de la Tierra en Córdoba: El frontal de Sierra Morena» y la falla del Guadalquivir).

La orientación del edificio hacia el sureste garantizaba una adecuada recepción de radiación solar, excelentes vistas hacia Córdoba la Vieja, la pradera en la que destacaba el resistente y pinchudo azufaifo (*Ziziphus lotus*), de origen árabe —que aún hoy podemos contemplar—, la Vega del Guadalquivir y la Campiña, e incluso se atisba Sierra Nevada en días cla-

ros, al igual que una óptima protección frente a los vientos asociados a tormentas y a los procedentes del norte, etc. Tanto los flancos del edificio como la zona trasera están protegidos por la montaña, aunque eso también puede constituir algún peligro, como sucedió a mediados de la década de los 70 del siglo pasado en que cayó un gran piedra que pasó cerca de la torre de la iglesia y que se conserva por los propietarios en el lugar donde quedó parada.

Fueron muchos los personajes ilustres que habitaron en él, lo visitaron o pasaron entre sus muros temporadas más o menos dilatadas, como Isabel La Católica, que dirigió desde allí la conquista de Granada, Gonzalo Fernández de Córdoba, Felipe II cuando convocó Cortes en Córdoba, Felipe IV cuando se dirigía a Doñana, y más recientemente en el siglo XX, Alexander Fleming, Ernest Hemingway o el torero Manuel Rodríguez Sánchez (Manolete).

En la época de mayor ocupación vivieron allí cincuenta frailes y sesenta huéspedes alojados en la hospedería.

El 30 de agosto de 1835, por la Desamortización de Mendizábal, el monasterio fue exclaustrado —aunque hubo exclaustraciones temporales durante la ocupación napoleónica y el Trienio Liberal— y tuvieron que dejarlo los catorce frailes que lo ocupaban. El abandono subsiguiente por parte del Estado lo llevaron a un estado ruinoso, donde se cebó el saqueo. En 1871 el inmueble fue vendido por el Ministerio de Hacienda a D.ª Josefa Núñez de Prado —Marquesa viuda de Guadalcázar— en 72.701 pesetas. En 1912 fue adquirido por los Marqueses del Mérito, D. José María López de Carrizosa y Garvey y Carmen Martel y Arteaga Fernández de Córdoba, cuya nieta es la actual Marquesa D.ª Victoria Elena López de Carrizosa y Patiño. El edificio en aquel entonces era prácticamente un esqueleto y sus propietarios lo han ido restaurando en una encomiable labor durante todo el siglo XX y hasta llegar a nuestros días. Fue declarado Bien de Interés Cultural el 21/XI/1980.

EL ACEBUCHE Y EL FUEGO DE 1985

A pesar de que el monasterio cuenta con huerta que ya cuidaban los frailes, lo cierto es que fuera de sus lindes y cercas el terreno es muy pobre, con escaso desarrollo de suelo, máxime cuando hablamos de zonas con pendiente, en lo que ha influido las características geológicas de la zona, con rocas muy antiguas —que recuerdo nos enseñaba D. Rafael Cabanás durante mi época de bachiller, andesitas y peridotitas derivadas directamente de la consolidación del magma terrestre—.

El acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*) —cuyo nombre derivó al castellano del término árabe hispánico *azzabbúg*—, como se ha comentado, es el antecesor de los olivos, y se encuentra muy abundante por los exteriores del monasterio y a ambos lados de la carretera que sube hacia Santa María de Trassierra. Del Monasterio toma el nombre con que es conocido: Acebuchal de San Jerónimo. Alcanza fuertes densidades en la ladera oriental, con algunas encinas (*Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*) y alcornoques (*Quercus suber*), donde el matorral de mayor significación es la retama (*Retama sphaerocarpa*). También se observan acebuches en la cara más norteada y de más acusada pendiente, aunque aquí se encuentran de forma patente entremezclados con matorral mediterráneo, encinas y alcornoques de poco porte. El acebuche es una planta esclerófila, muy resistente, se adapta bien al calor, a los períodos de sequía, a la escasez de agua y a los suelos pobres. Soportan mal que bien el frío y el exceso de humedad en el suelo. La acebuchina es el fruto del acebuche, más pequeña y producida en menor cantidad que la aceituna del olivo, apenas se utiliza para la obtención de aceite, aunque constituye una fuente de alimento para ciertas aves, como los zorzales (*Turdus philomelos*).

Hace muchos años, a principios de los ochenta, al terminar una conferencia que dictó en las Delegaciones Ministeriales el que fue mi profesor y en muchas cuestiones maestro, Eugenio Dominguez, le pregunté su opinión, como botánico, sobre el origen del acebuchal de San Jerónimo y me respondió que yo, como ecólogo, podría tener una respuesta mejor que la suya… Ambos sonreímos. La que expongo aquí es mi modesta opinión. En el origen de este acebuchal, se pueden barajar dos hipótesis no necesariamente excluyentes. Una es que estuviese relacionado, como relatan las referencias históricas, con el antiguo Olivar del Rey, es decir, era un olivar lo que existía allí, como más arriba se ha mencionado. Ahora bien, con el paso del tiempo y por las circunstancias que fuesen, incluidas las naturales como el fuego, a partir de un tiempo debió de ser abandonando en su cuidado. Cuando esto sucede, si se deja mucho tiempo un olivar sin cultivar, los olivos se van acebuchando y adoptando progresivamente muchas de las características de los acebuches. Así, el vetusto olivar de cuidados olvidado pasa a formas de arbusto o matorral, con tallos más robustos que el olivo, con hojas más anchas y de colorido más intenso, convirtiéndose poco a poco en un acebuchal, en este caso el de San Jerónimo, cuyos acebuches serían herederos de ancestrales olivares que ayudados por incendios y olvidos repetidos en el tiempo, llegaron a nuestros días. La segunda es que al ser el acebuche una especie común en la falda de la sierra formando parte de un típico ecosistema mediterráneo, con el transcurrir del tiempo, en esa zona de los alrededores de San Jerónimo, y particularmente en el

monte de San Jerónimo —al que da nombre—, se potenciase su abundancia, ya fuese por causas relacionadas con el fuego y/o por la acción directa del hombre, que por varios medios pudo eliminar progresivamente especies del matorral competidor, favoreciendo la expansión y la dominancia del acebuche.

El incendio en la referida zona de Sierra Morena tuvo lugar en los primeros días del mes de agosto de 1985. Abarcó prácticamente desde la carretera que va a Medina Azahara, en los alrededores de la Casa de los Nogales, y subió a ambos lados de la carretera que sube hacia Santa María de Trassierra (CO-3314, CV-119) hasta que se paró poco antes del cruce de esta carretera con la que sube desde el Castillo de la Albaida (CO-3402, CV-21) —zona conocida como «El Cruce»—. Se extendió, por tanto, por gran parte del monte de San Jerónimo (de 503 m de altitud), incluyendo la ladera oriental y también la más norteada y bajó por la pendiente tan acusada que lleva al arroyuelo de San Jerónimo, que desemboca en el arroyo de Valle Hermoso. En su avance se quemaron muchos árboles, algunos de ellos introducidos —como los eucaliptos que crecían cerca de la carretera—. Ardieron muchos acebuches y también las especies acompañantes de matorral y arbóreas —que fueron pasto del fuego con mayor facilidad— como encinas y alcornoques que tuvieron la desgracia de tener recién quitado el corcho, su protección contra el fuego (Foto 2).

FOTO 2 | INSTANTÁNEAS DEL FUEGO A ORILLAS DE LA CARRETERA QUE SUBE HACIA EL CRUCE (CO-3314) EN AGOSTO DE 1985. FOTOGRAFÍAS DEL AUTOR

Tras el incendio y con las lluvias de los meses siguientes el que suscribe observó como los arroyuelos, que drenan la zona, llevaban el agua de color tierra por el material disuelto y en suspensión que portaban, consecuencia de la pérdida de suelo que se produjo. Durante algunos años, y menguando en la cantidad de material lixiviado, siguió el agua de los arro-

yuelos mostrando la erosión de esos suelos tan pobres. No obstante, el acebuchal a los pocos años estaba recuperado. El fuego había ayudado a eliminar gran parte del matorral competidor acompañante, lo que favoreció el rebrote del acebuche, con cierto vigor, ganando en cobertura. Muchas encinas y alcornoques no pudieron sobrevivir al fuego y sus esqueletos quemados perduraron durante muchos o varios años. El matorral se recuperó poco a poco por la ladera norte y la vegetación arbórea en ella es de menor porte de la preexistente por ser más joven, ya que muchos individuos viejos sucumbieron al fuego. Al poco tiempo se realizaron cortafuegos, que ahora son poco patentes.

Hoy día, treinta y siete años después, nadie diría que en el acebuchal de San Jerónimo hubo a finales del siglo pasado un gran incendio.

CONCLUSIÓN

Con este suceso del incendio acaecido, a principios de agosto de 1985, en un paraje tan cargado de historia como son los alrededores del Real Monasterio de San Jerónimo de Valparaíso en las estribaciones de la Sierra de Córdoba, se mostró la resistencia y adaptación al fuego de una especie típica de los ecosistemas mediterráneos como es el acebuche. Su presencia mayoritaria en este enclave pudiera estar relacionada con antiguos olivares olvidados, en suelos muy pobres y en pendiente, que se acebucharon. A día de hoy apenas quedan vestigios de aquel incendio.

IV. LA DESAPARICIÓN DEL CANGREJO DE RÍO AUTÓCTONO EN LAS SIERRAS SUBBÉTICAS CORDOBESAS

Al amigo y Académico Numerario D. Julián García García (1930) que colabora de forma activa en la recuperación del cangrejo de río autóctono.

INTRODUCCIÓN

A mediados de los años setenta del siglo XX ya escaseaba mucho el cangrejo de río autóctono (*Austropotamobius pallipes*) en el subbético cordobés. Así me lo referían en sus conversaciones los lugareños de Cabra y alrededores, que desde niños estaban acostumbrados a capturarlos y en esos años ya apenas los encontraban o incluso habían desaparecido en muchos ríos y arroyos de la zona. Algo estaba sucediendo para que las pobla-

ciones de este particular crustáceo, típico de las aguas calcáreas, limpias, sombreadas y bien oxigenadas de esta zona del sureste cordobés, estuviesen desapareciendo. Es por ello que, quien suscribe, a partir del año 1977, comenzase a investigar este suceso y la responsabilidad que pudiesen tener en él productos fitosanitarios de amplio uso agrícola, como los insecticidas organoclorados, dado que los cursos de agua —donde habitan los cangrejos— transcurren entre huertas y olivares, que eran periódicamente tratados con pesticidas, cuyos residuos pudieran alcanzar como contaminantes dichos ecosistemas acuáticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los cangrejos se buscaron durante el año 1978 en diversos enclaves del subbético que nos fueron indicados por lugareños que aseguraban se capturaban allí en el pasado. A pesar de haber muestreado —tanto con reteles como a mano— en diversos ecosistemas acuáticos, incluidos el río Anzur, y arroyos como Las Tijeras o Harcas, entre otros lugares y fuentes, en ninguno se encontraron cangrejos. Únicamente los hallamos en la Fuente del Río en Cabra, y en el río Palancar, tanto en el manantial de su nacimiento como en el tramo de cabecera, que discurre por tierras cultivadas, hasta donde comenzaba a recibir vertidos de aguas residuales, que estropeaban la calidad del agua y por ende el hábitat del cangrejo, lo que hacía imposible su existencia a partir de unos ochocientos metros desde su nacimiento. Los cangrejos se capturaron con el permiso de pesca científica expedido por el entonces existente Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA).

En cada uno de los dos enclaves citados se recogieron, a mano, para su posterior análisis, varias decenas de cangrejos que, por su tamaño —en medidas efectuadas desde el ojo hasta el extremo del telson— fueron divididos en tres grupos de 25 individuos cada uno, distinguiendo entre cangrejos pequeños (32,5-50,5 mm), medianos (50,5-68,5 mm) y grandes (68,5-86,5 mm). A los pequeños les atribuimos una edad comprendida entre los seis meses y los dos años, a los medianos entre dos años y cuatro y a los grandes entre cuatro y seis (Foto 1).

De cada uno de ellos se consideraron tres submuestras: vísceras cefalotorácicas, músculo del pleon y exoesqueleto. Además se recogieron con cadencia quincenal durante un año —desde septiembre de 1977 a agosto de 1978— diez muestras de agua tanto del manantial del río Cabra como del río Palancar (Foto 2).

Foto 1 | Distintos tamaños de los cangrejos de río autóctonos (Austropotamobius pallipes), capturados en la Fuente del Río, Cabra, en 1978. Fotografía del autor

Foto 2 | El autor en labores de muestreo en la fuente del río Palancar. 1978

También en cada una de las dos localidades se recogieron 25 ejemplares de berros de agua (*Nasturtium officinale*) y 25 caracoles del *G. Melanopsis* —potenciales fuentes de alimentación del cangrejo—. Los análisis de in-

secticidas organoclorados (IO) fueron efectuados en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard con detector de captura electrónica. Se investigaron los residuos de tres grupos de insecticidas, Hexaclorociclohexanos (HCHs), Ciclodienos (CDs) y Diclorodifeniltricloroetanos (DDTs).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados fueron en varios aspectos similares en los dos puntos de muestreo objeto de estudio. En todas las muestras analizadas —agua, berros, caracoles y cangrejos— los residuos de mayor importancia fueron los del grupo del HCH (isómeros alfa, beta y gamma o lindano, siendo este último el de mayor significación), seguidos, a mucha distancia, por los del grupo del DDT y finalmente de los Ciclodienos. En los cangrejos del manantial del río Cabra el nivel medio para el conjunto de los tres isómeros del HCH, fue de 11 ppm para el grupo de los pequeños, 6 ppm para los medianos y 5,6 ppm para los grandes. El grado de contaminación fue aún mayor en los cangrejos del río Palancar con cifras de 14, 8 y 4 ppm respectivamente. Los resultados están referidos a peso fresco.

Todos los cangrejos presentaron residuos de plaguicidas organoclorados en las tres fracciones corporales investigadas y de los tres grupos de insecticidas.

La presencia de residuos de insecticidas organoclorados en el exoesqueleto plantea el problema de su procedencia: exógena y/o endógena. En la primera intervendría la adsorción cuticular y la epiflora, mientras que para la segunda habría que pensar en el transporte activo o difusión, que permitirían el almacenamiento de estos productos en el exoesqueleto, que con la muda quedarían definitivamente fuera del organismo. De ahí que la ecdisis se revele como un eficaz mecanismo de eliminación de pesticidas en los cangrejos.

Se puso de manifiesto que, para los HCHs, los cangrejos pequeños presentan una contaminación significativamente superior a la de los cangrejos de mayor tamaño. Entre las causas que explican este hecho hay que citar que los pesticidas son más rápidamente absorbidos por el cangrejo a través del fino tegumento que exhiben después de la muda, antes de que ocurra su mineralización exhaustiva. Por tanto los cangrejos pequeños, dado el mayor número de mudas que efectúan, se encuentran más expuestos a estos productos que los cangrejos grandes. Así un cangrejo pequeño puede mudar unas seis veces de marzo a julio, pero una vez alcanzado el tamaño medio mudan una vez al año o a lo sumo dos si se trata de machos. De otra parte, en razón de la corta edad de los pequeños, puede que su hepa-

topáncreas, lugar de biotransformación de los pesticidas, no esté suficientemente capacitado para metabolizar las elevadas cantidades que poseen respecto del HCH. También, parece lógico admitir, aunque no se conoce el nivel letal de estos contaminantes en la especie investigada, que la selección natural esté actuando a favor de los individuos menos contaminados, que serían los que alcanzarían fases de desarrollo superiores. Si además tenemos en cuenta que la población de cangrejos donde sufre un mayor impacto por los HCHs es justo en su base, al ser los cangrejos pequeños los más contaminados y que se conoce la negativa acción del hombre al capturar estos astácidos, sin ningún respeto a la legislación vigente, la investigación concluyó, en aquellos años, augurando un futuro realmente incierto para este crustáceo.

De esta forma se llegó a la práctica desaparición de los cangrejos en el subbético cordobés. Si algunos lograron sobrevivir debieron perecer en los años siguientes porque se siguió agravando la situación por la progresiva destrucción de su hábitat y sobre todo por la introducción —por la mano del hombre— del cangrejo rojo americano de río (*Procambarus clarkii* Girard), un terrible competidor del cangrejo autóctono que es muy voraz, no necesita aguas tan puras y crece y se reproduce con mucha mayor rapidez que el autóctono por lo que terminó exterminándolo.

Este cangrejo americano fue introducido en España por D. Andrés Salvador Hansburgo Lorena en 1974, que los trajo de Louisiana (EEUU), los mantuvo en una finca de Badajoz y fueron soltados en las marismas del bajo Guadalquivir, con la intención de procurar un nuevo trabajo que proporcionase riqueza en la zona. Esta introducción ha sido muy discutida, aunque ha favorecido la abundancia de ciertas especies que han sabido aprender a alimentarse de ellos. Para una información más detallada de lo expuesto remito al lector a la bibliografía que se aporta al final del capítulo. Por último, mencionar que ha habido algún programa de recuperación del cangrejo autóctono, incluso se favorece su reproducción en ciertas fuentes privadas que —combinado con labores de guardería— tratan de conseguir la repoblación en la zona. Hace algunos años encontré una muda de nuestro cangrejo autóctono, *Austropotamobius pallipes*, en la Fuente del río Palancar, un prometedor hallazgo…

BIBLIOGRAFÍA

López Fernández, A. (1980): *Contaminación por residuos de insecticidas organoclorados en el cangrejo de río, Austropotamobius pallipes Lereboullet, del Sureste de la provincia de Córdoba*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

López Fernández, A., González Rodríguez-Córdoba, J. M., Fernández Haeger, J. e Infante Miranda, F. (1980): Contaminación por insecticidas organoclorados en el cangrejo rojo americano de río, *Procambarus clarkii* Girard, de las marismas del Guadalquivir. *Hygia Pecoris* II, 7: 39-52.

López Fernández, A. (1981): Resumen de Tesis Doctoral: Contaminación por residuos de insecticidas organoclorados en el cangrejo de río, *Austropotamobius pallipes* Lereboullet, del sureste de la provincia de Córdoba. *Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba*. Depósito Legal: CO, 558-1981.

López Fernández, A. e Infante Miranda, F. (1981): Residuos de insecticidas organoclorados en algunos ecosistemas acuáticos del SE de la provincia de Córdoba. I. Niveles en el agua. *Archivos de zootecnia* 30, 117: 193-210.

_____ (1981): Residuos de insecticidas organoclorados en algunos ecosistemas acuáticos del SE de la provincia de Córdoba. II. Niveles de contaminación y coeficientes de acumulación de los berros de agua (*Nasturtium officinale* R. Br.) y del caracol acuático *Melanopsis* sp. *Archivos de zootecnia* 30, 118: 271-288.

_____ (1982): Residuos de insecticidas organoclorados en algunos ecosistemas acuáticos del SE de la provincia de Córdoba. III. Niveles en el cangrejo de río (*Austropotamobius pallipes* Lereb). *Archivos de zootecnia* 31, 119: 73-90.

V. CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS DE LA LAGUNA DE ZÓÑAR

En recuerdo de mi amigo y Académico Numerario D. Enrique Aguilar Gavilán (1948-2020) con quien mantuve múltiples conversaciones medioambientales.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El lago o laguna de Zóñar —o Zoñar— (37º 29' N; 4º 42' W) (Foto 1) se ubica a unos 300 m s n m, en el término de Aguilar de la Frontera a 6 km de dicha localidad por la antigua carretera 329 que conduce a Puente Genil.

Esta laguna ocupa una depresión que está rodeada de terrenos dedicados a la agricultura, tales como olivares, viñedos y huertos, de mayor o menor extensión, donde es práctica obligada el tratamiento con plaguicidas, por lo que cabe esperar que reciba la agresión por residuos de productos fitosanitarios como los insecticidas del tipo organoclorados, muy utilizados algunos de ellos en la época de realización de este trabajo —finales

Foto 1 | La laguna de Zóñar. 1981. Fotografía del autor

de los 70/principios de los 80—, e incluso en décadas posteriores. En efecto, aunque el DDT ya se prohibió por la EPA en 1972, algunos de ellos como el lindano estaba autorizado y no se prohibió en la UE hasta 2008.

Las particulares características físico-químicas de esas sustancias, su elevado grado de persistencia en el ambiente y su alto poder de dispersión, les confiere la capacidad de alcanzar medios más o menos alejados de su lugar de aplicación, aunque en la laguna encontramos envases usados de insecticidas y se constató el lavado de cubas en ella. Los insecticidas organoclorados tienen la capacidad de perjudicar la reproducción de las aves por su presencia en los huevos y por producir delgadez en la cáscara lo que favorece su rotura. Además se van a ir acumulando cada vez en mayor grado a medida que se alcanzan los eslabones tróficos superiores de las cadenas alimentarias.

En consecuencia, el objetivo principal de este trabajo fue conocer los niveles de contaminación por residuos de estos insecticidas, de reconocida acción negativa sobre los organismos y particularmente sobre la avifauna, en un ecosistema de especial significación como la laguna de Zóñar.

Por tanto, al constituir este enclave un importante albergue de poblaciones de aves acuáticas y que cuenta incluso con la presencia de la población más importante de Europa de malvasías (*Oxyura leucocephala*) (Foto 2), especie que atravesaba una delicada situación en sus efectivos numéri-

FOTO 2 | MALVASÍAS EN LA LAGUNA

cos, llegando a estar incluso en peligro de extinción, resultaba de especial interés conocer los niveles de residuos de insecticidas organoclorados tanto en el medio físico de la laguna (agua y sedimentos), como en los diferentes niveles tróficos existentes en ella (plancton, vegetación acuática, ictiofauna y avifauna). La interpretación de los resultados a obtener podrá conducir a proponer medidas tendentes a conseguir una mejora de las condiciones generales de la laguna y sus comunidades, con respecto a la contaminación por pesticidas organoclorados, favoreciendo así la protección de este ecosistema de indudable interés científico, aspectos que supusieron una innovadora investigación para aquellos años.

ALGUNOS DATOS DE INTERÉS

Este ecosistema acuático, que vi por vez primera desde el tren camino de Málaga allá por los años sesenta, era tradicionalmente, según relataban los lugareños de aquel tiempo, explotado con la captura de peces y con la caza de aves (Foto 3), incluso con redes en el cinturón vegetal que la rodea.

Su interés científico surgió en la década siguiente —finales de los setenta— por constituir un hábitat apropiado para la reproducción de muchas especies de aves, entre las que destacaba, como se ha comentado, la población europea más importante de malvasías.

Foto 3 | Pollo de Malasia muerto en una cacería de patos en la laguna Amarga en 1983. Fotografía del autor

Zóñar es un ecosistema acuático con una superficie de 37 ha. Su longitud es de 1.225 m y su anchura de 345 m, estando su eje mayor orientado en dirección NE-SW. La profundidad máxima es de 15,7 m. Acumula un volumen de agua aproximado de 2.900.000 metros cúbicos. Comenzó siendo Reserva Nacional de caza en 1982. Posteriormente fue Reserva Integral declarada en 1984. En la actualidad es Reserva Natural, Zona de Especial Conservación (ZEC), Zona de Especial Protección de las Aves (ZEPA) y Sitio Ramsar (Lagunas del sur de Córdoba).

Tiene una antigüedad de más de cuatro mil años y su origen es endorreico —cuenca cerrada— como otros en el borde del Subbético. Se puede discutir sobre si es lago o laguna. En este sentido, se hace necesario advertir que por su profundidad —la más profunda de un lago o laguna de Andalucía (12-15 m)— se estratifica en la estación cálida, desde mayo a septiembre —en las tres típicas capas de epilimnión, o estrato superficial caliente, termoclina o capa intermedia, entre los 4 y 6 m, de fuerte disminución de la temperatura con la profundidad, del orden de 1 ºC por metro, e hipolimnión, o masa profunda de aguas frías—, por lo que se debe concluir que se trata, en sentido estrictamente limnológico, de un lago del tipo monomíctico templado y holomíctico, aunque de forma tradicional, hecha esta apreciación, se suele hacer referencia a él como laguna.

Su lámina de agua se encuentra fuertemente protegida por un grueso cinturón perimetral vegetal de unos diez metros de anchura y unos cinco de altura que permite dar refugio a aquellas especies, sobre todo, de avi-

fauna que lo necesitan, al igual que lugares de reproducción apropiados. Se trata de un denso carrizal de *Phragmites australis* en el que se intercalan, fundamentalmente por su extremo oeste manchas de enea (*Typha domingensis*) que, de cuando en cuando, se cortan para uso artesanal. Así mismo, aparecen grupos dispersos por el margen sur de la laguna de caña común (*Arundo donax*), que también coloniza las márgenes del arroyo Cañaveral.

La vegetación subacuática estaba representada fundamentalmente por la presencia de *Najas marina* y *Zannichelia palustris*.

Entre la ictiofauna la especie más abundante era el pejerrey (*Atherina boyeri*). También se encontraban ejemplares de *Gambussia affinis* y *Cobitis paludicola*. Se tenían también noticias verbales de la presencia de barbos (*Barbus barbus*) y anguilas (*Anguilla anguilla*), procedentes seguramente del Guadalquivir, a través del antiguo canal de desagüe de la laguna, pero que desaparecieron como consecuencia del aislamiento del exterior por la bajada de nivel que se comenta a continuación. Por aquel tiempo también se decía que se había visto alguna carpa (*Cyprinus carpio*), una especie invasora, introducida allí por el hombre, al igual que el cangrejo rojo americano de río (*Procambarus clarkii*), que no pueden llegar por ningún cauce a la laguna puesto que ésta bajó de nivel cuando sus fuentes fueron utilizadas fundamentalmente para suministro de agua al pueblo de Aguilar y quedó cerrada, sin el desagüe antiguo por la laguna Chica, años antes de realizar nuestra investigación. Lo cierto es que las carpas empezaron en años posteriores a proliferar de forma desmesurada, amenazando las posibilidades de una adecuada alimentación por parte de las aves buceadoras que encuentran su sustento en el fondo. Por ello, en 2006, por parte del grupo de investigación Aphanius de la UCO dentro del «Plan andaluz para el control de especies exóticas invasoras» se realizó el experimento de la eliminación de las carpas de Zóñar. Para lo cual, tras capturar alrededor de un millar de pejerreyes que se mantuvieron en cautividad para después ser devueltos a la laguna, se roció la superficie de la laguna, desde tres embarcaciones, con rotenona a razón de 2,5 l por cada 1.000 metros cúbicos. La rotenona es un plaguicida natural que se extrae de las raíces de ciertas leguminosas fundamentalmente del Perú y Brasil, donde los indígenas, desde tiempos inmemoriales, las utilizaban machacadas para echarlas al agua y al poco tiempo capturar los peces que flotaban muertos, que se podían consumir sin problema. Así se recogieron 12 t de carpas en Zóñar, que se enterraron en zanjas con cal viva. El tratamiento se restringió a los 4 m superficiales pues el lago estaba estratificado en verano, por lo que se salvaron muchas carpas y hubiese resultado más completo si se hubiera realizado en la estación fría cuando todo el volumen de agua está en período de mezcla, o incluso su repetición en invierno, lo que hubiese sido más efec-

tivo. No obstante, dos años después, el 10 de abril de 2008, la rotenona quedó excluida de la lista de productos autorizados por la UE.

Son muchas las especies de aves ligadas de una u otra forma a la laguna, que se pueden consultar en la bibliografía de este capítulo. Solo citaré ahora las pertenecientes a la familia Anatidae y Ralliidae. Entre las primeras: pato real (*Anas platyrhynchos*), pato silbón (*Anas penelope*), pato cuchara (*Anas clypeata*), pato colorado (*Netta rufina*), porrón común (*Aythya ferina*), porrón pardo (*Aythya nyroca*), porrón moñudo (*Aythya fuligula*) y la ya citada malvasía. Entre las segundas: rascón común (*Rallus acuaticus*), polluela pintoja (*Porzana porzana*), polla de agua (*Gallinula chloropus*), calamón común (*Porphyrio porphyrio*) y focha común (*Fulica atra*).

No olvidaré aquella tórrida tarde, de 1979, castigada por el sol veraniego, en que recogí, desde nuestra embarcación a remo, junto a Carlos Fernández Delgado, amigo y antiguo y destacado alumno mío, Director del grupo Aphanius, que ya desde hace años es Catedrático de Zoología, unos cuantos huevos de focha común, seleccionando los nidos con mayor número de ellos y robarles uno para su análisis. Tales muestras sirvieron luego para conocer su grado de contaminación por plaguicidas, cuyos resultados fueron publicados en 1980.

MATERIAL DE ESTUDIO

Entre los meses de febrero a julio de 1981 se recogieron muestras tanto del medio físico como de distintos niveles tróficos de la laguna. En concreto, para el agua se recogieron un total de 44 muestras correspondientes a 4 series desde superficie a fondo, tomadas a intervalos de 1 m en puntos distintos de la laguna. Los sedimentos fueron extraídos mediante empleo de una draga tijera, recogiéndose un total de 8 muestras de diferentes puntos y profundidades.

De los diferentes niveles tróficos se tomaron muestras de plancton con la utilización de una red de 25 cm de diámetro de boca y malla de 55 micras. Se realizaron varios recorridos a lo largo del eje mayor de la laguna con lo que se obtuvo material suficiente para dos muestras. De la vegetación perilagunar se tomaron 5 muestras de carrizo y 6 de anea correspondientes a brotes jóvenes en diferentes puntos del perímetro de la laguna.

Los peces fueron capturados con una red de arrastre de 10 m de longitud, apareciendo solo ejemplares de pejerrey, de los que se analizaron un total de 43 individuos: 22 hembras y 21 machos.

Respecto de la avifauna se capturaron un total de 3 fochas, 7 patos reales y 7 pollitas de agua, de los que se analizaron independientemente las siguientes fracciones: hígado, músculo, grasa, gónadas, encéfalo y contenido de la molleja. Para todo ello se contó con el permiso de caza científica expedido por el antiguo Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA).

Todas las muestras fueron congeladas a -20ºC hasta el momento de su preparación, mediante las técnicas al uso, para el ulterior análisis gascromatográfico, en concreto un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard 5750 G equipado con detector de captura electrónica de Ni 63.

Se utilizó la técnica de standard externo para la identificación y cuantificación de los picos, mediante un patrón constituido por los siguientes insecticidas: del grupo de los Hexaclorociclohexanos, los isómeros alfa y beta, considerados conjuntamente, y el lindano o isómero gamma. De los Ciclodienos, el aldrín, dieldrín y heptacloro. De los Diclorodifeniltricloroetanos, el pp' DDE, pp' TDE y pp'DDT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados confirmaron la presencia de residuos de insecticidas organoclorados tanto en el medio físico como en los distintos eslabones tróficos investigados en la laguna de Zóñar. El fenómeno de la magnificación biológica —es decir que van subiendo progresivamente los niveles de contaminación a medida que se escala en la pirámide trófica—, característico de compuestos químicos difícilmente biodegradables, como es el caso de los plaguicidas organoclorados, se ha puesto claramente de manifiesto, tal como se deduce de la Figura 1.

Resultaría muy extenso comentar aquí al detalle los resultados obtenidos, por lo que me ceñiré a cuestiones más globales. De los insecticidas del grupo de los ciclodienos no se encontró en ningún nivel de residuos de heptacloro, ni de aldrín, y solo ocasionalmente y a cantidades muy bajas residuos de dieldrín, lo que denota la falta de su uso como plaguicida desde tiempos más o menos lejanos, tanto en la zona como en los lugares de donde pudiese provenir la avifauna. Algo similar aunque con algo mayor significación ocurrió con el DDT, cuyo metabolismo pp' DDE apareció en la mayor parte de las muestras, pero a concentraciones poco significativas generalmente. Ello da lugar a que se interprete que tales concentraciones son consecuencia de exposiciones sucedidas en el pasado y que por la persistencia del DDT, se sigue encontrando el pp' DDE aún en muchas muestras. Sin embargo, la situación es bien distinta para los hexacloroci-

clohexanos que fueron detectados tanto en el medio físico como en todos los niveles tróficos investigados, lo que corrobora que se estaba usando en aquellos tiempos y que sus residuos llegaban hasta la laguna y contaminaban a sus poblaciones.

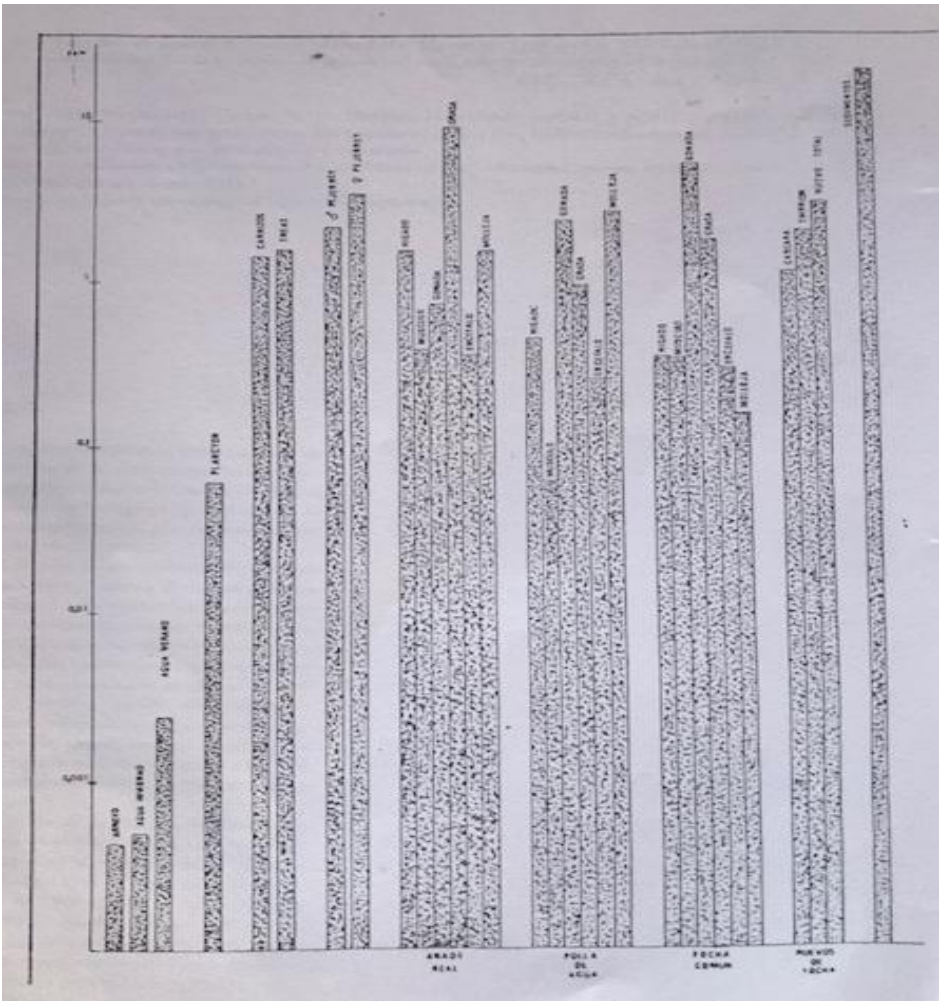

Figura 1 | Histograma a escala logarítmica que representa los niveles medios de contaminación (ppm) por residuos del conjunto de insecticidas organoclorados de la laguna de Zóñar

Señalaré como asuntos más significativos que en el agua los niveles medios de contaminación en invierno son netamente inferiores a los de verano.

Los residuos de HCH, especialmente de los isómeros alfa y beta, son abrumadoramente mayoritarios en los sedimentos, al igual que sucedía en los sedimentos de la cuenca hidrográfica del Guadalquivir (López Fernández et al., 1980 b), aunque las cantidades son obviamente mayores en el caso que nos ocupa, puesto que el lago significa un sistema cerrado, donde los insecticidas que se introducen van en último extremo, siguiendo rutas más o menos complejas, a los sedimentos.

En el plancton solo fueron detectados residuos de HCH, alcanzando un coeficiente de concentración respecto del agua de 248 para el alfa y beta HCH y de 55 para el isómero gamma o lindano, considerando la concentración media en el epilimnion.

Los niveles de contaminación que se encontraron en las especies estudiadas de la vegetación perilagunar son relativamente bajos y rondando los 1,5 ppm.

Las concentraciones del pejerrey (2,1 en machos y 3,6 ppm en hembras y solo de HCH, diferencia que es estadísticamente significativa probablemente por el mayor tamaño de las gónadas femeninas), pueden considerarse como elevadas en relación con el nivel trófico que ocupan.

Respecto de la avifauna las concentraciones más elevadas se encontraron en las gónadas y en las grasas (hasta 9 ppm en los ánades reales), existiendo una mayor similitud entre las dos Ralliidae frente a la Anatidae. La mayor concentración registrada en las gónadas de las fochas (5,3 ppm) coincide con su captura justo antes del período reproductivo, mientras que las gallínulas y los ánades se capturaron inmediatamente después. La acumulación preferencial de los insecticidas organoclorados en las gónadas y las grasas producirán dos tipos de efectos negativos. De un lado, cuando estas aves atraviesen un período de carencia o fuerte competencia por el alimento se movilizarán las reservas grasas, lo que conllevará la liberación en poco tiempo de los residuos acumulados durante períodos más largos. En segundo lugar, las elevadas concentraciones de las gónadas podrán interferir en la normal reproducción del ave, disminuyendo su potencial biótico a través de los efectos directos e indirectos que los insecticidas organoclorados son capaces de desarrollar, entre los que cabe citar la disminución del grosor de la cáscara de los huevos, la interferencia en la producción de hormonas sexuales, el retraso de la puesta y de la ovulación, el aumento de la mortalidad embrionaria, la disminución del peso de huevos y polluelos, etc. Como consecuencia de todo lo expuesto se puede presumir que el bajo éxito reproductor obtenido por ciertas aves acuáticas, y en especial por la malvasía, pueda estar influido por las tasas de insecticidas organoclorados presentes en este ecosistema de Zóñar, y especialmente las

de los sedimentos (20 ppm) donde esta especie, por sus particulares técnicas alimentarias, encuentra fundamentalmente su alimento. Antes de finalizar debo hacer de nuevo referencia a la Foto 3 en la que aparece un individuo joven de malvasía muerto a tiros. En realidad recogí, desde nuestra embarcación, dos de ellos en la cola de la Laguna Amarga —cerca de Zóñar— donde habían sido arrastrados por el viento junto a decenas de cadáveres de otras aves muertas en una cacería (ya prohibidas) que no habían sido cobrados. Una vez en la orilla, el que fuera estudioso de estas aves y durante años Delegado provincial de medio ambiente, al verlas se quedó con ellas, no sin antes prometer hacernos llegar las muestras de las distintas fracciones corporales para el análisis del contenido de residuos de insecticidas organoclorados en ellas. Pero desafortunadamente esas muestras nunca las envió, perdiéndose así una oportunidad única de conocer de primera mano la contaminación real de dichas aves y si podría verse afectada su población por estos productos fitosanitarios.

BIBLIOGRAFÍA

López Fernández, A., González Rodríguez-Córdoba, J. M., Fernández Haeger, J., Martínez Hens, A., Puerto Martín, A. y Rico Rodríguez, M. (1980): Contaminación de la laguna de Zóñar (Córdoba). I.: Niveles de insecticidas organoclorados en huevos de focha común (*Fulica atra*). *Studia Oecologica* II: 171-179.

López Fernández, A., González, J. M., González, M.A. e Infante, F. (1980b): Residuos de insecticidas organoclorados en los sedimentos de la cuenca hidrográfica del Guadalquivir en la provincia de Córdoba. *Bol. Estc. Cent. Ecol.* 9 (18): 3-13.

López Fernández, A., Fernández Haeger, J., Muñoz Albelda T., Rodríguez González, A., Bellido Sempere, E., López Quintela, A. y Reyes López, J. (1982): Contaminación por residuos de insecticidas organoclorados de la laguna de Zóñar. Aguilar de la Frontera (Córdoba). Memoria del Proyecto de Investigación realizado para el I.C.O.N.A. 163 pp.

López Fernández, A., Muñoz, T. y Bellido, E. (1984): Contaminación por residuos de insecticidas organoclorados de la laguna de Zóñar (Córdoba). *Limnética* I: 122-127.

López Fernández, A. and Muñoz Albelda, T. (1986): Vertical distribution of certain organochlorine compounds in the monomictic lake Zóñar (Córdoba, Spain). *Acta Hydrobiologica* 28 3/4: 307-316.

Muñoz Albelda, T. (1983): *La laguna de Zóñar (Córdoba): Contaminación por insecticidas organoclorados del medio físico y distintos niveles tróficos.* Tesis de Licenciatura. López Fernández, A. (Director). Domínguez Vilches, E. (Ponente). Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba. Calificación: Sobresaliente.