

---

Conselleria d'Agricultura,  
Desenvolupament Rural, Emergència  
Climàtica i Transició Ecològica



Universitat Miguel Hernández d'Elx



---

Informe

Conveni entre GVA i UMH

**PROJECTE D'INVESTIGACIÓ APLICADA A RECURSOS HÍDRICS EN  
LA COMUNITAT VALENCIANA**

**2020**

## **Equip d'investigació.**

Coordinador de la investigació: Jose Navarro Pedreño

### **Membres participants:**

**Acció 1:** “Qualitat de les aigües de les xarxes de drenatge agrícola del sud de la Comunitat Valenciana”.

Coordina aquesta acció: María Belén Almendro Candel

Col·laboren: Ignacio Gómez Lucas, Manuel Miguel Jordán Vidal, , Ignacio Meléndez Pastor.

Centre: Departament d'Agroquímica i Medi Ambient.

Personal contractat amb càrrec al projecte per a l'acció 1: Claudia Gallego Moreno

**Acció 2.** “Avaluació de la presència de SARS-CoV-2 en aigües residuals, regenerades i drenatges”.

Coordina aquesta acció. Luis Pérez García-Estañ

Col·laboren: María Belén Almendro Candel, María de la Mar Ortega-Villaizán Romo, Juan Antonio Reig Maciá, Antonio José Martínez Murcia, Felix Gutiérrez Roderó

Centres participants: Institut d'Investigació , Desenvolupament i Innovació en Biotecnologia Sanitària d'Elx , Departament d'Agroquímica i Medi Ambient , Departament de Bioquímica i Biologia Molecular, Departament de Producció Vegetal i Microbiologia, Departament de Medicina Clínica.

Personal contractat amb càrrec al projecte en l'acció 2: Verónica Chico Gras, María Remedios Torres Montero

**La realització d'aquesta investigació no hauria sigut possible si no es comptara amb la col·laboració i suport tècnic del excel·lentíssim. Ajuntament d'Elx i l'empresa Aigües i Sanejament d'Elx - Hidraqua**

## INDICE

1. INTRODUCCIÓ.	4
2. ACCIÓ 1: ASSARBS	6
3. RESULTATS DE L'ACCIÓ 1.	9
4. ACCIÓ 2: COVID.	20
5. RESULTATS DE L'ACCIÓ 2.	25
6. CONCLUSIONS.	33
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.	34

## 1. Introducció.

La present investigació continua amb la línia de treball iniciada l'any 2016 i el finançament del qual en aquesta primera etapa va concloure en 2018 en el cas de la Universitat Miguel Hernández d'Elx, sobre els recursos hídrics del sud de la Comunitat Valenciana.

L'objectiu general inicial d'aquesta sèrie d'investigacions va ser el de valorar la qualitat dels efluent que aboquen les seues aigües en el sud de la Comunitat Valenciana, que poden afectar zones costaneres de gran valor ambiental, econòmic i social, especialment les àrees litorals de Santa Pola, Elx i Guardamar del Segura, així com Torreveja, Orihuela i Pilar de la Horadada.

A esta finalitat, donada la situació d'emergència sanitària provocada per la pandèmia derivada del virus SARS-CoV-2, l'equip investigador es diversifica i s'afeg la investigació que té com a objectiu detectar la presència d'aquest virus en aigües residuals i regenerades, al costat de les aigües de drenatges. Aquesta presència pot servir d'indicador per a preveure la possible situació d'infecció en la població i ajudar per al control de la pandèmia.

### 1.1. Acció 1.

En el primer cas, la investigació s'emmarca en l'**ACCIÓ 1** que estudia els efluent abocats a través de la xarxa de drenatge situada a les comarques valencianes de la Vega Baixa del Segura i el Baix Vinalopó, que tenen com a principal origen l'activitat agrícola, sent sobrants de reg, però també s'uneixen aportacions i escolaments deguts a altres activitats, especialment associades a l'ocupació urbana i els servicis.

Els treballs preliminars realitzats al llarg dels anys 2016, 2017 i 2018 gràcies a la CONSELLERIA D'AGRICULTURA, MEDI AMBIENT, CANVI CLIMÀTIC I DESENVOLUPAMENT RURAL, hui dia CONSELLERIA D'AGRICULTURA, DESENVOLUPAMENT RURAL, EMERGÈNCIA CLIMÀTICA I TRANSICIÓ ECOLÒGICA, han aportat un coneixement bàsic sobre les aigües dels assarbs i la seua qualitat, que es reforcen amb aquestes noves dades corresponents a l'any 2020.

Així s'aborden els dos principals objectius, avaluar la qualitat de les aigües (salinitat) i la presència de contaminants que poden desencadenar processos no desitjables, com una explosió biològica i posterior anòxia en les zones costaneres.

### 1.2. Acció 2.

En el segon cas, és l'**ACCIÓ 2** la que se centra en l'anàlisi de les aigües residuals brutes i tractades, així com les dels assarbs, buscant detectar la presència de restes genètiques del virus SARS-CoV-2. Per a aquesta acció, ha sigut necessari incorporar a l'equip de treball a un grup d'investigadors especialistes en virus, concretament en virus de sistemes aquàtics de l'Institut d'Investigació, Desenvolupament i Innovació en Biotecnologia Sanitària d'Elx (IDiBE), així com a especialistes en l'ús de la metodologia analítica PCRi del camp de l'epidemiologia.

Donada la nova aplicació de les tècniques de detecció de restes genètiques del SARS-CoV-2 en les aigües, esta part de la investigació s'ha centrat en l'estudi d'una metodologia òptima per a detectar la presència, més que en aspectes relacionats a la determinació quantitativa de les concentracions de materials genètics del virus en les aigües o a l'epidemiologia i modelització de la pandèmia, qüestions que previsiblement podrien realitzar si es disposa d'un volum important de dades procedents dels resultats analítics.

Per tant, aquest conveni es va centrar en dos grans reptes, el primer l'estudi dels assarbs i la qualitat de les seues aigües, especialment interessant després de les inundacions esdevingudes

l'any 2019 i que van afectar notablement el sud de la Comunitat Valenciana, i el segon, en la detecció de la presència de restes genètiques associades a la COVID-19 que poguera ajudar al control i estudi de la pandèmia que patim en l'actualitat.

## 2. Acció 1: assarbs.

L'agricultura és, amb caràcter general, la principal activitat associada a la contaminació difusa del medi ambient. Com indica l'Agència Europea de Medi Ambient (2017), la contaminació difusa pot ser causada per una varietat d'activitats que no tenen un punt de descàrrega de contaminants específic. L'agricultura és font de contaminació difusa, però les zones urbanes, la silvicultura, la deposició atmosfèrica, els habitatges rurals, i altres activitats localitzades en el medi rural també poden ser fonts importants de contaminació.

Els sistemes de drenatge de zones agrícoles, en alguna mesura, actuen com a receptors dels contaminants i canalitzadors d'aquests. En el cas de la contaminació puntual, se sap concretament la zona de descàrrega del contaminant al mitjà. No obstant això, la densa xarxa de drenatge que canalitza les descàrregues difuses cap als assarbs de les comarques del Baix Segura i del Baix Vinalopó dificulta la labor d'establir, per als diferents tipus de contaminants, un focus puntual d'origen. No obstant això, sí que es coneix, per la confluència de la xarxa de drenatge, els dos punts finals de descàrregues de contaminació que afecten les aigües costaneres, en les desembocadures del riu Segura i del Vinalopó.

En el cas dels assarbs del sud de la Comunitat Valenciana, la contaminació que arriba de tipus difús als seus llits, procedeix de diversos espais ocupats per activitats entre les quals predomina l'agricultura. La xarxa de drenatge s'encarrega de la transformació d'un sistema de contaminació difusa, a un sistema de trasllat lineal de contaminants, en el sentit que es desenvolupa o progressa al llarg d'una línia que correspon amb el traçat dels propis assarbs i el seu flux, i finalment condiona l'aparició d'un focus de contaminació puntual en la zona costanera.

Es produeix una acumulació de fluxos, de forma dendrítica, que acaba localitzant en dues àrees de xicoteta dimensió en la costa, tota la càrrega de substàncies que arrossegueu i evacuen els escolaments del sud de la Comunitat. No hem d'oblidar que en relació amb el riu Segura, aquesta càrrega també pot procedir de la comunitat autònoma de la Regió de Múrcia.

Conèixer la qualitat de les aigües, permet saber l'estat d'aquests possibles recursos i els efectes que podrien desencadenar en el seu abocament a la mar (EPA, 2001). En l'actual situació, s'ha de contemplar com a possibilitat la reutilització de recursos hídrics de molt divers origen entre els quals s'han d'incloure les aigües d'escolaments i drenatges. Tras els esdeveniments constatats en la Mar Menor i els seus greus problemes d'eutrofització, saber la qualitat de l'aigua abocada en les costes es converteix un tema prioritari.

El funcionament del sistema agrícola del sud de la Comunitat és un tant complex, perquè s'ha de mantindre un equilibri entre la qualitat de les aigües abocades, la rentada de sòls (sals i uns altres), el manteniment de cabals d'evacuació de substàncies (contaminants) i la necessitat d'emprar al màxim i millorar els escassos recursos disponibles.

La situació de l'àrea d'estudi està delimitada per la costa del sud de la Comunitat Valenciana, entre el Cap de l'Aljub (Santa Pola) i al sud pel Cap Cervera (Torrevieja). L'ocupen els trams finals de les conques dels rius Segura i Vinalopó, sobre sòls al·luvials i amb un relleu pla (figura 1).

El conjunt de assarbs estudiats té cabals subjectes a variacions estacionals, als regs i la climatologia de la zona, fonamentalment significatius són els esdeveniments de fortes precipitacions. Analitzar la qualitat de l'aigua es converteix en l'eina òptima per a poder determinar tractaments, gestió i ús adequat d'aquests recursos hídrics. La localització geogràfica i la influència de l'entorn (activitats antròpiques) són factors que condionen aquesta qualitat.



**Figura 1.** Localització dels punts de mostreig al llarg dels principals assarbs estudiats que desemboquen en el vessant del riu Vinalopó (nord) i del riu Segura (sud).

Els assarbs estan agrupats en dos grans conjunts determinats per la destinació dels seus efluents: els assarbs associats al Vinalopó i aquells que aporten les seues aigües en la desembocadura del riu Segura.

En relació amb els primers, els considerats en aquest estudi són els següents:

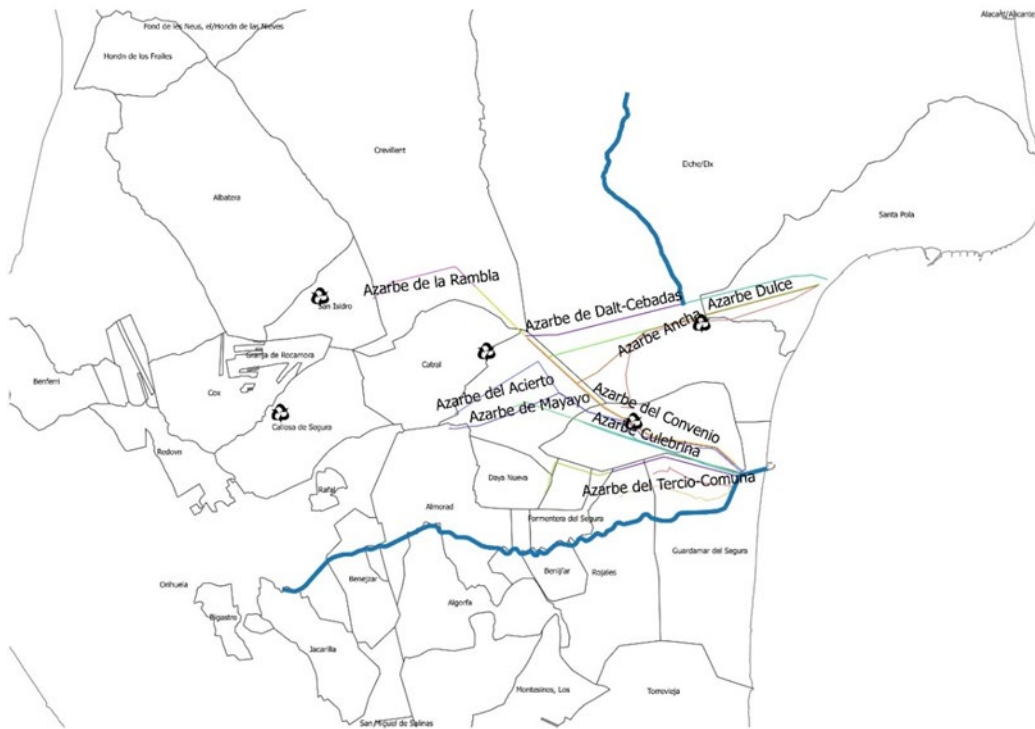
- Dalt
- Robatori
- Dolç
- Ampla

Els assarbs considerats associats al riu Segura i que acompanyen a aquest en la desembocadura artificial creada en la població de Guardamar del Segura són els següents:

- Convenio
- Pineda
- Mayayo
- Acierro
- Enmedio
- Culebrina
- La Reina
- De la Villa
- De la Comuna

La importància de cadascun dels assarbs és variable, ja que alguns reben nombroses aportacions d'uns altres assarbs menors i azarbetas, així com aigües residuals tractades (Ampla i Convenio, figura 2), i amplien notablement la seua àrea d'influència, enfront d'uns altres que disposen d'una menor xarxa de drenatge. A més, aquestes xarxes s'entrecreuen a diversos nivells, generant un entramat molt singular i complex.

De la mateixa manera, les zones agrícoles cultivades, les que disposen de parcel·les abandonades i les transformades per a altres activitats (residencial, industrial, recreatiu), generen una situació poc uniforme en el territori quant als usos del sòl. En aquestes condicions, la qualitat de les aigües dels assarbs reflecteix aquesta influència i dinàmica territorial amb grans variacions espacials.



**Figura 2.** Depuradores situades en l'àmbit d'estudi.



### 3. Resultats de l'acció 1.

Els resultats d'aquest any 2020 permeten obtenir una informació molt rellevant sobre la qualitat de les aigües, comparades amb les mitjanes del període 2016-18 i comprovar si es recuperen els valors de l'estat previ a l'esdeveniment de precipitacions extraordinàries esdevingut al setembre de 2019.

Els resultats de la investigació en aquest apartat, se centra en els valors determinats en els mostrejos del mes de juny i el mes de setembre, comparats amb les mitjanes del conjunt de tots els valors anteriors (2016-18) dels següents paràmetres: pH, salinitat de les aigües (conductivitat elèctrica a 25°C i clorur, i oxigenació (oxigen dissolt), nutrients d'origen agrícola (formes nitrogenades i fosfat), presència de bor en les aigües, anàlisi de contaminants (DDT i derivats, i glifosato). Tots ells determinats seguint les normes estàndard (APHA, AWWA, WEF, 2012) i els test immunològics homologats de Eurofins-Abraxis per als dos pesticides (test ELISA).

En la figura 1, mostrada amb anterioritat, s'assenyala la localització dels punts de mostreig d'aigües (punts de color taronja), on es prenen quatre alíquotes per a formar una mostra composta en els mesos de juny i de setembre de 2020.

#### 3.1. pH.

Els valors de pH oposats en els assarbs (taula 1) són molt similars entre tots ells. Se situen en la forqueta de 7,7 i 8,1 unitats de pH, lleugerament bàsic. Vertits ocasionals podrien modificar puntualment aquest paràmetre. Són escassa les diferències en els valors obtinguts entre els assarbs. En línies generals, tant en el mostreig previ a l'època estival com en el realitzat un mes de setembre, els valors de pH se situen en la mateixa línia que les dades mitjanes obtingudes per a tots ells en els estudis realitzats en els anys anteriors.

**Taula 1.** pH (unitats de pH) a 20 °C.

Punt de mostreig	Valor medie 2016-18	SD	18/06/20	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	8,0	0,2	8,2	0,0	8,1	0,0
Assarb de Dalt	7,9	0,2	7,7	0,0	7,8	0,0
Assarb del Robatori	7,8	0,2	7,8	0,0	7,9	0,0
Assarb Dolç	7,9	0,2	7,8	0,0	8,1	0,0
Assarb Ampla	7,8	0,2	7,9	0,0	7,8	0,0
Assarb del Convenio	7,9	0,2	7,7	0,0	7,6	0,0
Assarb de Pineda	7,9	0,1	8,1	0,0	7,9	0,0
Assarb Mayayo	8,0	0,2	8,1	0,0	8,1	0,0
Assarb de Acierto	7,8	0,2	7,7	0,0	7,7	0,0
Assarb de Enmedio	8,0	0,2	7,8	0,0	7,9	0,0
Assarb Culebrina	7,9	0,1	7,7	0,0	8,0	0,0
Assarb de la Reina	8,1	0,2	7,9	0,0	8,0	0,0
Assarb de la Villa	8,0	0,2	7,9	0,0	7,9	0,0
Assarb de la Comuna	7,9	0,2	7,7	0,0	7,9	0,0
Assut Sant Antoni	8,0	0,1	8,0	0,0	7,9	0,0

#### 3.2. Salinitat: conductivitat elèctrica.

En relació amb la salinitat, determinada en funció de la conductivitat elèctrica a 25°C, destaquen, sobretot, el conjunt de assarbs del vessant del riu Vinalopó com més salins, exceptuant el Dolç. Els valors són superiors als obtinguts en els assarbs del vessant del Segura.

Per damunt de tots els estudiats, destaca el riu Vinalopó per la seua salinitat, com és habitual i així s'ha comprovat en estudis previs (Torrijos, 2015), però també els valors mitjans del Assarb de Dalt i Ampla (veure taula 2). En el cas del vessant del Segura, és el del Conveni el que dona valors molt parells als dels assarbs esmentats en el cas del Vinalopó, sent el més salí. Est, juntament amb els anteriors, travessen zones on els sòls posseeixen majors concentracions de sals, pròxims als embassaments del Fondo (Meléndez et al., 2010) i és previsible que hi haja importants aportacions de sals solubles procedents dels sòls. En línies generals, s'observa una menor salinitat en les aigües l'any 2020 que la mitjana dels anteriors amb l'excepció del riu Vinalopó, que pot deure's a diversos factors. Pot influir una disminució del reg i per tant de la rentada de sals o pot influir l'ús d'aigua de bona qualitat per al reg i les precipitacions, acabant una bona part de l'aigua de millor qualitat en els assarbs, amb menor càrrega de sals. És probable que, després de les precipitacions i inundacions esdevingudes l'any anterior, en 2019, els sòls hagen disminuït el seu contingut en sals per una intensa rentada.

**Taula 2.** Conductivitat elèctrica (ms/cm) a 25 °C.

Punt de mostreig	Valor medie 2016-18	SD	18/06/20	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	15,5	3,5	18,9	0,1	18,4	0,0
Assarb de Dalt	12,8	3,4	9,9	0,0	4,3	0,1
Assarb del Robatori	9,1	3,2	6,0	0,1	6,8	0,0
Assarb Dolç	3,1	0,5	3,9	0,0	2,8	0,0
Assarb Ampla	11,0	2,0	9,3	0,1	10,1	0,1
Assarb del Convenio	10,8	1,1	9,1	0,1	6,7	0,0
Assarb de Pineda	7,1	2,2	5,1	0,0	4,2	0,0
Assarb Mayayo	6,2	2,8	3,6	0,0	2,8	0,0
Assarb de Acierto	5,7	1,6	4,7	0,1	4,1	0,0
Assarb de Enmedio	4,8	1,1	4,8	0,0	3,3	0,0
Assarb Culebrina	4,7	1,0	4,4	0,0	2,6	0,0
Assarb de la Reina	3,7	0,8	3,6	0,0	2,4	0,0
Assarb de la Villa	4,0	0,9	3,7	0,0	2,9	0,0
Assarb de la Comuna	3,8	0,9	4,2	0,0	2,7	0,0
Assut Sant Antoni	3,3	0,8	3,5	0,0	2,5	0,0

### 3.3. Clorurs.

Les dades del contingut en aquest anió són conformes amb l'observat en el cas de la salinitat de les aigües. És a dir, es comporten de manera similar als valors de conductivitat elèctrica analitzats (taula 3).

D'aquesta manera, es corrobora el comportament detectat en l'anterior paràmetre i la diferència entre els assarbs que van a les diferents desembocadures.

Destaca, igual que en la conductivitat elèctrica, la forta presència de clorurs en les aigües del riu Vinalopó, encara que aquesta i la resta dels valors es poden considerar dins de la variabilitat obtinguda en els estudis precedents.

**Taula 3.** Clorurs (mg/l).

Punt de mostreig	Valor medie 2016-18	SD	18/06/20	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	4648	1279	5984	15	5730	0
Assarb de Dalt	2996	966	2169	15	821	27
Assarb del Robatori	1952	815	1168	12	1362	0
Assarb Dolç	647	173	824	6	491	12
Assarb Ampla	2520	559	2049	0	2210	6
Assarb del Convenio	2484	315	1957	6	1405	0
Assarb de Pineda	1485	595	937	6	767	12
Assarb Mayayo	1276	757	597	6	439	12
Assarb de Acierto	1059	336	807	6	694	6
Assarb de Enmedio	874	277	807	6	524	6
Assarb Culebrina	831	239	719	6	394	6
Assarb de la Reina	633	160	558	12	368	6
Assarb de la Villa	669	185	575	0	498	6
Assarb de la Comuna	648	200	667	6	425	0
Assut Sant Antoni	560	172	549	12	377	6

**3.4. Oxigen dissolt.**

El contingut d'oxigen dissolt és un paràmetre rellevant per a estimar l'estat biològic dels assarbs. Podem considerar que valors inferiors a 3 mg/l de oxigeno dissolt, pot causar greus danys ecològics en les zones costaneres (EPA, 1990), per tant, que els assarbs disposen de valors superiors de manera general, és un factor positiu. El rang habitual de valors se situa entre 5 i 7 mg/l d'oxigen.

Lus valores obtinguts l'any 2020 són lleugerament inferiors als valors mitjans en el mostreig de setembre, després de l'èstiaje, no així en el cas de les mostres de juny. No obstant això, els valorese ntran aproximadament dins del rang de variació, tal com s'aprecia en la taula 4.

**Taula 4.** Oxigen dissolt (mg/l) a 20 °C.

Punt de mostreig	Valor medie 2016-18	SD	18/06/20	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	6,5	1,2	6,8	0,2	5,9	0,1
Assarb de Dalt	5,4	1,6	6,1	0,1	4,8	0,1
Assarb del Robatori	6,5	1,3	6,4	0,1	5,7	0,1
Assarb Dolç	6,4	1,2	6,4	0,1	5,5	0,1
Assarb Ampla	6,6	1,4	6,7	0,0	5,1	0,1
Assarb del Convenio	6,7	0,8	6,6	0,1	5,1	0,1
Assarb de Pineda	6,8	1,1	7,3	0,0	5,0	0,1
Assarb Mayayo	7,4	1,1	6,9	0,1	5,5	0,0
Assarb de Acierto	6,3	0,8	6,3	0,1	5,2	0,1
Assarb de Enmedio	6,7	1,3	6,4	0,1	5,1	0,0
Assarb Culebrina	6,1	0,7	6,3	0,1	5,3	0,1
Assarb de la Reina	6,4	0,9	6,4	0,1	5,4	0,1
Assarb de la Villa	6,3	0,7	6,5	0,1	5,2	0,1
Assarb de la Comuna	6,0	1,0	6,3	0,1	5,2	0,1
Assut Sant Antoni	6,4	0,8	6,2	0,1	5,3	0,1

### 3.5. Sòlids en suspensió.

La presència de sòlids en suspensió (SS) en les aigües es pot associar a la terbolesa i la presència de partícules i sediments transportats pels assarbs que després, poden ser descarregats en les zones costaneres.

En aquest cas i com a aspecte negatiu, destaca per damunt de tots, el Assarb de Pineda (de la Pineda), tant en els seus valors mitjans com en els determinats l'any 2020.

Per a establir algun tipus de comparació de les valors de sòlids en suspensió en aquestes aigües i en les destinades al reg agrícola, es pot recórrer al que es preveu en l'RD 1620/2007. En aquest, s'indica que els sòlids en suspensió expresados en mg/l, tenen uns límits per al ús de l'aigua per a reg de 20 mg/l per a cultius de tipus A (productes d'ambsumme humà fresc) i de 35 mg/l per a cultius de tipus B (per a consum humà no fresc, consum d'animals productors i aqüicultura). Aquests valors se superen com en valor mitjà en tots, i en molts també el valor de 35 mg/l.

**Taula 5.** Sòlids en suspensió (mg/l).

Punt de mostreig	Valor medie 2016-18	SD	18/06/20	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	24	13	98	0	108	2
Assarb de Dalt	35	19	56	2	23	4
Assarb del Robatori	48	33	57	3	89	3
Assarb Dolç	35	42	62	0	55	3
Assarb Ampla	34	14	73	4	77	6
Assarb del Convenio	46	28	108	7	57	5
Assarb de Pineda	104	57	122	1	106	1
Assarb Mayayo	32	17	35	3	12	3
Assarb de Acierto	39	14	70	2	62	13
Assarb de Enmedio	46	18	136	0	49	4
Assarb Culebrina	37	19	63	3	23	4
Assarb de la Reina	32	25	26	0	32	0
Assarb de la Villa	29	15	48	2	60	2
Assarb de la Comuna	24	18	58	8	43	17
Assut Sant Antoni	52	68	61	2	91	7

### 3.6. Formes nitrogenades.

La presència de nitrogen, especialment de nitrats en les aigües, és un dels factors més importants quant a l'aportació de nutrients i els seus efectes en el medi ambient. És conegut el fenomen de l'eutrofització de les aigües per un excés de nutrients i la posterior explosió biològica pot provocar anòxia i la mortaldat d'espècies aqüícoles.

No obstant això, convé destacar que els valors mitjans de nitrats obtinguts per a aquests assarbs no superen els 50 mg/l, per davall dels límits màxims permesos en aigües de consum (RD 140/2003 i 902/2018). De totes maneres, puntualment se superen aquests valors en alguns dels assarbs, especialment els que conflueixen en el riu Segura (taula 6).

En línies generals, es pot indicar quant a la qualitat de les aigües, que la concentració de nitrats és superior en els assarbs de l'àmbit del riu Segura que en els corresponents al riu Vinalopó i, per tant, les descàrregues d'aquest nutrient en les zones costaneres poden ser més importants a Guardamar del Segura que a Santa Pola.

Taula 6. Formes nitrogenades (mg/l).

Punt de mostreig	Valor medie 2016-18	SD	18/06/20	SD	23/09/20	SD
<b>Nitrats</b>						
Desembocadura Vinalopó	33,5	14,9	35,6	0,2	35,0	0,1
Assarb de Dalt	14,2	10,7	19,2	0,0	29,4	0,3
Assarb del Robatori	22,5	13,0	16,5	0,0	13,9	0,3
Assarb Dolç	18,0	12,5	34,0	0,3	23,9	0,4
Assarb Ampla	20,1	15,5	17,5	0,2	14,7	0,3
Assarb del Convenio	41,9	5,4	38,9	0,3	36,8	0,6
Assarb de Pineda	22,9	14,9	4,8	0,0	19,0	0,1
Assarb Mayayo	23,2	21,5	12,8	0,1	23,8	0,6
Assarb de Acierto	39,3	18,2	23,8	0,0	33,4	0,1
Assarb de Enmedio	33,3	18,5	36,2	0,1	26,7	0,1
Assarb Culebrina	45,1	16,7	37,6	0,3	23,2	0,2
Assarb de la Reina	34,6	10,5	31,5	0,1	23,1	0,2
Assarb de la Villa	42,3	14,1	32,9	0,2	27,2	0,1
Assarb de la Comuna	38,1	18,2	39,6	0,2	21,2	0,0
Assut Sant Antoni	24,3	12,0	24,4	0,4	23,4	0,0
<b>Nitrits</b>						
Desembocadura Vinalopó	1,3	2,1	0,6	0,0	0,2	0,0
Assarb de Dalt	0,3	0,3	0,2	0,0	0,8	0,0
Assarb del Robatori	0,3	0,2	0,4	0,0	0,2	0,0
Assarb Dolç	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0
Assarb Ampla	0,3	0,2	0,3	0,0	0,4	0,0
Assarb del Convenio	0,3	0,1	0,4	0,0	0,3	0,0
Assarb de Pineda	0,4	0,2	0,2	0,0	0,5	0,0
Assarb Mayayo	0,4	0,3	0,4	0,0	0,4	0,0
Assarb de Acierto	0,7	0,4	0,4	0,0	0,3	0,0
Assarb de Enmedio	0,7	0,4	0,8	0,0	0,4	0,0
Assarb Culebrina	0,8	0,4	0,6	0,0	0,4	0,0
Assarb de la Reina	0,7	0,5	0,6	0,0	0,4	0,0
Assarb de la Villa	0,8	0,4	0,5	0,0	0,5	0,0
Assarb de la Comuna	0,8	0,4	0,5	0,0	0,6	0,0
Assut Sant Antoni	0,7	0,6	0,4	0,0	0,7	0,0
<b>Amoni</b>						
Desembocadura Vinalopó	0,7	1,8	0,2	0,0	0,0	0,0
Assarb de Dalt	0,4	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0
Assarb del Robatori	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Assarb Dolç	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
Assarb Ampla	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Assarb del Convenio	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0
Assarb de Pineda	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Assarb Mayayo	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Assarb de Acierto	0,7	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0
Assarb de Enmedio	0,2	0,2	0,5	0,1	0,0	0,0
Assarb Culebrina	0,6	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0
Assarb de la Reina	0,3	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0
Assarb de la Villa	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Assarb de la Comuna	0,5	0,3	0,2	0,0	0,2	0,0
Assut Sant Antoni	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0

Cenyint-nos estrictament a criteris de qualitat d'aigua per a reg donats per la FAO (Ayers i Westcot, 1985), el valor del contingut en nitrats dels assarbs del Segura s'aproxima al valor establert per aquests autors per a aigües amb grau de restricció en l'ús per a reg "lleuger o moderat" (comprés entre 5 i 30 mg/l expressat com a N, contingut en forma de nitrat).

La presència de nitrogen en forma de nitrats és més inestable que les altres dues formes inorgàniques estudiades, però té reconeguts efectes tòxics, especialment en mamífers, i igual que en el cas del nitrat, pot ser precursor de substàncies cancerígenes com les nitrosamines (Junta d'Andalusia, 2017). No obstant això, les concentracions detectades generalment són baixes, encara que en el cas del riu Vinalopó s'han detectat en anys anteriors valors superiors a 1 mg/l.

En el cas de l'amoni, la presència en aigües marines pot provocar efectes tòxics en larves marines, més que estimular el creixement algal. La presència d'amoni en concentracions de 10 µM (aproximadament 0,2 mg/l), pot ser tòxica per a les larves marines, especialment per als mol·luscos (EPA, 2001). Per aquestes raons comentades, hem d'entendre el potencial efecte negatiu dels nutrients en les costes i els nivells majors d'amoni després de les pluges torrencials trobats en els assarbs del vessant del Segura. La concentració d'amoni en les aigües és particularment baixa, s'aprecia especialment en les dades obtingudes l'any 2020. Com en el cas anterior, destaca com a aspecte negatiu la major concentració mitjana del riu Vinalopó.

### 3.7. Fosfats.

El fòsfor és un altre dels nutrients que exerceixen un control molt rellevant en la biologia de les aigües. Igual que el nitrogen, pot desencadenar explosions biològiques indesitjables.

Es van realitzar els mesuraments de ortofosfato soluble present en les aigües, és a dir, l'espècie química directament assimilable per les plantes i la principal que influeix en la seua incorporació a les aigües marines (Kennish, 1989), amb un major risc per al mitjà aquàtic de manera immediata.



**Fotografia 1.** Aspecte que presentava el Assarb Dolç el mes de juny.

En aquest cas, els valors més rellevants, en relació a la qualitat de les aigües, es van trobar en el Assarb Dolç. No obstant això, amb caràcter general, els assarbs associats a la desembocadura del riu Segura, aporten més fosfats que els associats al riu Vinalopó. No obstant això, aquest riu va mostrar igual que succeïa en el cas del nitrit, una concentració important, d'acord amb els valors mitjans detectats en els anys anteriors.

**Taula 7.** Fosfats (mg/l).

Punt de mostreig	Valor medie 2016-18	SD	18/06/20	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	1,9	0,7	1,5	0,0	0,7	0,0
Assarb de Dalt	0,6	0,3	0,1	0,0	0,8	0,0
Assarb del Robatori	0,7	0,3	0,6	0,0	0,5	0,0
Assarb Dolç	9,5	6,7	16,1	0,1	4,7	0,0
Assarb Ampla	0,5	0,2	1,1	0,0	0,3	0,0
Assarb del Convenio	0,9	0,2	0,5	0,0	0,9	0,0
Assarb de Pineda	0,4	0,2	0,1	0,0	0,5	0,0
Assarb Mayayo	0,5	0,4	0,4	0,0	0,9	0,0
Assarb de Acierto	1,1	0,2	0,8	0,0	0,8	0,0
Assarb de Enmedio	1,0	0,5	0,8	0,0	1,0	0,0
Assarb Culebrina	1,4	0,3	1,1	0,0	1,6	0,0
Assarb de la Reina	1,3	0,3	1,5	0,0	1,5	0,0
Assarb de la Villa	1,7	0,5	1,4	0,0	2,0	0,0
Assarb de la Comuna	2,3	0,7	1,6	0,0	2,5	0,0
Assut Sant Antoni	1,4	0,3	1,3	0,0	1,2	0,0

L'arribada de fosfats a les costes i estuaris genera un problema que és ben conegut, i que, juntament amb l'arribada de nitrats, sembla estar en l'origen dels problemes de la llacuna de la Mar Menor i que podria repetir-se en altres zones de la costa. Smith i Longmore (1980) ja van indicar fa quaranta anys que les aportacions de fosfats procedeixen dels sòls (activitats agrícoles, l'ar emoció del sòl, arada i volteig) i la descàrrega d'aigües residuals. A més, apunten que l'arribada d'aquest compost als estuaris (aigües de transició) i aigües costaneres podria incrementar el creixement del fitoplàncton i les macroalgues, amb efectes negatius en la pesca, les infraestructures i les platges. Aquests autors van indicar que el fosfat roman en dissolució en un ampli rang de salinitat de l'aigua i l'associen a la presència de matèria particulada en suspensió. Aquest és el cas que es dona en aquests assarbs, que transporten importants quantitats de sòlids en suspensió. En la guia de qualitat d'aigües costaneres de EPA (EPA, 2001), s'indica que les partícules en suspensió poden retindre fosfat i tòxics. Els sòlids en suspensió podrien potenciar l'efecte dels fosfats.

La agència nord-americana per a la protecció del medi ambient dels EUA (EPA, 2017) avisa en el seu informe "Coastal Trophic" que la presència de nutrients en les aigües costaneres és crítica, especialment si es tracta de nitrogen i fòsfor, que influeixen en el creixement d'algues, disminueixen la transparència de les aigües, redueix els nivells d'oxigen dissolt i poden perjudicar els peixos i a la resta d'espècies aquàtiques. Si traslladem aquestes afirmacions a les nostres costes, les prades costaneres de posidònia oceànica podrien veure's afectades per aquesta situació en relació amb la pèrdua de transparència de les aigües i els seus efectes sobre l'activitat fotosintètica.

Convé recordar que, compostos de N i P, apareixen com a substàncies contaminants en l'annex III del RD 60/2011 de 21 de gener, sobre les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües.

### 3.8. Bor.

El Bor és un element essencial per a les plantes, però al mateix temps pot ser tòxic (Martínez et al., 1999). Se sap que existeixen espècies sensibles a nivells de B alts en el sòl i en l'aigua de reg, especialment els cítrics (Martínez-Cuenca et al., 2015). Per a molts cultius, és necessari que hi haja concentracions de B de 0,2 mg/l en l'aigua de reg, però en concentracions majors, entre d'1 a 2 mg/l pot ser tòxic (Ayers i Westcot, 1994). Taronja, llima o aranja es troben entre els cultius més sensibles a la tolerància al bor en les aigües de reg, podent patir toxicitat amb valors situats entre 0,3 i 1 mg/l (Texas Agricultural Extensió Services, 1996).

En aquest any 2020, es va afegir la determinació d'aquest element en les aigües per la gran preocupació existent en relació amb la toxicitat que poguera ocasionar en cultius sensibles en el cas d'emprar per al reg l'aigua dels assarbs. En línies generals, l'anàlisi de bor en aquestes aigües de drenatges agrícoles mostra que els valors poden considerar-se elevats per al cas de cultius sensibles, situant-se per damunt de 0,5 mg/l en tots els assarbs (taula 8).

Aquest fet convé valorar-lo de cara a una adequada planificació sobre l'ús d'aquestes aigües, especialment si s'inclou la possibilitat de la seua reutilització directa o a través d'un procés previ de dessalinització. Seria en aquest últim cas, molt rellevant determinar la concentració de bor en l'aigua dessalinitzada.

**Taula 8.** Bor (mg/l).

Punt de mostreig	18/06/20	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	1,1	0,0	1,2	0,0
Assarb de Dalt	1,7	0,0	0,8	0,0
Assarb del Robatori	1,0	0,0	1,3	0,0
Assarb Dolç	1,1	0,0	0,6	0,0
Assarb Ampla	1,7	0,0	1,9	0,0
Assarb del Convenio	1,6	0,0	1,3	0,0
Assarb de Pineda	1,0	0,0	0,8	0,0
Assarb Mayayo	0,7	0,0	0,6	0,0
Assarb de Acierto	0,9	0,0	0,8	0,0
Assarb de Enmedio	0,9	0,0	0,7	0,0
Assarb Culebrina	0,9	0,0	0,6	0,0
Assarb de la Reina	0,8	0,0	0,6	0,0
Assarb de la Villa	0,9	0,0	0,8	0,0
Assarb de la Comuna	1,0	0,0	0,7	0,0
Assut Sant Antoni	0,8	0,0	0,6	0,0

### 3.9. DDT i derivats.

L'insecticida (DDT) i els seus derivats es troben en concentracions molt baixes en les aigües analitzades. No obstant això, detectar la seua presència és una mostra de la persistència d'aquest contaminant en el mitjà, fins i tot transcorreguts desenes d'anys des de la prohibició de la seua aplicació.



Se ha analitzat la presència de DDE/DDT, és a dir el diclorodifeniltricloroetano (DDT, 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)-età) i el seu derivat el diclorodifenildicloroetileno. La seua enorme persistència en el mitjà contrasta amb el temps transcorregut des de l'adopció oficial el 23 de maig de 2001 a Estocolm (Suècia), del conveni sobre la seua prohibició en agricultura. El seu ús estés durant molts anys ens ha deixat la seua constància en la zona del sud de la Comunitat, a l'ésser un insecticida molt utilitzat per a combatre plagues, especialment de mosquits i altres insectes. Precisamente la persistència en el medi ambient d'aquests compostos és una de les raons per les quals a la Unió Europea van quedar prohibits o rigorosament restringits (prohibits excepte en determinats casos concrets) pel Reglament (CE) 850/2004 del Parlament Europeu i del Consell, de 29 d'abril de 2004 i afectats per la Decisió de la Comissió de 19 de maig de 2005 per la qual s'adopten decisions sobre la importació comunitària de determinats productes químics conformement al Reglament (CE) 304/2003 del Parlament Europeu i del Consell, i es modifiquen les Decisions 2000/657/CE, 2001/852/CE i 2003/508/CE.

La seua perillositat està associada al risc a l'exposició, que ocorre principalment en menjar aliments que contenen xicotetes quantitats d'aquests compostos, especialment carn, peix i ocells de corral. Els nivells alts de DDT poden afectar el sistema nerviós produint excitabilitat, tremolors i convulsions. En dones, el DDE pot produir una disminució en la duració del període de lactància i un augment de les probabilitats de tindre un bebé prematur (Agència per a Substàncies Tòxiques i Registro de Malalties, 2017). Convé recordar que la perillositat del DDT va donar lloc a un dels llibres que més ha conscienciat sobre l'ús d'aquestes substàncies perilloses, "Primavera silenciosa", de Rachel Carson, publicat en 1962. L'Agència de Protecció Ambiental dels Estats Units (EPA) prohibiria el DDT en 1972.

No obstant això, donada la seua alta eficàcia com a insecticida, que contrasta amb l'enorme persistència en el mitjà, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) utilitza aquest insecticida en països on el paludisme és endèmic, és part del seu programa per a erradicar la malària fumigant l'interior de residències, mosquiteras... i així, matar als mosquits que transmeten la malària (OMS, 2016). El diclorodifeniltricloroetano (DDT) es continua utilitzant per a la fumigació d'interiors amb insecticides d'acció residual, si bé en situacions molt específiques.

**Taula 9.** DDT/DDE ( $\mu\text{g/l}$ ).

Punt de mostreig	20/06/19	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	1,1	0,1	1,5	0,4
Assarb de Dalt	1,3	0,1	1,4	0,4
Assarb del Robatori	1,5	0,3	1,3	0,7
Assarb Dolç	1,2	0,4	1,9	0,4
Assarb Ampla	1,2	0,2	1,4	0,4
Assarb del Convenio	1,4	0,0	1,2	0,4
Assarb de Pineda	2,3	0,7	1,6	0,4
Assarb Mayayo	1,4	0,6	1,5	0,5
Assarb de Acierto	2,6	2,0	1,5	0,7
Assarb de Enmedio	1,8	0,6	2,1	1,1
Assarb Culebrina	1,6	0,6	1,6	0,5
Assarb de la Reina	1,6	0,7	1,7	0,7
Assarb de la Villa	2,6	1,7	1,9	0,7
Assarb de la Comuna	1,8	0,1	1,0	0,1
Assut Sant Antoni	1,9	0,5	1,2	0,3

Els resultats mostrats en la taula 9 assenyalen que, pels assarbs i els dos rius, es continua desplaçant l'insecticida DDT/DDE, amb valors que oscil·len com a mitjana entre 1 i 3 µg/L. Encara que no existeixen dades concretes del volum total utilitzat de DDT, sí que sabem que en la zona de la desembocadura del riu Vinalopó, Carrisars d'Elx, ha sigut usat fins a temps recents per a combatre les plagues de mosquits igual que la Vega Baixa del Segura. Així, Alfaro et al. (2015) ressenyen que la malària (coneguda també amb el nom de tercianas o febres) ha sigut endèmica en la zona fins que el tractament massiu amb DDT va erradicar al vector (mosquits del gènere *Anopheles*) i va permetre que cap a 1964 es declarés erradicada localment la malaltia. La acumulació al llarg dels anys ha sigut tal que encara persisteix en el mitjà i, per tant, es continuarà detectant la seua presència en les aigües.

### 3.10. Glifosato.

Al costat del anterior plaguicida organoclorat, s'ha analitzat l'herbicida organofosforat conegut com glifosato, d'ampli ús tant en agricultura com en zones urbanes. És necessari investigar aquest herbicida, especialment pels últims estudis que el relacionen amb diverses malalties i risc per al medi ambient (Avigliano et al., 2014; Torretta et al., 2018).

Aquest organofosforat denominat glifosato <<2-àcid acètic sal de isopropilamina de N(-fosfonometil) glicina>>, introduït en la dècada dels anys setanta del passat segle, es troba a Espanya en la formulació d'aproximadament 2000 productes diferents autoritzats. Al març de 2015, l'Agència per a la Investigació sobre el Càncer (IARC), dependent de l'Organització Mundial de la Salut (OMS), va classificar el glifosato com "probablement cancerigen per als éssers humans". Existeix en l'actualitat una alta preocupació per la presència d'aquest herbicida en el mitjà i la seua relativa facilitat per a ser transportat per les aigües.

**Taula 10.** Glifosato (µg/l).

Punt de mostreig	20/06/19	SD	23/09/20	SD
Desembocadura Vinalopó	0,4	0,0	0,9	0,3
Assarb de Dalt	1,0	0,0	0,7	0,1
Assarb del Robatori	2,3	0,2	0,7	0,2
Assarb Dolç	0,8	0,1	1,3	0,0
Assarb Ampla	0,3	0,1	0,4	0,1
Assarb del Convenio	1,3	0,1	0,3	0,1
Assarb de Pineda	0,9	0,1	1,5	0,2
Assarb Mayayo	3,0	0,3	1,0	0,2
Assarb de Acierto	1,7	0,0	1,9	0,5
Assarb de Enmedio	1,5	0,2	1,8	0,3
Assarb Culebrina	2,0	0,0	2,1	0,1
Assarb de la Reina	2,4	0,2	2,2	0,1
Assarb de la Villa	2,1	0,0	2,5	0,0
Assarb de la Comuna	1,9	0,1	2,4	0,0
Assut Sant Antoni	1,6	0,1	2,3	0,1

En la taula 10 es representen els valors obtinguts per a aquest herbicida i ens mostra que l'herbicida es troba amb major concentració en les aigües associades als assarbs agrícoles de la Vega Baixa, sent menors els valors oposats en el vessant del riu Vinalopó, en línies generals. És possible que siga reflex d'una major activitat agrícola en la primera zona que en la segona.

Les quantitats detectades, encara que són molt baixes, si mostren lleugeres diferències entre un període i un altre de mostreig, que pot deure's a diversos factors, entre els quals es troba els climàtics i l'ús que se li dona en cada temporada que dependrà de les necessitats d'aplicació (eliminació d'herbes no desitjades).

#### **4. Acció 2: COVID.**

Tal com indica l'Organització Mundial de la salut en la seua pàgina web, a partir de l'11 de març de 2020 i profundament preocupada pels alarmants nivells de propagació de la malaltia i per la seua gravetat, i pels nivells també alarmants d'inacció, determina en la seua avaluació que la COVID-19 pot caracteritzar-se com una pandèmia (OMS, 2020). Al llarg dels mesos anteriors, fa una sèrie de crides per a la presa de mesures urgents, indicant orientacions i recomanacions en veure la ràpida propagació de la malaltia. Sinembargament, no és fins al 20 de gener de 2020 quan s'efectua la primera missió de l'OMS en el focus més important i considerat origen de la pandèmia, Wuhan (la Xina).

A partir d'aquest moment es desencadena una sèrie d'actuacions a tots els nivells i en la majoria dels països per a controlar aquest coronavirus de tipus SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome), destacant l'impuls donat a la investigació sobre la pandèmia. Dins de les múltiples accions d'investigació, es desenvolupen una sèrie de treballs que tracten de la detecció del virus en aigües residuals, amb la idea centrada en ajudar a la detecció precoç i conèixer si hi ha via de transmissió per les aigües.

##### **4.1. Antecedents i condicionants metodològics.**

En aquest sentit, sense voler ser exhaustius quant als estudis sobre la presència de SARS-CoV-2 en aigües residuals, convé realitzar una sèrie de matisacions sobre la utilitat d'aquest mètode en aigües residuals i altres aspectes relacionats amb aquest tema. Els resultats que hem obtingut corroboren en gran manera tot el que s'indica a continuació, sent aquests estudis en bona part paral·lels als que hem realitzat sota l'auspici de la Generalitat Valenciana en aquest conveni d'investigació aplicada a les aigües.

En primer lloc, les dades clíniques continuen sent l'estàndard per a la vigilància i el seguiment de malalties, encara que siguen limitats a causa de factors com el biaix de notificació i la incapacitat de rastrejar als portadors de malalties asimptomàtics (Thompson et al., 2020). No obstant això, la idea que els agents patògens s'excreten en l'orina i la femta de les persones infectades, independentment de la gravetat dels símptomes de la malaltia, fa que la vigilància i la detecció en les aigües residuals siga un valuós complement dels enfocaments clínics. El fet de detectar SARS-CoV-2 en les aigües residuals associades a una població donada, ja indica la presència del virus independentment que s'hagen realitzat o no assajos clínics per a detectar-lo en les persones. Serveix per tant com forma d'alerta.

La detecció, com veiem, es basa en la presència de restes biològiques del virus, actiu o inactiu. Més concretament, les tècniques emprades es basen en la presència de material genètic del SARS-CoV-2. Aquesta presència, com s'ha indicat, està associada als agents patògens excretats per les persones afectades, simptomàtiques o no. El virus ha sigut identificat en la femta i per aquesta raó s'han assenyalat com a potencials vies de transmissió secundària, juntament amb les aigües residuals (Liu et al., 2020). Apunten aquests autors que l'any 2003 ja es va alertar d'aquesta circumstància durant l'epidèmia de SARS-CoV i que pot afectar especialment els països menys desenvolupats. No obstant això, convé fer unes matisacions en relació amb la presència de restes biològiques del virus i la seua quantificació.

Aquestes matisacions han de considerar almenys dos aspectes:

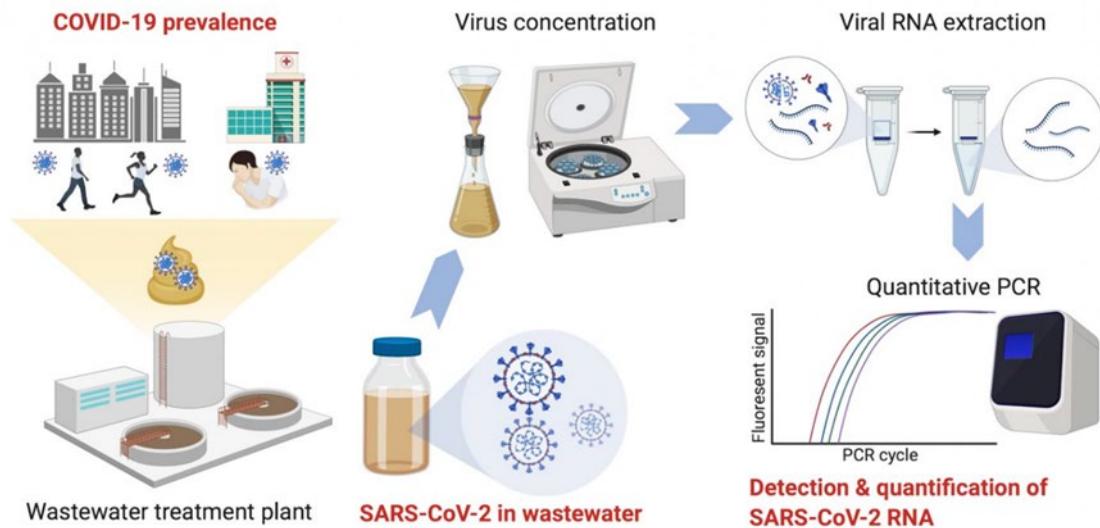
- La quantitat de virus excretat per cada persona, que és variable
- La matriu en la qual es troba el virus, que pot facilitar la degradació del material biològic.

En el cas de les aigües residuals, les seues característiques són diferents i canviants, de forma molt notable, d'unes poblacions a unes altres. Les característiques de les aigües residuals estan associades a les activitats que les originen (domèstiques, industrials, altres) i les substàncies que s'aboquen, per la qual cosa estus condicionants influiran en la persistència de restes biològiques del SARS-CoV-2 i en la seua degradació.

En aquest sentit, Foladori et al. (2020), indiquen la viabilitat de detectar el virus mitjançant la tècnica PCR (Polymerase Chain Reaction, reacció en cadena de polimerasa) en la femta de pacients infectats, però que hi ha majors dificultats en les aigües residuals per diverses raons. La primera és la càrrega viral en la femta de les persones, que es dilueixen en les aigües residuals, i a més es pot veure afectada per la temperatura, el pH, els sòlids presents, els microcontaminants, desinfectants, la incidència de la llum, etc. Afigen aquests autors que la troballa de RNA viral en la femta no implica que el virus siga viable i infecciós i que la viabilitat dels CoV com el SARS-CoV-2 disminueix en les aigües residuals, a causa de nombrosos factors com els comentats. Aquest decaïment de la presència del virus i les seues restes biològiques en les aigües ha sigut objecte d'estudi en diversos treballs de recerca com els d'Ahmed et al. (2020) i Kumar et al. (2020). No hi ha resultats concloents en relació amb la transmissió per les aigües donats els pocs estudis realitzats (Rimoldi et al., 2020), però tot sembla indicar que el tipus de matriu i les seues característiques, especialment en el cas de les aigües residuals, és determinant de la major o menor persistència de les restes biològiques del virus.

És a dir, les característiques de les aigües residuals alteren el material i per tant la seua detecció i quantificació està intrínsecament associada a la mena de matriu en la qual es troba el material biològic del virus. Tot sembla indicar que en cap cas podem detectar una quantitat igual a l'excretada, i que la proporcionalitat del que es detecta en les aigües residuals en relació amb l'origen dependrà molt de les característiques i substàncies que transporten les aigües residuals amb les quals pot interaccionar. Tanmateix, això no implica que la epidemiologia basada en l'anàlisi d'aigües residuals (WBE, Wastewater Based Epidemiology) no tinga potencial per al monitoratge de la transmissió comunitària de la COVID-19; no obstant això, es necessiten dades precises sobre l'estabilitat de l'ARN del SARS-CoV-2 en les aigües residuals per a poder interpretar els resultats (Ahmed et al., 2020). Per a aqueixa interpretació més precisa, es necessita analitzar individualment les aigües residuals i els seus condicionants en cada lloc i moment, així com la població i activitats associades al sistema de recollida d'aigües residuals.

Finalment, hem de cridar l'atenció en relació amb la metodologia d'anàlisi i determinació. La tècnica PCR, prèviament al seu ús, precisa d'una sèrie d'etapes de preparació que són crítiques. Com es pot apreciar en la figura 3 i tal com indica Luis Pérez García-Estañ, la preparació i concentració de la mostra per a la seua detecció és molt complexa en el cas de les aigües residuals.



**Figura 3.** Procés de presa de mostra, preparació i anàlisi mitjançant PCR del RNA del virus SARS-CoV-2.

Seria desitjable poder disposar un mètode de monitoratge ràpid a nivell comunitari, aplicant la metodologia de l'epidemiologia basada en aigües residuals (WBE), per a quantificar el SARS-CoV-2, una important amenaça per a la salut pública mundial, el medi ambient i l'economia (Gautam i Hens, 2020; Shreedhar i Mourato, 2020). En aquest sentit s'està prestant molta atenció per la comunitat acadèmica i particularment per les ciències i enginyeria ambientals (DI. et al., 2020) i biotecnologia, per a aconseguir un balanç de massa sobre el nombre total de còpies d'ARN viral en mostres d'aigües residuals i les mostres de femta infectada. Com indiquen aquests autors, el resultat de la detecció quantitativa de RNA en aigües residuals ha de ser altament sensible, precís i de confiança i per a això és imprescindible l'aplicació de mètodes de concentració efectius abans de la posterior extracció de RNA i la detecció de RT-qPCR. DI. et al. (2020) posen de manifest les dificultats metodològiques dels procediments previs a la detecció PCR. És en aquesta part on hem centrat i oposat similars dificultats.

Sens dubte, s'ha demostrat la presència de SARS-CoV-2 en aigües residuals sense tractar (brutes) però alguns estudis han demostrat que no es detecta en les aigües tractades i regenerades (Rimoldi et al., 2020) i que, en tots els casos, la infectivitat del virus sempre va ser nul·la, la qual cosa indica la pèrdua progressiva de la patogenicitat viral en el temps, des de l'emissió (excreció). Precisament el temps des de l'excreció i el temps de residència del virus en les aigües és un condicionant associat, que pot emascarar i limitar la quantificació del virus i per tant dificultar enormement la seua associació a la quantitat de persones d'una població donada que es troben infectades. No obstant això, aqueixes limitacions no impliquen que nos irva com una eina auxiliar d'interès per al control de la salut pública i per a contrastar amb les dades clíniques epidemiològiques.

A manera de resum podem indicar algunes de les consideracions que subjauen en aquesta investigació realitzada en l'acció 2 d'aquest projecte:

- És una eina complementària de les dades clíniques i, per tant, útil des del punt de vista de la vigilància de la salut pública.

- La detecció se centra en determinar restes biològiques del virus, fragments de seqüències d'RNA, que és una molècula de grans dimensions, però lábil, que es degrada amb certa facilitat.
- La quantitat excretada, variable segons la persona infectada, així com les característiques de les aigües residuals i el temps de residència de les restes biològiques en les aigües, condicionen la quantitat i persistència del material genètic del SARS-CoV-2.
- La interpretació de les dades obtingudes en les aigües residuals, estaran molt condicionats per aquestes aigües, les seues característiques i substàncies que contenen, la qual cosa fa molt complex la interpretació epidemiològica de les dades amb finalitats quantitatives.
- La metodologia per a arribar a la detecció i quantificació de les restes d'RNA en les aigües residuals, presenta etapes crítiques i que probablement han d'optimitzar-se per a cada tipus de matriu en la qual es trobe el material biològic.

Les aigües residuals, brutes i tractades (regenerades), es van prendre setmanalment des de mitjan mes de maig de 2020, des del 13 de maig de 2020. A aquestes aigües, es van unir les preses en els assarbs en els mesos de juny i setembre, per a detectar la presència o no del virus.

#### **4.2. EDAR estudiades.**

Les estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR) a les quals se'ls va prendre mostres d'aigües i que participen en aquest estudi són gestionades per l'empresa Aigües i Sanejament d'Elx, empresa municipal participada pel grup Hidraqua. Ha sigut fonamental comptar amb la col·laboració de l'empresa municipal i del grup per a la realització d'aquest estudi. Han sigut els encarregats de facilitar la mostra composta procedent de les EDAR que s'ha analitzat. De les dades facilitades per l'empresa i la EPSAR podem indicar algunes de les característiques d'aquestes plantes de depuració.

La EDAR de Algorós és la planta de majors dimensions, tracta les aigües del nucli principal del municipi il·licità, donant servei nucli urbà d'Elx, les partides Matola, La Gàl·lia i Bonavista, i els futurs desenvolupaments urbans de la ciutat. dona servei a uns 190.000 habitants equivalents. Disposa de pre-tractament, tractament primari, secundari i terciari, així com d'un sistema de desinfecció.

La EDAR d'Arenals del Sol, abasta un territori molt ampli del terme municipal d'Elx que comprén des de la Urbanització Buenos Aires, passant pel Parc Empresarial (E.P.E.), Torrellano, Perleta, Valverde, El Altet i Arenals. És la planta més moderna, quanta amb el mateix sistema de tractaments que l'anterior, però amb tecnologia més moderna i dona servei a uns 12.000 habitants equivalents.

La EDAR de Carrissars, recull les aigües procedents dels col·lectors de residuals dels nuclis de la Foia, Les Baies i La Marina, a més de les procedents del parc agroalimentari de la Alcudia. Aquesta planta dona servei per a una mica més de 4.000 habitants equivalents.

En la següent figura es mostra la localització de les plantes en el terme municipal d'Elx.



**Figura 4.** Situació de les estacions depuradores d'aigües residuals en el terme municipal d'Elx.

### 4.3. Evolució de la pandèmia a Elx.

Les dades del nombre de casos de COVID -19 diagnosticats per PCR en els últims catorze dies en el municipi il·licità es mostren en la figura 5 i són els utilitzats per a comparar en aquest estudi amb les deteccions de virus en les aigües. Aquestes dades estan facilitades per la Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública per mitjà del Portal de Dades Obertes de la Generalitat Valenciana. Amb aquestes dades, volem establir una associació entre detecció del virus en aigües i casos clínics per PCR, corresponents al número de casos de COVID -19 diagnosticats per PCR en els últims 14 dies en el municipi d'Elx. Aquesta dada permet conèixer el risc de transmissió de la malaltia.



**Figura 5.** Nombre de casos de COVID -19 diagnosticats per PCR+14 en el municipi d'Elx.



## 5. Resultats de l'acció 2.

Les aigües residuals brutes i tractades (regenerades), van ser recollides tots els dimecres, des del 13 de maig de 2020 fins a finals d'octubre (28/10/2020), prenent quatre alíquotes entre les 8 i les 11 del matí i formant una única mostra composta.

A partir d'ací es van seguir dues actuacions paral·leles dutes a terme en dos centres diferents de la Universitat Miguel Hernández d'Elx. La caracterització bàsica de la matriu igual que es va fer amb les aigües mostrejades en els assarbs, es va realitzar en el Departament d'Agroquímica i Medi Ambient. La detecció de material genètic del SARS-CoV-2 en totes les aigües, es va desenvolupar fonamentalment en l'Institut d'Investigació, Desenvolupament i Innovació en Biotecnologia Sanitària d'Elx, amb col·laboracions del reste de centres.

### 5.1. Característiques de les aigües residuals i regenerades.

En la primera de les actuacions realitzades, es caracteritza rom les aigües residuals i regenerades. Es van determinar els següents paràmetres seguint la metodologia estàndard i contrastada (APHA, AWWA, WEF, 2012):

- pH a 20°C
- Conductivitat elèctrica (CE) a 25°C
- Demanda química d'oxigen (DQO)
- Nitrogen total ( $N_T$ )
- Fòsfor total ( $P_T$ )
- Sòlids en suspensió (SS)

L'empresa municipal d'aigües va facilitar els valors dels cabals (Q) d'entrada (aigües brutes) i eixida (aigües tractades, regenerades) de les tres depuradores estudiades.

En aquest informe, es recullen els resultats obtinguts en l'anàlisi de les aigües entre el 13 de maig de 2020 i el 28 d'octubre de 2020, pràcticament sis mesos de mostrejos i seguiment analític. Durant aquestes setmanes, com ha quedat reflectit en la figura 5, es van produir variacions en el nombre de casos clínics detectats en els habitants del municipi d'Elx, incrementant-se cap al final del període, en els mesos de setembre i octubre.

Els valors mitjans dels paràmetres analitzats i la desviació estàndard es mostren en la taula 11. D'aquests resultats, que fan referència a la mostra composta d'aigua residual i regenerada presa en la franja horària situada aproximadament entre les 8.00 i les 11.00, amb presa d'alíquotes de 500 ml cada mitja hora, destaca el següent.

La depuradora de Algorós és la que major cabal d'aigua residual rep i tracta. Observant les característiques de les aigües brutes que li arriben, podem indicar que pH, sòlids en suspensió (SS) i la càrrega orgànica (DQO), són superiors a les que afecten les altres dues depuradores. Aquest últim fet es reflecteix també en el contingut de nitrogen i fòsfor totals detectats, la càrrega d'entrada del qual és major que en les altres dues EDAR.

En el cas de la salinitat, per la seua situació en el terme municipal i el medi físic i activitats que envolten a la EDAR, la depuradora de Carrisars rep les aigües amb el major contingut en sals, amb una conductivitat elèctrica (CE) elevada en comparació amb les altres plantes il·licitanes.

En línies generals, les tres depuradores redueixen notablement aquests paràmetres a l'eixida de les plantes (aigües tractades), destacant positivament en aquest sentit a la depuradora d'Arenals del Sol.

**Taula 11.** Característiques mitjanes de les aigües residuals analitzades.

<b>AIGÜES</b>	<b>Q</b>	<b>(m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>pH</b>	<b>Uds pH</b>	<b>CE</b>	<b>(ms/cm)</b>	<b>DQO</b>	<b>(mg/l)</b>
<b>BRUTES</b>	Mitjana	SD	Mitjana	SD	Mitjana	SD	Mitjana	SD
ALGOROS	1308	±257	8,1	±0,3	2,48	±0,23	885	±268
ARENALS	174	±83	7,5	±0,2	2,06	±0,26	809	±575
CARRISARS	107	±19	7,8	±0,2	4,75	±0,53	355	±126
<b>TRACTADES</b>	Mitjana	SD	Mitjana	SD	Mitjana	SD	Mitjana	SD
ALGOROS	1036	±177	7,4	±0,2	1,81	±0,17	50	±13
ARENALS	139	±63	7,3	±0,1	1,67	±0,19	16	±3
CARRISARS	84	±15	7,8	±0,1	3,52	±0,36	25	±4
<b>AIGÜES</b>	<b>N<sub>T</sub></b>	<b>(mg/l)</b>	<b>P<sub>T</sub></b>	<b>(mg/l)</b>	<b>SS</b>	<b>(mg/l)</b>		
<b>BRUTES</b>	Mitjana	SD	Mitjana	SD	Mitjana	SD		
ALGOROS	118,0	±17,0	15,4	±3,3	405	±99		
ARENALS	82,3	±18,0	11,6	±2,5	322	±336		
CARRISARS	57,1	±11,9	15,8	±4,4	160	±60		
<b>TRACTADES</b>	Mitjana	SD	Mitjana	SD	Mitjana	SD		
ALGOROS	11,0	±5,4	3,8	±0,7	12	±7		
ARENALS	4,1	±0,3	0,4	±0,3	-	-		
CARRISARS	7,8	±2,3	2,5	±0,5	-	-		

Aquestes dades, ens poden portar a induir que les qualitats en les aigües residuals de Algorós poden ser les més desfavorables a la persistència d'RNA del virus SARS-CoV-2 en aquesta matriu, enfront de les aigües que reben les altres dues EDAR. No obstant això, convé recordar que perquè hi haja virus en les aigües, a més de persistència després de la interacció del material genètic amb les substàncies contingudes en la matriu, s'ha de considerar la quantitat excretada en origen per la població afectada que ha de ser d'una magnitud tal que pugui ser detectada tècnicament.

## 5.2. Processament de les mostres per a PCR

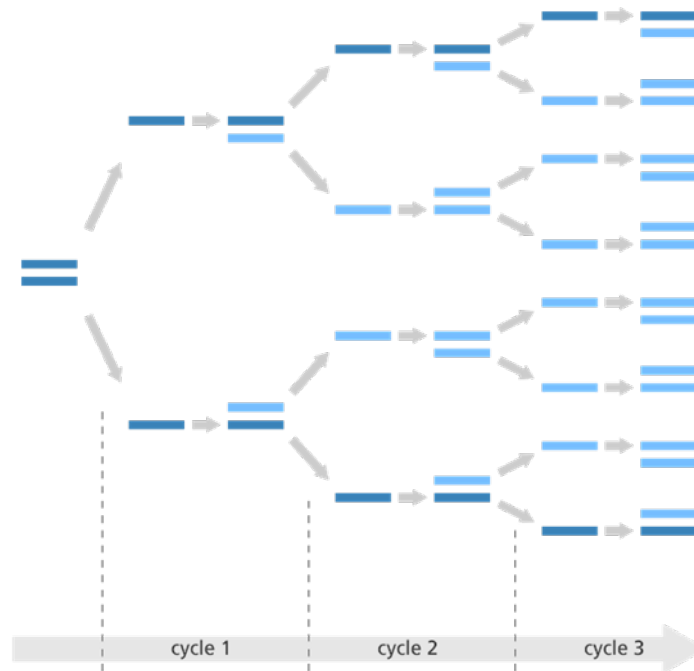
S'ha ressenyat en apartats anteriors la importància que té en la metodologia el pretractament i preparació de les mostres abans de conducta a l'anàlisi mitjançant PCR. Donada la novetat d'aquest tema (SARS-CoV-2 en aigües residuals), les dades disponibles sobre el tractament de les mostres prèviament a la seua determinació són limitats i molt recents, com per exemple el treball publicat de Rusiñol et al. (2020), entre altres. En general, el percentatge de recuperació del RNA del virus és variable segons el mètode de preparació i probablement l'efectivitat depèn molt de l'adaptació del mètode a les aigües residuals concretes, a la seua tipologia.

El procediment que s'ha seguit en els laboratoris de l'Institut d'Investigació, Desenvolupament i Innovació en Biotecnologia Sanitària d'Elx (IDI BE – UMH) implica els següents passos:

- Primer s'inactiven les mostres per tractament tèrmic per a assegurar la no presència de virus actiu, a 60°C durant 90 minuts.
- Després, per a poder establir una comparació associada al comportament del material genètic i la seua recuperació, les mostres es dopen amb una quantitat d'un virus de peix (VHSV). Això ens ha permès fer un seguiment quant a recuperació d'RNA viral, de la metodologia emprada.
- Les mostres es van sotmetre a un procés d'aclarit, per a eliminar les substàncies de major grandària, especialment presents en el cas de les aigües brutes.

- Posteriorment es va realitzar la concentració del material, mitjançant floculació i filtració. Se va realitzar tant per floculació (mètode  $\text{AlCl}_3$ ) com per centrifugació en filtres de 30-50K. Durant aquests processos, es va poder comprovar que els resultats quant a recuperació de VHSV són similars, depenent de las substancies (brutícia) de la mostra original en alguna mesura.

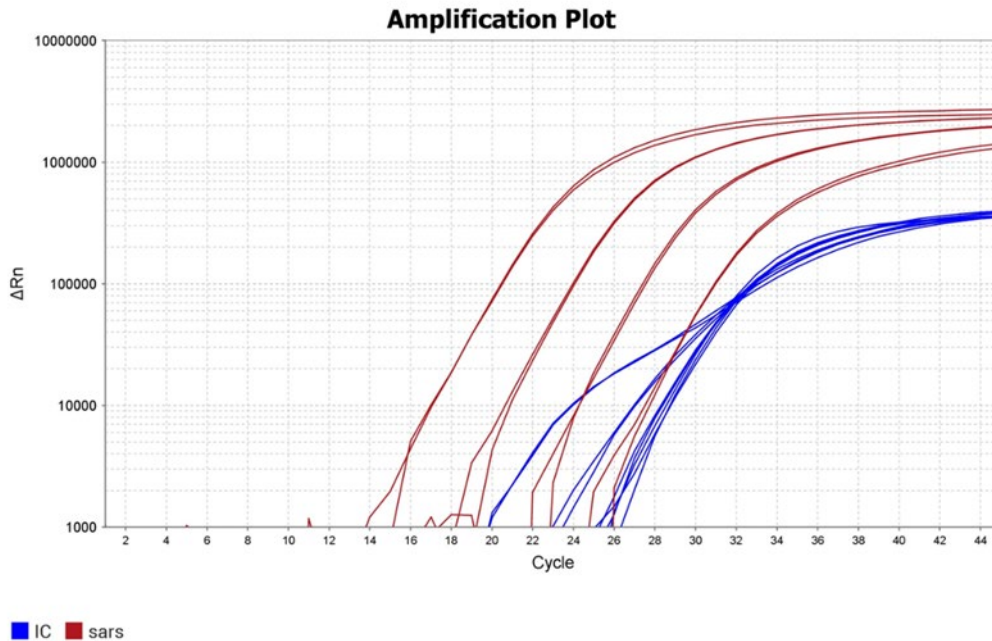
Després de la preparació de les mostres, es va procedir a l'extracció d'RNA i la seua anàlisi mitjançant PCR en temps real, donant lloc a resultats com els que es mostren posteriorment. Aquesta tècnica, convé indicar de forma molt breu que es basa en l'acció d'un enzim, la polimerasa, que va amplificant durant una sèrie d'etapes (cicles) el material genètic (figura 6).



**Figura 6.** Il·lustració que mostra com actua la polimerasa per a produir còpies de material genètic. Imagen de Genome Research Limited.

A este material concret, s'uneixn unes molècules que interaccionen amb la seua seqüència genòmica, que dependran del kit de determinació que s'use, en el nostre cas hem provat dos kits comercials, i que produeixen luminescència. Quan s'aconsegueix una concentració en la mostra significativa, es pot detectar aquesta luminescència.

Aquestes tècniques es realitzen incorporant patrons d'RNA de SARS-CoV-2, així com un control intern per a veure si s'inhibeix la PCR, i permeten, en alguna mesura, establir si hi ha detecció i en molts casos, quantificar. El problema addicional és que existeixen limitacions quant al nombre de cicles (Ct) en els quals es va amplificant (copiant) el material perquè pot arribar a un punt en què els resultats obtinguts, especialment si es parteix de molt baixa concentració d'RNA, no siguin fiables i puguen originar falsos positius.



**Figura 7.** Exemple dels resultats que s'obtenen mitjançant PCR en temps real usant els patrons del kit de GPS (Genetic PCR Solutions, Martínez-Murcia et al., 2020).

### 5.3. Resultats obtinguts

En les anàlisis realitzades per a detectar RNA del SARS-CoV-2, s'ha aconseguit obtenir resultats amb "positius" que es poden comparar amb les dades clíniques de casos de PCR+14 del municipi d'Elx.

Però convé indicar que, no hem detectat fins al moment la presència del virus en les aigües regenerades de les tres depuradores i en les aigües dels assarbs. Això no vol dir que no pugui haver-hi alguna resta biològica (genètic) i pot no haver sigut detectat per diverses raons, entre altres la necessitat de millorar la sensibilitat del mètode. No obstant això, com alguns dels estudis ressenyats amb anterioritat corroboren, aquests resultats de no detecció (presència) en les aigües residuals tractades són els esperables.

Per tant, les dades que oferim se centren en les aigües brutes que arriben a les depuradores. De nou, cal ressenyar que no s'ha detectat en les aigües brutes de la EDAR de Carrissars, i solament ens consten dos positius a la fi de setembre en la EDAR d'Arenals. Per tant, es va obtenir el major nombre de vegades amb detecció positiva en les aigües brutes que rebia la depuradora de Algorós.

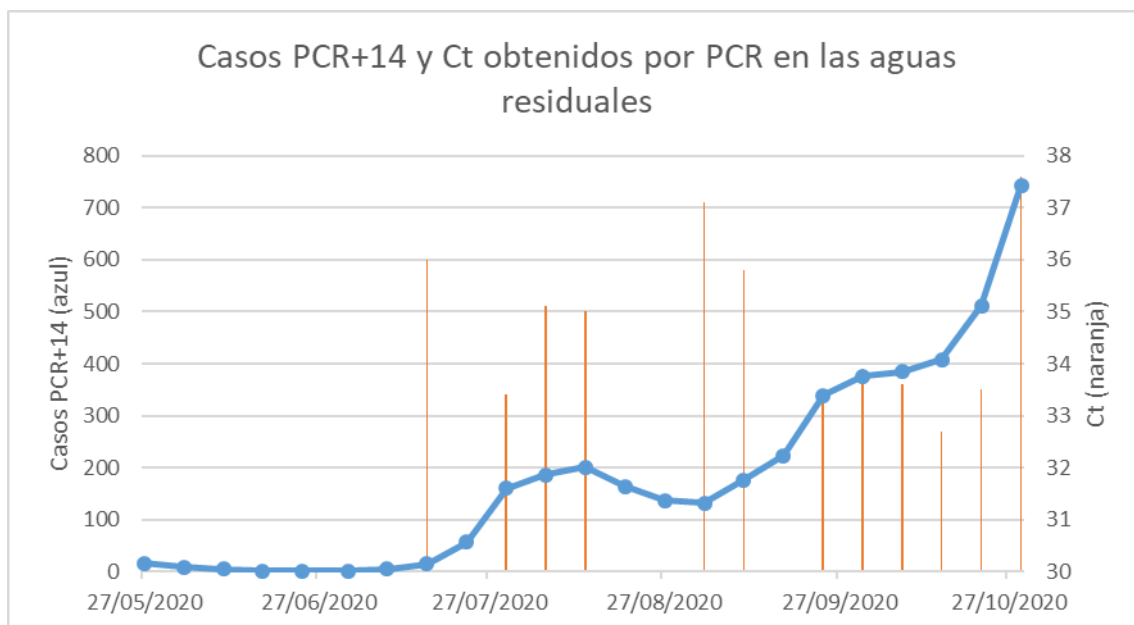
Té cert sentit si considerem que aquesta EDAR, la de Algorós, és la que atén la major part de la població del municipi. El comportament d'aquesta malaltia, o millor dit, el dels grups humans i la seua transmissió, està molt associada a les zones urbanes, especialment a les densament habitades. En línies generals, es considera més fàcil el contagi en zones urbanes que en les zones periurbanes o rurals, encara que sempre hi ha excepcions i no s'ha de considerar com a regla general. El que sí que sembla provat és que hi haja transmissió social i per a això, han de concórrer circumstàncies favorables com la concentració de persones i el desplaçament cap a altres llocs (Wilder-Smith i Freedman, 2020).

Els resultats obtinguts es mostren en la taula 12.

**Taula 12.** Detecció de virus en les EDAR de Algorós i Arenals.

Data de mostreig d'aigües	EDAR Algorós		EDAR Arenals	
	Ct	Detecció	Ct	Detecció
13/05/2020		Negatiu		Negatiu
20/05/2020		Negatiu		Negatiu
27/05/2020		Negatiu		Negatiu
03/06/2020		Negatiu		Negatiu
10/06/2020		Negatiu		Negatiu
17/06/2020		Negatiu		Negatiu
24/06/2020		Negatiu		Negatiu
01/07/2020		Negatiu		Negatiu
08/07/2020		negatiu		Negatiu
15/07/2020	36	Dubtós		Negatiu
22/07/2020		Negatiu		Negatiu
29/07/2020	33,4	Positiu		Negatiu
05/08/2020	35,1	Positiu		Negatiu
12/08/2020	35	Positiu		Negatiu
19/08/2020		Negatiu		Negatiu
26/08/2020		Negatiu		Negatiu
02/09/2020	37,1	Positiu		Negatiu
09/09/2020	35,8	Positiu		Negatiu
16/09/2020		Negatiu		Negatiu
23/09/2020	33,3	Positiu	36,1	Positiu
30/09/2020	33,9	Positiu	37,4	Positiu
07/10/2020	33,6	Positiu		Negatiu
14/10/2020	32,7	Positiu		Negatiu
21/10/2020	33,5	Positiu		Negatiu
28/10/2020	37,6	Dubtós		Negatiu

Si combinem aquestes dades amb els obtinguts de les proves clíniques PCR positives realitzades en els últims 14 dies associades al municipi il·licità, amb les dades disponibles a partir del 27 de maig de 2020 (canvi en la metodologia i en el registre de casos produït al maig), obtenim el gràfic que s'ofereix en la figura 8 per al cas de les aigües residuals (brutes) que pararan a la EDAR de Algorós.



**Figura 8.** Representació de l'evolució dels casos PCR+14 dies a Elx i la detecció de restes biològiques del virus en les aigües residuals que arriben a la planta delgorós.

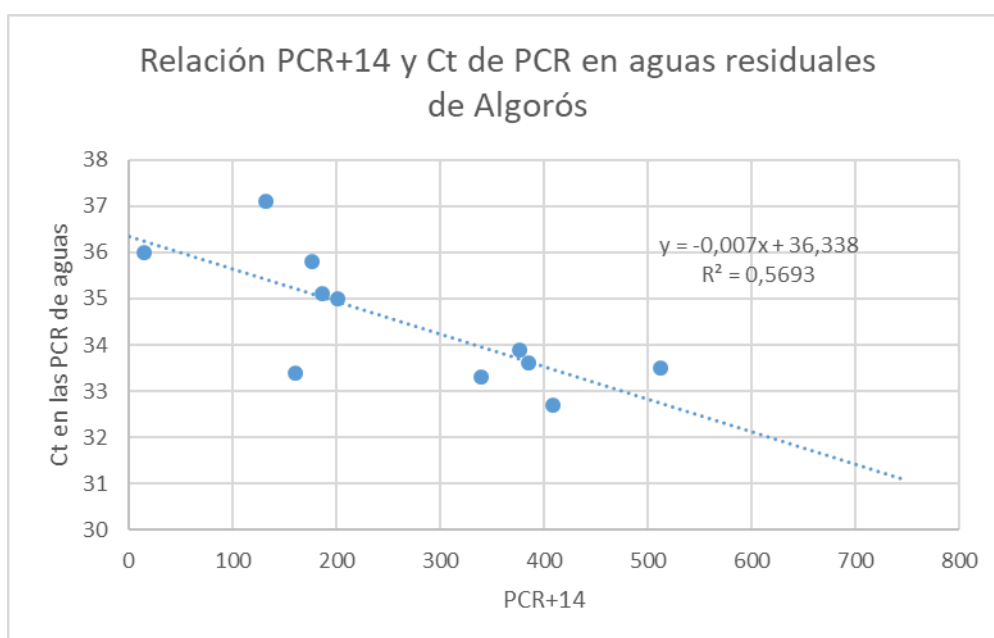
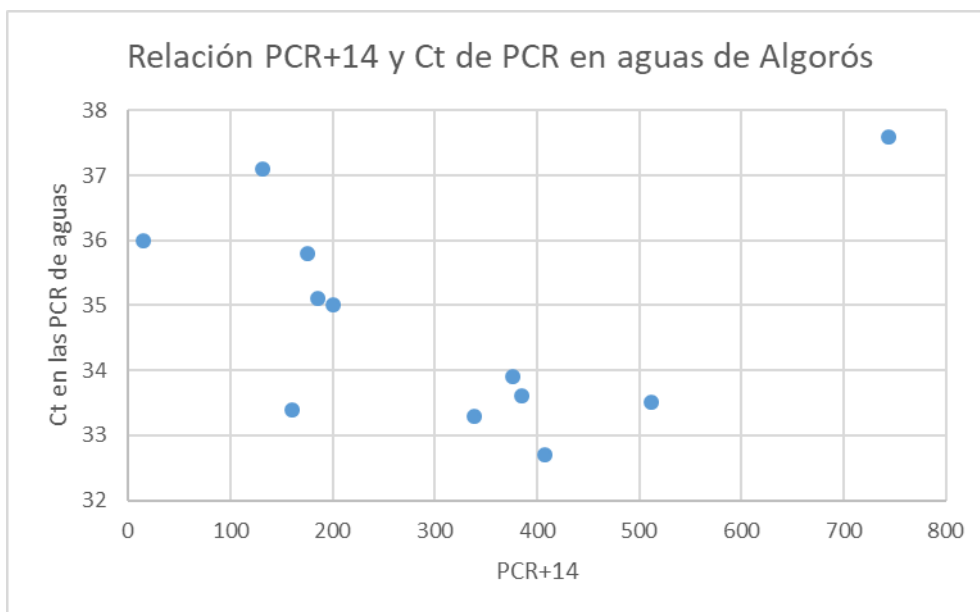
Convé ser extremadament caut en la interpretació de les dades com s'indica a continuació.

#### 5.4. Interpretació dels resultats de les PCR.

En primer, lloc hem d'entendre que en la figura 8, els valors que es representen per als resultats analítics de les proves PCR en aigua es donen en cicles (Ct). És important saber que a major valor de Ct, significa que la concentració de partida era menor, és a dir, menys presència d'RNA viral en les aigües i per tant menor concentració de virus (ha sigut necessari realitzar més cicles d'amplificació del material genètic). Per tant, una barra de color taronja en el gràfic anterior de major longitud significa, probablement, menys contingut de material genètic inicial. És a dir, és inversament proporcional a la concentració d'RNA de partida.

Amb l'ús de PCR, que els Ct hagen sigut de 33 o superior, indica que ens trobem pròxims al límit de detecció del mètode. Aquesta és la mateixa situació que també s'ha donat en l'anàlisi d'aigües a València (Randazzo et al., 2020) i estudis previs amb virus del tipus SARS (Casanova et al., 2009).

No obstant això, sí que podem deduir que s'aprecia una relació entre el virus en aigües i l'increment de casos dels mesos d'agost (primera quinzena) i en els de setembre i octubre (denominada com a segona ona de la pandèmia). Tenint en compte que la població de referència és tota la del municipi d'Elx, potser es pot tractar de veure alguna relació quantitativa entre aquests paràmetres, encara que no es disposa de moltes dades per a poder arribar a conclusions.



**Figura 9.** Comparació entre resultats de PCR en temps real realitzades per a les aigües residuals de Algorós i les dades de PCR+14 dies d'Elx. En la part superior el núvol de punts i en la inferior, la línia de tendència eliminant la dada final, de PCR en aigües a la fi d'octubre.

Les dades disponibles, com s'ha indicat, no són suficients per a establir una proporcionalitat entre tots dos paràmetres, PCR+14 i la quantificació de la prova PCR de les aigües residuals de Algorós (expressada en Ct). En qualsevol cas, en el segon gràfic, eliminant l'última dada obtinguda (28 d'octubre de 2020), es pot apreciar una certa tendència que relaciona menor número de Ct amb major nombre de casos PCR+14, la qual cosa equivaldria a major presència de restes de virus excretats a les aigües residuals.

No obstant això, hem de considerar que aquestes dades són els obtinguts en les condicions de les aigües que arriben a la depuradora de Algorós, per a la població urbana d'Elx i que les PCR+14 són les corresponents a tot el municipi (podrien incloure població fora del nucli urbà principal).

A més, s'afegien els problemes associats a la variabilitat en les característiques de l'aigua com poden ser el temps de residència en les aigües i la llibertat del RNA, la quantitat variable de virus excretat per la població, el període de temps de presa de mostres, i una altra sèrie de factors que influeixen en el contingut d'RNA del SARS-CoV-2 en les aigües residuals.

Per això, s'ha de ser molt caut a l'hora d'interpretar aquests resultats. No obstant això, és molt positiu poder associar detecció en aigües i l'augment de casos en el sentit donat a aquesta eina, de suport a les anàlisis clíniques i al control epidemiològic de la infecció.



## 6. Conclusions.

Els aspectes més rellevants derivats d'aquest estudi, en cadascuna de les accions són els següents.

En relació amb l'acció **primera**, es posa de manifest una certa resiliència del sistema de drenatge del sud de la Comunitat Valenciana, considerant les fortes pluges i inundacions de setembre de 2019, que van afectar a aquest, i encara que els paràmetres analitzats l'any 2020 no són del tot coincidents amb els valors mitjans del període 2016-18, s'aproximen. S'aprecien canvis en alguns com és el cas de la salinitat (conductivitat elèctrica). Aquest grup d'investigació ha demostrat la influència de l'orla de sòls salins que envolten les masses d'aigua (Juan et al., 2011; Bas et al., 2017), especialment les del Fondó i que afecten la zona de Canyissars, entre aquests embassaments i la Serra del Molar.

Els dos pesticides analitzats es troben en molt baixa concentració, però mostren la seua presència en les aigües, amb el que és interessant poder anar valorant aquesta presència i els efectes a llarg termini. És complex el cas de la contaminació difusa associada a l'insecticida DDT i a l'herbicida glifosato, ja que la qualitat de les aigües dels assarbs està influenciada per la gran diversitat d'activitats que es desenvolupen en cadascuna de les seues conques d'influència. Especialment en el cas de l'últim compost, el seu ús tant en espais urbans com agraris ha sigut molt intens en els últims anys, sent l'herbicida més usat a Espanya. S'espera la seua prohibició per a l'any 2022 en tota Europa.

En relació amb l'acció **segona**, hem de considerar que la detecció en matrius complexes de la presència de SARS-CoV-2 i la seua quantificació, com poden ser les aigües residuals brutes, és una tasca que està molt condicionada per les característiques de les aigües que s'analitzen.

Sí que és possible utilitzar aquesta estratègia per a detectar la presència del virus, com així es posa de manifest en aquest estudi, així com la possibilitat d'usar-la com a eina auxiliar per a estudis epidemiològics. Pot ser un bon complement a les anàlisis de les mostres clíniques i fins i tot, una eina de seguiment de la presència en una població de persones afectades pel virus o no, al no dependre de la simptomatologia. Les aigües de les EDAR recullen material de tot aquell que excreta virus i per tant, no necessàriament han d'aparèixer persones simptomàtiques en una població per a detectar el virus.

No obstant això, queda molt camí per a poder utilitzar aquesta eina per a quantificar, fins i tot de manera aproximada, el nombre d'habitants que poden estar afectats a partir de la detecció en les aigües. Són moltes les variables que poden afectar, incloses les estacionals que poden variar la temperatura de l'aigua o canviar les aportacions degudes a les precipitacions. De cara al futur, seria desitjable unificar criteris metodològics, encara sent diferents les característiques de les aigües residuals, com a marc de referència per a l'estudi en la Comunitat Valenciana.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Agència Europea de Medi Ambient (2017). Diffusive sources. <https://www.eea.europa.eu/themes/water/water-pollution/diffuse-sources>
- Agència per a Substàncies Tòxiques i registre de Malalties (2017). [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts35.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts35.html)
- Ahmed W., Bertsch P.M., Bibby K., Haramoto E., Hewitt J., Huygens F., Gyawali P., Korajkic A., Riddell S., Sherchan S.P., Simpson S.L., Sirikanchana K., Symonds E.M., Verhagen R., Vasan S.S., Kitajima M., Bivins A. (2020). Decay of SARS-CoV-2 and surrogate murine hepatitis virus RNA in untreated wastewater to inform application in wastewater-based epidemiology. *Environmental Research* 191: 110092.
- Alfaro P. et al. (23 autores) (2015). Historia natural de la huerta de Orihuela. Excmo. Ayuntamiento de Orihuela.
- APHA, AWWA, WEF (2012). Standard Methods for the examination of water and wastewater. Ed. American Public Health Association, Wasington.
- Avigliano L., Alvarez N., Loughlin C.M., Rodríguez E.M. (2014). Effects of glyphosate on egg incubation, larvae hatching, and ovarian rematuration in the estuarine crab, *Neohelice granulata*. *Environ Toxicol Chem* 33(8):1879-84.
- Ayers R.S., Westcot D.W. (1985). Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper nº 29.
- Ayers R.S., Westcot D.W. (1994). Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper nº 29.
- Bas Niñerola V., Navarro-Pedreño J., Gómez Lucas I., Meléndez Pastor I., Jordán Vidal M.M. (2017) Geostatistical assessment of soil salinity and cropping systems used as soil phytoremediation strategy. *J Geochemi Explo* 174:53–58.
- Casanova L., Rutala W.A., Weber D.J., Sobsey M.D. (2009). Survival of surrogate coronavirus in water. *Water Research* 43(7):1893-1898.
- Confederació Hidrogràfica del Xúquer. <http://www.chj.es/>.
- Confederació Hidrogràfica del Segura. <https://www.chsegura.es/>.
- EPA (2001). Nutrient Criteria Technical Guidance Manual Estuarine and Coastal Marine Waters. EPA-822-B-01-003.
- EPA (2017). Coastal trophic. [https://cfpub.epa.gov/roe/indicator\\_pdf.cfm?i=43](https://cfpub.epa.gov/roe/indicator_pdf.cfm?i=43)
- EPA (1990). Long Island Sound Study, Status Report and Interim Actions for Hypoxia Management. New York: U.S. Environmental Protection Agency.

- Eurofins-Abraxis (2020). <https://abraxis.eurofins-technologies.com/home/products/rapid-test-kits/>
- Foladori P., Cutrupi F., Segata N., Manara S., Pinto F., Malpei F., Bruni L., La Rosa G. (2020). SARS-CoV-2 from faeces to wastewater treatment: What do we know? A review. *Science of the Total Environment* 743: 140444.
- Gautam S., Hens L. (2020). COVID-19: impact by and on the environment, health and economy. *Environment, Development and Sustainability* 22:4953-4954.
- Juan P., Mateu J., Jordán M.M., Mataix-Solera J., Meléndez-Pastor I., Navarro-Pedreño J. (2011). Geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil salinity. *J Geochem Explo* 108:62–72.
- Junta de Andalucía (2017). Efectos de los nitratos en la salud. [http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csalud/galerias/documentos/c\\_3\\_c\\_2\\_medio\\_ambiente\\_y\\_salud/aguas\\_consumo\\_publico/contaminacion\\_nitratos5.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csalud/galerias/documentos/c_3_c_2_medio_ambiente_y_salud/aguas_consumo_publico/contaminacion_nitratos5.pdf)
- Kennish M.J. (1989). *Practical Handbook of Marine Science*. CRC Press.
- Kumar M., Kuroda K., Kumar Patel A., Patel N., Bhattacharya P., Joshi M., Joshi C.G. (2020). Decay of SARS-CoV-2 RNA along the wastewater treatment outfitted with Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) system evaluated through two sample concentration techniques. *Science of the Total Environment* 754: 142329.
- Liu D., Thompson J.R., Carducci A., Bi X. (2020). Potential secondary transmission of SARS-CoV-2 via wastewater. *Science of the Total Environment* 749: 142358.
- Lu D., Huang Z., Luo J., Zhang X., Sha S. (2020). Primary concentration – The critical step in implementing the wastewater based epidemiology for the COVID-19 pandemic: A mini-review. *Science of the Total Environment* 747: 141245.
- Martínez J.L., de la Fuente M.M., Muñoz E. (1999). El boro en los vertidos industriales. *Ingeniería Química* 9:163-169.
- Martínez-Cuenca M.R., Martínez-Alcántara B., Quiñones A., Ruiz M., Iglesias D.J., Primo-Millo E., Forner-Giner M.A. (2015). Correction: Physiological and Molecular Responses to Excess Boron in *Citrus macrophylla* W. *PLOS ONE* 10(9): e0137941.
- Martínez-Murcia A., Bru G., Navarro A., Ros-Tárraga P., García-Sirera A., Pérez L. (2020). Comparative in silico design and validation of GPSTM CoVID-19 dtec-RT-qPCR test. *Journal of Applied Microbiology*, doi:10.1111/jam.14781.
- Meléndez I., Navarro-Pedreño J., Koch M., Gómez I. (2010). Applying imaging spectroscopy
- OMS (2016). Métodos básicos de lucha antivectorial. [http://www.who.int/malaria/areas/vector\\_control/core\\_methods/es/](http://www.who.int/malaria/areas/vector_control/core_methods/es/)

- OMS (2020). Cronología de la respuesta de la OMS a la COVID-19. <https://www.who.int/es/news/item/29-06-2020-covidtimeline>
- PAN Europe (2017). Summary on the toxicity of Glyphosate. <http://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/press-releases/Summary%20on%20glyphosate%20toxicity.pdf>
- Randazzo W., Truchado P., Cuevas-Ferrando E., Simón P., Allende A., Sánchez G. (2020). SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. *Water Research* 181:115942.
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 902/2018, de 20 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y las especificaciones de los métodos de análisis del Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, y del Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Real Decreto 314/2016, de 29 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, el Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, y el Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano.
- Rimoldi S.G., Stefani F., Gigantiello A., Polesello S., Comandatore F., Mileto D., Maresca M., Longobardi C., Mancona A., Romeri F., Pagani C., Cappelli F., Roscioli C., Moja F, Gismondo M.R., Salernob F. (2020). Presence and infectivity of SARS-CoV-2 virus in wastewaters and rivers. *Science of the Total Environment* 744: 140911.

- Rusiñol M., Martínez-Puchol S., Forés E., Itarte M., Girones R., Bofill-Mas S. (2020). Concentration methods for the quantification of coronavirus and other potentially pandemic enveloped virus from wastewater. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 17: 21-28.
- Smith J.D., Longmore A.R. (1980). Behaviour of phosphate in estuarine water. *Nature* 287:532-534.
- Shreedhar G., Mourato S. (2020). Linking Human Destruction of Nature to COVID-19 Increases Support for Wildlife Conservation Policies. *Environmental and Resource Economics* 76:963–999
- Texas Agricultural Extensión Service (1996). *Irrigation Water Quality Standards and Salinity Management Strategies*. Ed. The Texas A&M University System.
- Thompson J.R., Nancharaiah Y.V., Gu X., Lee W.L., Rajal V.B., Haines M.B., Girones R., Ching L., Alm E.J., Wuertz S. (2020). Making waves: Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 for population-based health management. *Water Research* 184:116181.
- Torretta V., Katsoyiannis I.A., Viotti P., Rada E.C. (2018). Critical review of the effects of glyphosate exposure to the environment and humans through the food supply chain. *Sustainability* 2018, 10, 950.
- Torrijos P. (2015). *Calidad de las aguas del curso fluvial del río Vinalopó: Salinidad*. TFG de Ciencias Ambientales. Director: J. Navarro Pedreño.
- Wilder-Smith A., Freedman D.O. (2020). Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak. *Journal of Travel Medicine* 27(2): 1-4.