

Avaluació dels nivells de nitrats i duresa a l'aigua de consum a quatre zones d'Espanya participants a l'estudi epidemiològic Infància i Medi Ambient (INMA)

Navarro Albiol Anna¹

Llicenciatura de Ciències Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona

ABSTRACT

Water is a basic component of life and is an ubiquitous environmental exposure for the population. The epidemiologic study INMA will evaluate if the exposure to nitrate in drinking water during the pregnancy and water hardness in childhood is linked to low birth weight and atopic eczema, respectively. Objective: To evaluate the levels of nitrates and water hardness in the municipal water of the study population of INMA. Methods: a descriptive study was conducted in four of the seven INMAs cohorts: Asturias, Gipuzkoa, Sabadell and Valencia. Nitrate levels and water hardness information in drinking water have been collected from local governments and water companies for the period of interest (2003 to 2008 and 2004 to 2012). We have calculated the average, the standard deviation, the maximum and the minimum levels of nitrate and total hardness in drinking water by geographical area, year and season. In Sabadell, water samples were collected in three different periods during 2014 to determine the levels of hardness in different areas of the city. Results: the average level of nitrate (mg/L NO_3^-) was 4,2 in Asturias, 4,0 in Gipuzkoa, 9,2 in Sabadell and 15,2 in Valencia. The average level of water hardness (mg/L CaCO_3) was 89,1 in Asturias, 132,7 in Gipuzkoa, 230,9 in Sabadell, and 230,9 in Valencia. The analysis conducted in Sabadell detected lower levels of hardness than previous reports, and did not show geographical variability. Finally, we did not observe seasonal and temporal variability. Conclusions: We detected a geographical variability in nitrate levels and water hardness. Nitrate levels are moderate overall areas, and the highest levels were located in rural areas of Valencia. The hardness of the water is fairly high probably due to the predominance of calcareous subsoil across the study areas.

Keywords: epidemiological study, INMA project, nitrates, water hardness, low birth weight, atopic eczema.

RESUM

L'aigua és un dels components bàsics per a la vida i una font d'exposició a contaminants ubiqua, ja que tota la població en consumeix. L'estudi epidemiològic INMA avaluarà si l'exposició a nitrats durant l'embaràs i a la duresa de l'aigua durant la infància es relaciona amb el baix pes al néixer i l'eczema atòpica, respectivament. Objectiu: Fer una avaluació dels nivells de nitrats i duresa de l'aigua en aigua de consum de la població de l'estudi INMA. Metodologia: l'estudi descriptiu realitzat a quatre de les set cohorts INMA, a Astúries, Guipúscoa, Sabadell i València. S'ha recopilat dades dels nivells de nitrats i duresa a l'aigua de consum dels municipis durant el període d'interès (2003 al 2008 i 2004 al 2012), a través d'ajuntaments i companyies d'aigua. S'ha calculat la mitjana, la desviació estàndard, el màxim i el mínim dels nivells de nitrat i de duresa en total i segons l'àrea geogràfica, l'any i l'estació. A Sabadell s'han fet tres mostres d'aigua per analitzar la duresa a diferents punts de la ciutat. Resultats: el nivell promig de nitrats (mg/L NO_3^-) és de 4,2 a Astúries, 4,0 a Guipúscoa, 9,2 a Sabadell i 15,2 a València. El nivell promig de duresa (mg/L CaCO_3) és de 89,1 a Astúries, 132,7 a Guipúscoa, 178,3 a València i 230,9 a Sabadell. En l'anàlisi que es va realitzar a Sabadell, es detecta una duresa lleugerament inferior a la reportada sense variabilitat geogràfica. No s'observa una pauta clara de variabilitat estacional ni de variabilitat temporal tant per nitrats com per duresa. Conclusions: S'ha detectat variabilitat en els nivells de nitrats i duresa de l'aigua a les zones d'estudi. Els nivells de nitrats són moderats i els més alts es troben a zones agrícoles de València. La duresa de l'aigua és força alta degut al domini calcari dels subsòls de les zones d'estudi.

Paraules clau: estudi epidemiològic, projecte INMA, nitrats, duresa de l'aigua, baix pes en néixer, eczema infantil.

INTRODUCCIÓ

L'aigua, com l'aire, és una font d'exposició a contaminants ubiqua ja que tota la població en consumeix. La ingestió d'aigua contaminada amb microorganismes patògens (virus, bacteris i paràsits) causen malalties infeccioses, especialment de tipus gastrointestinal.

Els nens són especialment vulnerables a l'entorn ja que els seus mecanismes de detoxificació i els seus òrgans es troben en estat de desenvolupament. L'origen de moltes de les malalties cròniques solen aparèixer en els primers anys de vida. Els contaminants són incorporats a l'organisme dels més petits a partir de l'alimentació, l'aire, l'aigua de consum, afectant al desenvolupament neuroconductual, immunitari i sexual del nen.

Al 2003, a Espanya, es va crear l'estudi epidemiològic INMA (Infància i Medi Ambient) amb l'objectiu d'estudiar els efectes que tenen els contaminants ambientals més rellevants en l'aire, l'aigua i la dieta sobre els nens, des de l'embaràs fins a l'adolescència. El projecte INMA és un conjunt de cohorts de diverses zones geogràfiques a Espanya, com són Ribera d'Ebre, Mallorca, Astúries, País Basc, València, Sabadell i Granada format per un conjunt de diversos grups d'investigadors.

Nitrats

Un dels contaminants de l'aigua que poden afectar la salut infantil són els nitrats (NO_3^-). L'origen dels NO_3^- a les aigües subterrànies prové de la utilització de fertilitzants, sistemes sèptics i emmagatzemats de fems. El nitrogen excedent, no aprofitat per les plantes, es filtra al subsòl i es transforma en nitrats i nitrats. Aquests compostos són arrossegats fins als aqüífers i són acumulats al recurs hídrics.

El límit màxim establert per la Organització Mundial de la Salut (OMS), la Unió Europea (UE) i seguint les seves directius, el Ministeri de Sanitat Espanyol és de 50 mg/L de NO_3^- (Directiva 91/676/CEE). En canvi, l'Agència per la Protecció del Medi Ambient Nord-americana (EPA) fixa un límit de 10 mg/L nitrats-N (N-NO_3^-).

Hi ha estudis epidemiològics que han suggerit una associació entre els nivells alts de nitrats i la meta-hemoglobinèmia (Ward et al. 2005; Fernández L, 2007; Knobloch et al. 2000). La meta-hemoglobinèmia és una malaltia que es produeix quan els nivells de meta-hemoglobina (superiors al 10%) interfereixen a la capacitat de transportar oxigen a la sang (Ward et al,

2005). No obstant, estudis recents suggereixen possibles efectes adversos a nivells de nitrats per baix del límit que marca la llei (Brender et al, 2013; Kostraba et al 1992; De Roos 2003; Brender 2004; Ward 1996; Weyer 2001). L'exposició de les mares durant l'embaràs a nivells més baixos s'ha relacionat amb altres efectes durant l'infància, incloent defectes congènits i baix pes en néixer.

Duresa de l'aigua

La duresa de l'aigua ve determinada per la quantitat total d'ions alcalinoterris, dissolts a l'aigua, principalment cations de calci i magnesi. L'origen d'aquestes sals s'obté a partir de les formacions geològiques per on flueix l'aigua abans de ser utilitzada per al consum. La duresa es classifica depenent de la composició de minerals que conté l'aigua (mg/L CaCO_3). La classificació més utilitzada és l'establerta per la OMS, i es divideix amb quatre categories d'aigua segons la concentració de CaCO_3 (0-60 aigua tova; 61-120 aigua moderadament tova; 121-181 aigua dura; i >180 aigua molt dura).

La via d'exposició pot ser per ingestió o per via dèrmica, a través de beure aigua, dutxar-se o nedar a la piscina. En general, s'assumeix que la duresa de l'aigua no suposa un perill per a la salut humana ja que el calci i el magnesi són essencials per la salut. Però hi ha alguns estudis epidemiològics que relacionen la duresa de l'aigua amb la prevalença de dermatitis atòpica o èczema en població infantil (NJ Mc Nally et al, 1998; Miyake et al, 2003; Arnedo-Pena et al, 2007). L'èczema atòpic la pateixen al voltant d'un 20% dels nenes en edat escolar en països desenvolupats (Schofield et al, 2009) i sol aparèixer en bebès de 2 a 6 mesos.

Les normes europees han acceptat una concentració límit de 500 mg/L CaCO_3 . Però segons la OMS, s'ha adoptat una concentració desitjable de 100 mg/L CaCO_3 i com a concentració màxima admissible de 500 mg/L. La reglamentació tècnic-sanitari espanyola estableix com a valor orientador de qualitat fins a 100 mg/L Ca i com a límit màxim tolerable 200 mg/L.

OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest projecte és fer una avaluació sobre els nivells de nitrats i la duresa a l'aigua de consum de les diferents cohorts de l'estudi INMA. Referent als objectius específics d'aquest estudi són: 1) Recopilar dades dels nivells de nitrats i de duresa de l'aigua de les diferents zones d'estudi; 2) Realitzar un nou mostreig i anàlisi químic de la duresa de l'aigua de consum a Sabadell, per tal de determinar la variabilitat geogràfica i temporal.

MATÈRIALS I METÒDES

Area d'estudi

L'estudi es realitzarà en quatre cohorts que hi ha incloses dins del projecte INMA (figura 1) com són Astúries, Guipúscoa, Sabadell i València.



Figura 1. Àrees d'estudi del projecte. Font: INMA

Període d'estudi

Els períodes avaluats en l'apartat de nitrats són: Astúries des de l'octubre de 2003 fins al febrer del 2008; Guipúscoa des del gener 2004 fins l'agost de 2008; Sabadell desembre 2003 fins al febrer del 2007; València des del maig de 2003 fins al febrer 2006. El període rellevant per aquest estudi comprèn l'espermatoïtògenesis (3 mesos anteriors a l'embaràs) i el període de l'embaràs (9 mesos) de les dones participants al projecte INMA. Aquest és el període en que els nitrats poden produir efectes sobre el fetus.

Amb relació amb els períodes estudiats per la duresa són: Astúries, Sabadell i València des del 2004 fins al 2012; Guipúscoa des del 2006 fins al 2012. Aquest període establert comprèn des del naixement del nou-nat fins a que compleixen 4 anys, moment en que es vol estudiar una possible associació amb l'eczema atòpic.

Recollida de dades

Les dades recollides a l'apartat de nitrats pertanyen a dos estudis, MCC i INMA. En canvi, les dades de duresa de l'aigua s'han obtingut a partir de ajuntaments, departaments de Salut o empreses distribuïdores, gràcies als responsables de cada cohort.

Anàlisi estadístic

Per fer l'anàlisi estadístic s'ha utilitzat el programa d'estadística STATA-12 en els dos apartats del treball. Per descriure els nivells de nitrats i de duresa de l'ai-

gua, s'han calculat els promitjos anuals, per estació de l'any, per zona geogràfica i origen de les dades per poder observar la variabilitat temporal (anys) i estacional (mesos). Per tant, per estimar els nivells de nitrats i de duresa de cada zona s'ha calculat la mitjana, la desviació estàndard (DS), mínim, màxim i les observacions (N).

Mostreig i anàlisi de la duresa de l'aigua

Es fan tres mostrejos d'aigua a 15 punts diferents, tenint en compte les diferents zones que abasteix els nens participants a la cohort de Sabadell. El mostreig és realitzat un cop al mes, durant el mes de desembre del 2013, el mes de febrer i maig de 2014. Les mostres són analitzades al laboratori per valoració de EDTA. Per fer l'anàlisi de les dades d'aquest apartat s'ha fet servir el programa Microsoft Excel. S'ha calculat els promitjos de cada punt segons els diferents mesos mostrejats per poder observar la variabilitat temporal i geogràfica de les diferents xarxes d'abastiment. Per valorar els nivells de duresa de cada més s'ha calculat la mitjana, DS, el màxim, el mínim i la N.

RESULTATS

Nitrats

A la figura 2 es mostra la variabilitat geogràfica dels nivells de nitrats entre les quatre regions participants en aquest projecte. Es pot observar que els nivells més alts de nitrats es troben a València i Sabadell (15,2 i 9,2 mg/L NO_3^- , respectivament). En canvi, les més baixes són les de Guipúscoa i Astúries (4,0 i 4,2 mg/L NO_3^- respectivament) en valors molt similars.

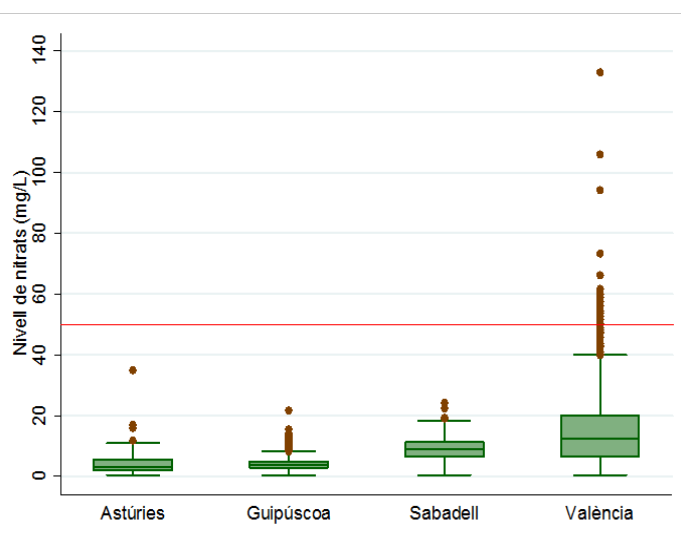


Figura 2. Variabilitat geogràfica dels nivells de nitrats (mg/L NO_3^-) a les quatre regions d'estudi (2004-2008). El límit màxim establert per la OMS i la UE: 50 mg/L de NO_3^- (Directiva 91/676/CEE).

Taula 1. Variabilitat temporal dels nivells de nitrats (mg/L NO₃⁻) a les zones d'estudi INMA.

Regió	Variables d'estudi	Mitjana	Desv. Estàndard	Mediana	Mínim	Màxim	N
Any							
Astúries	2004	4,3	8,6	2,0	0,5	35	15
	2005	3,7	1,8	2,5	2,5	6,9	14
	2006	4,0	2,9	2,6	0,5	16	40
	2007	4,0	2,8	3,4	0,5	11	17
	2008	5,0	3,9	3,9	0,5	17	31
Guipúscoa	2004	4,6	1,7	4,7	0,7	13,8	301
	2005	4,4	1,8	4,9	0,5	15,4	387
	2006	3,7	1,7	4,0	0,5	14,1	473
	2007	4,1	1,5	4,0	0,5	11,5	542
	2008	3,7	1,8	3,5	0,5	21,7	503
Sabadell	2004	8,5	5,1	9,5	0,5	15,3	13
	2005	9,2	3,7	9,4	0,5	19,1	17
	2006	11,8	6,2	11,4	0,5	22,4	21
	2007	6,4	3,0	7,7	2,3	9,4	9
	2008	8,0	4,9	6,6	3,5	24,3	17
València	2004	7,1	4,0	6,2	0,5	37,4	371
	2005	12,4	10,2	10,8	0,5	106,0	467
	2006	18,1	10,9	16,1	0,5	61,8	546
	2007	16,3	11,8	15,3	0,5	73,4	577
	2008	18,6	13,3	17,8	0,5	133,0	591

Taula 2. Variabilitat estacional dels nivells de nitrats (mg/L NO₃⁻) a les zones d'estudi INMA.

Regió	Variables d'estudi	Mitjana	Desv. Estàndard	Mediana	Mínim	Màxim	N
Estació							
Astúries	Hivern	3,5	2,4	2,5	0,5	11,8	44
	Primavera	4,4	3,4	3,4	0,5	17	47
	Estiu	3,5	2,6	2,6	0,5	9,9	28
	Tardor	5,1	5,5	3,7	0,9	35	45
Guipúscoa	Hivern	4,3	1,5	4,4	0,5	11,5	670
	Primavera	4,6	1,5	4,6	0,5	13,8	541
	Estiu	3,9	1,8	3,9	0,5	21,7	559
	Tardor	3,3	1,9	2,6	0,5	15,4	436
Sabadell	Hivern	10,4	5,4	9,4	0,5	19,4	24
	Primavera	9,0	5,1	9,1	0,5	22,4	20
	Estiu	7,0	5,5	6,5	0,5	19,1	12
	Tardor	9,2	4,6	9,1	0,5	24,3	21
València	Hivern	15,7	12,2	11,9	0,5	60,4	564
	Primavera	15,6	10,0	13,3	0,5	56,2	689
	Estiu	15,6	11,2	14,1	0,5	106,0	693
	Tardor	13,7	13,0	9,0	0,5	133,0	606

Taula 3. Variabilitat temporal dels nivells de duresa (mg/L CaCO₃) de l'aigua a les zones d'estudi INMA.

Regió	Variables d'estudi	Mitjana	Desv. Estàndard	Mediana	Mínim	Màxim	N
Any							
Astúries	2005	85,0	18,4	85,0	72,0	98,0	2
	2006	-	-	-	-	-	0
	2007	-	-	-	-	-	0
	2008	-	-	-	-	-	0
	2009	101,0	-	101,0	101,0	101,0	1
	2010	85,5	4,9	85,5	82,0	89,0	2
	2011	95,0	14,1	95,0	85,0	105,0	2
	2012	85,0	14,1	85,0	75,0	95,0	2
Guipúscoa	2006	127,9	45,3	129,0	47,0	196,0	29
	2007	128,5	43,1	129,0	40,0	188,0	37
	2008	138,2	44,7	138,0	50,0	210,0	33
	2009	119,9	53,2	135,0	7,0	196,0	34
	2010	129,2	55,6	136,0	7,0	234,0	33
	2011	142,4	47,7	151,0	47,0	217,0	31
	2012	144,2	53,6	145,0	50,0	226,0	31
Sabadell	2006	273,5	76,2	232,6	226,5	361,4	3
	2007	216,2	54,5	209,8	152,5	272,8	5
	2008	256,7	27,2	254,5	228,5	289,3	4
	2009	255,4	71,0	240,1	190,4	350,9	4
	2010	224,8	43,3	220,0	178,3	280,8	4
	2011	215,5	45,6	213,9	166,0	268,3	4
	2012	189,0	24,5	191,5	160,0	213,0	4
València	2006	196,6	41,0	194,5	23,0	285,0	34
	2007	176,4	19,0	175,0	94,0	262,0	218
	2008	187,2	24,5	183,0	110,0	284,0	134
	2009	162,0	55,7	170,0	23,0	256,0	138
	2010	182,9	27,0	181,0	111,0	256,0	124
	2011	179,5	24,5	177,0	71,0	269,0	122
	2012	179,2	23,1	174,0	86,0	264,0	126

Taula 4. . Variabilitat estacional dels nivells de duresa (mg/L CaCO₃) de l'aigua a les zones d'estudi INMA.

Regió	Variables d'estudi	Mitjana	Desv. Estàndard	Mediana	Mínim	Màxim	N
Estació							
Astúries	Hivern	-	-	-	-	-	0
	Primavera	78,5	6,0	78,5	72,0	85,0	4
	Estiu	97,6	6,1	98,0	89,0	105,0	5
	Tardor	-	-	-	-	-	0
Guipúscoa	Hivern	73,4	55,0	50,0	7,0	199,0	13
	Primavera	127,5	48,7	128,0	7,0	192,0	45
	Estiu	143,3	46,7	145,5	49,0	234,0	54
	Tardor	135,0	35,4	138,0	50,0	217,0	56
Sabadell	Hivern	313,3	49,8	311,9	267,9	361,4	4
	Primavera	219,4	30,1	213,8	166,0	270,2	8
	Estiu	199,9	30,1	191,7	152,5	231,8	7
	Tardor	224,9	46,7	220,5	175,5	289,3	6
València	Hivern	179,0	17,4	177,0	106,0	234,0	95
	Primavera	177,2	29,8	173,0	86,0	269,0	169
	Estiu	173,6	47,5	183,0	23,0	284,0	224
	Tardor	181,7	25,9	174,0	23,0	285,0	297

Les dades de la taula 1 mostren l'evolució temporal dels nivells de nitrats des del 2004 fins al 2008 de cada zona. En el cas d'Astúries els nivells de nitrats es mantenen similars al llarg dels anys. A Guipúscoa la concentració de NO_3^- disminueix lleugerament, i València presenta un augment dels nivells amb el pas del temps. Pel que fa a Sabadell es pot contemplar que els nivells varien de any a any però no segueixen una tendència clara.

A la taula 2, es presenten els nivells de nitrat per cada estació de l'any. Els nivells varien poc entre les estacions, tot i que a Guipúscoa i Sabadell són lleugerament més alts a la primavera. En canvi, a Astúries els la concentració de NO_3^- és lleugerament superior a la tardor.

Duresa de l'aigua

A la figura 3 es mostra la variabilitat geogràfica dels valors de duresa de l'aigua de consum domèstic en les quatre cohorts. Els resultats més alts es troben a Sabadell on l'aigua és molt dura (mitjana de 230,9 mg/L CaCO_3). A València i Guipúscoa es pot observar una aigua dura (132,7 i 178,3 mg/L CaCO_3 respectivament). Per últim, a la zona d'Astúries l'aigua és moderadament dura (89,1 mg/L CaCO_3).

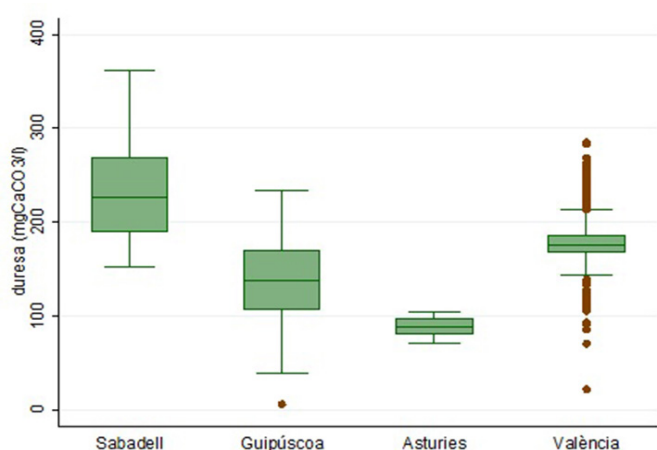


Figura 3. Variabilitat geogràfica dels nivells de duresa (mg/L CaCO_3) de l'aigua (2005-2012)

En la taula 3, no es detecta una variabilitat temporal a Astúries i a València. En el cas de Guipúscoa els valors es mantenen constants fins al 2010, però a partir del 2011 es pot apreciar un augment d'aquests nivells. A Sabadell es pot apreciar que l'aigua és molt dura i que hi ha una tendència a disminuir al llarg dels anys, especialment a partir del 2009.

Pel que fa a la variabilitat estacional dels nivells de duresa (taula 4), es poden observar valors molt semblants entre les diferents estacions en les quatre cohorts. A Guipúscoa els valors més baixos es troben a l'hivern. A Astúries els valors són superiors a l'estiu

que a la primavera. Referent a Sabadell, hi ha quatre zones molt diferenciades segons la xarxa d'abastiment de l'aigua (figura 4), per tant, s'ha volgut presentar els resultats de forma separada. L'aigua més dura es troba a la zona nord amb una concentració de 280,3 mg/L CaCO_3 . La xarxa afores, centre i sud mantenen nivells més similars amb concentracions de 224,9, 212,2 i 208,7 mg/L CaCO_3 respectivament.

Mostreig realitzat a Sabadell

A la taula 5 es mostren els valors mitjans de duresa de l'aigua obtinguts en el mostreig realitzat a Sabadell durant el mes de desembre de 2013, el mes de febrer i maig del 2014. S'observa una disminució de la concentració de carbonat calci des del primer mostreig fins a l'últim. En aquest mostreig no s'ha detectat una variabilitat geogràfica entre les diferents xarxes d'abastiment. Per últim, al comparar els nivells mesurats de duresa a Sabadell amb els recollits del 2006

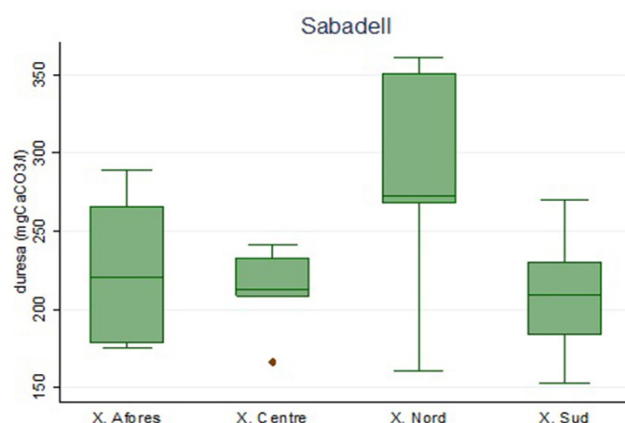


Figura 4. Variabilitat geogràfica dels nivells de duresa (mg/L CaCO_3) de l'aigua a Sabadell (2013)

fins al 2012, es pot identificar una tendència a la disminució de la duresa a l'aigua de consum de la ciutat (gràfic 5).

DISCUSSIÓ

Nitrats

Els resultats indiquen que hi ha una gran variabilitat geogràfica, on els nivells més alts es troben a les zones costaneres mediterrànies, València i Sabadell, amb concentracions mitjanes de 15,2 i 9,2 mg/L NO_3^- .

En canvi, Astúries i Guipúscoa presenten valors molt similars amb una concentració de 4,2 i 4,0 mg/L NO_3^- . La causa d'aquesta situació podria ser que les dades recollides a València inclouen zones rurals on la concentració de nitrats pot ser més alta, mentre que les dades recollides a les altres regions només pertanyen a

Taula 5. Nivells de la duresa de l'aigua (mg/L CaCO₃) mesurats a la ciutat de Sabadell

	Desembre 2013	Febrer 2014	Maig 2014
Mitjana	182,4	149,8	153,3
DS	27,1	22,4	20,2
Màxim	207	163 ¹	170
Mínim	98 ¹	73	83
N	14	14	15

* 1 S'han eliminat dos valors extrems.

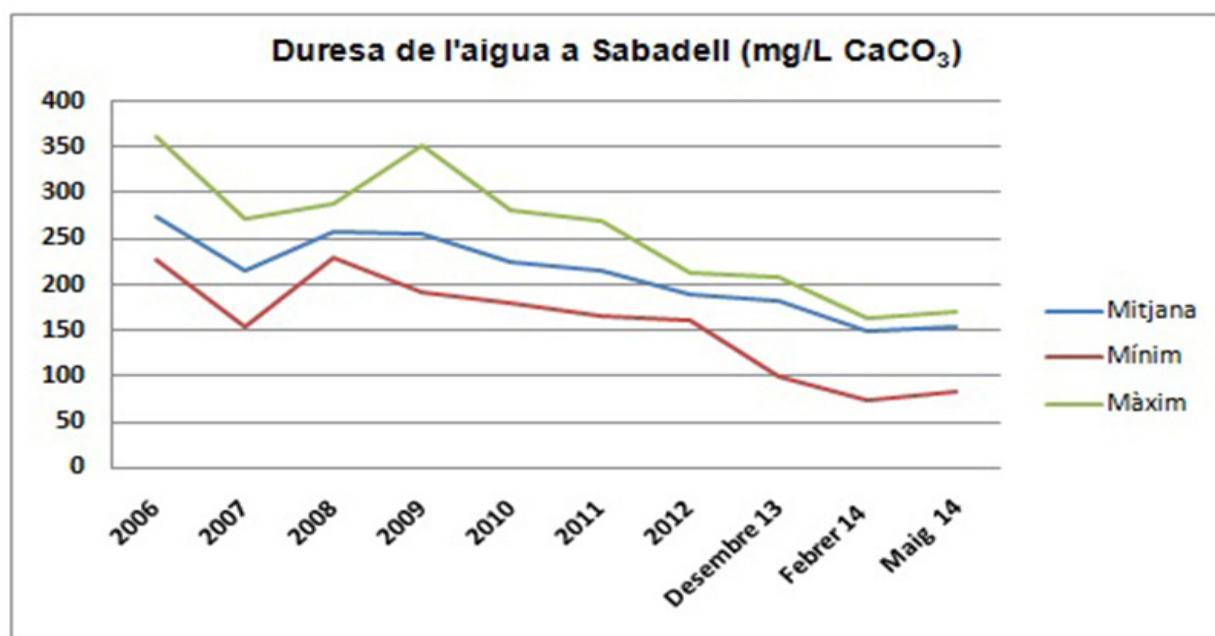


Figura 5. Comparació de les dades recollides i les mostres analitzades (2006-2014)

zones urbanes. No s'observa una tendència clara amb les diferents estacions de l'any ja que varien poc al llarg dels mesos. D'altra banda, no s'observa variabilitat temporal estadísticament significativa.

En el cas de València, la concentració de nitrats a les aigües de consum supera, en alguns casos (N=44), el límit permès de 50 mg/L NO₃⁻ establert per la Unió Europea. Això es degut possiblement a l'agricultura intensiva i a l'ús de fertilitzants nitrogenats en aquesta regió, que pot comportar un augment de la contaminació per nitrats a les aigües. L'abastiment d'aigua potable a Sabadell prové del riu Llobregat i, en moment puntuals, del riu Ter. Durant els seus recorreguts han pogut recollir vessaments de contaminants, influint als nivells registrats. Encara que Astúries és una de les regions amb més producció de nitrogen d'origen animal (fems) després de Cantàbria i Galícia (Iglesias 2004). En aquestes zones el consum de fertilitzants és més baix i, per tant, el problema de nitrificació de les

aigües és quasi inexistent (Izacara 2000). Per últim, a Guipúscoa l'aigua de consum prové de les fonts on l'aigua es troba en zones molt profundes (30 metres aproximadament) on pràcticament la contaminació per nitrats és inexistent. A més, el País Basc té poques zones vulnerables a la contaminació per nitrats (B.O.P.V. - 23/12/2009).

Directiva de Nitrats no va ser transposada a Espanya al ordenament jurídic espanyol fins al 1996, Real Decret 261/1996. El retard en la promulgació i l'execució d'aquesta directiva va fer que fins 2003 no es comencin a veure resultats amb els nivells de nitrats a l'aigua. Per tant, podria ser una de les raons pel qual no s'observa una variabilitat temporal i els resultats es mantenen constants des del 2004 fins al 2008.

Els resultats obtinguts en el projecte estan d'acord amb els de estudis previs (Fernández L 2007) ja que les zones on hi ha major contaminació per nitrats és al litoral mediterrani. Pel fet que hi ha zones vulnerables a

la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies, especialment a la zona costanera de València i alguns trams de Catalunya. En l'article de Fernández L, igual que al nostre projecte, es recalca que existeixen punts a la Comunitat Valenciana que superen el llindar establert per la OMS. Un estudi realitzat a València confirma l'existència de zones amb nivells alts de nitrats des de la dècades passades (Morales Suarez et al, 1995)

Duresa de l'aigua

La duresa de l'aigua de les xarxes d'abastiment d'aigua potable a les zones d'estudi és de moderadament dura a molt dura. L'aigua més dura és la de Sabadell amb nivells de 230,9 mg/L CaCO_3 . A València i Guipúscoa es troben aigües dures (178,3 i 132,7 mg/L CaCO_3 respectivament) i, finalment, a Astúries l'aigua és moderadament dura (89,1 mg/L CaCO_3). Això és degut a que el tipus de sòl a Espanya és calcari, presentant així aigües molt dures. No es troben diferències significatives entre els diferents anys ja que es mantenen dins del mateix rang.

L'anàlisi de duresa de l'aigua realitzat en els tres mostrejos a Sabadell entre desembre de 2013 i maig de 2014, ha detectat una aigua dura i confirma la tendència a la disminució dels nivells de CaCO_3 si es compara amb les dades recollides. Aquest fet es podria deure a una major utilització d'aigua provinent del Ter, en els últims anys per abastir la ciutat. Aquest fet coincideix amb la disminució dels nivells de trihalometants detectat a l'aigua municipal de Sabadell durant els últims anys (Agència de la Salut Pública, 2010). Tanmateix, no s'ha detectat variabilitat geogràfica entre les diferents xarxes d'abastiment com es veu reflectit en les dades recollides entre 2006-2012.

Les fonts principals de CaCO_3 provenen del subsòl. Per tant, com més calcari sigui el subsòl més carbonatada serà l'aigua ja que el component essencial d'aquest sòl és el carbonat calci que és soluble en l'aigua. Guipúscoa, Sabadell i València presenten sòls calcaris. En canvi, el fet que Astúries tingui un domini silícic fa que la seva duresa sigui menor.

Al comparar els resultats detectats a les cohorts de l'estudi INMA (medianes d'entre 89,1 i 230,9 mg/L CaCO_3) amb l'estudi McNally realitzat a Nottighamshire (McNally 1998) i amb l'estudi de Arnedo-Pena a Castelló (Arnedo 2007), els resultats són molt similars en excepció a la cohort d'Astúries. A Gran Bretanya els resultats es situaven en diferents zones que anaven des de 118 a 314 mg/L CaCO_3 i a Castelló el valor mig és de 221,2 mg/L CaCO_3 . En canvi, l'estudi realitzat per Miyake al Japó (Miyake 2004) els valors presentats són molt inferiors, amb una duresa de menys de 48 mg/L a 76 mg/L CaCO_3 . Tot i les diferències entre les

concentracions dels tres estudis, tots van trobar prevalença entre l'eczema infantil i les zones més dures.

Fortaleses i limitacions

Una limitació de l'estudi és que s'han pogut recollir poques dades sobre la duresa de l'aigua, especialment a la cohort d'Astúries. El fet que sigui un paràmetre que no està regulat per la llei, fa que no es mesuri habitualment i, per tant, hi ha poques dades disponibles. Aleshores, dificulta l'avaluació dels nivells de CaCO_3 i, en conseqüència, l'avaluació dels possibles efectes sobre la salut en estudis epidemiològics.

Una de les fortaleses d'aquest projecte és la recollida exhaustiva de dades sobre els contaminants d'interès, que ha permès una descripció detallada dels nivells a les zones d'estudi. A més la realització d'un mostreig a Sabadell ens permet verificar i comparar els resultats reportats de duresa de l'aigua i tenir mesures més fiables que s'utilitzaran en els anàlisis del projecte INMA.

CONCLUSIONS

En conclusió, els nivells de nitrats i duresa de l'aigua difereixen significativament entre les regions espanyoles estudiades en aquest projecte, i freqüentment es troben dins dels límits reglamentaris. Aquesta informació serà útil per poder avaluar l'exposició i l'associació dels nitrats amb el risc d'efectes reproductius adversos, baix pes en néixer i part prematur i de duresa de l'aigua amb eczema atòpica a l'estudi INMA.

AGRAÏMENTS

Voldria donar les gràcies a la Nàdia Espejo per l'ajuda en l'anàlisi de les dades de duresa i a la Lourdes Arjona per acompanyar-me als mostrejos realitzats a Sabadell.

BIBLIOGRÀFIA

Arnedo-Pena A, Bellido-Blasco J, Puig-Barbera J, Artero-Civera A, Campos-Cruaños JB, Pac-Sa MR, Villamarín-Vázquez JL, Felis-Dauder C. [Domestic water hardness and prevalence of atopic eczema in Castellon (Spain) school children]. *Salud Publica Mex.* 2007 Jul-Aug;49(4):295-301. Spanish

Brender JD, Olive JM, Felkner M, Suarez L, Marckwardt W, Hendricks KA. Dietary nitrites and nitrates, nitrosatable drugs, and neural tube defects. *Epidemiology.* 2004 May;15(3):330-6

Brender JD, Weyer PJ, Romitti PA, Mohanty BP, Shinde MU, Vuong AM, Sharkey JR, Dwivedi D, Horel SA, Kantamneni J, Huber JC Jr, Zheng Q, Werler MM, Kelley KE, Griesenbeck JS, Zhan FB, Langlois PH, Suarez

- L, Canfield MA; National Birth Defects Prevention Study. Prenatal nitrate intake from drinking water and selected birth defects in offspring of participants in the national birth defects prevention study. *Environ Health Perspect.* 2013 Sep;121(9):1083-9.
- De Roos AJ, Ward MH, Lynch CF, Cantor KP. 2003. Nitrate in public water systems and the risk of colon and rectum cancers. *Epidemiology* 14:640–649.
- Fernández Ruiz, L. (2007). Los nitrates y las aguas subterráneas en Espanya. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.* (15.3) 257-265. I.S.S.N: 1132-9157
- Kostraba JN, Gay EC, Rewers M, Hamman RF. Nitrate levels in community drinking waters and risk of IDDM. An ecological analysis. *Diabetes Care.* 1992 Nov; 15(11):1505-8.
- Knobeloch L, Salna B, Hogan A, Postle J, Anderson H. Blue babies and nitrate-contaminated well water. *Environ Health Perspect.* 2000 Jul;108(7):675-8.
- McNally NJ, Williams HC, Phillips DR, Smallman-Raynor M, Lewis S, Venn A, Britton J. Atopic eczema and domestic water hardness. *Lancet.* 1998 Aug 15;352(9127):527-31.
- Mensinga TT, Speijers GJ, Meulenbelt J. Health implications of exposure to environmental nitrogenous compounds. *Toxicol Rev.* 2003;22(1):41-51. Abstract.
- Miyake Y, Yokoyama T, Yura A, Iki M, Shimizu T. Ecological association of water hardness with prevalence of childhood atopic dermatitis in a Japanese urban area. *Environ Res.* 2004 Jan;94(1):33-7.
- Spiegelhalder B, Eisenbrand G, Preussmann R. 1976. Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds. *Food Cosmet Toxicol* 14(6):545–548.
- Morales-Suárez-Varela MM, Llopis-Gonzalez A, Tejerizo-Perez ML. Impact of nitrates in drinking water on cancer mortality in Valencia, Spain. *Eur J Epidemiol.* 1995 Feb;11(1):15-21.
- Schofield J, Grindlay D, Williams HC (2009) *Skin Conditions in the UK: aHealth Care Needs Assessment.* Nottingham: Centre of Evidence BasedDermatology.
- Ward MH, deKok TM, Levallois P, Brender J, Gullis G, Nolan BT, VanDerslice J;International Society for Environmental Epidemiology. Workgroup report:Drinking-water nitrate and health--recent findings and research needs. *Environ Health Perspect.* 2005 Nov;113(11):1607-14.
- Ward MH, Mark SD, Cantor KP, Weisenburger DD, Correa- Villaseñor A, Zahm SH. 1996. Drinking water nitrate and the risk of non-Hodgkin's lymphoma. *Epidemiology* 7:465–471
- Weyer PJ, Cerhan JR, Kross BC, Hallberg GR, Kantamneni J, Breuer G, et al. 2001. Municipal drinking water nitrate level and cancer risk in older women: the Iowa Women's Health Study. *Epidemiology* 12:327–338.

