

Agua virtual en México

Felipe Arreguín-Cortés
Mario López-Pérez

Comisión Nacional del Agua

Humberto Marengo-Mogollón

Comisión Federal de Electricidad

Carlos Tejeda-González

Comisión Nacional del Agua

Se presentan los principales conceptos relacionados con el agua virtual y la huella hídrica de un país, y se calculan ambos para México. Los resultados muestran que en 2006 el país importó 35 255 hm³ de agua virtual (4.39 veces el almacenamiento normal del lago de Chapala), y que exportó 5 396 hm³, lo que lo ubica como un importador neto de 29 859 hm³ de agua virtual, con una tendencia creciente a partir del año 2000. Entre las conclusiones se destaca que además de factores como los tratados y acuerdos internacionales, el crecimiento económico y poblacional, el desarrollo tecnológico, los subsidios a la agricultura, los precios internacionales de los productos agrícolas e insumos, las políticas macroeconómicas de importación y exportación de los países, la cultura de los productores, y la eficiencia en la producción agrícola o industrial, el comercio de agua virtual entre naciones es una forma de hacer un uso más eficiente del agua en el ámbito mundial, y que finalmente el problema de abastecimiento de alimentos y productos básicos es un problema de pobreza, más que de escasez de recursos hídricos. Y que aun cuando en México no se utiliza en forma explícita al agua virtual dentro de las políticas hídricas de comercio internacional, es una herramienta que debería aplicarse en el país, especialmente en los sectores agropecuario e industrial, por medio de los programas y apoyos gubernamentales en marcha, impidiendo, por ejemplo, la siembra de alfalfa en el desierto, o que se establezcan industrias altamente demandantes de agua en zonas con escasez de ella.

Palabras clave: agua virtual, huella hídrica, importación de agua y exportación de agua.

El agua virtual

En la medida en que el agua se ha vuelto escasa en muchos países del mundo, se ha intensificado la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento, no siempre con resultados positivos, pues frecuentemente se sobreexplotan los acuíferos al superar las extracciones a la recarga, se afectan a otros usuarios, o se dejan amplios sectores de las ciudades sin servicio de abastecimiento. En el mejor de los casos se han

implementado acciones de uso eficiente y manejo integrado del agua, incorporando tecnologías modernas y nuevas formas de administración (Arreguín, 1994 y 1997; Arreguín y Martín, 2000).

Ante esta situación, frecuentemente se plantean las preguntas: ¿existe suficiente agua para satisfacer esa demanda creciente en casi todo el mundo?, ¿la crisis del agua es un mito o una realidad? (Rogers *et al.*, 2006).

Técnicamente, se puede importar o exportar agua de un país a otro; desde luego que también puede hacerse

de una cuenca a otra dentro del mismo país; sin embargo, los trasvases son cada día más objetados en el ámbito mundial por los impactos ecológicos, económicos, sociales y políticos, y aun cuando existan tratados internacionales (Secretaría de Relaciones Exteriores, 1944), nacionales o regionales (Arreguín *et al.*, 2006) que los permiten, cada vez es más difícil realizarlos.

Sin embargo, existe otra forma de importar o exportar agua, o de trasvasarla de una cuenca a otra sin el empleo de presas, acueductos o cualquier otra obra hidráulica: el agua virtual, la cual se define como aquella cantidad de este líquido que se utiliza para producir o integrar a un producto, bien o servicio; así, por ejemplo, para obtener una tonelada de trigo, es necesario utilizar mil toneladas de agua, es decir 1 000 m³ de este recurso; en el cuadro 1 se presenta la cantidad de agua necesaria para elaborar algunos productos.

De esta manera, países con gran desarrollo industrial o petrolero, pero con recursos hídricos insuficientes para producir económicamente alimentos, bienes o servicios, utilizan su riqueza para obtenerlos de alguna otra nación con suficiente agua que pueda elaborarlos. Así, en lugar de utilizar sus escasos recursos hídricos para generar productos agrícolas, pecuarios o industriales, que requieren de una gran cantidad de agua, los importan y reducen la presión sobre sus propios recursos.

El concepto de agua virtual se ha fortalecido en la medida en que se ha reconocido el valor económico, ambiental, social y político del agua. Vale la pena anotar que en el periodo 1995-1999, en el mercado internacional se negociaron 1 031 km³ de agua virtual al año (Hoekstra y Chapagain, 2006).

El agua virtual ha jugado un papel importante de manera temporal en países que han sufrido fenómenos

extremos como sequías o inundaciones, o en forma permanente en aquellos que no cuentan con suficiente agua para producir sus alimentos, bienes o servicios. Por otro lado, algunos países han aprovechado el agua virtual para reducir la presión sobre el medio ambiente. Sin embargo, se debe considerar que el agua virtual depende de otros factores, como los tratados y acuerdos comerciales internacionales, el crecimiento económico y poblacional, el desarrollo tecnológico, los subsidios a la agricultura, los precios internacionales de los productos agrícolas e insumos, las políticas macroeconómicas de importación y exportación de los países, la cultura de los productores, y la eficiencia en la producción agrícola o industrial.

Así, si un país exporta un producto de consumo intensivo de agua a otro, exporta este elemento en forma virtual. Con este mecanismo, algunas naciones podrían apoyar a otras en sus necesidades de este recurso, y los países con escasez de agua tendrían una opción para satisfacer su necesidad de productos con alta demanda de dicho elemento.

Por el otro lado, países ricos en agua podrían beneficiarse de esta situación, exportando productos de alta demanda de agua. Un comercio de agua real entre regiones ricas y pobres en agua es muy difícil, debido a las grandes distancias y sus costos asociados, pero el comercio de agua virtual es una realidad, y puede ser usado como un instrumento para mejorar la eficiencia global del uso del agua, a fin de alcanzar una seguridad hídrica en regiones pobres de agua del mundo y reducir los impactos al medio ambiente.

La diferencia entre importaciones y exportaciones se define como Agua Virtual Importada Neta (AVIN) y es la medida final de la situación de un país ante esta forma técnico-económica de negociar con el agua.

Cuadro 1. Promedio de agua virtual contenida en algunos productos.

Producto	Agua virtual contenida (litros)	Producto	Agua virtual contenida (litros)
1 vaso de cerveza (250 ml)	75	1 vaso de leche (200 ml)	200
1 taza de café (125 ml)	140	1 taza de té (250 ml)	35
1 rebanada de pan (30 g)	40	1 rebanada de pan (30 g) con queso (10 g)	90
1 papa (100 g)	25	1 manzana (100 g)	70
1 playera de algodón (250 g)	2 000	1 hoja de papel A4 (80 g/m ²)	10
1 copa de vino (125 ml)	120	1 vaso de jugo de manzana	190
1 vaso de jugo de naranja (200 ml)	170	1 bolsa de papas fritas (200 g)	185
1 huevo (40 g)	135	1 hamburguesa (150 g)	2 400
1 jitomate (70 g)	13	1 naranja (100 g)	50
1 par de zapatos (piel bovina)	8 000	1 microchip (2 g)	32

Fuente: Hoekstra, A. y Chapagain, A., 2006.

El comercio internacional en México y su relación con el agua virtual

El comercio internacional está asociado con la fracción arancelaria del Sistema Armonizado de Codificación y Designación de Mercancías, que establece una clasificación uniforme del comercio internacional. La fracción arancelaria es un código numérico de ocho dígitos, seis establecidos en el marco internacional y los dos últimos propuestos por el país importador; se encuentra en las tarifas de los impuestos de importación y exportación, y permite clasificar y distinguir las mercancías para efectos del cumplimiento de las restricciones y regulaciones arancelarias y no arancelarias.

Para el presente trabajo fueron seleccionados los capítulos de fracciones arancelarias de productos relacionados con el agua que México importó y exportó del año 2000 al 2006, mostrados en los cuadros 2 y 3.

Índices de uso del agua y de producción

Para relacionar los productos importados y exportados con la cantidad de agua requerida en su producción, se utilizaron índices de demanda de agua en metros cúbicos por unidad producida (CNA-IMTA, 1998-1999; Department for International Development, 2003). Vale la pena hacer notar que en el cuadro 2 se presentan índices promedio, pues cada capítulo se divide, a su vez, en varios subcapítulos, y a cada uno ellos corresponde un índice específico. De esta manera, multiplicando las cantidades de productos comprados o vendidos a otros países en cada grupo por el índice promedio de demanda de agua, se encontró la cantidad de agua virtual importada y exportada por cada capítulo arancelario.

Estimación del agua virtual neta en México

Con los resultados mostrados en el cuadro 2, se observa que en 2006, México exportó 5 396 hm³ de agua virtual, e importó de 35 255 hm³; es decir, tuvo una importación neta de agua virtual de 29 859 hm³. También puede observarse que los tres productos con los que mayor volumen de agua virtual se exportó en ese año fueron los frutos comestibles, con 964 hm³; las legumbres y hortalizas, con 711 hm³, y las carnes y despojos comestibles, con 619 hm³. En tanto que los tres productos con los cuales se importó una mayor cantidad de agua virtual fueron los cereales, con 11 826 hm³; las carnes y despojos comestibles, con 9 922 hm³, y las semillas y frutos, con 7,436 hm³; la suma de estas tres denominaciones significó el 83% del total de las importaciones de agua virtual que hace México.

La división del agua virtual relacionada con productos agrícolas (P. agrícolas), productos animales (P. animales) y productos industriales (P. industriales) se presenta en el cuadro 4.

En el cuadro citado anteriormente se puede observar que de los 29 859 hm³ de agua virtual neta importada por México en 2006, el 58% está relacionada con productos agrícolas; el 35%, con productos animales y el 7% restante, con productos industriales. Puede observarse, además, que el agua virtual importada neta relacionada con los productos animales es 16 veces la exportada por México para esos mismos productos.

En el cuadro 3 se presenta la evolución anual de importaciones y exportaciones de agua virtual del año 2000 al 2006. Puede notarse que mientras las exportaciones de agua virtual han tenido muy poco incremento, las importaciones han crecido y, en consecuencia, la importación neta de agua virtual ha seguido la misma tendencia (ver ilustración 1). En la ilustración 2 se presenta el comportamiento de agua neta virtual importada para los productos agrícolas, animales e industriales, donde puede notarse el incremento de la misma en los últimos años; llama la atención el crecimiento de la importación de agua virtual por medio de productos agrícolas.

Con respecto a los tres productos relacionados con el agua virtual que más exporta México, se puede notar que el agua virtual asociada con los frutos comestibles en 2006 se ha duplicado con respecto al año 2000, con un máximo en 2005; en tanto que las importaciones de esos productos aumentaron en un 22%, con un máximo también en 2005. El segundo grupo de productos por medio del cual México exporta agua virtual son las legumbres y hortalizas, con un incremento del año 2000 al 2006 del 72%, en tanto que las importaciones de los mismos productos se incrementaron en un 63%. El tercer grupo de productos por medio de los cuales México exporta agua virtual son las carnes y despojos animales, con un incremento de 2000 a 2006 del 100%, en tanto que las importaciones se incrementaron sólo un 58%.

Los tres productos relacionados con el agua virtual que más importa México son los cereales, que de 2000 a 2006 se incrementaron en un 37%, en tanto que las exportaciones de México crecieron en un 64%. El segundo grupo de productos relacionados con el agua virtual que más importa México son las carnes y despojos comestibles, los cuales tuvieron un incremento del 58% en el periodo 2000-2006, en tanto que las exportaciones se duplicaron, y en el año 2006 el agua virtual importada fue 16 veces mayor que la exportada. El tercer grupo de productos por medio del cual México importa agua es el de las semillas y frutos, donde puede observarse que las

Cuadro 2. Importaciones y exportaciones de agua virtual en México en el año 2006.

Capítulo	Denominación	Exportaciones (2006)	Importaciones (2006)	Unidad	Índice prom. M ³ /unidad	Exportaciones Agua virtual m ³ /año 2006	Importaciones
1	Animales vivos	4 684 262 457	91 853 546 466	Cabeza/kg	0.006	28 592 655	661 942 850
2	Carnes y despojos comestibles	80 847 989	1 513 015 114	Kilogramo	7.658	619 163 395	9 922 384 226
3	Productos del mar	112 770 243	141 728 780	Kilogramo	0.095	10 736 724	17 861 104
4	Productos lácteos, huevo y miel	65 515 972	478 507 753	l/kg/pza.	0.125	8 210 509	85 911 402
6	Floricultura	29 422 546	42 290 805	Kilogramo	0.195	5 737 396	8 246 707
7	Legumbres y hortalizas	3 680 572 234	550 050 213	Kilogramo	0.193	710 942 915	107 237 411
8	Frutos comestibles	2 147 907 072	564 029 843	Kilogramo	0.449	964 091 967	233 777 251
9	Café y té	147 741 034	35 235 486	Kilogramo	0.141	20 861 034	5 116 451
10	Cereales	723 118 886	14 709 041 874	Kilogramo	0.804	581 387 584	11 826 069 667
11	Harinas y almidones	120 817 816	3 734 180 926	Kilogramo	0.091	11 024 626	340 744 009
12	Semillas y frutos	60 662 723	6 328 380 351	Kilogramo	1.175	71 278 700	7 435 846 912
13	Gomas, resinas y materias trezables	23 087 394	23 332 286	Kilogramo	0.020	461 748	466 646
15	Aceites y grasas	78 518 333	1 290 878 343	Kilogramo	0.010	785 183	12 908 783
16	Productos cárnicos	37 298 379	78 332 097	Kilogramo	0.020	745 968	1 566 642
17	Azúcar	173 1406 470	1 070 319 135	Kilogramo	0.143	247 464 688	142 882 668
18	Cacao y su preparaciones	119 093 923	89 362 129	Kilogramo	0.020	2 381 878	1 787 243
19	Preparados de cereal y harina	309 381 631	216 645 306	Kilogramo	0.252	77 964 171	54 594 617
20	Preparaciones de legumbres, hortalizas, frutos	539 552 216	477 139 648	Kilogramo	0.292	157 516 769	123 300 042
21	Preparaciones alimenticias diversas	306 008 762	319 067 674	kg/l	0.141	4 3147 235	44 988 542
22	Bebidas	2 646 424 996	421 538 932	Litro/kg	0.083	219 653 275	34 987 731
23	Alimentos preparados para animales	134 889 691	2 977 189 958	Kilogramo	0.073	9 784 499	321 046 622
25	Minerales no metálicos	21 169 488 839	4 991 519 788	Kilogramo	0.005	105 847 444	24 957 599
26	Minerales	1 794 197 758	5 550 759 522	Kilogramo	0.029	52 444 905	149 407 701
27	Petróleo-gas, combustibles y aceites minerales	735 818 000	299 882 300	Barril	0.201	148 146 193	59 312 207
28	Productos químicos inorgánicos	1 695 765 067	2 648 775 182	Kilogramo	0.031	52 992 658	82 774 224
29	Productos químicos orgánicos	1 160 704 992	4 408 038 207	Kilogramo	0.072	83 570 759	317 378 751
30	Productos farmacéuticos	69 737 433	53 098 496	Kilogramo	0.072	5 021 095	3 823 092
31	Fertilizantes nitrogenados	240 066 809	2 899 096 828	Kilogramo	0.031	7 514 091	90 428 731
32	Pinturas y colorantes	247 184 040	724 996 480	Kilogramo	0.100	24 718 404	72 499 648
33	Perfumes	290 742 563	123 487 279	Kilogramo	0.050	14 537 128	6 174 364
34	Jabones y detergentes	466 739 912	254 609 160	Kilogramo	0.067	31 271 574	17 058 814
35	Materiales albuminoides	24 416 180	149 321 441	Kilogramo	0.095	2 319 537	14 185 537
36	Pólvoras y explosivos	13 540 170	30 444 241	kg/pza	0.097	1 313 396	2 953 091
38	Productos químicos diversos	585 267 492	989 484 317	Kilogramo	0.050	29 263 375	49 474 216
39	Plásticos y resinas	2 410 683 098	6 359 834 538	Kilogramo	0.025	60 267 077	158 995 863
40	Caucho y manufacturas de caucho	42 893 186	10 534 711 354	kg/pza/m ²	0.047	2 011 516	29 899 024
41	Curtiduría	29 037 110	162 414 859	kg/m ² /cbza.	0.097	2 816 600	15 754 241
44	Madera	393 690 740	1 058 811 144	Kilogramo	0.195	76 769 694	206 468 173
47	Papel y celulosa	208 857 765	2 337 757 773	Kilogramo	0.129	26 942 652	301 570 753
48	Manufacturas de papel	2 945 018 737	5 141 668 824	Kilogramo	0.049	144 305 918	251 941 772
51	Textiles-lana	14 076 907	73 048 785	kg/m ²	0.107	1 502 254	11 127 026
52	Textiles-algodón	151 588 471	1 132 176 837	kg/m ²	0.313	47 420 028	289 512 262
53	Textiles-demás fibras vegetales	393 382	23 805 440	kg/m ²	0.140	55 012	5 655 675
54	Textiles-fibras sintéticas	110 936 071	1 416 250 404	kg/m ²	0.095	10 538 927	134 543 788
55	Textiles-fibras sintéticas discontinuas	83 150 159	700 391 381	kg/m ²	0.095	7 899 265	66 537 181
56	Textiles-artículos	57 099 984	179 695 692	kg/m ²	0.095	5 424 498	17 071 091
59	Textiles-telas	64 135 698	782 345 832	kg/m ² /m	0.196	12 587 236	153 803 321
70	Vidrio	1 083 343 994	789 705 348	Kilogramo	0.047	50 917 168	37 116 151
72	Siderúrgica-fundición de hierro y acero	4 835 562 078	11567175130	Kilogramo	0.094	454 542 835	1 087 314 462
73	Siderúrgica-manufacturas de fundición de hierro y acero	2 267 912 425	3 880 792 958	kg/pza.	0.033	73 707 154	126 125 771
74	Metales-cobre	356 888 323	444 096 656	Kilogramo	0.029	10 421 139	12 967 622
75	Metales-níquel	3 652 049	9 541 784	Kilogramo	0.029	106 640	278 620
76	Metales-aluminio-plomo-cinc-estaño	1 975 659 732	2 582 166 154	kg/pza.	0.029	57 294 820	74 894 091
Total		63 307 549 931	199 213 717 253			5 396 423 911	35 255 672 388
		México 2006					29 859
							Importación meta virtual de agua (10 ⁶ M ³ /año) = importaciones - exportaciones

Cuadro 3. Comportamiento del agua neta virtual importada por México en el periodo 2000-2006.

Capítulo	Denominación	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	Exportaciones miles \$	407 445	414 112	352 786	485 496	566 457	490 410	608 198
	m ³ /año	19 154 826	19 468 255	16 585 194	22 824 164	26 630 307	23 055 181	28 592 655
	Importaciones miles \$	229 993	217 601	225 918	109 040	90 245	143 591	105 305
2	m ³ /año	1 445 722 250	1 367 826 879	1 420 107 044	685 418 922	567 274 676	902 601 300	661 942 850
	Exportaciones miles \$	205 043	214 367	204 564	172 784	226 661	304 016	419 358
	m ³ /año	302 736 983	316 503 460	302 029 761	255 107 987	334 655 011	448 865 532	619 163 395
3	Importaciones miles \$	1 576 388	1 882 095	1 898 218	1 890 471	2 050 007	2 282 144	2 479 314
	m ³ /año	6 308 812 133	7 532 272 366	7 596 797 710	7 585 793 689	8 204 267 626	9 133 293 708	9 922 384 226
	Exportaciones miles \$	633 888	566 978	503 688	566 536	576 930	331 601	481 306
4	m ³ /año	14 140 451	12 647 856	11 236 015	12 637 996	12 869 860	7 397 175	10 736 724
	Importaciones miles \$	71 321	98 284	118 879	159 263	213 446	218 027	1 276 815
	m ³ /año	997 695	1 374 875	1 662 974	2 227 897	2 985 852	3 049 928	17 861 104
6	Exportaciones miles \$	80 997	78 932	106 939	116 506	109 130	112 761	656 133
	m ³ /año	1 013 554	987 714	1 338 179	1 457 895	1 365 596	1 411 032	8 210 509
	Importaciones miles \$	593 297	810 820	655 281	731 570	897 783	1 014 516	6 929 976
7	m ³ /año	7 355 145	10 051 793	8 123 565	9 069 325	11 129 880	12 577 027	85 911 402
	Exportaciones miles \$	52 498	51 603	49 490	43 850	43 503	51 026	49 248
	m ³ /año	6 115 965	6 011 698	5 765 536	5 108 481	5 068 056	5 944 478	5 737 396
8	Importaciones miles \$	43 876	47 094	49 450	56 982	57 283	43 593	125 491
	m ³ /año	2 883 343	3 094 816	3 249 642	3 744 613	3 764 393	2 864 745	8 246 707
	Exportaciones miles \$	2 149 786	2 330 801	2 244 339	2 657 842	3 019 393	3 682 104	3 700 321
9	m ³ /año	413 038 500	447 816 922	431 204 973	510 651 327	580 116 140	707 442 840	710 942 915
	Importaciones miles \$	178 975	203 714	225 407	203 378	213 260	202 520	291 372
	m ³ /año	65 870 453	74 975 463	82 959 415	74 851 801	78 488 799	74 536 020	107 237 471
10	Exportaciones miles \$	772 369	777 535	784 255	1 120 406	1 337 828	1 787 004	1 559 838
	m ³ /año	477 379 621	480 572 581	484 726 025	692 491 532	826 873 973	1 104 497 064	964 091 967
	Importaciones miles \$	463 886	517 117	506 466	523 115	523 468	573 809	564 980
11	m ³ /año	191 946 461	213 972 351	209 565 187	216 454 200	216 600 264	237 430 332	233 777 251
	Exportaciones miles \$	698 498	277 466	223 562	232 652	252 486	314 682	376 611
	m ³ /año	38 690 870	15 369 265	12 383 440	12 886 949	13 985 585	17 430 716	20 861 034
12	Importaciones miles \$	70 204	87 791	78 860	79 112	94 057	114 338	64 515
	m ³ /año	5 567 662	6 962 433	6 254 143	6 274 128	7 459 370	9 067 793	5 116 451
	Exportaciones miles \$	80 649	82 295	92 049	108 471	57 770	57 741	132 348
13	m ³ /año	354 279 655	361 510 301	404 358 244	476 497 768	253 648 050	253 648 050	581 387 584
	Importaciones miles \$	1 510 945	1 727 960	1 759 656	1 870 318	2 010 287	1 691 049	2 078 530
	m ³ /año	8 596 721 918	9 831 457 535	10 011 796 129	10 641 422 251	11 437 794 436	9 621 447 506	11 826 069 667
14	Exportaciones miles \$	23 567	27 398	26 600	31 544	44 517	51 348	51 435
	m ³ /año	5 051 397	5 872 541	5 701 496	6 761 202	9 541 860	11 006 030	11 024 626
	Importaciones miles \$	130 142	224 657	362 296	462 950	469 028	557 964	1 635 223
15	m ³ /año	27 118 696	46 813 518	75 494 422	96 468 475	97 734 995	116 267 278	340 744 009
	Exportaciones miles \$	73 823	61 895	55 622	59 872	77 244	69 839	3 398
	m ³ /año	1 548 335 645	1 298 162 290	1 166 594 764	1 255 732 654	1 620 086 404	1 464 776 738	71 278 700
16	Importaciones miles \$	1 286 799	1 356 856	1 427 386	1 679 605	1 922 350	1 627 044	1 967 828
	m ³ /año	4 862 437 109	5 127 162 025	5 393 674 269	6 346 736 111	7 263 998 478	6 148 123 463	7 435 846 912
	Exportaciones miles \$	43 404	43 444	49 106	56 781	60 203	63 180	168 928
17	m ³ /año	118 640	118 750	134 226	155 205	164 559	172 696	461 748
	Importaciones miles \$	66 870	80 257	69 594	71 577	90 347	86 166	173 238
	m ³ /año	180 126	216 186	187 465	192 805	243 365	232 103	466 646
18	Exportaciones miles \$	49 593	40 788	40 217	61 235	65 290	78 189	153 390
	m ³ /año	253 860	208 788	205 865	313 454	334 211	400 239	785 183
	Importaciones miles \$	454 577	391 485	541 782	622 395	777 507	716 262	1 197 950
19	m ³ /año	4 898 398	4 218 536	5 838 096	6 706 760	8 378 205	7 718 245	12 908 783
	Exportaciones miles \$	105 107	105 568	105 800	91 205	105 718	105 158	460 026
	m ³ /año	170 439	171 187	171 563	147 896	171 430	170 522	745 968
20	Importaciones miles \$	129 199	162 199	162 148	163 705	168 655	219 623	845 357
	m ³ /año	239 436	300 592	300 498	303 383	312 557	407 012	1 566 642

Cuadro 3. Comportamiento del agua neta virtual importada por México en el periodo 2000-2006 (continuación).

Capítulo	Denominación	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
17	Azúcar	279 637	274 232	353 352	289 962	357 680	495 885	1 098 416
	Exportaciones miles \$	63 000 060	61 782 355	79 607 481	65 326 203	80 582 546	111 719 067	247 464 688
	Importaciones miles \$	169 103	197 826	139 147	178 872	252 842	255 414	713 126
	m ³ /año	33 881 652	39 636 622	27 879 637	35 838 979	50 659 684	51 175 013	142 882 668
18	Cacao y sus preparaciones	52 216	51 134	72 341	97 020	108 904	118 806	301 138
	Exportaciones miles \$	413 007	404 449	572 188	767 389	861 386	939 707	2 381 878
	Importaciones miles \$	143 291	167 083	187 219	221 656	236 410	271 164	271 340
	m ³ /año	943 818	1 100 529	1 233 160	1 459 987	1 557 167	1 430 399	1 787 243
19	Preparados de cereal y harina	248 879	272 501	297 177	350 305	377 551	436 664	527 279
	Exportaciones miles \$	36 799 576	40 292 356	43 940 982	51 796 558	55 825 187	64 565 713	77 964 171
	Importaciones miles \$	300 789	333 439	385 438	437 192	519 421	651 714	471 330
	m ³ /año	34 840 686	38 622 568	44 645 663	50 640 380	60 165 046	75 488 675	54 594 617
20	Preparaciones de legumbres, hortalizas, frutos	342 774	294 399	326 805	348 994	434 118	531 035	629 294
	Exportaciones miles \$	85 798 812	73 690 200	81 801 656	87 355 723	108 662 877	132 921 903	157 516 769
	Importaciones miles \$	262 225	285 862	320 011	383 365	394 498	393 270	539 182
	m ³ /año	59 965 596	65 370 904	73 180 095	87 667 883	90 213 777	89 932 958	123 300 042
21	Preparaciones alimentarias diversas	7 764 693	10 256 284	9 079 546	10 852 108	13 587 988	15 716 562	43 147 235
	Exportaciones miles \$	502 094	569 117	641 241	721 665	772 433	861 482	1 935 996
	Importaciones miles \$	11 667 628	13 225 105	14 901 118	16 770 005	17 949 749	20 019 064	44 988 542
	m ³ /año	1 541 549	1 663 172	1 923 629	1 978 315	2 116 474	2 534 312	5 187 413
22	Bebidas	65 274 591	70 424 535	81 453 198	83 768 795	89 618 932	107 311 658	219 653 275
	Exportaciones miles \$	241 061	337 630	366 389	385 234	417 132	389 775	932 912
	Importaciones miles \$	9 040 696	12 662 398	13 740 969	14 447 727	15 644 023	14 618 032	34 987 731
	m ³ /año	21 897	34 054	40 115	36 230	30 816	43 172	89 250
23	Alimentos preparados para animales	2 400 585	3 733 367	4 397 839	3 971 923	3 378 382	4 732 980	9 784 499
	Exportaciones miles \$	318 733	403 415	463 107	539 296	608 136	702 942	1 247 881
	Importaciones miles \$	82 001 544	103 787 975	119 145 143	138 746 551	156 457 257	180 848 325	321 046 622
25	Minerales no metálicos	354 857	300 665	262 690	286 758	361 158	402 147	1 100 114
	Exportaciones miles \$	34 142 559	28 928 477	25 274 713	27 590 415	34 748 809	38 692 565	105 847 444
	Importaciones miles \$	307 353	281 629	304 955	276 280	283 956	326 415	1 361 522
	m ³ /año	5 633 985	5 162 447	5 590 028	5 064 396	5 205 102	5 993 404	24 957 599
26	Minerales	263 163	183 263	168 758	232 423	600 849	866 457	1 288 905
	Exportaciones miles \$	10 707 973	7 456 881	6 866 680	10 270 967	24 448 249	35 255 708	52 444 905
	Importaciones miles \$	322 706	321 836	404 452	467 616	696 401	930 116	1 665 188
27	Petróleo-gas, combustibles y aceites minerales	28 954 544	28 876 484	36 289 140	41 956 480	62 484 035	83 453 931	149 407 701
	Exportaciones miles \$	16 073 399	12 630 014	14 311 377	18 503 290	23 515 451	31 684 400	31 684 400
	Importaciones miles \$	75 154 110	59 063 935	66 915 454	86 515 508	109 950 782	148 146 193	148 146 193
	m ³ /año	5 305 719	5 308 216	4 452 735	5 688 715	7 493 606	9 363 500	9 363 500
28	Productos químicos inorgánicos	33 608 576	33 624 393	28 205 430	36 034 628	47 467 540	59 312 207	59 312 207
	Exportaciones miles \$	440 502	385 752	397 533	384 226	452 142	549 386	663 148
	Importaciones miles \$	35 200 827	30 825 715	31 767 143	30 703 772	36 130 987	43 901 824	52 992 658
	m ³ /año	805 719	805 886	753 472	691 269	817 718	859 655	806 658
29	Productos químicos orgánicos	82 657 373	82 674 506	77 297 440	70 916 138	83 888 331	88 190 578	82 774 224
	Exportaciones miles \$	1 188 569	1 053 774	1 065 835	1 267 048	1 421 084	1 636 055	1 457 589
	Importaciones miles \$	68 146 033	60 417 626	61 109 138	72 645 589	81 477 169	93 802 428	83 570 759
	m ³ /año	3 763 342	3 588 265	3 715 606	4 253 305	5 156 437	5 491 881	5 623 485
30	Productos farmacéuticos	212 995 819	202 514 809	209 701 691	240 048 393	291 019 435	309 951 252	317 378 751
	Exportaciones miles \$	673 002	886 712	968 548	1 033 361	1 266 579	1 263 630	1 480 799
	Importaciones miles \$	2 282 015	3 006 663	3 284 153	3 503 921	4 294 716	4 284 717	5 021 095
	m ³ /año	1 013 001	1 259 227	1 463 709	1 778 766	2 169 611	2 455 934	3 657 290
31	Fertilizantes nitrogenados	1 058 925	1 316 314	1 530 066	1 859 406	2 267 970	2 567 273	3 823 092
	Exportaciones miles \$	96 694	104 756	35 493	12 797	12 496	17 630	202 778
	Importaciones miles \$	3 583 064	3 881 807	4 742 202	463 048	653 292	7 514 091	1 006 624
	m ³ /año	372 056	399 121	432 123	537 156	708 197	975 713	1 006 624
	m ³ /año	33 423 164	35 854 513	38 819 204	48 254 706	63 619 950	87 651 900	90 428 731

Cuadro 3. Comportamiento del agua neta virtual importada por México en el periodo 2000-2006 (continuación).

Capítulo	Denominación	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
32	Pinturas y colorantes	Exportaciones miles \$	519 584	579 675	486 518	415 630	472 550	573 050	1 272 550
		m ³ /año	10 092 564	11 259 790	9 450 279	8 073 328	9 178 960	11 131 104	11 131 104
33	Perfumes	Importaciones miles \$	1 008 166	954 479	990 893	1 071 598	1 131 714	1 240 595	5 369 841
		m ³ /año	13 611 516	12 886 674	13 378 309	14 467 929	15 279 571	16 749 602	16 749 602
34	Jabones y detergentes	Exportaciones miles \$	376 287	475 889	634 530	498 577	536 579	644 697	1 063 681
		m ³ /año	5 142 642	6 503 883	8 671 999	6 813 955	7 333 321	8 810 949	8 810 949
35	Materiales albuminoides	Importaciones miles \$	532 628	724 969	834 487	946 415	1 028 257	1 136 913	783 772
		m ³ /año	4 195 912	5 711 127	6 573 883	7 455 624	8 100 355	8 956 320	6 174 364
36	Pólvoras y explosivos	Exportaciones miles \$	496 207	462 074	504 385	426 505	392 144	397 842	545 791
		m ³ /año	28 430 616	26 474 936	28 899 182	24 436 979	22 468 235	22 794 707	31 271 574
37	Productos químicos diversos	Importaciones miles \$	334 652	355 048	397 381	450 917	468 244	532 695	468 664
		m ³ /año	12 180 935	12 923 325	14 464 196	16 412 843	17 043 525	19 389 465	17 058 814
38	Productos químicos diversos	Exportaciones miles \$	40 145	38 712	43 734	64 231	64 304	73 437	63 067
		m ³ /año	1 476 496	1 423 792	1 608 496	2 362 357	2 365 042	2 700 945	2 319 537
39	Plásticos y resinas	Importaciones miles \$	343 144	363 060	368 039	380 194	463 706	509 807	571 169
		m ³ /año	8 522 315	9 016 948	9 140 607	9 442 488	11 516 590	12 661 553	14 185 537
40	Caucho y manufacturas de caucho	Exportaciones miles \$	19 907	29 095	31 209	39 700	31 971	35 693	45 405
		m ³ /año	575 837	841 612	902 762	1 148 376	924 804	1 032 468	1 313 396
41	Curtiduría	Importaciones miles \$	76 200	71 442	132 554	150 332	203 562	215 952	290 399
		m ³ /año	774 883	726 499	1 347 952	1 528 737	2 070 037	2 196 032	2 953 091
42	Productos químicos diversos	Exportaciones miles \$	346 453	329 783	329 881	385 340	435 461	537 321	827 271
		m ³ /año	12 255 221	11 665 546	11 669 013	13 630 786	15 403 736	19 006 871	29 263 375
43	Plásticos y resinas	Importaciones miles \$	1 590 218	1 643 093	1 715 187	1 782 082	1 981 433	2 349 501	2 782 365
		m ³ /año	28 276 232	29 216 421	30 498 357	31 687 478	35 232 565	41 777 313	49 474 216
44	Madera	Exportaciones miles \$	3 090 456	2 944 393	2 895 914	3 215 938	3 983 493	4 380 182	7 406 050
		m ³ /año	25 148 730	23 960 136	23 565 636	26 169 846	32 497 236	35 643 936	60 267 077
45	Caucho y manufacturas de caucho	Importaciones miles \$	10 443 402	9 926 066	11 535 659	12 665 126	13 746 290	15 762 572	5 262 572
		m ³ /año	288 145 224	273 871 341	290 690 698	319 380 890	349 445 091	379 275 624	158 995 863
46	Curtiduría	Exportaciones miles \$	828 243	650 584	689 107	754 931	935 692	1 101 494	173 626
		m ³ /año	9 595 494	7 537 250	7 983 553	8 746 148	10 840 329	12 761 205	2 011 516
47	Papel y celulosa	Importaciones miles \$	2 502 246	2 421 847	2 507 131	2 511 069	2 747 388	2 974 640	3 458 577
		m ³ /año	21 631 644	20 936 604	21 673 875	21 707 918	23 750 870	25 715 439	29 899 024
48	Manufacturas de papel	Exportaciones miles \$	279 234	255 254	220 366	241 929	235 424	289 593	355 663
		m ³ /año	2 211 335	2 021 430	1 745 142	1 915 906	1 864 391	2 293 371	2 816 600
49	Madera	Importaciones miles \$	818 936	810 220	869 930	847 037	1 020 331	943 209	984 370
		m ³ /año	13 106 567	12 967 073	13 922 695	13 556 306	16 329 770	15 095 480	15 754 241
50	Textiles-lana	Exportaciones miles \$	539 451	389 055	358 569	331 988	383 605	390 509	483 924
		m ³ /año	85 578 482	61 719 668	56 883 370	52 666 561	60 855 080	61 950 330	76 769 694
51	Textiles-lana	Importaciones miles \$	825 785	832 514	950 384	989 545	1 177 125	1 292 718	983 712
		m ³ /año	173 321 383	174 733 711	199 473 070	207 692 448	247 063 016	271 324 463	206 468 173
52	Textiles-algodón	Exportaciones miles \$	44 879	27 695	25 902	24 798	26 074	21 218	27 471
		m ³ /año	44 015 275	27 161 992	25 403 499	24 320 747	25 572 189	20 809 646	26 942 652
53	Manufacturas de papel	Importaciones miles \$	576 772	505 152	557 709	591 935	714 324	756 953	696 367
		m ³ /año	249 778 643	218 762 667	241 523 162	256 345 178	309 347 332	327 808 377	301 570 753
54	Textiles-lana	Exportaciones miles \$	974 184	953 886	948 444	962 867	1 073 268	1 258 067	2 012 907
		m ³ /año	52 210 260	51 122 413	50 830 755	51 603 739	57 520 552	67 424 640	144 305 918
55	Textiles-algodón	Importaciones miles \$	3 599 443	3 332 866	3 318 949	3 337 421	3 667 457	3 907 097	7 814 194
		m ³ /año	104 789 358	97 028 593	96 623 432	97 161 201	106 769 426	113 745 984	251 941 772
56	Textiles-algodón	Exportaciones miles \$	78 588	59 667	46 422	51 041	52 102	57 461	30 566
		m ³ /año	3 670 180	2 938 388	2 286 118	2 513 588	2 565 838	2 829 750	1 505 254
57	Textiles-algodón	Importaciones miles \$	143 075	149 332	121 765	124 076	117 999	129 035	280 903
		m ³ /año	5 667 435	5 915 285	4 823 311	4 914 854	4 674 134	5 111 288	11 127 026
58	Textiles-algodón	Exportaciones miles \$	378 752	280 534	252 493	190 623	217 676	211 913	214 976
		m ³ /año	83 546 195	61 880 989	55 695 625	42 048 164	48 015 592	46 744 373	47 420 028
59	Textiles-algodón	Importaciones miles \$	1 734 709	1 512 236	1 541 166	1 524 702	1 682 094	1 701 647	1 292 957
		m ³ /año	388 426 989	338 611 995	345 089 850	341 403 317	369 928 269	381 023 918	289 512 262

Cuadro 3. Comportamiento del agua neta virtual importada por México en el periodo 2000-2006 (continuación).

Capítulo	Denominación	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
53	Textiles-demás fibras vegetales	3 104 741 738	2 705 646 392	1 392 332 635	1 539 367 763	1 570 375 170	737 176 115	230 55 012
	Importaciones miles \$	14 190	14 368	13 618	16 431	21 345	24 518	21 357
	m³/año	3 757 765	3 804 902	3 606 289	4 351 221	5 652 536	6 492 803	5 655 675
54	Textiles-fibras sintéticas	554 225 26 894 436	437 172 21 214 298	394 205 19 129 272	387 665 18 811 911	413 521 20 066 605	387 053 18 782 213	217 180 10 538 927
	Importaciones miles \$	1 322 086	1 143 842	1 136 710	1 130 021	1 039 185	1 064 801	1 617 382
	m³/año	109 979 272	95 151 836	94 558 552	94 002 120	86 445 821	88 576 718	134 543 788
55	Textiles-fibras sintéticas discontinuas	3 19 302 16 137 575	298 927 15 107 819	325 345 16 442 989	273 293 13 812 272	310 217 15 678 417	340 857 17 226 968	156 297 7 899 265
	Importaciones miles \$	699 279	707 360	772 857	684 756	709 257	766 403	833 750
	m³/año	55 805 757	56 450 659	61 677 628	54 646 753	56 602 048	61 162 568	66 537 181
56	Textiles-artículos	147 845 4 146 299	158 330 4 440 350	168 871 4 735 972	179 977 5 047 438	177 685 4 983 159	203 906 5 718 525	193 422 5 424 498
	Importaciones miles \$	407 176	420 399	400 321	396 814	432 562	460 722	763 919
	m³/año	9 099 048	9 394 538	8 945 861	8 867 491	9 666 341	10 295 625	17 071 091
59	Textiles-tejidos	90 784 8 340 058	83 766 7 695 335	95 102 8 736 740	103 292 9 489 131	101 737 9 346 278	101 628 9 336 264	137 016 12 587 236
	Importaciones miles \$	537 576	606 666	649 240	692 972	711 648	702 458	903 265
	m³/año	91 535 695	103 299 988	110 549 271	117 995 732	121 175 786	119 610 960	153 803 321
70	Vidrio	1 039 599 43 046 737	961 742 39 822 908	1 006 650 41 682 416	969 818 40 157 311	1 103 729 45 702 172	1 214 433 50 286 099	1 229 674 50 917 168
	Importaciones miles \$	911 493	911 135	1 051 780	1 089 203	1 159 194	1 194 342	1 141 880
	m³/año	29 627 547	29 200 867	34 187 494	35 403 907	37 678 924	38 821 389	37 116 151
72	Siderúrgica-fundición de hierro y acero	1 487 183 258 687 302	1 007 550 175 257 780	1 342 652 233 546 930	1 613 957 280 738 942	2 572 335 447 443 524	3 004 452 522 607 899	2 613 149 454 542 835
	Importaciones miles \$	3 558 001	3 050 925	3 202 739	3 404 166	4 882 613	5 507 261	8 309 466
	m³/año	465 573 328	399 221 166	419 086 407	445 443 634	638 902 121	720 638 874	1 087 314 462
73	Siderúrgica-manufacturas de fundición de hierro y acero	2 385 477 27 825 196	2 296 570 26 788 147	2 306 006 26 898 213	2 224 901 25 952 170	2 770 878 32 320 673	3 039 011 35 448 288	6 318 975 73 707 154
	Importaciones miles \$	5 026 963	4 380 865	4 131 059	4 056 588	4 797 300	5 308 749	17 496 185
	m³/año	36 238 161	31 580 597	29 779 806	29 242 962	34 582 576	38 269 488	126 125 771
74	Metales-cobre	804 748 10 049 485	793 338 9 907 000	532 137 6 645 190	496 761 6 203 423	792 940 9 902 030	1 153 895 14 409 543	834 509 10 421 139
	Importaciones miles \$	1 587 406	1 524 289	1 201 299	1 226 765	1 737 681	1 864 761	2 042 748
	m³/año	10 077 053	9 676 379	7 625 998	7 787 659	11 031 018	11 837 738	12 967 622
75	Metales-níquel	7 315 9 085	8 456 10 502	14 601 18 135	39 908 49 566	47 373 58 838	64 500 80 110	85 860 106 640
	Importaciones miles \$	86 639	100 068	87 776	89 552	135 874	170 547	214 701
	m³/año	112 433	129 860	113 908	116 213	176 325	221 321	278 620
76	Metales-aluminio-plomo- cinc-estaño	563 168 29 837 662	527 051 27 924 118	716 763 37 975 404	614 693 32 567 550	713 793 37 818 048	859 689 45 547 883	1 061 405 57 294 820
	Importaciones miles \$	2 073 051	1 912 782	2 034 949	2 179 676	2 642 236	2 837 609	5 275 117
	m³/año	29 432 383	27 156 945	28 891 425	30 946 204	37 513 453	40 287 284	74 894 091
	Exportaciones agua virtual 10 ⁶ m³/año	4 461	4 045	4 022	4 488	5 251	5 884	5 396
	Importaciones agua virtual 10 ⁶ m³/año	24 304	26 864	27 596	28 617	31 405	30 097	35 255
	Importación neta de agua virtual 10 ⁶ m³/año	19 843	22 819	23 575	24 129	26 154	24 213	29 859

Cuadro 4. Agua virtual neta para tres grupos de productos.

P. agrícolas		Agua virtual neta, hm ³ /año P. animales		P. industriales	
Exportaciones	Importaciones	Exportaciones	Importaciones	Exportaciones	Importaciones
3 113	20 359	678	11 024	1 604	3 872
AVIN ₁	17 246	AVIN ₂	10 346	AVIN ₃	2 268
Importación de agua virtual neta (suma AVIN₁₂₃)					29 859

Ilustración 1. Evolución de las importaciones y exportaciones de agua virtual en México.

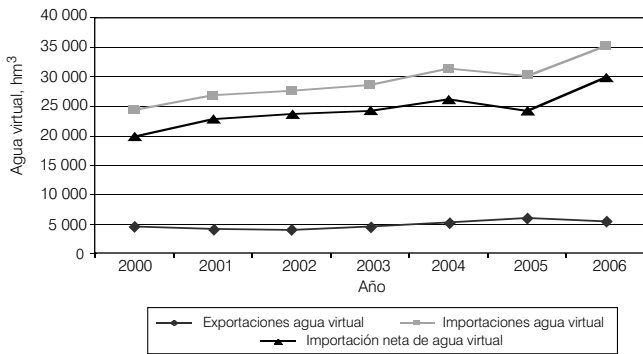
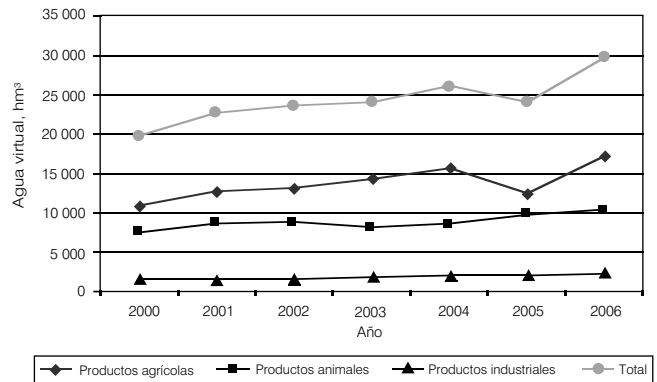


Ilustración 2. Comportamiento del agua neta virtual importada con los productos agrícolas, animales e industriales del año 2000 al 2006.



mismas se han incrementado en un 52%, en tanto que las exportaciones se redujeron drásticamente.

En cuanto a las bebidas, se puede observar que México es exportador neto de agua virtual, con 220 hm³ en 2006 contra 35 hm³ importados en el mismo año. Una situación similar acontece con los productos de petróleo-gas, combustibles y aceites minerales (Pemex, 2007), donde también México es exportador neto de agua virtual, pues en 2006 exportó 148 hm³ e importó 59 hm³ de agua virtual.

Huella hídrica

La huella hídrica de una persona, empresa o país se define como el volumen total de agua dulce usada para producir los bienes y servicios consumidos por dicha persona, empresa o país (Hoekstra y Chapagain, 2007).

Dado que no todos los bienes consumidos en un país son producidos en el mismo, la huella hídrica se calcula tomando en cuenta el uso de los recursos hídricos domésticos y los procedentes del extranjero. La huella hídrica incluye el agua superficial, la subterránea y la humedad del suelo.

La huella hídrica (HH) se calcula como el consumo doméstico de los recursos hídricos, menos las exportaciones de agua virtual, más las importaciones de

agua virtual. El consumo doméstico en México se estima en 76 100 hm³ al año.

De esta manera:

$$HH = Cd - Exp + Imp = 76\ 100 - 5\ 395 + 35\ 256 = 105\ 959 \text{ hm}^3/\text{año} \quad (1)$$

Donde:

Cd = consumo doméstico en hm³/año.

Exp = exportación de agua virtual en hm³/año.

Imp = importación de agua virtual en hm³/año.

La huella hídrica per cápita para México será:

$$HH_{pc} = HH/hab = 105\ 959/105 = 1\ 009.13 \text{ m}^3/\text{cápita/año} \quad (2)$$

Donde:

hab = población de México en millones de habitantes.

Según el Centro Virtual de Información del Agua (agua.org.mx, 2006), se estima que el promedio de la

huella hídrica de los Estados Unidos de América es de 2 480 m³/cápita/año, mientras que el promedio mundial es de 1 240 m³/cápita/año.

Conclusiones

México es un importador neto de agua virtual. En el año 2006 importó 29 859 hm³, con una tendencia creciente a partir del año 2000.

Los tres productos con los que más agua virtual exportó México en 2006 son los frutos comestibles, las legumbres y hortalizas, y las carnes y despojos comestibles, que representan el 43% del total de agua virtual exportada.

Por otro lado, los tres productos por medio de los cuales México importa más agua son los cereales, las carnes y despojos comestibles, los frutos y las semillas, lo cual significa el 83% del total de las importaciones de agua virtual de México.

En el caso de las bebidas y productos petroleros, en 2006 México fue exportador neto de agua virtual; en el caso de las primeras, la relación entre exportaciones e importaciones es de 6.3 a 1, y para los segundos es de 2.5 a 1.

Sin olvidar factores como los tratados y acuerdos comerciales internacionales, el crecimiento económico y poblacional, el desarrollo tecnológico, los subsidios a la agricultura, los precios internacionales de los productos agrícolas e insumos, las políticas macroeconómicas de importación y exportación de los países, las políticas microeconómicas, la cultura y religión de los productores, y la eficiencia en la producción agrícola o industrial, el comercio de agua virtual entre naciones es una forma de promover y propiciar un uso más eficiente del agua en el mundo.

El abastecimiento de alimentos y productos básicos es un problema de pobreza, más que de escasez hídrica.

En la medida en que se comprenda el sistema hidroeconómico, el agua virtual podrá ayudar a resolver los problemas de escasez de agua en muchas regiones del mundo.

Un riesgo de establecer políticas hídricas con base en el agua virtual es la dependencia alimenticia de las naciones, decisión que corresponde a cada país.

Aun cuando en México no se utiliza en forma explícita al agua virtual dentro de las políticas hídricas de comercio internacional, es una herramienta que debería aplicarse, especialmente en los sectores agropecuario e industrial, por medio de los programas y apoyos gubernamentales en marcha, impidiendo, por ejemplo, que se siembre alfalfa en el desierto, o productos agrícolas e industriales

altamente demandantes de agua en zonas con escasez de ella.

Finalmente, respondiendo a las preguntas: ¿existe suficiente agua para satisfacer una demanda creciente en casi todo el mundo?, ¿la crisis del agua es un mito o una realidad?, los autores coinciden con Rogers *et al.* (2006): sí existe agua suficiente para satisfacer la demanda de agua de las futuras generaciones, siempre y cuando se entienda a este líquido como un patrimonio de la humanidad, y se establezcan relaciones políticas, económicas, ambientales y sociales, que permitan, mediante el empleo de tecnologías modernas y conceptos como el agua virtual en el ámbito mundial o incluso regional dentro de los países, el aprovechamiento local de las aguas residuales tratadas, el empleo de tecnologías para desalar agua en zonas costeras o cercanas al mar, y el uso de la humedad del suelo en el campo, que permitan un aprovechamiento más justo y equitativo del agua.

Recibido: 18/12/2006

Aprobado: 31/07/2007

Referencias

- AGUA.ORG.MX. *Centro Virtual de Información del Agua*, 2006 [en línea] <http://www.imacmexico.org/>.
- ARREGUÍN, F. *Efficient Use of Water in Cities and Industry*. Efficient Water Use. Montevideo, Uruguay: UNESCO Rostlac. September 1994, pp. 61-92.
- ARREGUÍN, F. El uso eficiente del agua y la tecnología. *Ingeniería hidráulica en México*. Vol XII, núm. 1, enero-abril de 1997, pp. 91-98.
- ARREGUÍN, F., LÓPEZ, M. y ROSALES, M. The new Lerma Chapala Basin Surface Agreement: a step forward to integrated Water Resources Management of Mexico, *Hydrological sciences for managing water resources in the Asian developing world. The second GWSP Asia Network*. International Association Hydrological Science. China, June 8-10, 2006, pp. 71-72.
- ARREGUÍN, F. y MARTÍN, A. Desalinización de Agua. *Ingeniería hidráulica en México*. Vol. XV, núm. 1, enero-abril 2000, pp. 27-49.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. *Estadísticas del Agua en México 2006*. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua, 198 pp.
- CNA-IMTA. *Parámetros de Consumo de Agua en la Industria e Indicadores Industriales del Uso del Agua*. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1998 y 1999.

DEPARTMENT FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT.
Handbook for the assessment of catchment water demand and use. London: H.R. Wallingford, 2003, 37 pp.

HOEKSTRA, A. y CHAPAGAIN, A. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*. Vol. 21, 2007, pp. 35-48.

PEMEX. *Anuario estadístico 2006*. México: Petróleos Mexicanos, 2007, 63 pp.

ROGERS, P., LLAMAS, R. y MARTÍNEZ, L. *Water crisis: myth or reality?* London: Taylor and Francis Balkema, 2006.

SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES. *Tratado sobre aguas internacionales celebrado entre México y los Estados Unidos con fecha 3 de febrero de 1944*. México D.F.: Secretaría de Relaciones Exteriores, 1944.

Abstract

ARREGUÍN-CORTÉS, F., LÓPEZ-PÉREZ, M., MARENGO-MOGOLLÓN, H. & TEJEDA-GONZÁLEZ, C. *Virtual water in Mexico*. Hydraulic engineering in Mexico (*in Spanish*). Vol. XXII, no. 4, October-December, 2007, pp. 121-132.

The main concepts related to virtual water and the water footprint of a country are presented and calculated for Mexico. The results show that in 2006, the country imported 35,255 hm³ of virtual water (4.39 times the normal storage level of Lake Chapala) and exported 5,396 hm³, which means it is a net importer of 29,859 hm³ of virtual water, with a growing trend since the year 2000. Among other conclusions, it is noted that besides factors such as international treaties, economic and population growth, technological development, agricultural subsidies, international prices of agricultural products and inputs, macroeconomic import and export policies, and the culture of producers and agricultural or industrial production efficiency, the trade of virtual water among nations is a way of making a more efficient use of water worldwide and that, ultimately, the problems of food and basic products supply is more a poverty issue than one of water shortage. It is also noted that, while virtual water is not explicitly used in Mexico as part of the water policies of international trade, it is a tool that should be applied nationwide—especially in the agricultural, animal husbandry and industrial sectors—by means of ongoing government programs and supports, such as forbidding the sowing of alfalfa in the desert or the establishment of water-hungry industries in water-shortage areas.

Keywords: virtual water, water footprint, water importation, water exportation.

Dirección institucional de los autores:

*Dr. Felipe Arreguín-Cortés
M.C. Mario López-Pérez
M.I. Carlos Tejeda-González*

Comisión Nacional del Agua,
Avenida Insurgentes Sur 2416, piso 8,
colonia Copilco El Bajo,
Delegación Coyoacán,
040340 México, D.F.,
teléfono: + (52) (55) 5174 4400,
fax: + (52) (55) 5174 4402,
felipe.arreguin@cna.gob.mx,
mario.lopezperez@cna.gob.mx,
carlos.tejeda@cna.gob.mx

Dr. Humberto Marengo-Mogollón

Comisión Federal de Electricidad,
Tecoyotitla 262, casa 3, colonia Florida,
01030 México, D.F.,
teléfono: + (52) (55) 5525 2569,
fax: + (52) (55) 5207 0287,
humerto.marengo@cfe.gob.mx