AÑO	TOTALES*	INGRESOS HOSPITAL	FALLECIMIENTOS
2005	38	5	2
2006	59	10	1
2007	48	4	1
2008	58	3	0
2009	69	5	1

* Notificaciones de hospitales y Atención Primaria

Fuente: Elaboración propia. Informes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia sobre el plan de acciones preventivas contra los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud

La implantación del Plan Regional de Acciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud desde el año 2004, y hasta la actualidad ha conseguido los siguientes logros:

- Se pone en marcha el servicio de Teleasistencia Domiciliaría y Ayuda a Domicilio para personas mayores en 2007 que cubre 31 municipios.
- En centros sociosanitarios se mejoran e implementan los sistemas de refrigeración ambiental y se evita que los mayores estén al aire libre en las horas de máximo calor.
- Se detectan nuevos grupos de riesgo frente al exceso de temperaturas: obreros de la construcción, personas que realizan ejercicio físico al aire libre, trabajadores agrícolas, etc.
- A través de la Comisión Regional del Trabajo, el Director General de Salud Pública notifica que los trabajadores pertenecen al grupo de riesgo frente a los extremos térmicos y son los que generan más ingresos hospitalarios y fallecimientos.

7. BIBLIOGRAFÍA

Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

Protecting Health from Climate Change. World Health Day 2008. World Health Organization. 2008. Disponible en: http://www.who.int/world-health-day/toolkit/report_web.pdf

Heat-waves: risk and responses. World Health Organization 2004. Disponible en: http://www.euro.who.int/document/E82629.pdf

Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud. Año 2009. Disponible en: http://www.msps.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planAltasTemp/2009/docs/planExcesoTemperaturas2009.pdf

Informe de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia sobre el plan de acciones preventivas contra los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud. Año 2009. Disponible en: http://www.murciasalud.es/pagina.php?id=50260&idsec=1834

4.2. Pediatría y Cambio Climático en la Región de Murcia

J.A. Ortega García, M.F. Sánchez-Sauco, M. Alcaraz Quiñonero* y M. Sánchez Solís
Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica. Paediatric Environmental Health Specialty Unit Murcia (PEHSU-Murcia).
Servicio de Pediatría. *Gerencia Area 1. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia, Spain.

INTRODUCCIÓN [1-4]

El progreso industrial, durante la segunda mitad del siglo XX, con los cambios socioeconómicos inherentes, ha permitido mejorar las condiciones higiénicas y de salud en los países occidentales, disminuyendo notablemente la morbimortalidad relacionada con la pobreza. La salud poblacional, como condición sostenible, requiere una protección continua para asegurar: aire ambiental no contaminado interno y externo; agua potable; alimentos adecuados; temperaturas tolerables; clima estable; protección de radiaciones ionizantes y ultravioletas; y niveles elevados de biodiversidad medioambiental[1]. Pero el desarrollo económico excesivo también presenta efectos contraproducentes secundarios a la masiva industrialización que genera un deterioro global de las condiciones medioambientales, con repercusiones negativas en la salud humana[2]. Los resultados de numerosos estudios científicos sugieren que las actividades humanas, principalmente el uso masivo de combustibles fósiles, han modificado la composición natural del aire[1-3]. La contaminación atmosférica de gases con efecto invernadero produce un calentamiento de la superficie terrestre más allá de la variabilidad natural del sistema climático, condicionando el denominado Cambio Climático[4]. Estos cambios inducidos por la industrialización presentan efectos locales y globales, y amenazan los sistemas ecológicos de los que dependen todas las especies vegetales y animales, incluidos los humanos. Degradan y erosionan la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras, objetivos primordiales y finales del desarrollo humano. Nuestra intención en el presente trabajo es divulgar los efectos sobre la salud humana y en particular en la salud de la infancia. Al mismo tiempo proponer acciones de protección ante este desafío global para la pediatría en la Región de Murcia.

VULNERABILIDAD INFANTIL

Los profesionales de la salud necesitamos comprender mejor la relación entre el medio ambiente y la salud para poder fundamentar más eficazmente la toma de decisiones. Los principales factores que determinan la vulnerabilidad de una sociedad y son determinantes básicos en la salud de la infancia están expuestos en la tabla 1[5].

Existen unos grupos poblacionales de mayor vulnerabilidad ante la acción del Cambio Climático. Estos grupos son los siguientes: época fetal, infantil, juvenil, mujeres, y especialmente las embarazadas y lactantes, tercera edad, minorías étnico-culturales y enfermos crónicos. La población pediátrica, que abarca las dos primeras décadas de la vida, engloba a tres de los grupos más vulnerables a las amenazas medioambientales, por los siguientes motivos[6-7]:

Tabla 1. Factores que determinan la vulnerabilidad de las poblaciones

La pobreza y la carencia asociada de recursos e infraestructura técnica.
El estado alimenticio (por ejemplo, las poblaciones con carencia de alimentos en el África sub-Sahariana).
Aislamiento.
La situación geográfica, por ejemplo, las poblaciones de la costa o pequeñas islas, que están expuestas al crecimiento del nivel del mar y la intrusión de agua salada en el suelo.
Inflexibilidad cultural.
Rigidez política.

Inmadurez biológica

Todos los sistemas orgánicos atraviesan diversas fases de maduración tanto anatómica (rápido crecimiento celular con hiperplasia e hipertrofia celular) como fisiológica (déficit de todos los sistemas fisiológicos, en especial, los de inmunovigilancia y detoxificación), que se inician en la época fetal, persisten durante el periodo infantojuvenil, para terminar al final de la adolescencia e inicio de la época adulta.

Mayor consumo energético y metabólico

Por el rápido crecimiento y desarrollo, los niños necesitan un mayor aporte de oxígeno y de sustancias nutricionales. Por ello, comen más alimentos, beben más líquidos y respiran más aire por kilogramo de peso corporal que los adultos. Los niños, de manera especial durante los primeros diez años de vida, inhalan, ingieren y absorben transdérmicamente más sustancias tóxicas medioambientales por kilogramo de peso que un adulto. Si a ello unimos la menor capacidad para neutralizar, detoxificar y eliminar los contaminantes externos, sus efectos adversos van a ser más intensos y persistentes.

Comportamiento social

Los niños, por su conducta natural e innata, presentan una mayor espontaneidad, curiosidad y confianza hacia su entorno, provocando una mayor indefensión ante las agresiones medioambientales y los signos de alarma que avisan/alertan a los adultos. La tendencia a descubrir, tocar, respirar, degustar y muchas veces ingerir sustancias u objetos que exploran, como tierra, pinturas, plásticos, etc., los convierte en individuos especialmente expuestos a los tóxicos medioambientales. Al reptar, gatear y arrastrarse por los suelos domésticos y en los espacios exteriores, están más expuestos a los contaminantes potenciales del polvo, suelo, plomo de las pinturas, trozos de juguetes y plásticos, químicos domésticos y de jardinería o agricultura, etc. Incluso en el mismo ambiente doméstico, durante los primeros dos años de vida, al estar más tiempo a ras del suelo, y por su menor estatura los niños respiran compuestos orgánicos volátiles que son más densos y pesados que el aire y que los adultos no inhalan.

Mayores expectativas de vida

Como los niños tienen por delante muchos más años potenciales de vida, pueden desarrollar efectos a medio y largo plazo ante exposiciones crónicas en bajas dosis de los contaminantes ambientales.

Nula capacidad de decisión

Los niños no tienen capacidad de decisión en relación con los temas medioambientales relacionados con el Cambio Climático que les afectan con mayor gravedad que a los adultos y que hipotecan irreversiblemente sus hábitats futuros.

EFECTOS ADVERSOS SOBRE LA SALUD DE LOS NIÑOS [5, 8]

Efectos sobre la salud

Los efectos sobre la salud de la infancia en Europa derivados del Cambio Climático Global aparecen resumidos en la tabla II y a continuación pasamos a detallar los más importantes.

Precipitaciones ácidas

Este concepto designa a las precipitaciones atmosféricas húmedas (lluvia, granizo, niebla, rocío, aguanieve y nieve) y secas (cenizas, polvos y partículas gruesas y finas) que contienen ácidos en su composición. La precipitación ácida es generada principalmente por los derivados ácidos del CO_2, NO_2-NO_3 y SO_2.

El dióxido de carbono en contacto con la humedad ambiental, las radiaciones ultravioletas e infrarrojas, reacciona con radicales hidroxílicos para formar ácido carbónico (CO3H2), el cual contribuye a que el pH habitual de la lluvia sea alrededor de 6, y lógicamente, contamina los ecosistemas aéreos, acuáticos y terrestres.

Las personas respiramos aire, bebemos agua y consumimos alimentos contaminados por las precipitaciones ácidas. Directamente ocasiona conjuntivitis, rinitis, faringitis, laringitis, traqueítis y bronquitis agudas y crónicas. También incrementan y exacerban las crisis asmáticas. Indirectamente, disuelve los metales tóxicos (mercurio, plomo, aluminio, cobre, etc.) que están inertes en la tierra, y a través de la cadena trófica de alimentos, pasan a los humanos produciendo diversas alteraciones gastrointestinales, renales, hepáticas y neurológicas. En personas más débiles ocasionan muertes prematuras.

Las precipitaciones ácidas también afectan adversamente a los ecosistemas vegetales y acuáticos. Por su efecto corrosivo sobre piedras, mármoles, estructuras metálicas al aire libre, etc., aceleran su erosión natural y deterioran las estructuras de los sistemas públicos de asistencia.

Estrés térmico

Ocasiona un calentamiento de las zonas templadas con un incremento de los días calurosos. Las oleadas de calor causan un incremento de mortalidad, secundario a la excesiva demanda del sistema cardiovascular requerida para la refrigeración fisiológica. El calor también agrava algunas enfermedades preexistentes en poblaciones vulnerables como jóvenes, ancianos y enfermos crónicos. La mortalidad en los días de calor intenso se asocia predominantemente con alteraciones cardiovasculares, broncopulmonares y cerebrovasculares. Los cálculos establecen una disminución de la mortalidad por la aparición de inviernos más templados; pero no llegaría a alcanzar el incremento de la tasa provocada por las olas de calor y aumento de las temperaturas.

También ocasiona una importante morbilidad, ya que origina agotamiento físico, calambres musculares, síncope y lipotimias y alteraciones cutáneas. Tanto la mortalidad como la morbilidad asociada al calor extremo se incrementan cuando existe viento flojo o calmado, humedad alta y radiación solar intensa

Empeoramiento de la calidad global del aire

El empeoramiento de la calidad global del aire exacerba las enfermedades respiratorias agudas y crónicas especialmente las de etiología alérgica. Incluso a niveles de exposición relativamente bajos, los individuos sanos pueden experimentar dolor torácico, tos y dificultad respiratoria. La polución atmosférica combinada con el calor acelera e incrementa la producción y concentración de oxidantes fotoquímicos en áreas urbanas y rurales, que irritan y dañan las mucosas nasales, orofaríngeas, laríngeas, traqueales y broncopulmonares.

El calentamiento global puede afectar la estacionalidad de algunas alergias respiratorias al alterar el desarrollo, crecimiento y floración de las plantas que liberan alergenos aéreos. También repercute negativamente en las alergias digestivas y dermatológicas, así como en la fiebre del heno.

Tabla 2. Efectos de salud infantil potenciales en el cambio climático

EFECTOS EN EL MEDIO	RESULTADOS SOBRE LA SALUD
Efectos directos	
Precipitaciones ácidas	Enfermedades respiratorias.
	Alteraciones en la cadena trófica de alimentos.
	Daños a las infraestructuras de salud pública. *
Exposición a temperaturas extremas	Cambios en la prevalencia de enfermedad y de la mortalidad relacionada con el frío y calor.
Alteraciones en la frecuencia o intensidad de acontecimientos extremos meteorológicos.	Muertes, heridas, desórdenes psicológicos.
	Daños a las infraestructuras de salud pública.
Efectos indirectos	
Las alteraciones en sistemas ecológicos: efectos sobre la variabilidad y actividad de vectores y parásitos.	Variabilidad geográfica e incidencia de enfermedades transmitidas por vectores.
Cambios en la ecología microbiológica del agua y alimentos.	Alteraciones en la incidencia de la diarrea y otras enfermedades infecciosas.
Cambios en la productividad de las cosechas, por el cambio del clima, parásitos, plagas.	Desnutrición y hambre. Y daño consiguiente sobre el desarrollo y crecimiento infantil.
Aumento del nivel del mar provocando el desplazamiento demográfico y el daño de infraestructuras.	Riesgo aumentado de enfermedades infecciosas.
	Trastornos psicológicos.
Impacto biológico de cambios en la contaminación atmosférica (incluido polen y esporas).	Asma y alergia.
	Enfermedades agudas y crónicas respiratorias.
	Muertes.
La fractura social, económica, y demográfica que afecta a la economía, desarrollo de infraestructuras y el suministro de recursos.	Grandes consecuencias en salud pública, salud mental, enfermedades infecciosas y estado alimenticio de las poblaciones.
	Luchas civiles.

Por encima de 30-32 °C hay una intensa relación directa y positiva entre la temperatura y las concentraciones de ozono. En los niños europeos de 0 a 4 años entre el 1,8% al 6,4% de todas las muertes son atribuibles a la contaminación atmosférica y el 4,6% a la contaminación del aire interior.

Desastres climatológicos

Estos incidentes ocasionan un fuerte impacto negativo sobre la salud con importantes pérdidas de vidas y graves repercusiones socioeconómicas. Las inundaciones son el tipo más frecuente de desastre climatológico en nuestras latitudes.

El calentamiento global aumenta los incidentes causados por las temperaturas extremas. Las precipitaciones muy intensas asociadas al calentamiento del agua del mar y el contraste con bajas temperaturas en niveles atmosféricos altos, causan inundaciones, pérdidas humanas por ahogamientos y morbilidad por traumatismos, enfermedades infecciosas, estrés y los efectos adversos asociados a problemas sociales, ambientales y emigración forzosa. Las inundaciones destruyen los suministros de alimentos y contribuyen a la aparición de enfermedades infecciosas secundarias a la ruptura de infraestructuras sanitarias (conduc-

ciones de agua potable y canalizaciones de desagües y aguas residuales). Además, liberan substancias químicas peligrosas al desbordar o romper los depósitos industriales donde se almacenan y tratan los materiales tóxicos, contaminando las aguas y los alimentos vegetales y animales.

Enfermedades transmisibles por insectos

La transmisión de muchas enfermedades infecciosas está influida por el factor climático. Las condiciones del efecto invernadero pueden ayudar a que se esparzan a países templados, como el nuestro, las enfermedades típicas de los países más cálidos. Nuestra cercanía a África, y el ser paso migratorio de las aves, junto con los cambios climáticos convierten nuestro país en área vulnerable.

Las enfermedades vectoriales susceptibles de ser influidas por el cambio climático y emerger en España aparecen en la **tabla 3**.

Los agentes infecciosos y sus insectos vectores son sensibles a los factores ambientales como la temperatura, aguas superficiales, humedad del suelo y del aire, dirección de los vientos y cambios en la distribución de los bosques. Las enfermedades más importantes en nuestro entorno mediterráneo transmitidas por vectores de las que se espera un aumento por el cambio del clima son la leishmaniasis y la enfermedad Lyme y otras como la malaria sufrirán un riesgo de reintroducción en Europa occidental a no ser que los programas para controlar los vectores sean reforzados. El Centro Europeo de Medio Ambiente y el grupo de trabajo de salud sobre las implicaciones del CCGIH para la salud humana han identificado dos enfermedades transmitidas por insectos como prioridad de vigilancia durante el Cambio de Clima en Europa: malaria y encefalitis transmitida por garrapatas. En España también, la más factible amenaza sería la instauración del mosquito *Aedes albopictus*, que sería capaz de transmitir enfermedades virales como la del Nilo occidental o el dengue.

Enfermedades transmitidas por el agua

Agua dulce

El Centro Europeo de Medio Ambiente y el grupo de trabajo de salud sobre las implicaciones del CCGIH para la salud humana ha identificado dos enfermedades transmitidas por

Tabla 3. Efectos de salud infantil potenciales en el cambio climático

ENFERMEDAD	AGENTE	VECTOR	CLÍNICA
Denge	Flavivirus	Mosquito	Fiebre viral hemorrágica
Nilo Occidental (West Nile)	Flavivirus	Mosquito	Encefaltis
Fiebre de Congo Crimea	Nairovirus	Garrapata	Fiebre viral hemorrágica
Encefalitis por Garrapata	Flavivirus	Garrapata	Encefalitis
Fiebre del Valle del Rift	Phlebovirus	Mosquito	Fiebre viral hemorrágica
Fiebre botonosa	Rickettsia conorii	Garrapata	Fiebre maculada
Tifus murino	Rickettsia typhi	Pulga	Fiebre tífica
Enfermedad de Lyme	Borrelia burgdorferi	Garrapata	Artritis, meningitis, carditis
Fiebre recurrente endémica	Borrelia hispanica	Garrapata	Fiebre recurrente
Malaria	Plasmodium sp.	Mosquito	Fiebres palúdicas
Leishmaniosis	Leishmania sp.	Flebotomo	Kala-azar

insectos con prioridad para la vigilancia durante el Cambio de Clima en Europa: Campylobacter y Cryptosporidium parvum.

Muchas enfermedades gastrointestinales están causadas por microorganismos que contaminan las aguas dulces como bacterias (Salmonella, Shigella, Campylobacter, etc.), virus (rotavirus y enterovirus) y protozoos (Giardia Lamblia, Toxoplasma y Criptosporidium). Los cambios climáticos afectan a la distribución y calidad de las aguas superficiales y subterráneas, incrementando estas enfermedades tanto en las épocas de inundaciones como en las de sequía al dificultar o impedir las medidas mínimas de higiene individual o colectiva. En el caso de precipitaciones fuertes, como hemos comentado anteriormente, se favorece la contaminación de las aguas dulces superficiales y subterráneas por el filtrado rápido de residuos peligrosos y la contaminación secundaria de los pozos sépticos de las actividades ganaderas y humanas.

Agua salada o marina

El calentamiento excesivo del agua del mar favorece el crecimiento de organismos tóxicos como algas que afectan inicialmente a los peces y secundariamente a las personas, produciendo intoxicaciones con trastornos digestivos y neurológicos. El zooplancton que se alimenta de algas puede servir de reservorio para el Vibrio Cholerae y otros patógenos entéricos como bacilos Gramnegativos. Las formas quiescentes del Vibrio Cholerae permanecen largos períodos en las aguas y pasan a ser infecciosas cuando los nutrientes, el pH y la temperatura del agua lo permiten.

Efectos psicosociales

De forma rutinaria se tiende a valorar la importancia del medio ambiente en la salud atendiendo a la incidencia de enfermedades bien definidas, o como causa de muerte. En nuestro siglo, el medio ambiente no sólo es transportador de substancias tóxicas sino, y esto es lo novedoso, que actúa de forma indirecta sobre la salud al interactuar con otros condicionantes sociales, vivienda, etc. De hecho hay síntomas más sutiles, muy frecuentes, difíciles de evaluar, como las jaquecas, nauseas, erupciones hiperexcitabilidad, irritabilidad, trastornos del sueño, tendencias depresivas, estrés..., que al no ser medibles o ser poco creíbles desde el punto de vista biológico no se tienen en cuenta. Aunque son determinantes para el estado de bienestar de los individuos.

Cambio Climático y cáncer. Exposición infantil a Radiaciones Ultravioleta.

El grado de incidencia en el aumento del cáncer de piel aún no está determinado. Asumiendo que no ocurra ningún cambio en el comportamiento de la población en general, un agotamiento constante del ozono de la estratosfera de un 10 a un 15 por ciento a lo largo de varias décadas, tal como está calculado, podría dar como resultado entre un 15 y un 20 por ciento de incremento del cáncer de piel en la población blanca, o bien 250.000 casos adicionales cada año.

PEDIATRÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO [5, 9,10]

La Organización Mundial de la Salud en 1993, ante la progresiva contaminación de los ecosistemas ambientales y la creciente preocupación social ante los efectos potencialmente adversos en la salud humana, definió la salud medioambiental como: a) los aspectos de la salud humana, incluyendo la calidad de vida, determinados por las interacciones de los agentes medioambientales físicos, químicos, biológicos, psíquicos y sociales; y b) los aspectos teóricos y prácticos para evaluar, corregir, controlar, modificar y prevenir los factores o agentes medioambientales que, potencialmente, afecten negativamente la salud de las generaciones presentes y futuras.

Los niños constituyen un sector de mayor riesgo ante las agresiones medioambientales. Las violaciones de sus derechos a la salud y a un medioambiente cuidado conducen

a alteraciones físicas, mentales y sociales. Los pediatras tenemos la responsabilidad de implicarnos en iniciativas para reducir la degradación medioambiental y mejorar la calidad global de vida. Estas responsabilidades derivan del conocimiento de los efectos actuales y potenciales de la degradación ambiental sobre la salud infantil. Aunque los profesionales sanitarios disponemos de escasa capacidad legal para controlar las fuentes de riesgo ambiental, tenemos toda la autoridad moral y científica para, en la salud personal y colectiva, defender y exigir la reducción y eliminación de las mismas. Los pediatras tenemos el deber y la obligación de impulsar las medidas de salud ambiental como una de nuestras máximas prioridades actuales, para garantizar a las generaciones actuales y asegurar a las venideras un medio ambiente sostenible y sano.

Hay claramente unas barreras para ser un "abogado-pediatra". La principal es la escasa ó nula formación en salud medioambiental de la mayoría de los pediatras que coloca a muchos niños en riesgo. Además, las tareas de defensa y compromiso de la justicia medioambiental consumen tiempo y energías, que puede tener un efecto adverso sobre la actividad asistencial y la relación con el resto de compañeros.

Para ser un pediatra defensor no es necesario tener dedicación completa ni generar datos originales basados en la experimentación propia. Hay muchos pediatras, que trabajan en sus comunidades de vecinos, ONGs y/o instituciones realizando informes y revisiones científicas, adaptándolos para que sean útiles y comprensibles para la sociedad civil. Hay muchas oportunidades para la participación personal en actividades de defensa medio ambiental. En la **tabla 4** aparecen algunas propuestas para involucrarse, y en la **tabla 5** algunas recomendaciones para distribuir a los padres en la consulta.

Tabla 4. Como puede involucrarse en la protección medioambiental el pediatra de Atención Primaria

Solicitando formación académica en salud medioambiental pediátrica y cambio climático.
Colaborar con una ONG local que defienda la salud y medioambiente impartiendo charlas educativas (sobre la salud de la infancia, vulnerabilidad a los tóxicos, efectos en la salud del cambio climático…), asistiendo a las reuniones, peritajes, …
Colabora con las autoridades locales y regionales para identificar los riesgos ambientales más importantes de tu área de trabajo y en la búsqueda activa de soluciones.
Consejos prácticos para la consulta: Coloca a diario o semanalmente en el tablón de anuncios del Centro de Salud los niveles de calidad del aire de tu ciudad-comunidad, entrega una pequeña hoja sobre como crear ambientes saludables.
Apoya con informes de salud para eliminar el tabaco.
Participa en el programa de la salud en la escuela e incluye aspectos que mejoren la calidad ambiental en los colegios.
Apoyando económicamente a una ONGs.

Tabla 5. Ayuda a crear entornos saludables. Mensajes para los padres

1. No fumes y evita los ambientes con humo de tabaco
2. Da el pecho a tus hijos hasta que tú quieras
3. Adoptar un estilo de vida físicamente activo y estimula el ejercicio físico en tus hijos de forma regular. Realice al menos 45 minutos diarios de actividad física
4. Reducir el aporte calórico. Mantener un peso saludable
5. Evitar el consumo de alcohol. Prevenga el consumo de otras drogas
6. Fomenta una dieta más "vegetariana" en tu hogar, incluye más frutas, verduras, legumbres y cereales y disminuye el consumo de proteínas de origen animal
7. Compra productos "ecológicos" con garantía de producción limpia. Si no encuentras alguno pídelo en tu tienda. La mejor forma de incrementar el mercado es solicitarlo
8. Separa las basuras, reduce, recicla y reutiliza todos los residuos que puedas
9. Utiliza el transporte público y la bicicleta
10. Evita y proteje de la exposición solar a tu hijo. Evita la exposición en horas extremas (entre las 11 y 16 horas). En otros horarios, use cremas de protección solar y ropa adecuada.
11. Elimina y disminuye la posibilidad de arrastrar trazas de sustancias químicas de tu trabajo a casa
12. Utiliza sistemas de ventilación y calefacción seguros
13. Disminuye y busca alternativas al uso de productos químicos en el hogar (pesticidas, limpieza…)
14. Pide que el transporte escolar esté libre de partículas diesel
15. Apuesta por una mayor utilización de energías alternativas: hidráulica, solar y eólica

Principio de precaución en la práctica pediátrica [11,12]

Es necesario un cierto nivel de calidad ambiental, y cuando una actividad tecnológica o industrial amenaza hipotética y razonablemente la salud humana o el medio ambiente natural, rápidamente se deben instaurar las medidas precautorias y cautelares oportunas de protección, antes de que las asociaciones causa-efecto se hayan establecido completamente con bases científicas. El disponer de medidas legislativas y ejecutivas para cumplir precozmente este concepto puede prevenir o atenuar alguno de los daños que pueden sufrir a veces de forma irreversible el medio ambiente y las personas. El principio de precaución, no supone un status quo, sino todo lo contrario, nos debe hacer avanzar en la búsqueda constante de alternativas tecnológicamente viables y económicamente razonables. Cuando uno mira la evolución descendente de los estándares de determinados tóxicos como el mercurio, plomo,... a lo largo de los últimos 40 años valoramos la importancia del principio de "cautela" o "precaución". Este principio nos asegura el poder disfrutar y gozar de un patrimonio ambiental cuidado. Los pediatras ocupamos un lugar estratégico y privilegiado para detectar a familias en riesgo. Los pediatras cumplen un papel muy especial, ya que son los que diagnostican y tratan las enfermedades en la infancia, educan sanitariamente a los padres y familiares, fomentan la conciencia respecto a la salud y el bienestar, y actúan como profesionales de confianza para defender y apoyar con éxito cambios en las políticas de salud. Cuando un pediatra detecta un riesgo real ó potencial más que medir o cuantificar el pediatra intenta eliminarlo ó reducirlo de la

vida de los niños. En pediatría aplicamos el mejor juicio científico para proteger a los más vulnerables, errando en la parcela de la precaución, y esto nos convierte en ejecutores prácticos del Principio de Precaución.

¿QUÉ SON LAS UNIDADES DE SALUD MEDIOAMBIENTAL PEDIÁTRICA? [9,13]

Una Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica (PEHSU son las siglas en inglés -Paediatric Environmental Health Specialty Unit-) es una unidad clínica situada en un departamento ú hospital pediátrico donde pediatras y enfermeros con experiencia en SMA trabajan con otros profesionales sanitarios (enfermeros, ginecólogos, otros especialistas pediátricos, médicos de familia, toxicólogos, biólogos, técnicos de salud medioambiental…) y no sanitarios (químicos, ingenieros, físicos, maestros…). Estas unidades son capaces de reconocer, evaluar, tratar y prevenir las enfermedades y los riesgos ambientales en la infancia así como de proporcionar asistencia, educación, formación teórico-práctica e investigación clínica.

La OMS y la UE estimulan al desarrollo de estrategias para la SMA pediátrica en unidades y centros de excelencia. El Plan de Acción Europeo Salud de los Niños y Medio Ambiente (CEHAPE en inglés de Children's Environment and Health Action Plan for Europe) reconoce la necesidad de: a) incrementar la formación en SMA de profesionales de la salud orientados hacia la infancia y b) crear Unidades Clínicas de Salud Medioambiental Pediátrica en todo el continente.

La herramienta de trabajo fundamental en PEHSU es la HCMAP. En las enfermedades provocadas o inducidas por los factores medioambientales menos comunes o en las que sea necesario una información más compleja sería adecuado contactar con un centro PEHSU. Actualmente en España, existe la PEHSU con estructura consolidada en el hospital Universitario Virgen de la Arrixaca de Murcia y se dan pasos de consolidación en otras comunidades.

SALUD AMBIENTAL ESCOLAR Y PEDIATRÍA EXTRAHOSPITALARIA [14]

Los pediatras deben colaborar activamente con otros profesionales (enfermeros, maestros, asociaciones de padres, administraciones políticas, etc.) para conseguir ambientes escolares saludables, sanos y seguros, tanto en su continente como en su contenido. Las escuelas deben ser lugares seguros para que nuestros niños aprendan, jueguen y convivan libres de los riesgos ambientales físicos (temperaturas extremas, ruidos fuertes, líneas eléctricas de alto voltaje, etc), químicos (humo del tabaco, pesticidas, motores diesel en el transporte escolar, asbesto, plomo, compuestos orgánicos persistentes, etc), biológicos (gérmenes, virus, parásitos, etc) y sociales (pobreza, racismo, intolerancia, insolidaridad, etc). Al mismo tiempo el contenido (educación, instrucción y aprendizaje) debe contemplar como tareas prioritarias el conocimiento de los contaminantes medioambientales y sus efectos adversos en los ecosistemas naturales y en la salud humana. Estos temas deben ser introducidos precozmente y mantenidos durante todas las fases de maduración cognitiva y conductual desde la 1ª infancia hasta la pubertad. En PEHSU trabajamos en el desarrollo de una **guía de acción medioambiental escolar** (**tabla 6**). Actualmente existen algunas experiencias en el colegio San Jorge (Molina de Segura-Murcia) y otros colegios de la Región.

CÓMO OBTENER LA HISTORIA CLÍNICA MEDIOAMBIENTAL [9]

Todas las visitas de pediatría deberían incluir antecedentes ambientales breves como la ocupación de los padres y la historia de tabaquismo. En Atención Primaria y extrahospitalaria el pediatra debe tener cierto grado de información de la comunidad en la que vive el niño y los peligros ambientales más importantes en ella.

Tabla 6. Aspectos básicos de una Guía de Acción Medioambiental Escolar para pediatría extrahospitalaria

Provisión de Necesidades Básicas	Construcción en lugar seguro (alejado de ramblas y avenidas, autopistas, industrias peligrosas…)
	Materiales seguros en la construcción
	Temperatura adecuada
	Agua
	Alimentos saludables
	Luz
	Ventilación
	Colegios sin tabaco
	Clases apropiadas, no apiñadas
	Patios de recreo seguros
	Instalaciones sanitarias
	Asistencia médica de emergencia
Protección frente a los contaminantes y riesgos biológicos	Hongos
	Agua escasa e insegura
	Escasa seguridad alimentaria
	Enfermedades transmitidas por vectores
	Animales venenosos
	Ratas e insectos peligrosos
	Otros animales (perros,…)
Protección frente a los contaminantes sociales	Violencia escolar y social
	Contaminación publicitaria (tabaco, alcohol…)
Protección frente a los contaminantes físicos	Ruido
	Calor y frío extremos
	Radiación (radón, ultravioleta y líneas de alta tensión)
Protección frente a los contaminantes químicos	Tabaco y alcohol
	Contaminantes del aire exterior (Tráfico y transporte, industrias…)
	Contaminantes del aire interior (compuestos orgánicos volátiles, metales pesados, productos de laboratorio, esporas…)
	Contaminantes en el agua
	Pesticidas
	Amianto
	Asbestos
	Pinturas
	Productos de limpieza
	Residuos y productos peligrosos
	Partículas diesel en los autobuses escolares

La historia clínica medioambiental forma parte de la historia clínica estándar. Está formada por un conjunto de preguntas básicas y concisas que nos permiten detectar a las familias en riesgo.

Aquellos pacientes con enfermedades como el asma, cáncer, malformaciones, trastornos endocrinos y neurológicos no filiados, u otras patologías multifactoriales, o aquellos cuyos padres están preocupados por algún peligro ambiental, requieren investigar los antecedentes ambientales de una forma más completa. Es fundamental el reconocimiento académico/institucional así como la necesaria capacitación y dotación de esta nueva área específica de la pediatría.

LA "HOJA VERDE" EN ATENCIÓN PRIMARIA [9]

En las visitas del "niño sano" deben incorporarse unas preguntas de rutina que ayudarán a identificar a los niños en mayor riesgo por las exposiciones de los contaminantes ambientales. Los grupos de preguntas o ítems en la "hoja verde" se agrupan en referencia a las exposiciones procedentes de: la comunidad (incluido barrio y escuela), casa, *hobbies* o aficiones, exposición laboral y conductas personales. Los programas autonómicos de atención a niños y adolescentes en nuestro país constituyen una oportunidad única para detectar los riesgos ambientales y al mismo tiempo incrementar la conciencia y sensibilización medioambiental tanto en los profesionales sanitarios como en las familias incrementado de esta forma la calidad de vida y ambiental en la comunidad.

AIRE EXTERIOR Y PEDIATRÍA [15-17]

Son muchos los contaminantes atmosféricos en el aire libre y muy variados sus efectos. Los más conocidos y estudiados de la contaminación ambiental están en relación con la patología respiratoria. Los contaminantes en relación con esta patología más importantes son la materia particulada, ozono, NOx y SO_2.

La materia particulada en el aire exterior está relacionada con los vehículos, especialmente diesel (en la infancia destaca el uso de transporte escolar diesel) y con los proceso industriales. La principal fuente de exposición a NOx en el aire exterior es el tráfico de vehículos en las zonas urbanas. El ozono es un contaminante secundario a la fotooxidación de NOx y COVs emitidos por el tráfico y las emisiones de las centrales térmicas. Generalmente, las concentraciones más altas se encuentran en las zonas periurbanas o rurales alejadas de los foco emisores.

La exposición a SO_2 produce un incremento, dosis dependiente, de las resistencias de la vía aérea. Las concentraciones de SO_2 han ido disminuyen en España a medida que se han ido sustituyendo los combustibles, procesos y tecnologías industriales, por alternativas más limpias. La toxicidad del SO_2 se exacerba al respirar por la boca, mecanismo predominante en el niño pequeño.

La mayoría de los contaminantes ambientales peligrosos (asbesto, mercurio, radionúclidos…) no se contemplan en los programas de vigilancia y control medioambiental pero incrementan el riesgo a desarrollar enfermedades alérgicas (asma), trastornos endocrinos, cáncer, etc.

La creciente conciencia social por a) la globalización tecnológica-industrial; b) el impacto de un urbanismo salvaje y c) el aumento de la prevalencia de asma y otras patologías respiratorias en niños, hace que la calidad del aire se haya transformado en un tema de preocupación pública. Los pediatras tenemos poca capacidad para regular las emisiones industriales pero podemos dar recomendaciones específicas para evitar o reducir las consecuencias de la contaminación medioambiental.

Establecer un sistema de vigilancia de la situación atmosférica de todo Estado Español con acceso rápido y online desde las consultas de pediatría también ayudaría a minimizar el impacto sobre la salud de los niños. A través

de la web de PEHSU (www.pehsu.org) cualquier pediatra puede tener acceso rápido para conocer información sobre calidad del aire de su zona de trabajo.

Cuando la calidad del aire en el área de salud supera los índices de calidad del aire o los umbrales de información es preciso notificarlo al público (poniendo carteles en el centro de salud, correo electrónico,...) (ver tabla 4). En concreto, los pediatras debemos recomendar que los niños eviten la actividad vigorosa en exteriores durante los episodios de exposición máxima al ozono, especialmente en los meses de mayo a septiembre. En los niños con asma se debería limitar o evitar el ejercicio en el exterior cuando las cifras de los contaminantes estén altas o sobrepasen los valores límite.

En pacientes sensibilizados a algún alergeno exterior las recomendaciones que están orientadas a reducir la exposición y pueden incluir quedarse en casa, cerrando puertas y ventanas, usar sistemas de aire acondicionado y filtros de aire con alta eficiencia de partículas y limpieza diaria.
Medidas generales desde la consulta de pediatría deberían incluir estimular el uso del transporte público / bicicleta en las ciudades interrelacionado con los programas de lucha contra la obesidad infantil. Otros ejemplos, son abogar por un transporte escolar libre de partículas diesel, animar a las industrias locales a sustituir tecnología y procesos por otros menos contaminantes, participar del uso de energías renovables en el centro de salud… Los pediatras deben participar activamente en las acciones de educación para la salud de la infancia y su relación con la contaminación atmosférica, y también en la promoción de hábitos respetuosos con el medio ambiente.

CONCLUSIONES

Son nuevos retos y desafíos para la pediatría. En un contexto global, las acciones de la pediatría frente al cambio climático no pueden esperar. Nuestra responsabilidad sobre la salud de las actuales y futuras generaciones de niños nos obliga a actuar. Los pediatras y las Sociedades Regionales de Pediatría Españolas tienen misiones importantes:

a) Las asociaciones e instituciones pediátricas deben asegurar que el contenido de la Salud Medioambiental sea obligatorio en la enseñanza y preparación de los futuros pediatras, así como su introducción en la formación pregrado, postgrado, y formación continuada.
b) incrementar el número de residentes de pediatría orientados hacía la salud medioambiental;
c) buscar de forma activa la financiación y soporte en el PLAN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y SALUD del Ministerio de Sanidad y Consumo para incrementar el número de Unidades de Salud Medioambiental Pediátrica en las distintas Comunidades Autónomas;
d) crear Comités ó Grupos de trabajo de Salud Medioambiental en las Asociación Regionales de Pediatría.

BIBLIOGRAFÍA

1. King M. Health is a sustainable state. Lancet 1990;336: 664-7.
2. Martens WJM, Slooff R, Jackson EK. Climate Change, human health, and sustainable development. Bull World Health Organitation 1997;75:583-588.
3. Martens P. Health and Climate Change. London: Earthscan Publ Ltd, 1998.
4. World Meteorological Organization (WMO) and the United Nations Environment Programme (UNEP). Intergovernmental Panel of Climate Change. http://www.ipcc.ch (acceso 21 de Julio 2009)
5. Ortega García JA, Ferrís i Tortajada J, López Andreu JA, et al. El pediatra ante el Desarrollo Sostenible y el Cambio Climático Global. Rev Esp Pediatr 2001; 57: 287-298.
6. United Nations Reports. Children in the New Millenium:

Environmental Impact on health. Geneve: CH, UN Publications; 2002.
7. Ferrís i Tortajada J, Ortega García JA, López Andreu JA, et al. Salud medioambiental pediátrica: un nuevo reto profesional. Rev Esp Pediatr 2002; 58:304-314.
8. Ebi KL, Paulson JA. Climate change and children. Pediatr Clin North Am. 2007;54:213-226.
9. Ortega García JA, Ferris i Tortajada J, Claudio Morales L, Berbel Tornero O.Pediatric environmental health specialty units in Europe: from theory to practice. An Pediatr (Barc) 2005; 63:143-151.
10. Goldman L, Falk H, Landrigan PJ, Balk SJ, Reigart J, Etzel RA. Environmental pediatrics and its impact on government health policy. Pediatrics 2004; 113, 1146-1157.
11. Paulson JA. Pediatric Advocacy. Clin North Am 2001; 48:1307-1318.
12. Tickner JA, Hoppin P. Children's environmental health: a case study in implementing the precautionaryprinciple. Int J Occup Environ Health 2000; 6: 281-288.
13. Ortega García JA, Ferrís i Tortajada J, López Andreu JA. Paediatrics Environmental Health Speciality Units in Europe: integrating a missing element into medical care. Int J Hyg Environ Health 2007;210:527-529.
14. American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health. Schools. Etzel RA, editor. Pediatric Environmental Health. Elk Grove Village, IL; 2003. p.459-476.
15. US Environmental Protection Agency. The Six Common Air Pollutants. Last updated april 8, 2008. http://www.epa.gov/air/urbanair/6poll.html. Acceso 21 de agostode *2009*.
16. Expert panel report 3: guidelines for the diagnosis and management of asthma. Bethesda MD: National Institutes of Health, National Asthma Education and Prevention Program; 2007. NIH Publication No. 08-4051.
17. Ferrís i Tortajada J, Ortega García JA, López Andreu J, et al. Autobuses escolares y motores diesel: contaminación atmosférica, exposición pediátrica y efectos adversos en la salud humana. Rev Esp Pediatr 2003;59:132-145.

5

Recursos marinos y especies vegetales, y Cambio Climático

5.1. Actividades de investigación en Cambio Climático del Instituto Español de Oceanografía

José María Bellido
Director del Centro Oceanográfico de San Javier.
Instituto Español de Oceanografía

El cambio climático supone una amenaza contrastada por los expertos que puede alterar de forma importante las condiciones físicas y químicas del Mediterráneo, y consecuentemente las condiciones ambientales en las que se desarrollan los seres vivos que lo habitan. Los ecosistemas marinos, los recursos vivos explotables o la misma morfología de nuestra costa pueden sufrir las consecuencias de un cambio global del clima del planeta.

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) desarrolla, prácticamente desde su creación, muchas y diversas actividades dentro del campo de la observación sistemática del mar utilizando esas redes de observación para estudiar y profundizar cada vez más en el conocimiento del medio marino. A continuación se exponen brevemente las líneas de investigación relacionadas con cambio climático que implican diferentes sistemas de observación, análisis de datos y modelado relacionados con el clima marino del Mediterráneo, así como sus cambios y efectos de dicho cambio climático. Dichas investigaciones se desarrollan principalmente en el Centro Oceanográfico de Murcia del Instituto Español de Oceanografía.

Dentro de los trabajos de investigación en cambio climático podemos distinguir entre el estudio del cambio climático desde el punto de vista físico y el estudio de las consecuencias y efectos de dicho cambio climático. En el IEO se desarrollan ambas líneas de trabajo, a través de los siguientes grupos de investigación.

GRUPO MEDITERRÁNEO DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL IEO

Se trata de un equipo que desarrolla trabajos directos en investigación de cambio climático. Su campo de trabajo es la Oceanografía física, a través de la cual exploran las alteraciones inducidas por el Cambio Climático (proyectos RADMED y DESMMON). Sus resultados principales se pueden consultar a través de la página web http://www.ma.ieo.es/gcc/. Las investigaciones en el área de la Región de Murcia pueden ser visualizadas en la dirección http://www.ma.ieo.es/gcc/cpalos.htm.

Uno de los resultados más señalados de este grupo de investigación es la publicación de Vargas-Yáñez et al (2008). Cambio Climático en el Mediterráneo español. Esta monografía editada por el Instituto Español de Oceanografía (ISBN: 84 95877 39 2, 171 pp., Madrid) es un documento clave en el estado climatológico del Mediterráneo y enumera los efectos a que se expone el Mediterráneo debido al cambio climático. Otros resultados y publicaciones de ámbito científico pueden ser obtenidos en la página Web mencionada anteriormente.

Los datos que obtiene este grupo para sus investigaciones se extienden desde 1996 a la actualidad en a lo largo del litoral mediterráneo español, con Cabo de Palos como uno de los radiales de muestreo donde se ubican cinco estaciones (figura 1). En estas estaciones se registran valores medios climatológicos de temperatura y salinidad (figura 2) y se es-

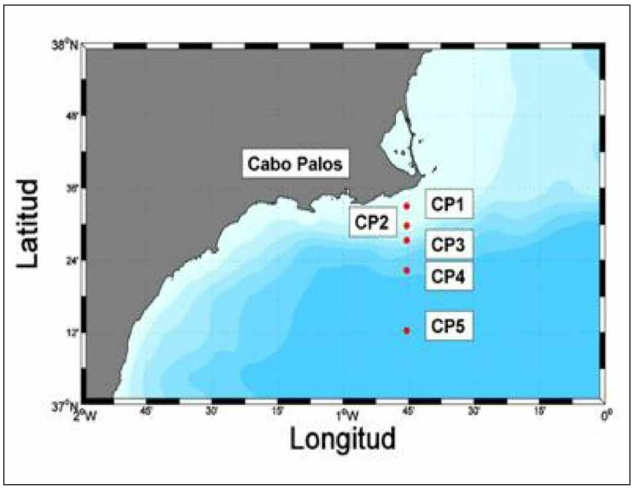


Figura 1. Disposición del Radial.

timan series temporales de anomalías, es decir desviaciones respecto de los valores medios en dos estaciones de esta radial (figura 3).

En el seno del IEO (Centro Oceanográfico de Murcia) existen otros grupos de investigación desarrollando trabajos relacionados con cambio climático, especialmente con respecto a los efectos del cambio climático en el ecosistema. A continuación se enumeran los trabajos y efectos que se investigan en cada grupo de investigación

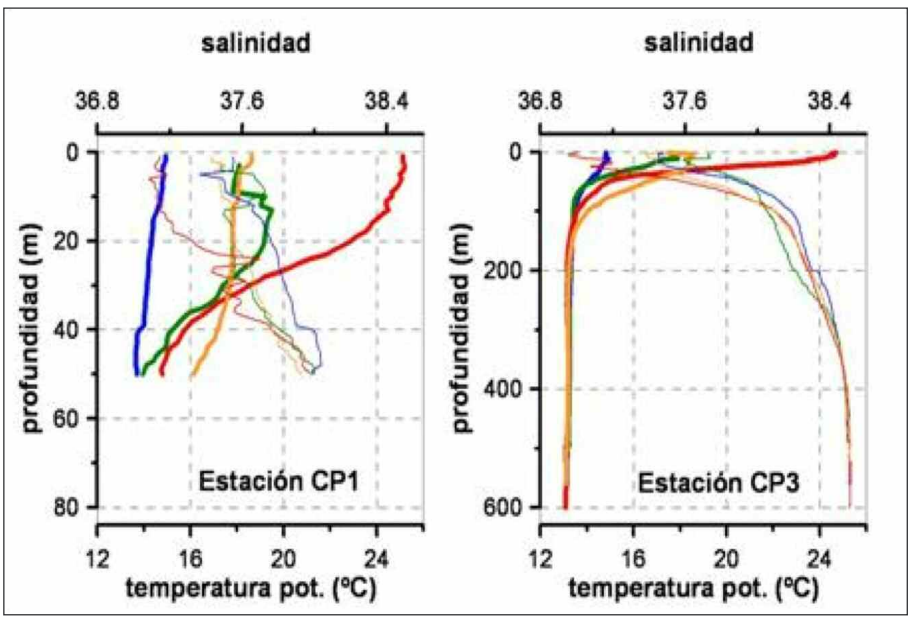


Figura 2. Valores medios Tª y S en CP1 y CP3

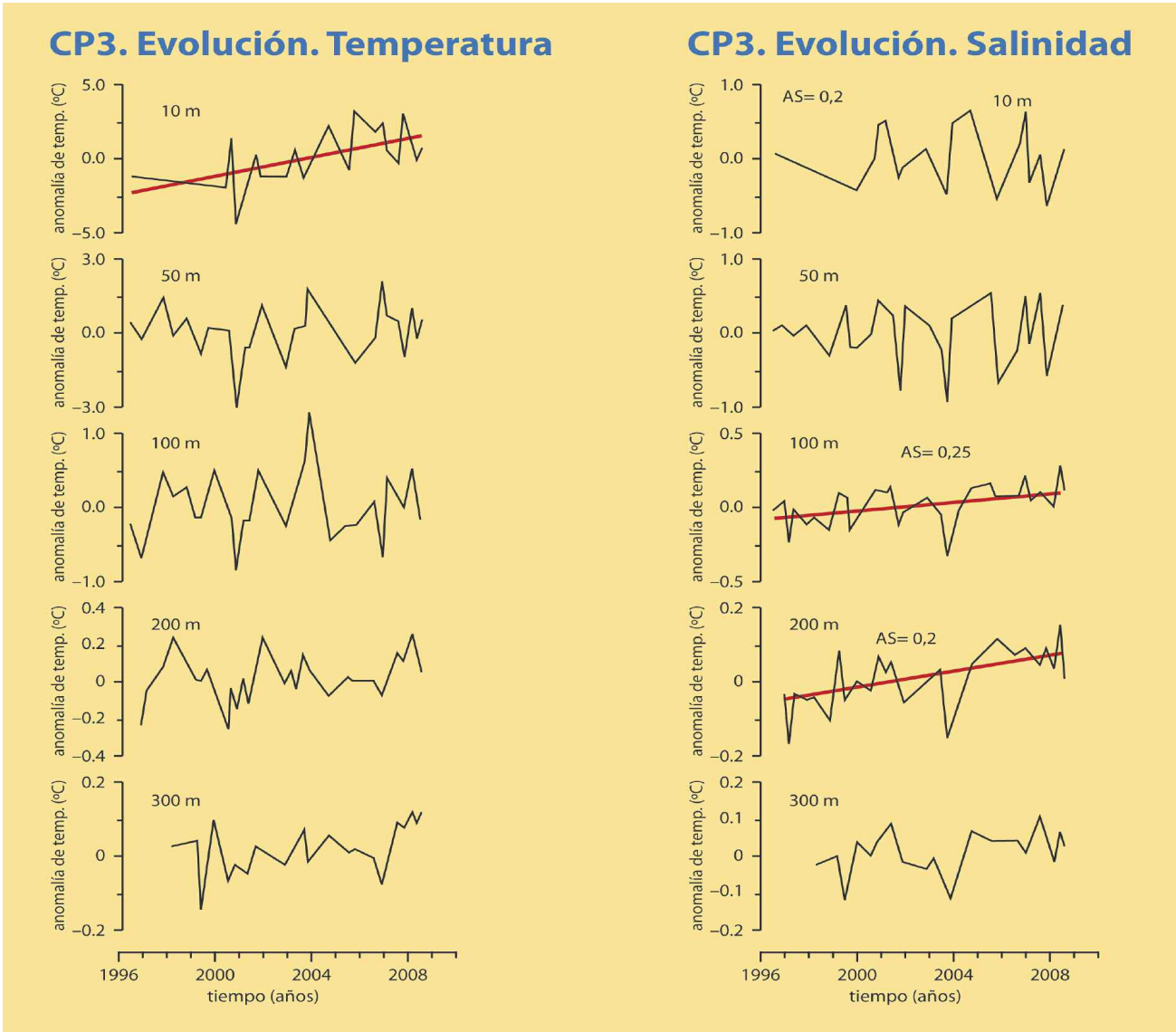


Figura 3. Anomalías en Tª y S en CP3

GRUPO DE ECOLOGÍA COSTERA, BIODIVERSIDAD Y GESTIÓN DE LA FRANJA COSTERA

- Fanerogamas Marinas (proyectos OSMOGRASS y POSIRED).
  - Asentamiento de especies exóticas
  - Especies con capacidad invasiva.

Figura 4. Muestreo en la pradera de posidonia oceánica.

Figura 5. Banco de Medusas.

- Medusas y organismos gelatinosos (proyecto PRO-GEL).
  - Cambios en ciclos y composición específica.

- Especies amenazadas y vulnerables del Mar Menor (proyecto HIPPOCAMPUS)
  - Cambios en el ecosistema
  - Alteración de hábitat
  - Perdida de rol en el nicho ecológico

- Áreas Marinas Protegidas (proyectos RESERVAS y COLUMBRETES)
  - Zonas de estudio muy bien monitorizadas que permiten el seguimiento exhaustivo de cambios en el ecosistema.

GRUPO DE ECOSISTEMAS MARINOS EXPLOTADOS

- Impacto de la pesca en el ecosistema (proyecto IBDES y BADEMECO).
  - Variación de la composición específica de las capturas.
  - Ocurrencia de especies raras o cambios de frecuencia.

- Biogeografía y modelización espacial (proyecto MAS e IBDES).
  - Cambios en la distribución y abundancia de las especies.

- Evaluación de recursos pesqueros (Proyectos PELMED y EVADEMED)
  - Fluctuación abundancia especies comerciales
  - Direccionalidad flota y cambios en los patrones pesqueros.

- Campañas oceanográfico-pesqueras (Proyecto MEDITS y MEDIAS)
  - Alto grado de monitorización.
  - Alta capacidad de detección de cambios.

Figura 6. Cabo de Palos e Islas Hormiga (Murcia).Tabarca (Alicante). Islas Columbretes (Castellón)

GRUPO DE CONTAMINACIÓN MARINA Y EFECTOS BIOLÓGICOS

- Seguimiento y control contaminantes en la costa mediterránea (proyecto MEDPOL-IEO).
- Bioindicadores de contaminación (proyecto TOXPROF)
- Contaminantes regulados y emergentes en el Mar Menor (proyecto DECOMAR).

GRUPO DE CULTIVO DE PECES MARINOS

- Cultivo de atún rojo (proyecto SELFDOTT)
- Mejoras genéticas, inmunológicas y de nutrición en acuicultura (Proyectos ESTRADIOL, MEVACOR y CRYPTO).

Figura 7. Captura con arte de pesca de arrastre

5.2. Efectos del Cambio Climático en la distribución de los bosques de *Tetraclinis articulata*

Miguel Ángel Esteve Selma
Departamento de Ecología e Hidrología.
Universidad de Murcia

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es el motor que mayor impacto tendrá en la biodiversidad a todas las escalas. Los cambios en la distribución de la vegetación constituirán una respuesta básica a las nuevas condiciones, como se ha observado en periodos previos de cambio climático. Evidencias que provienen de análisis polínicos indican movimientos altitudinales y latitudinales en la distribución de las especies a lo largo de los siglos e incluso décadas.

Las pérdidas de biodiversidad pueden ser severas particularmente en el Mediterráneo Europeo. En términos generales, los modelos disponibles predicen un incremento de la temperatura y una disminución en las precipitaciones en el Mediterráneo. Esto podría favorecer la expansión de especies termófilas y una reducción en el hábitat de especies de clima templado-frío, que podría conducir a extinciones locales. Sin embargo, los efectos específicos sobre cada especie dependerán de muchos factores, incluyendo su nicho ecológico, la distribución actual de las especies, el cambio climático en escenarios regionalizados, el uso del suelo y la fragmentación del hábitat y su estrategia funcional y capacidad de dispersión.

El sureste de España es una área clave para la evaluación del grado de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad ya que i) presenta un ecotono entre el bioma Mediterráneo y las zonas arbustivas subtropicales de tierras áridas; ii) el ecotono forestal, donde se espera una fuerte res-

Tetraclinis articulata en la umbría de Peña del Aguila.

puesta ante el cambio climático, cubre un área considerable; iii) es la única región árida europea; iv) mantiene una biodiversidad relevante en el contexto europeo, con muchas especies de distribución restringida y hábitats de interés europeo y v) constituye el límite de distribución para un alto número de especies. Todos esos factores hacen del Sureste de España un área excepcionalmente importante como laboratorio natural para evaluar los efectos del cambio climático en la biodiversidad del Mediterráneo, especialmente en casos como el de los bosques europeos de Tetraclinis articulata, mostrando una distribución restringida y localizada en el extremo de su nicho ecológico.

Este género monoespecífico tiene una distribución básicamente Norte africana y con la excepción de Malta, la única presencia europea de Tetraclinis articulata se encuentra en el sureste de España, más específicamente en algunas localidades costeras de la Región de Murcia, en la llamada Sierra de Cartagena-La Unión. Esta especie arbórea forma el habitat 9570, el cual es considerado como prioritario y muy raro de acuerdo con la Directiva Habitat Europea. Este trabajo tiene como objetivo estimar los cambios en el hábitat potencial de Tetraclinis bajo los escenarios de Cambio Climático considerados.

2. MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE TETRACLINIS ARTICULATA Y ESCENARIOS CLIMÁTICOS CONSIDERADOS

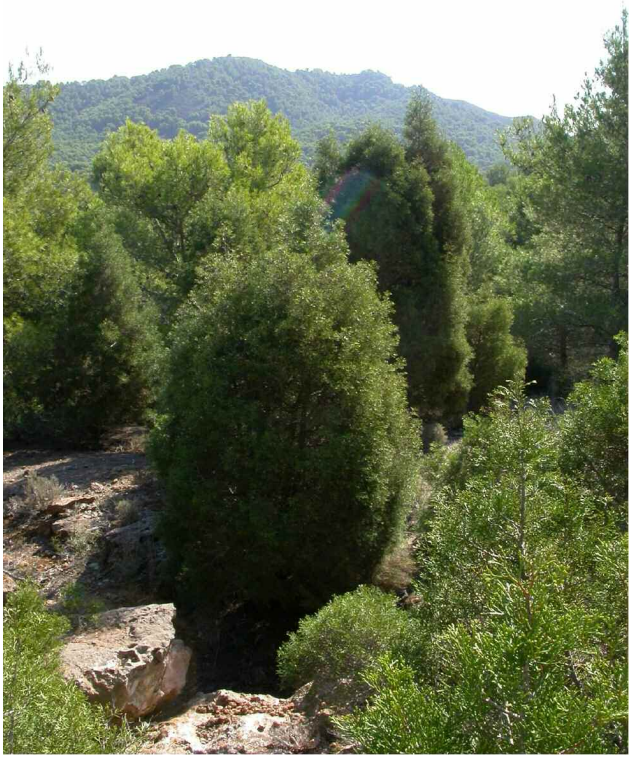
Ha sido utilizado un modelo de distribución potencial de los bosques europeos de Tetraclinis articulata en el sureste de España, dicho modelo utiliza como base cartográfica la rejilla UTM de 1 km. El modelo fue desarrollado usando el enfoque de los Modelos Lineales Generalizados. La ocurrencia de Tetraclinis articulata fue registrada como el número de celdillas de 1 hectárea que contienen T. articulata por celdilla de 1 km2, dando así unos valores que oscilaban desde 0 a 100. Un conjunto de variables climáticas, topográficas y litológicas y el porcentaje de cobertura de bosque de Pinus halepensis fueron utilizados como variables predictivas. El modelo de distribución potencial de T. articulata está determinado básicamente por la precipitación de invierno (valores que oscilan entre 87 y 100 mm con una media de 93 mm) y el número de días con heladas (valores que oscilan entre 1 y 13 días con una media de 6 días). La media anual de precipitación (también una variable del modelo) oscila entre 299 y 351 mm. Los factores locales se incluyen también como variables del modelo: la pendiente, el porcentaje de cobertura forestal de Pinus halepensis (especie competidora), orientación y litología.

Según los modelos facilitados por el equipo del Dr. Montávez (Física de la Tierra, Universidad de Murcia) en el escenario B2 (periodo 2020-2050), se esperan disminuciones de un 13% en la precipitación de invierno, de un 19% en el número de días con heladas y de un 26% en la precipitación media anual. En el escenario A2 y la misma ventana temporal es esperable que estas tres variables disminuyan aún más, especialmente en el caso de la precipitación de invierno, la cual caería alrededor de un 22% con respecto a las condiciones actuales, sin embargo, el número de días con heladas sería similar en cuanto a lo esperado en el escenario B2.

3. CAMBIOS ESPERABLES EN EL HÁBITAT POTENCIAL DE T. ARTICULATA SEGÚN LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

1. Superficie idónea o potencial: Bajo el escenario B2 el hábitat potencial se expandiría significativamente, ya que pasaría de las 900 hectáreas de distribución potencial actual a unas 27.000 hectáreas. En el escenario A2 el hábitat potencial neto disminuiría hasta unas 570 ha, una reducción sustancial para especies consideradas como muy raras.

2. Preferencias altitudinales: En B2 el promedio de altitud de distribución incrementaría ligeramente de 148 msm a 225 msm. Sin embargo, el rango de altitud aumentaría dra-



Sabinar de Tetraclinis en el Madroñal (Monte de las Cenizas)

máticamente, desde los 300 m hasta alrededor de 750 m. En el caso del escenario A2, la altitud media podría desplazarse desde los 148 a 582 msm, aunque sin cambios apreciables en la amplitud.

3. Preferencias latitudinales: En el caso de B2, la latitud media de la distribución de las especies podría desplazarse 11 km hacia el norte y el rango de latitud podría expandirse desde los actuales 14 km hasta unos 60 km. Estos cambios en la latitud corresponden a la aparición de nuevas áreas adecuadas en el interior de la Región de Murcia, compuesta por tres localidades, mientras el área de distribución potencial actual es reforzada. La nueva área de distribución potencial en el interior podría ser separada del hábitat potencial actual por al menos 30 km sin localidades intermedias. Bajo el escenario A2 la media de latitud se desplazaría 31 km hacia el norte con prácticamente la pérdida total de la distribución actual del hábitat, sustituida por una pequeña localidad interior a una altura mucho mayor.

4. el nicho ecológico: Bajo las condiciones actuales, la especie ocupa un sólo espacio ambiental definido por valores de precipitaciones de invierno en torno a los 90-100 mm y un número bajo de días con heladas, mientras que en el escenario B2 las especies también estarían presentes en localidades con valores algo más altos de precipitaciones de invierno y días de heladas. Por lo tanto, Tetraclinis ocuparía dos segmentos o soluciones diferentes del espacio ambiental bajo este escenario. En el escenario A2 el espacio ambiental estaría contraído otra vez, en este caso a valores altos de precipitaciones de invierno y días con heladas.

5. En conclusión: bajo el escenario B2, el hábitat potencial de T. articulata se expandiría significativamente y ocuparía dos espacios ambientales diferentes, uno de ellos correspondería al área de distribución actual, cerca de la costa, y otra en el interior de las montañas de Sierra Espuña y el Noroeste con valores más altos de altitud, latitud, precipitación de invierno y número de días con heladas. En contraste, bajo el escenario A2, el hábitat potencial desaparecería de su distribución actual y se desplazaría a una pequeña área hacia el interior regional, en las laderas norte de Sierra Espuña.

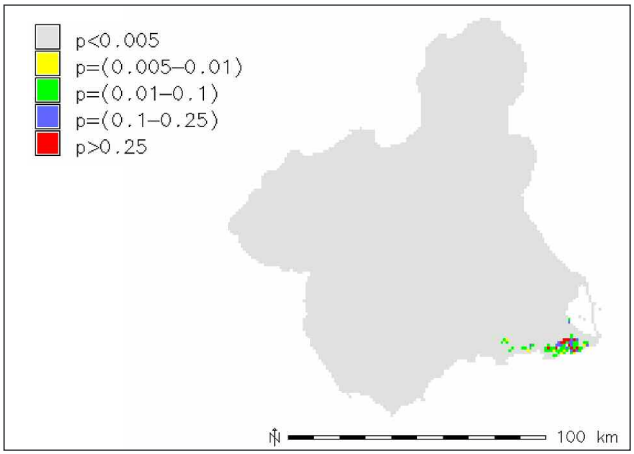
6. Algunas evidencias: Las repoblaciones con Tetraclinis realizadas en los años 20 del pasado siglo en Sierra Espuña, fuera de su área de distribución potencial actual, han empezado a reproducirse coincidiendo con los cambios térmicos más recientes, asociados a las etapas tempranas del cambio

climático. Este fenómeno parece confirmar dos cosas: i) la realidad del cambio climático y de sus modelos regionalizados y ii) la idoneidad de los modelos ambientales de Tetraclinis articulata.

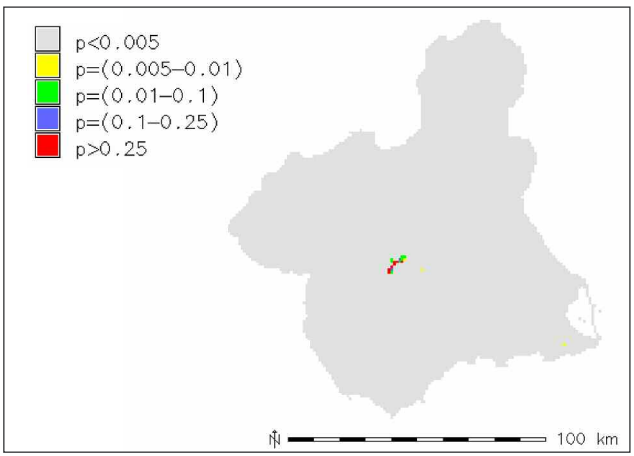
7. Perspectivas: Es necesario estudiar con más profundidad la respuesta de Tetraclinis y otras muchas especies a los modelos de Cambio Climático, con sus incertidumbres, así como analizar los experimentos de translocación no deliberada realizados con las repoblaciones forestales históricas y evaluar los cambios esperables en la eficacia de la Red Natura para preservar la biodiversidad ante los escenarios de cambio climático, como una fuente de información imprescindible de la política regional de adaptación al cambio climático.

* Esta contribución es una síntesis del artículo:

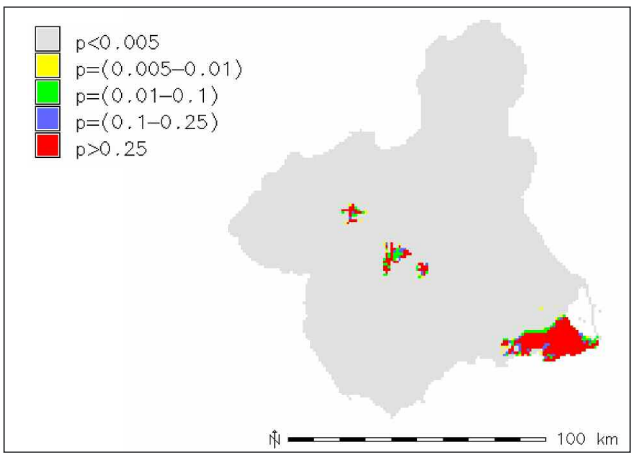
Esteve-Selma, M.A; Martínez-Fernández, J.; Hernández-García, I; Montávez-Gomez, J.P; Lopez-Hernández, J.J.; Calvo-Sendín, J.F. 2010. Effects of climatic change on species distribution in arid Mediterranean ecosystems: the case of Tetraclinis articulata in Spain. Climatic Change (en revisión).



Distribución actual de T. articulata según el clima 1960-1990.



Distribución de T. articulata según el escenario climático A2



Distribución de T. articulata según el escenario climático B2.

6

Agricultura y Cambio Climático

6.1. La iniciativa Agricultura Murciana como sumidero de CO_2

Francisco Victoria Jumilla
Comunidad Autónoma
de la Región de Murcia

Isabel Costa Gómez
Asistencia Ténica de la Comunidad
Autónoma de la Región de Murcia

Teresa Castro Corbalán
Asistencia Ténica de la Comunidad
Autónoma de la Región de Murcia

1. AGRICULTURA: UN SUMIDERO DE CO2

La agricultura es un sector estratégico básico para la producción de alimentos, pero al mismo tiempo es un sector multifuncional que, gracias a sus activos, contribuye al desarrollo sostenible en el medio rural y aporta destacados beneficios ambientales.

Los cultivos evitan la desertificación, son emisores de oxígeno a la atmósfera, ayudan a regular el clima y la hidrología y, sobre todo, actúan como sumidero de CO_2.

Los árboles y cultivos agrícolas, y la vegetación en general, por su capacidad fotosintética, remueven o retiran CO_2 de la atmósfera, almacenándolo y actuando así como sumideros. Gracias al CO_2 fijado se producen los alimentos y subproductos agrícolas.

Muchas especies de interés agrícola se caracterizan por poseer una alta velocidad de crecimiento, incluso superior a la de numerosas especies de vegetación de tipo natural, lo que se traduce en una mayor tasa de fijación de CO_2.

Según investigaciones recientes desarrolladas por la Universidad de Murcia[1], en el marco de la Iniciativa Agricultura murciana como sumidero de CO_2, se han obtenido y comparado (tabla 1) las velocidades netas de fijación de CO_2 de una especie agrícola como es la lechuga y dos especies de vegetación natural muy extendidas en la Región como el Pino (*Pinus halepensis*) y el Esparto (*Stipa tenacísima)*. A partir de estos datos, se puede comparar, a modo de ejemplo, la capacidad anual de fijación de algunas especies de vegetación natural con la de la vegetación agrícola. De estos resultados se deduce que una hectárea ocupada por una conífera, como es el pino, fija anualmente menos CO_2 que otra en iguales condiciones de riego destinada a cultivos agrícolas.

Un aspecto importante del comportamiento de los sumideros, es el tiempo de permanencia del carbono almacenado o retirado de la atmósfera, ya que el CO_2 removido por un sumidero puede volver a la atmósfera por diversos mecanismos, como por ejemplo los incendios de bosques.

La agricultura no se diferencia mucho de un bosque, parte del CO_2 que fija la planta queda almacenado en el

Tabla 1. Velocidad neta de fijación de CO_2 (g CO_2 $año^{-1}$ kg^{-1} individuo) de hortalizas (lechuga), matorral y arbolado natural de la Región de Murcia.

ESPECIE	Velocidad neta de fijación de CO_2 (kg CO_2 $año^{-1}$ kg^{-1} individuo)
Pinus halepensis (Pino carrasco)	10,63 ± 0,89
Stipa tenacissima (Esparto)	4,66 ± 1,24
Latuca sativa (L) v. romana (Lechuga)	77,57 ± 17,75

Fuente: Universidad de Murcia, Departamento de Fisiología vegetal.

1. Investigación realizada por Alfonso Ros Barceló, Catedrático, Área de Fisiología Vegetal y Pedro Sánchez Gómez, Profesor Titular, Área de Botánica de la Universidad de Murcia que forma parte del "Estudio comparativo de la fijación de CO_2 en la vegetación natural de un transecto fitoclimático frente a cultivos, en la Región de Murcia" que se está realizando por ambos junto a Juan Guerra Montes, Catedrático, Área de Botánica, en el marco de la Iniciativa "Agricultura murciana como sumidero de CO_2"

suelo gracias a sus raíces, comportándose como un sumidero a largo plazo, mientras que el CO_2 necesario para el crecimiento la cosecha y subproductos se comporta como un sumidero temporal. Pero este sumidero temporal tiene un importante papel en las políticas de mitigación del cambio climático, ya que, la fijación por la planta y la consecuente remoción o retirada de CO_2 de la atmósfera se renueva año a año.

Relacionada con el concepto de sumidero temporal esta el de emisión evitada. Por ejemplo, las podas[2] y otros subproductos se pueden utilizar como biomasa evitando la emisión de CO_2 de los combustibles a los que sustituyen.

Por tanto, la adecuada gestión de los cultivos agrícolas puede conducir, en muchos de ellos, a un almacenamiento neto de CO_2, una vez descontadas las emisiones realizadas para labores de campo, manipulación y transporte.

Este almacenamiento neto o capacidad de sumidero varía de unos cultivos a otros dependiendo de su tasa de fijación de CO_2 y del nivel de emisiones realizado que, a su vez depende de las prácticas agrícolas utilizadas. La mayor parte de los cultivos agrícolas en el área mediterránea y especialmente los frutales, deben considerarse auténticos sumideros temporales de CO_2.

Existen recientes referencias de científicos, organizaciones e instituciones diversas que coinciden en identifican a la agricultura como sumidero de CO_2, como se ha hecho en las iniciativas puestas en marcha en la Comunidad Autónoma de Murcia. Así, en la reunión de científicos, técnicos y expertos convocados por la AEFAO (Asociación España-FAO) en Madrid el 6 de mayo de 2009 para ayudar a contestar la cuestión: *¿puede incluir la futura PAC ayudas a la agricultura por su función de sumidero de CO_2?,* presidida y moderada por D. Jaime Lamo de Espinosa. Catedrático UPM, se obtuvieron algunas conclusiones en este sentido, *"Deducido el CO_2 desprendido en su realización (labores y operaciones culturales, fabricación de abonos y fitosanitarios, producción de semillas, etc.), los cultivos agrícolas deben considerarse auténticos sumideros de CO_2. El resultado neto de su efecto sumidero puede variar entre 2 a 4 t/ha en los cereales de invierno en secano y 5 a 10 t/ha en los cultivos de regadío".*

En esta misma dirección, Herminio Boira, Catedrático de Botánica de la Universidad Politécnica de Valencia y subdirector del Grupo de Recursos Naturales y Biodiversidad en el Instituto Agroforestal del Mediterráneo (IAM), señala que un naranjo adulto absorbe en su proceso de crecimiento y producción una media anual de 20 kg de CO_2. Suponiendo una media de 400 árboles por hectárea, supondría una fijación de 8.000 kg de CO_2 por hectárea y año, lo que representa que, las 180.000 hectáreas de cítricos de la Comunitat Valenciana son el sumidero de 1,44 millones de toneladas de CO_2 al año y las 300.000 hectáreas citrícolas de toda España, representan una absorción de 2,4 millones de toneladas.

De forma complementaria y también en la dirección iniciada por los trabajos de la Comunidad Autónoma de Murcia, se pueden citar los estudios[3] desarrollados por la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural del Gobierno de la Rioja, en los que se reconoce el papel medioambiental de los cultivos riojanos al actuar como sumidero de CO_2. Las conclusiones de los trabajos indican que la agricultura riojana, con 132.000 hectáreas cultivadas, es responsable de un balance positivo de CO_2 equivalente de 1.117 kt, lo que supone una absorción del 29,9% de las emisiones generadas en Comunidad Autónoma en un año.

En consecuencia, que la agricultura contribuya a retirar CO_2 de la atmósfera debe ser considerado como una exce-

2 El programa integral de ahorro y eficiencia de la energía en la Región de Murcia 2010-2016 contempla que el potencial energético tanto térmico como electrónico equivalente de las 284.394 toneladas/año de residuos agrícolas leñosos es de 113.758 toneladas equivalentes de petróleo y 40,6 MegaWatios.

3. Número 45 de la revista técnica 'Cuaderno de campo'

lente noticia en la lucha contra el cambio climático, en el que, como recientemente ha señalado el Director General adjunto de la FAO, Alexander Múller: *"El mundo tendrá que utilizar todas las opciones para contener el calentamiento global dentro de los dos grados centígrados. La agricultura y el uso de la tierra tienen el potencial de ayudar a minimizar las emisiones netas de gases de efecto invernadero a través de prácticas precisas, en especial almacenar carbono en el suelo y la biomasa. Estas prácticas pueden incrementar al mismo tiempo la productividad y la capacidad de resistencia de la agricultura, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza".*

Esta consideración de sumidero que tiene la agricultura, no está bien refejado en las únicas opciones metodológicas que hasta ahora han sido difundidas, orientadas a la determinación de inventarios y de huella de carbono de cualquier bien o servicio. Esta característica de la agricultura de ser almacenamiento neto de CO_2 y capacidad de sumidero, en unos casos no está tratada en profundidad y en otros creemos que es claramente perjudicial en cuanto a la consideración de este beneficio ambiental que presta la agricultura.

En cuanto a este aspecto, las opciones metodológicas difundidas, como son en primer lugar The Greenhouse Gas Protocol (http://www.ghgprotocol.org) a la que siguió la ISO 14064-1:2006 y posteriormente la PAS 2050 (http://www.bsigroup.com/Standards-and-Publications/How-we-can-help-you/Professional-Standards-Service/PAS-2050 , contemplan tratamientos diferentes en relación a la contabilización de la capacidad de fijación de los sistemas agrícolas.

En primer lugar, la metodología establecida en la norma ISO 14064:2006, incluye que para determinar la huella de carbono se "deben calcular las emisiones directas de GEI" y las "indirectas por energía" y que se "*deberían* cuantificar las remociones de GEI", dejando estas últimas como opcionales. Esta opción es la mas ventajosa para valorar los beneficios ambientales que produce la agricultura por la fijación de CO_2, aunque no concreta y desarrolla el alcance.

De forma parecida, el GHG Protocol, reconoce que "tener una visión precisa y completa de las emisiones a lo largo de toda la cadena de valor, sólo es posible si se abordan sus impactos en el carbono atmosférico secuestrado", aún así atestigua que "no han desarrollado métodos de consenso para contabilizar el carbono atmosférico secuestrado de las empresas basadas en biomasa", por lo que las empresas deberán explicar los métodos que utilicen[4], pudiendo aparecer esta información como "información opcional".

Por último, la norma PAS 2050, es claramente perjudicial a la hora de seleccionarla como metodología para productos agrícolas si lo que se pretende es reflejar el beneficioso papel que puede desarrollar la agricultura como almacenamiento neto de CO_2. Esta norma calcula la huella de carbono basándose en la metodología de medida del ciclo de vida de los GEI procedentes de bienes y servicios, es decir, contempla el impacto de las emisiones de GEI sobre el periodo de 100 años desde la formación del producto, por tanto, se tienen en cuenta las fases de construcción, uso y disposición final. En este sentido, si se utiliza esta metodología, sólo se podría considerar el CO_2 que permanezca fijado durante un periodo superior a 100 años.

En el paisaje agrícola, los cultivos se comportan como una foto fija en la que el CO_2 retirado de la atmósfera gracias a la fotosíntesis, se mantiene a lo largo de décadas, incluso siglos, como una carrera de relevos en la que, los árboles frutales que son sustituidos le dan el relevo a los nuevos, y, por tanto, el almacenamiento neto se mantiene constante. En este trabajo tratamos de cuantificar este almacenamiento constante al que hemos llamado balance de carbono.

4. GHG Protocol recomienda adaptar las metodologías establecidas por el IPCC.

2. ETIQUETADO DE CARBONO. LA INICIATIVA AGRICULTURA MURCIANA COMO SUMIDERO DE CO_2

Un buen número de las cadenas de supermercados más importantes de Europa incluyen el cambio climático como un elemento fundamental de su marketing, utilizándolo como instrumento para comunicar su responsabilidad social corporativa al consumidor.

El auge del concepto de 'huella de carbono' ha llevado a numerosas empresas a hacer pública la información sobre las emisiones relacionadas con sus productos. Muchas cadenas de supermercados han decidido pedir a los productores de los alimentos expuestos en sus estanterías, que suministren información a los consumidores sobre la huella de carbono de cada uno de ellos.

Con la información de la huella de carbono de un producto se pretende que los propios consumidores decidan qué alimentos comprar en función de las emisiones generadas como resultado de los procesos por los que han pasado. Esta decisión supondrá una presión para que los productores sean más ecoeficientes.

El ciudadano es hoy consciente que puede tener con sus pequeños gestos y decisiones una destacable influencia en el balance final de las emisiones europeas de CO_2.

Estudios realizados por la consultora de mercado LEK Consulting[5], en 2009, muestran que cerca del 40% de los encuestados se sienten responsables de las emisiones necesarias para mantener su nivel de vida, otorgando el segundo puesto de responsabilidad a los productores.

Igualmente LEK Consulting, señala que cerca del 60% de los encuestados estarían dispuestos a modificar su intención de compra a favor de productos con menor huella de carbono.

Esta opinión es coherente con la mostrada en julio de 2009 por el eurobarómetro, en la que se señala que el 72% de los europeos se muestra a favor de que en el futuro sea obligatoria una etiqueta que indique la huella de carbono de un producto.

La huella de carbono adaptada a los productos agrícolas expuestos en los supermercados, reflejaría las emisiones de CO_2 equivalente generadas[6] en su fabricación y transporte.

Es evidente, que la huella de carbono de los productos agrícolas será más elevada en los casos en los que se haya necesitado gastar mucha energía de origen fósil en su producción, manipulación y transporte. Esto ocurre, por ejemplo, cuando en climas fríos se necesita mantener la temperatura de un invernadero agrícola utilizando combustibles fósiles o en los casos en los que los productos son transportados desde largas distancias en modos de transporte poco sostenibles como el avión.

Sin embargo, definir el papel que un producto agrícola desempeña en relación con el cambio climático sólo con su huella de carbono, es decir, solo contabilizando sus emisiones, no es adecuado ya que no se tiene en cuenta el importante servicio ambiental que como sumidero de CO_2 desempeña la vegetación agrícola, por su capacidad fotosintética.

En consecuencia, la extensión del concepto de huella de carbono a la agricultura, se debe hacer teniendo en cuenta que este sector, junto al forestal y el ecosistema marino, son los únicos que tienen capacidad de absorber o remover CO_2 de la atmósfera, lo que nos lleva a hablar de "balance de carbono" en vez de "huella de carbono", ya que en muchos de los cultivos agrícolas, dependiendo de las técnicas de producción, se obtiene un balance positivo comportándose como sumideros netos de CO_2, es decir, fijan más CO_2, que el que se emite en su producción y transporte.

En nuestro País, la única iniciativa de carácter gubernamental que ha regulado el etiquetado de carbono en los productos agrícolas es la desarrollada por la Región de Mur-

5. LEK Consulting, consultora internacional en estrategia, operaciones, servicios, y actuaciones experta en materia de cambio climático y el medio ambiente.

6. Según la ISO 14064:2006 es la unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el CO_2.

cia. El potencial agrícola de esta Región (el 20% de las frutas y hortalizas que exporta España proceden de Murcia) ha puesto en marcha la Iniciativa[7] 'Agricultura murciana como sumidero de CO_2' conformada como un acuerdo voluntario[8]. La Iniciativa pretende canalizar el mayor número de esfuerzos individuales para colaborar en la mitigación del cambio climático aportando cada uno su capacidad para actuar como sumidero con el apoyo científico-técnico de dos universidades y dos centros de investigación.

A través de la página Web oficial de la Iniciativa www.lessco2.es se podrá comunicar, de forma objetiva y transparente, a las partes interesadas y en especial a los consumidores el esfuerzo ambiental, que para mantener y mejorar la capacidad de sumidero de CO_2 de sus cultivos, hacen las empresas agrícolas. Además, en el marco de ésta Iniciativa, se da la posibilidad de que aquellas empresas que quieran mostrar el balance de carbono de sus productos y los compromisos adquiridos de mejora de este balance, verificados por entidades de verificación oficialmente reconocidas, obtengan el sello de identidad "LessCO2".

En definitiva, la Iniciativa 'Agricultura murciana como sumidero de CO_2' se caracteriza por:

- Mostrar un balance de emisiones y remociones de CO_2 equivalente (balance de carbono)[9] en vez de huella de carbono, es decir, se parte de la fijación de CO_2 por los cultivos, determinada por los centros oficiales de investigación[10], y se restan las emisiones de CO_2 equivalente necesarias para su producción y transporte.
  El cálculo de estas emisiones a restar, está basado en los criterios recogidos en la norma ISO 14064[11], y los factores de conversión, son los oficiales publicados por el Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio climático (IPCC[12]) y por el Inventario Nacional de emisiones español[13].
- Exigir a las empresas adheridas un compromiso anual adaptado a las características de cada explotación y cada cultivo, para mejorar su balance de carbono, mediante la reducción de sus emisiones o el incremento de la fijación de CO_2 por sus cultivos.
- Garantizar la transparencia y trazabilidad de los resultados a través de la Web oficial de la Iniciativa (www.lessco2.es) para que el consumidor o cualquier parte interesada pueda consultar en cualquier momento los balances y los compromisos que han asumido las empresas adheridas.

7. La Iniciativa ha sido publicada en el Boletín Oficial de la Región de Murcia (Nº 273), el día 25 de noviembre de 2009, mediante Orden de 20 de noviembre de 2009, de la Consejería de Agricultura y Agua, por la que se desarrolla la iniciativa "Agricultura Murciana como sumidero de CO_2" y se establece la obtención y uso del anagrama-sello LessCO2 identificador de los compromisos adquiridos en el marco de la misma.

8. Una de las ventajas de los acuerdos ambientales es el grado de libertad que permite a las organizaciones a la hora de asumir obligaciones ambientales. Este hecho posibilita adaptar el esfuerzo ambiental a las características propias de los sectores o de los tejidos empresariales, desarrollando, por tanto, una actitud más cooperante y evitando situaciones traumáticas. Es por ello que, si se trata de conseguir o impulsar cambios mas sostenibles en las formas de producción y consumo en el plazo más breve posible, la adhesión a un Acuerdo Voluntario ofrece muchas más ventajas que la utilización de los instrumentos normativos clásicos. En la Comunidad Autónoma de Murcia, el Gobierno Regional ha impulsando iniciativas que suponen una concepción avanzada y novedosa en la manera de gestionar las políticas de medio ambiente y desarrollo sostenible. Un ejemplo en este sentido ha sido el Pacto Social por el Medio Ambiente, que en sus tres años de vigencia ha conseguido la adhesión y adquisición voluntaria de compromisos ambientales, más allá de los límites exigidos por la legislación en vigor, de más de 700 empresas e instituciones de la Región.

9. Las actividades agrícolas pueden emitir a la atmósfera, entre otros gases de efecto invernadero (GEI), CO2 procedente del uso de combustibles fósiles y oxido nitroso (N_2O), derivado del abonado (principalmente inorgánico).

10. Los centros de investigación que participan en la iniciativa son la Universidad de Murcia, la Universidad Politécnica de Cartagena, el CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.

11. UNE-ISO 14064:2006, Gases de efecto invernadero.

12. El Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio climático analiza la información científica, técnica y socioeconómica relevante para la comprensión de los elementos científicos relativos al cambio climático de origen antropogénico así como sus posibles repercusiones, riesgos y sus posibilidades de atenuación y de adaptación al mismo

13. Inventario nacional de emisiones español, http://www.mma.es/portal/secciones/calidad_contaminacion/atmosfera/emisiones/inventario.htm.

- Posibilitar la certificación por terceras partes al permitir que aquellas empresas que quieran, puedan someter a verificación y validación su balance de carbono y sus compromisos anuales por verificadores acreditados. Esta certificación se expresa con la obtención de la marca LessCO2.

3. LA FIJACIÓN DE CO_2 DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS

La cantidad total de CO_2 fijado durante un año, por un cultivo agrícola, depende de numerosos factores entre los que destacan las características genéticas, las condiciones de crecimiento (edafo-climatológicas) y el manejo del cultivo, por lo que es necesario que los datos sean los propios de la comarca o región.

Para poder calcular el balance de carbono de un cultivo, es necesario conocer la cantidad total de CO_2 que ha fijado, información que hasta ahora, no estaba disponible en la bibliografía, razón por la que, en el marco de la Iniciativa Agricultura murciana como sumidero de CO_2 ha sido necesario coordinar un proyecto de investigación científica[14] en el que han participado centros oficiales de investigación y las universidad públicas de la Región.

En esta investigación, los datos procedentes del análisis de biomasa de muestras representativas de los principales cultivos obtenidas mediante arranque, troceado y determinación de carbono, están siendo complementados con los resultados de aplicar técnicas de medidas de flujo de CO_2, de modelización y técnicas basadas en la teledetección. Todo ello permite la estimación y el seguimiento de la producción primaria neta de cultivos agrícolas, de la Región.

Los resultados de análisis de biomasa, a través de técnicas de arranque, troceado y determinación de carbono, realizados por el CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas[15] son los siguientes:

Tabla 2. Fijación de CO_2 por árbol o planta de los principales cultivos hortofrutícolas de la Región de Murcia

LEÑOSOS	FIJACIÓN DE CO_2 kg CO_2 kg Árbol^{-1}
Albaricoquero	84
Ciruelo	41
Limonero	107
Mandarin	31
Melocotonero	50
Naranjo	49
Nectarina	47
Uva De Mesa	19

HERBÁCEOS	FIJACIÓN DE CO_2 kg CO_2 kg Planta^{-1}
Alcachofa	2
Bróculi	0,24
Coliflor	0,34
Lechuga	0,13
Melón	0,80
Pimiento	1
Sandía	1,5
Tomate	1,59

14. El CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad Politécnica de Cartagena, Universidad de Murcia y el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.

15. Micaela Carvajal Alcaraz, profesora de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España "Investigación sobre la absorción de CO_2 por los cultivos más representativos de la Región de Murcia".

Tabla 3. Fijación de CO_2 por hectáreas dedicadas a los principales cultivos hortofrutícolas de la Región de Murcia

LEÑOSOS	FIJACIÓN DE CO_2 t CO_2/Ha.año
Albaricoque	22,81
Ciruela	25,89
Limón	30,51
Mandarina	13,06
Melocoton	30,71
Naranja	20,72
Uva De Mesa	18,65

HERBÁCEOS	FIJACIÓN DE CO_2 t CO_2/Ha.año
Alcachofa	22,70
Broculi	6,85
Coliflor	11,98
Lechuga	9,08
Melón	10,41
Pimiento	25,72
Sandía	7,44
Tomate	16,24

De forma complementaría y con la misma metodología, el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario[16] perteneciente a la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia, ha calculado el CO_2 capturado para producir la biomasa anual de los siguientes cultivos:

Tabla 4. Fijación de CO_2 por tres cultivos de la Región de Murcia

LEÑOSOS	FIJACIÓN DE CO_2 KG CO_2/Árbol.año	FIJACIÓN DE CO_2 t CO_2/Ha.año
Naranjo	45,1	12,53
Melocotonero	44,1	25,50
Uva de Mesa	21,2	13,25

16. Francisco Moisés del Amor Saavedra, Ingeniero agrónomo del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.

La Universidad Politécnica de Cartagena, mediante la estimación de la captación neta de CO_2 de cultivos con el método de "eddy-covariance" está haciendo un seguimiento en continuo de la producción primaria neta y de la captación de CO_2 de los cultivos agrícolas[17]. Estos valores netos son del mismo orden de magnitud que las 20,7 t CO_2/ha año que resultan del método destructivo de estimación de la biomasa para el naranjo (estimada por el CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España).

En este mismo sentido, la Universidad Politécnica de Cartagena[18] está trabajando para establecer una relación que permita modelizar el carbono secuestrado por un cultivo en función del crecimiento vegetativo (diámetro de tronco), las variables climáticas, las condiciones del suelo y las técnicas de cultivo con la finalidad de, mediante esta metodología ambientalmente sostenible y viable económicamente, poder determinar la capacidad de lo sistemas leñosos de regadío para fijar el CO_2 y acumularlo en formas más estables. Los primeros datos obtenidos para la nectarina, indican que la fijación de CO_2 anual de este cultivo se encuentra alrededor de 22,45 t /Ha y año, valores coherentes con los resultados obtenidos por las otras metodologías y centros de investigación.

4. ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 EN EXPLOTACIONES HORTOFRUTÍCOLAS APLICANDO LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR LA NORMA ISO 14064:2006

Para calcular las emisiones de CO_2 equivalente, en el marco de la Iniciativa Agricultura murciana como sumidero

17. Alain Baille, Catedrático, UPCT, responsable del subproyecto "Estimación y seguimiento de la producción primaria neta de la agricultura murciana y de su contribución a la captación de CO_2 de la atmósfera".
18. Alejandro Pérez Pastor, Grupo de Investigación Suelo-Agua-Planta. Unidad Horticultura sostenible en Zonas Áridas "Efectos de los factores edafoclimáticos en el balance de carbono en frutales cultivados en distintas zonas de la Región de Murcia"

de CO_2 se han realizado 55 auditorias, por personal del departamento de cambio climático de la administración ambiental de la comunidad autónoma de la Región de Murcia, a explotaciones agrícolas representativas para cada uno de los cultivos, distribuidas por todo el territorio regional.

La metodología aplicada ha sido la propuesta por la norma ISO 14064, que, al igual que el GHG Protocol[19], señalan que hay que contemplar obligatoriamente, a la hora de calcular las emisiones de CO_2 equivalente, las emisiones directas (consumo de combustible para el procesado en campo del cultivo, en las que se incluye el labrado, siembra, poda-triturado, aclarado, acolchado, tratamientos, abonado de fondo, instalación de riego, las necesarias para el procesado fresco, la recolección y el transporte al almacén así como los óxidos de nitrógeno procedentes del suelo por fertilización[20]) y las indirectas debidas a la energía.

Los factores de conversión utilizados, son los publicados por el IPCC y por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, en el Inventario Nacional de emisiones 2007.

Debido a la imposibilidad de contar con factores de conversión suficientemente contrastados para el resto de emisiones indirectas (distintas de las producidas por el consumo de energía), no es aconsejable aplicar la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV)[21]. La Iniciativa "Agricultura Murciana como sumidero de CO_2" no exige, por tanto, que se haga un ACV completo incluyendo otras emisiones indirectas, pero, se da la posibilidad, de que voluntariamente, y siempre que se cuente con los factores de conversión adecuados, los productores lo incluyan en su balance y así quedará reflejado en la página Web.

Los resultados de estos cálculos de emisiones vienen expresados en la siguiente tabla:

Tabla 5. Emisiones de CO_2 equivalente en determinados cultivos realizados en explotaciones hortofrutícolas representativas de la Región de Murcia

LEÑOSOS	TOTAL EMISIONES SIN TRANSPORTE	TOTAL EMISIONES CON TRANSPORTE A ALEMANIA
	Emisiones CO_2 (t CO_2/año/ha)	
Albaricoque	4,91	6,64
Ciruela	8,46	11,92
Limón	4,96	11,40
Mandarina	4,36	10,90
Melocotón	11,08	14,33
Naranja	4,96	11,40
Uva de Mesa	3,99	8,80
HERBÁCEOS	**Emisiones CO_2 (t CO_2/año/ha)**	
Alcachofa	2,87	5,62
Brócoli	15,79	18,54
Coliflor	9,85	12,08
Lechuga	5,33	22,00
Melón	9,25	10,69
Pimiento	16,08	25,70
Sandía	1,53	2,30
Tomate	8,28	25,60

Fuente: Elaboración propia.

19. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol). Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute) y Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development).

20. El óxido nitroso tienen un potencial de calentamiento global muy superior al CO_2, según el último informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) es de 310, por lo que pequeñas emisiones de este gas puede significar un impacto importante en el balance de carbono de la explotación agrícola y, en consecuencia, en el balance de carbono asociado a cada cultivo.

21. Según la ISO 14040:2006 *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia* un análisis de ciclo de vida es la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida, estando definido *ciclo de vida* como etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto, desde la adquisición de materia prima o su generación a partir de recursos naturales hasta su disposición final.

5. BALANCE DE CARBONO DE EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS

Si a la fijación de CO_2 realizada por los cultivos, se le restan las emisiones, se obtienen los balances de carbono, que como se puede ver, en todos los casos son positivos, es decir, la captura de CO_2 por la vegetación es superior a las emisiones de CO_2 equivalente necesarias para su producción.

Tabla 7. Balance de carbono a pie de explotación en explotaciones agrícolas representativas de la Región para los siguientes cultivos.

LEÑOSOS	Por hectárea. Balance t CO_2/año/ha	Por kg de fruta o verdura. Balance CO_2/kg	Por pieza de fruta o verdura. Balance CO_2/pieza
Albaricoque	17,90	994,4	59,66
Ciruela	17,43	484,23	48,42
Limon	25,56	381,42	47,68
Mandarina	8,71	138,21	10,37
Melocoton	19,33	572,67	108,81
Naranja	15,77	235,56	29,42
Uva De Mesa	18,15	453,73	294,93
HERBÁCEOS			
Alcachofa	19,83	991,56	297,47
Brocoli	4,16	319,82	111,94
Coliflor	2,13	106,63	42,69
Lechuga	4,89	146,43	58,57
Melon	1,17	78,27	78,27
Pimiento	9,64	137,77	27,55
Sandia	5,17	646,25	775,50
Tomate	7,97	63,22	5,06

Fuente: Elaboración propia.

6. BALANCE DE CARBONO DEL CONJUNTO DE LA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA DE LA REGIÓN DE MURCIA.

El balance de carbono de la producción hortofrutícola de las más de 117.000 Ha de regadío de la Región estudiadas[22] es de un millón seiscientas cincuenta mil toneladas al año y una vez descontadas las emisiones generadas para la producción y transporte de los productos a Alemania[23], está por encima del millón de toneladas anual.

Se debe remarcar, que este balance se ha realizado sin tener en cuenta el potencial de reducción de emisiones que todavía tiene nuestra agricultura. El coste asociado para reducir las emisiones en la agricultura es competitivo con el coste que representa esta reducción en otros sectores de actividad como la industria, el transporte, etc. Y esta es una de las grandes características de la Iniciativa "Agricultura murciana como sumidero de CO_2", el exigir a los adheridos que concreten compromisos ambientales voluntarios, en los que, cada empresario describa una estrategia de mejora de su balance de carbono, adaptado a la realidad de su explotación, es decir realizar una mejora continua.

La agricultura murciana, y en general la mediterránea por su eficiencia y benignidad de su clima, se caracteriza por una escasa dependencia de factores energéticos, por eso, muchos de los cultivos tienen un balance de carbono positivo (comportándose como sumidero de CO_2) teniendo en cuenta las emisiones necesarias para su cultivo y algunos incluso incluyendo las emisiones derivadas de su transporte.

Los trabajos desarrollados en el marco de la Iniciativa "Agricultura como sumidero de CO2" intenta mostrar la im-

22. Para este estudio se han utilizado 15 cultivos diferentes que representan 117.000 Ha del total de las 148.000 Ha que componen el regadío de la Región. Todo apunta a que los cultivos de regadío que no han sido estudiados que representan las 31.000 Ha restantes contribuirían a incrementar la capacidad de sumidero por encima del 1.022. 493,66 t CO_2.

23. Se ha supuesto a efectos de este estudio que toda la producción obtenida de las 117.000 Ha, es decir, los dos millones ochocientos mil toneladas de productos agrícolas, son puestos a 2.000 km de distancia.

portante ventaja competitiva que puede suponer para la agricultura mediterránea, el dar a conocer a los consumidores europeos el importante beneficio ambiental que originan los cultivos agrícolas al mantener almacenando de forma continua, un volumen considerable de CO_2 retirado de la atmósfera gracias a la capacidad de fijación de vegetales. Otro debate diferente, pero no menos importante es cuantificar el papel que la agricultura puede tener en la mitigación del cambio climático cuando retira de forma adicional cantidades significativas de CO_2 de la atmósfera año a año.

En relación con este último aspecto hay que señalar que de la captura o secuestro biológico de más de un millón de toneladas al año una parte importante entre el 52% en el melocotón al 83% en la uva de mesa que corresponde al carbono almacenado en hojas y podas anuales más el fruto que tiene un periodo de retorno anual.

El otro 42% al 17% corresponde con el carbono almacenado en las raíces, tronco y ramas principales que despenderá del periodo de vida del árbol. Una vez acabada la vida útil del árbol frutal sus raíces habrán engrasado el carbono almacenado en el suelo y si su madera se utilizará para usos en los que el carbono no es liberado a la atmósfera tendríamos un sumidero permanente más allá del periodo de vida útil de los árboles.

6.2. La agricultura ecológica como alternativa productiva ante el Cambio Climático

J. M. Egea Fernández y J. M. Egea Sánchez
Departamento de Biología Vegetal (Botánica)
Facultad de Biología. Universidad de Murcia

1. LA AGRICULTURA COMO EMISOR Y RECEPTOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

La agricultura industrializada es una fuente significativa de gases de efecto invernadero (GEI). Entre un 11 % y un tercio del total de las emisiones, según las diversas fuentes consultadas, se debe a esta actividad productiva. De acuerdo con el IPCC (2007) el sector agrario es responsable de la emisión de un 10-12 % del total de CO_2, de un 60% para el N2O y de un 50% para el CH_4. En España la agricultura representó, en 2006, un 11% de las emisiones totales de GEI. En la Región de Murcia, esta cifra asciende a 19,1% (Figura 1), lo que sitúa al sector agrario en segundo lugar de las emisiones de GEI por detrás del transporte (CARM 2008). Su contribución, en general, es bastante mayor de lo que indican las cifras oficiales ya que estas no tienen en cuenta las emisiones indirectas asociadas a las actividades agrícolas, como la producción de fertilizantes, el consumo de combustibles fósiles debido al uso de la maquinaria agrícola o el transporte de productos agrícolas (Sánchez Gimeno 2008).

La agricultura, al mismo tiempo que fuente de emisión de GEI, ofrece un gran potencial para paliar sus efectos debido a la capacidad de absorción de CO_2 en las plantas (Smith 2007), así como a la fijación de CO_2 en los suelos agrícolas que, en la EU-15, es de 60 a 70 Mt/año, lo que supone del 1,5 al 1,7 % de las emisiones antropogénicas de CO_2 (ECCPa 2004). Esta fijación representa el 19-21 % de la reducción total de 337 Mt de CO_2 año-1 a la que se ha comprometido la UE-15 para el periodo 2008-2012. Para aprovechar este potencial se requiere una conversión profunda hacia prácticas culturales más racionales y sostenibles. En este sentido, las propuestas realizadas por el IPCC para reducir las emisiones agrícolas de GEI a escala mundial son casi idénticas a las que hoy en día se aplican en la agricultura ecológica. Estas mismas prácticas permitirían reducir al mismo tiempo otros impactos ambientales negativos producidos por la agricultura, como son las emisiones de amoníaco o de óxido nítrico o la liberación de nitratos a las aguas superficiales y subterráneas (Sánchez Gimeno 2008).

2. LA AGRICULTURA ECOLÓGICA Y SU PAPEL EN LA MITIGACIÓN DE LOS GEI

La agricultura ecológica, sobre todo si se basa en principios agroecológicos, presenta un potencial muy elevado para disminuir las emisiones de GEI y aumentar el secuestro de car-

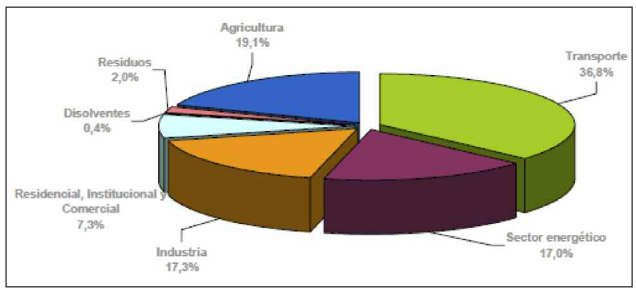


Figura 1. Emisiones de GEI por sectores en el año 2005, en la Región de Murcia. Fuente. CARM 2008

bono en suelo y vegetación (SEAE 2006, Medina et al. 2008). El Grupo de Trabajo sobre Sumideros y Agricultura del Programa Europeo sobre Cambio Climático (ECCPb 2004) concede a la agricultura ecológica un potencial de captación de CO_2 de 0 a 1,98 toneladas por hectárea y año, dependiendo de las prácticas que se apliquen. Para Smith (2004) la eficiencia de captación de carbono en sistemas de producción ecológica es de 41,5 t/ha de CO_2, mientras que en los sistemas de producción convencional se reduce a 21,3 t/ha de CO_2.

El mayor potencial de la producción ecológica a la mitigación del cambio climático se debe, en gran parte, a la mayor eficiencia energética como consecuencia de un menor consumo directo de combustible fósil (maquinaria y mano de obra), del mantenimiento de la fertilidad del suelo mediante inputs internos (rotaciones, abonos verdes, cultivo de leguminosas, etc.), a la ausencia de agroquímicos (fitosanitarios y fertilizantes) de síntesis, así como a los bajos niveles de la externalización en la alimentación del ganado (SEAE 2006). Por otro lado, se reduce la energía necesaria para producir fertilizantes químico-sintéticos y agentes de protección de plantas, a los que se renuncia en este modelo de agricultura. El uso de recursos endógenos y el fomento de canales cortos de comercialización, practicas recomendadas en la agricultura ecológica, disminuyen el consumo de combustibles fósiles destinados al transporte. De acuerdo Mäder et al. (2002), los sistemas agrícolas convencionales utilizan hasta un 50% más de energía que los de producción ecológica.

La vía más adecuada para incrementar la capacidad de captación de carbono en el suelo, de acuerdo con diferentes experimentos de largo plazo, es la adición de materiales orgánicos, procedentes de aportaciones regulares de estiércol, la reincorporación de restos de cultivos, el empleo de abonos verdes y las rotaciones con leguminosas. En sentido inverso, la aplicación exclusiva de fertilizantes nitrogenados de síntesis contribuye con frecuencia al incremento de los procesos de oxidación de la materia orgánica y, en consecuencia, a aumentar las pérdidas de carbono orgánico del suelo (Kotschi y Müller-Säman 2004). Según Raupp (2001, en SEAE 2006), después de un ensayo de 18 años, los suelos con diferentes abonados a base de estiércol presentaban de 3 a 8 t/ha de C más que aquellos fertilizados con abonos de síntesis. El manejo de la fertilización del suelo en la agricultura ecológica, basado exclusivamente en la integración de la agricultura y ganadería, el reciclaje de desperdicios orgánicos y la mejora de las técnicas de elaboración de compost, confieren a este sistema productivo un potencial muy elevado en el secuestro de carbono en el suelo. Otras prácticas aconsejadas en la agricultura ecológica como las técnicas de no laboreo, mínimo laboreo o laboreo de conservación, reducen también los procesos de oxidación y, en consecuencia, la liberación de CO_2 a la atmósfera.

El manejo de la diversidad biológica que se practica en los sistemas agrarios, manejados de acuerdo con las bases y principios de la Agroecología, representa un sumidero importante de carbono. La asociación y rotación de cultivos, permite mantener una cubierta vegetal estratificada y casi permanente a lo largo de todo el año, lo que se traduce en una mayor asimilación de CO_2, al mismo tiempo que se produce un aumento de la capacidad de retención del carbono en el suelo, al reducir la erosión y aumentar la biomasa subterránea. Algo similar se consigue con las cubiertas vegetales, los setos, los sistemas adehesados, los corredores vegetales y los bosquetes islas. Así, por ejemplo, los sistemas agroforestales, otra de las técnicas practicada en la agricultura ecológica, llega a un almacenamiento adicional de carbono de 3.9 t/ha y año en climas templados (Shröder 1994).

La reducción en las emisiones de metano, en agrosistemas ecológicos, es consecuencia del aumento de la actividad biológica del suelo, lo que produce un incremento de la oxidación del CH_4. Por el contrario, las aplicaciones periódicas únicamente de urea o amoniaco inhiben su oxidación (Hutsch 2001). La digestión anaeróbica controlada del estiércol y residuos, combinado con la producción de biogás, es la opción más prometedora para reducir las emisiones de CH4 (Jarvis y Pain

1994). También el cambio en la dieta de los rumiantes en la ganadería ecológica puede provocar reducciones en la emisión de este gas (Zeddies 2002, en SEAE 2006).

La reducción de las emisiones de N_2O en la producción ecológica está ligada a la no utilización de abonos nitrogenados de síntesis. Además, las tasas de estabulado del ganado son limitadas y la dieta animal es menor en proteínas, lo cuál también contribuye a la reducción de las emisiones de N_2O. Según Berg (1997), la reducción de N en la dieta animal es la opción más barata para reducir las emisiones de N_2O.

En la tabla 1 se resume las prácticas de la agricultura ecológica con mayor potencial en la mitigación del cambio climático. En general, se puede afirmar que la agricultura ecológica reduce de forma muy significativa el CO_2 y el N_2O, y en menor medida el CH_4 (Kotschi y Müller-Säman 2004).

3. GESTIÓN DE SISTEMAS AGRARIOS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS GEI

De acuerdo con García et al. (2006), las medidas mencionadas en el apartado anterior para mitigar los GEI, son aplicables a cualquier modelo de producción agraria. Sin

Tabla 1. Potencial de reducción directa e indirecta en la emisión de GEIs derivado de los principios de la agricultura ecológica

LEÑOSOS	CO_2	CH_4	N_2O
1. Uso de la tierra agrícola y su manejo			
Cubierta permanente del suelo	+++	-	+
Reducción de laboreo	+	-	+
Restricción del barbecho en regiones semiáridas	+	-	-
Diversificación de las rotaciones de cultivo	++	-	+
Restauración de la productividad en suelos degradados	++	+	-
Agroforestación	++	-	-
2. Utilización de estiércol y residuos			
Reciclaje de residuos urbanos y compost	++	-	+
Biogás de los purines	-	++	-
3. Ganadería			
Cría y manutención longevas	-	++	+
Restricción de la densidad de estabulado	-	+	+
Reducción de las importaciones de pienso	+	+	-
4. Fertilización			
Restricciones de la externalización de nutrientes	++	-	++
Utilización de leguminosas	+	-	+
Integración de la producción animal y vegetal	++	-	+
5. Cambios en la conducta del consumidor			
Consumo de productos regionales	+++	-	-
Aumento del consumo de vegetales	+	++	-

+++ muy alto, ++ alto, + bajo, - sin potencial. (Fuente: Kotschi y Müller-Säman 2004)

embargo, la agricultura ecológica, basada en principios agroecológicos, es la única que ofrece una alternativa seria en este sentido. El reglamento de la producción ecológica obliga al cumplimiento de muchas de estas prácticas, que son avaladas por un buen sistema de inspección y certificación.

El manejo de la biodiversidad, junto al manejo de la materia orgánica del suelo, constituyen los pilares agroecológicos para mantener la salud de los agrosistemas y poder transformar los sistemas agrarios convencionales en ecológicos, al mismo tiempo que nos proporciona numerosos servicios agroambientales como la reducción de los GEI. El principio que debe guiar la gestión agroecológica de los sistemas agrarios degradados o transformados en monocultivos, es devolverle la diversidad perdida, para recuperar su estructura, funcionamiento y dinámica. El diseño de los paisajes agrarios debe estar orientado tanto al aumento de la biodiversidad planificada por los agricultores, como de la biodiversidad asociada dentro y fuera del agrosistema.

Un primer paso, obligado en la producción ecológica, es eliminar los biocidas y fertilizantes de síntesis. De esta forma se potencia la flora, fauna y microorganismos benéficos (aérea o edáfica). Además, se deben evitar las prácticas agrícolas que interfieren con la diversificación del paisaje como la labranza frecuente del suelo, suelos descubiertos por largos periodos o los monocultivos de gran escala.

El siguiente paso es favorecer y mantener la presencia de flora silvestre dentro de los campos de cultivos, entre los cultivos, a lo largo de los caminos, en zanjas, en los límites de la propiedad o en márgenes en las fincas o parcelas (setos). En general, los agrosistemas más diversificados, más permanentes y manejados con tecnología de bajos insumos (sistemas agroforestales; policultivos tradicionales) presentan mayor ventaja en relación con los procesos ecológicos, que aquellos altamente simplificados, de alto insumo y alterados (monocultivos modernos de hortalizas y frutales). El resultado neto de la simplificación de la biodiversidad para propósitos agrícolas es un ecosistema muy artificial e inestable, que requiere de numerosos recursos externos y un elevado consumo energético para suplir desequilibrios.

El manejo de la biodiversidad planificada por el agricultor nos debe llevar, finalmente y en la medida de lo posible, hacia sistemas agropecuarios basados en recursos genéticos (variedades y razas) locales, en donde la asociación y rotación de cultivos, así como las cubiertas vegetales sean prácticas habituales.

4. REFLEXIÓN FINAL

La agricultura ecológica puede contribuir de forma significativa a reducir las emisiones de GEIs y al secuestro de carbono en suelos y biomasa. Para aprovechar este potencial es necesario desarrollar programas apropiados para optimizar el uso de fertilizantes orgánicos, así como para evaluar el efecto de un aumento de la diversidad biológica en los cultivos, en relación con las emisiones de GEI, captura de carbono y balance energético del sistema productivo. En este análisis se deben identificar las prácticas agrícolas más eficaces, con la finalidad de diseñar las mejores alternativas de manejo encaminadas a minimizar el impacto de la agricultura en relación con el cambio climático. Además, se debe tener en cuenta las barreras e incentivos para su aplicación práctica, lo que será imposible sin un fuerte compromiso de la Administración.

5. BIBLIOGRAFÍA

Berg W. 1997. Minderung von Emissionen aus der Tierhaltung. Kosten und Potentiale. *Landtechnik* 5/97: 262-263.

CARM 2008. *Estrategia de la Región de Murcia frente al cambio climático 2008-2012*. Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

ECCP. 2004a. *Working Group Sinks Related to Agricultural*

Soils. Executive Summary. Programa Europeo sobre el Cambio Climático.

ECCP. 2004b. *Working Group Sinks Related to Agricultural Soils. Final Report*. Programa Europeo sobre el Cambio Climático (ECCP).

García A, Laurín M, Llosá MJ, Gonzálvez V, Sanz MJ, Porcuna JL. 2006. Contribución de la agricultura ecológica a la mitigación del cambio climático en comparación con la agricultura convencional. *Agroecología 1:* 75-88.

Hütsch B. 2001. Methane oxidation in non-flooded soils as affected by crop production. *European Journal of Agronomy* 14(4): 237-260

IPCC 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group. *II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report*. Chapter 12 and Summary for Policymakers.

Jarvis SC, Pain BF. 1994. Gaseous emissions from an intensive dairy farming system. *Proceedings of the IPCC AFOS Workshop*. 55-59. Canberra, Australia.

Kotschi J, Müller-Säman K. 2004. The Role of Organic Agriculture in Mitigating Climate Change – A Scoping Study. *IFOAM*. Bonn.

Mäder P, Fliebach A, Dubois D, Gunst L, Fried P, Urs N. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science V. 296:* 1694-1697.

Medina F, Iglesias A, Mateos C. 2008. Mitigación del cambio climático mediante técnicas de la agricultura ecológica en España. *Actas del VIII Congreso de SEAE*. Bullas, Murcia.

Sánchez Gimeno B. 2008. La agricultura ecológica y la reducción de las emisiones agrícolas de gases de efecto invernadero. Perspectiva global e incertidumbres. Actas del VIII Congreso de SEAE. Bullas, Murcia.

SEAE 2006. *Contribución de la Agricultura Ecológica a la mitigación del Cambio Climático*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Catarroja, Valencia.

Schröder P. 1994. Carbon storage benefits of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 27: 89-97.

Smith P. 2004. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. Eur. J. Agron. 20, 229–236.

Smith P et al. 2007. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of Royal Society.* 789-813.

7

Contribuir a la mitigación cambiando las pautas de producción y consumo

7.1. Ahorro en emisiones de CO_2 por ahorro en consumo de agua

Amalio Garrido Escudero
Director de la Cátedra de Ingeniería y Toxicología Ambiental
de la Universidad Católica de San Antonio de Murcia (UCAM)

1. EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

En todas las fases del ciclo del agua, hay consumo de energía. Las fases del ciclo integral del agua son las siguientes:

1. Captación
2. Potabilización
3. Distribución y consumo
4. Evacuación de aguas residuales
5. Tratamiento de aguas residuales
6. Devolución al medio o reutilización

En cualquiera de estas etapas es necesario, por ejemplo, transportar grandes volúmenes de agua mediante el uso de bombas. Desde las captaciones de las estaciones de tratamiento de aguas potables (ETAP) hasta los consumidores finales, las diferentes estaciones de bombeo, los depósitos superficiales y los subterráneos garantizan el suministro al consumidor. Las estaciones de captación incluyen, por lo general, grupos de bombas verticales o sumergidas destinadas a la explotación de las reservas o depósitos de agua que alimentan por gravedad las plantas de tratamiento.

Si se trata de procesos de potabilización de aguas de mar, mediante desalación por evaporación u ósmosis inversa, el consumo energético es tan importante que corresponde a más del 50% de los costes de explotación de dichas plantas, sin contar con la energía necesaria para la distribución tierra adentro.

2. CONSUMO ENERGÉTICO DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

Dependiendo de la configuración del sistema hidráulico de abastecimiento, saneamiento y depuración de cada población, la calidad de los recursos hídricos y su disponibilidad, la topografía del entorno y el régimen de explotación los consumos energéticos unitarios varían significativamente.

Para la Región de Murcia se podría utilizar como valor medio más aproximado para el consumo energético medio en la producción de agua:

- Aguas continentales: 1,1 kWh/m3
- Aguas desaladas: 4,2 kWh/m3

En la actualidad se podría suponer que para un horizonte temporal de los próximos 15 años el reparto medio del abastecimiento de la Región será de un 70% con origen en aguas continentales (superficiales y subterráneas) y un 30% para recursos marinos (desalación de agua de mar por ósmosis inversa).

Realizando el mismo ejercicio para el cálculo medio aproximado del consumo energético regional unitario en la distribución de agua se llega a la siguiente conclusión:

Impulsiones y bombeos: 0,8 kWh/m3

Con el fin de calcular el consumo energético medio unitario en el trasporte de aguas residuales se han tenido en cuenta los datos de los diferentes municipios y proyectos de ampliación, mejora y rehabilitación que en el futuro próximo se van a llevar a cabo. Realizada una estimación el resultado más probable es el siguiente:

Impulsiones y bombeos redes de saneamiento: 1,3 kWh/m3

Para el cálculo del consumo energético medio unitario en operaciones de depuración de aguas residuales, incluyendo las industriales y los tratamientos terciarios para reutilización, que puedan llevarse a cabo en los próximos años:

Tratamiento de aguas residuales: 1,8 kWh/m3

Por tanto, el total para el consumo medio unitario para el ciclo integral del agua en los próximos 15 años en la Región de Murcia puede estimarse en unos 5,93 kWh/m3.

3. CONSUMO ENERGÉTICO DEL AGUA CALIENTE SANITARIA

Hasta ahora se ha descrito el balance energético del ciclo del abastecimiento, saneamiento y depuración sin establecer ninguna estimación de los usos domésticos o industriales del agua. En relación a los consumos industriales, la tipología es tan diversa que hasta la fecha de hoy es prácticamente imposible realizar estimaciones con respecto al consumo energético medio unitario, durante el ciclo de consumo. Usualmente se realizan operaciones de bombeo, presurización, y tratamientos auxiliares de acondicionamiento del agua para su incorporación al proceso productivo.

Normalmente el 40% del agua que se consume en una vivienda unifamiliar es agua caliente sanitaria. Por tanto, es fundamental conocer el consumo energético para la generación de agua caliente sanitaria al tratarse de la mayor fuente de consumo.

Para el cálculo del consumo energético del agua caliente sanitaria, podemos suponer un salto térmico medio de 65 ºC.

El consumo energético para elevar 1 ºC la temperatura del agua es fácil de calcular siendo de 1,163 kWh/m3. De esta forma el consumo energético medio unitario para la generación doméstica de agua caliente sanitaria se puede estimar en 75,595 kWh/m3.

4. CONSUMO ENERGÉTICO MEDIO POR CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA

En la mayoría de hogares, y debido a la configuración urbana de los edificios de más de una planta, es necesaria la utilización de grupos de presión para la distribución interna. Realizando una estimación media estadística con algunos datos muestrales en municipios de la Región de Murcia se puede estimar un consumo medio energético, en grupos de presión domésticos, de 0,6 kWh/m3.

Haciendo un balance completo debemos considerar, como ya hemos comentado, un uso en agua caliente sanitaria de un 40%. Por tanto, el resultado del balance puede ser como sigue:

Consumo energético del agua caliente sanitaria (40%):

75,595 + 5,93 = 81,525 kWh/m3

Consumo energético del resto de agua (60%):

5,93 kWh/m3

Total ponderado = 36,168 kWh/m3

A este total hay que añadir el consumo de los grupos de presión quedando el consumo energético medio por consumo de agua doméstico en 36,768 kWh/m3.

5. EMISIONES EQUIVALENTES DE CO_2

Una vez conocido el consumo de agua doméstico se pueden calcular las emisiones equivalentes de CO_2 correspondientes al mismo.

Suponiendo una tasa de generación de CO_2 por kWh producido de 0,39 kg CO_2/kWh la emisión equivalente por el consumo de un metro cúbico de agua es:

36,768 kWh/m3 x 0,39 kg CO_2/kWh = 14,34 kg CO_2/m3

6. VAPOR DE AGUA

El vapor de agua es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo. El vapor de agua en la atmósfera forma parte del ciclo hidrológico.

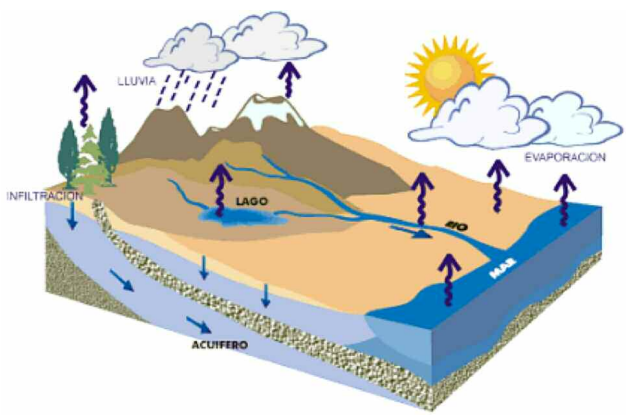
El vapor de agua es el principal gas invernadero responsable de dos terceras partes del efecto invernadero natural debido a la absorción de los rayos infrarrojos. En la atmósfera, las moléculas de agua atrapan el calor que irradia la Tierra y la irradian a su vez en todas las direcciones, calentando la superficie terrestre, antes de devolverlo de nuevo al espacio.

De todos los gases de efecto invernadero naturales, el vapor de agua es el más poderoso. En realidad es del vapor de agua del que depende naturalmente el efecto invernadero.

Hasta el momento la inyección de vapor de agua por parte de la actividad humana no ha sido relevante. Podría ser muy importante, sólo tienen que imaginarse qué pasaría si los coches privados en lugar de emitir CO_2 emitiesen vapor de agua; las ciudades serían mucho más húmedas y durante buena parte del año la niebla sería permanente.

El efecto de las nubes tiene un doble sentido. Las nubes actúan como una “manta” impidiendo que el calor acumulado en la superficie se escape (por eso las noches de invierno nubladas son mucho más cálidas que las que están despejadas), pero también reducen el brillo del sol, impidiendo que se caliente la superficie y enfriando la atmósfera baja. En esta situación se establece una inversión térmica en altura. La parte alta de las nubes son potentes reflectantes de la radiación solar.

No hay que olvidar que en la Región de Murcia la tasa media de evaporación es superior a 1,5 m/año. Por tanto, en los almacenamientos de agua en contacto con la atmósfera como son las piscinas, balsas de riego, etc. hay que contar con esa contribución al efecto invernadero.



7. LEY 6/2006 DE INCREMENTO DE MEDIDAS DE AHORRO Y CONSERVACIÓN DE AGUA DE LA REGIÓN DE MURCIA

El agua es en la Región de Murcia un recurso natural escaso y valioso, indispensable para la vida y para el desarrollo sostenible, así como para la mayoría de las actividades económicas y sociales.

La situación especial del déficit hídrico estructural en la cuenca del Segura, reconocido por el Plan Hidrológico de la Cuenca, no puede ser un freno al desarrollo económico y social de la Región de Murcia. Es preciso garantizar las disponibilidades de agua necesarias que demande la Planificación Económica Regional.

A este fin, se hace necesario el establecimiento de unas medidas mínimas de ahorro en el consumo de agua aplicable en todos los municipios de la Región de Murcia y a todos los sectores económicos.

Esta Ley tiene por objeto establecer el incremento de las medidas de ahorro y conservación en el consumo de agua mediante su incorporación a las ordenanzas y reglamentos municipales, sin menoscabo de otras que, de forma voluntaria, cada Entidad Local pudiera establecer.

La disposición recoge en sus artículos las medidas de ahorro y conservación a realizar en:

- viviendas de nueva construcción
- locales de pública concurrencia
- viviendas existentes
- industrias y edificios industriales
- Piscinas públicas y privadas
- parques y jardines
- limpieza viaria

Algunas de las características más importantes de esta Ley son:

- Única ley de estas características en la Unión Europea
- Afecta a todas las actividades (excepto a la agricultura)
- Impone obligaciones
- Existen incentivos para las instalaciones existentes

Mediante la aplicación de esta Ley el ahorro esperado se estima de la siguiente forma:

- Ahorro estimado en viviendas entre un 15 a un 25% en un horizonte de 7 años
- La demanda de agua en la Región de Murcia es de 145 Hm^3/año
- Ahorro neto entre 21,75 y 36,25 Hm^3/año

8. CONCLUSIONES

Haciendo una valoración aproximada el ahorro en emisiones de CO_2 en un horizonte de 7 años en la Región de Murcia, debido al ahorro de agua por aplicación de la normativa en esta materia podría llegar hasta 0,52 millones de Tm CO_2/año.

7.2. Problemática de la comunicación frente al Cambio Climático

Antonio Soler Valcárcel
Experto en comunicación y concienciación
en materia de cambio climático

El contexto en el que deben desarrollarse los esfuerzos de sensibilización, capacitación y búsqueda de un sentido de responsabilidad social respecto al problema del cambio climático y el uso eficiente y responsable de la energía no es fácil; los medios de comunicación transmiten con intensidad mensajes que promocionan el consumo; las campañas publicitarias sobre productos energéticos generan con cierta frecuencia confusión sobre los efectos ambientales del consumo de energía; las propias administraciones públicas, desarrollan con frecuencia prácticas que contradicen los mensajes de coherencia y responsabilidad. Además, las propias iniciativas de comunicación y educación no suelen contemplar evaluaciones previas y fases piloto que faciliten una adecuada adaptación a la realidad socio ambiental en la que se pretende intervenir.

En este breve artículo se exponen algunas claves para facilitar el desarrollo de estrategias de comunicación, identificando barreras a la comprensión del fenómeno y a la modificación de pautas de consumo:

1. La comprensión del fenómeno del cambio climático y sus consecuencias, las ya conocidas y las previsibles de cara al futuro, constituye un objetivo básico para lograr una adecuada valoración social sobre la importancia de desarrollar esfuerzos serios en los campos del ahorro, la eficiencia energética y los estilos de vida sostenibles
2. La mayor parte de las emisiones de CO_2 se desarrollan en los sectores difusos (vivienda y transporte), es decir, sectores cercanos a los consumidores, a nuestras decisiones cotidianas, difíciles de controlar. Se evidencia la necesidad de incrementar los esfuerzos dedicados a la población no escolar.
3. El modelo de vida basado en un elevado consumo energético goza de una elevada aceptación social y las personas tendamos a comparar nuestro estatus social en función de los bienes materiales que mostramos. La combinación de bienes adquiridos es empleada para expresar a los demás la propia personalidad y valores, la pertenencia a grupos sociales particulares o a comunidades y la relación propia con el medio físico y social.
4. La mayoría de la población ya conoce el fenómeno del cambio climático, sus causas y sus posibles consecuencias, si bien es cierto que se mantienen algunas ideas erróneas al respecto, no se entiende o acepta la globalidad y gravedad, y en ocasiones se minimiza su importancia e incluso duda de su existencia real, en especial cuando la meteorología de las estaciones no se corresponde con el aumento de temperaturas. Se confunde fácilmente clima y meteorología
5. Tecnologías que mejoran la eficiencia energética no se suele traducir en una reducción de emisiones en el campo de actividad correspondiente, ya que el efecto ahorrador es anulado por nuevos incrementos en los niveles de producción y consumo: esto se traduce, por ejemplo, en que un coche de menor consumo acaba realizando más kilómetros pues le percepción del coste económico prima sobre el coste ambiental. Las campañas publicitarias de los productos tienen una gran importan-

cia en este hecho por lo que deberían imponerse sistemas de control sobre la veracidad de los productos anunciados.

6. Dentro de estos efectos de la publicidad son especialmente perniciosos los anuncios de tono triunfalista generados desde las administraciones públicos destinados a "vender" los logros de ciertas políticas más basados en lo hecho que en lo que resta por hacer, lo cual genera actitudes de baja implicación personal.
7. Las respuestas humanas a los problemas ambientales chocan frecuentemente con los intereses de personas y organizaciones que reaccionan oponiéndose a unas iniciativas que consideran que les perjudican. Esto genera campañas de contrapublicidad o claramente de "intoxicación" informativa que cuestionan las alertas emitidas por la comunidad científica.
8. Conocer un problema ambiental, ser consciente de su importancia, incluso reconocer la necesidad de actuar para mitigarlo o resolverlo, no supone que se vaya a actuar de forma responsable en relación al problema. De hecho, con frecuencia, las personas que conocen mejor el problema mantienen unos patrones de consumo energético similares a los del resto de la población.
9. Es importante entender que las razones que con mayor frecuencia animan a la gente a actuar de forma responsable en relación con el uso de la energía indican que la conservación del medio ambiente y la mitigación del cambio climático no son las motivaciones principales de los comportamientos ahorradores.
10. Parece lógico aprovechar las motivaciones iniciales, que pueden estar principalmente vinculadas a intereses más personales (en el caso de las reformas domésticas, por ejemplo, búsqueda de confort y ahorro económico), y tratar de satisfacerlas al tiempo que se difunden y plantean también las ventajas ambientales de esas iniciativas.
11. Es necesario mejorar la información disponible sobre las emisiones de CO_2 asociadas a los principales productos y servicios al objeto de poder incluir dicho dato como elemento en la toma de decisiones del consumidor, y generar una nueva cultura de consumo de bienes y servicios donde la ecoeficiencia gane terreno al factor precio.
12. Difícil traducción a gases emitidos: la mayoría de los ciudadanos-consumidores desconoce la relación entre energía consumida y gases emitidos. Los ciudadanos tienen, en el mejor de los casos, serias dificultades para obtener información significativa sobre la traducción de sus consumos energéticos a emisiones de gases efecto invernadero. Esto viene en gran medida dado por la diversidad de unidades de medidas: las gasolinas se compran en litros; el gas en metros cúbicos; la electricidad en Kw./h. Los consumidores no son capaces de establecer comparaciones entre productos energéticos expresados en distintas unidades de medidas.
13. Establecer estas relaciones se hace especialmente difícil para el caso de la energía eléctrica, ya que las emisiones se generan fundamentalmente en el proceso de producción y no en el consumo final. Esto lleva a muchos consumidores a percibirla como una energía "limpia", cuando lo cierto es que en nuestro país es generada principalmente en centrales térmicas alimentadas con combustibles fósiles.
14. La falta de datos para la mayoría de los productos y servicios energéticos: probablemente no sea realista pretender que los ciudadanos conozcamos las implicaciones energéticas de todas y cada una de nuestras opciones de consumo. Pretender que la gente realice esfuerzos para ahorrar energía sin contar con información adecuada sobre los consumos asociados a los productos o actividades más relevantes podría compararse con un corredor que emprende un plan de entrenamiento sin contar con un cronómetro. El ciudadano interesado carecerá de referencias básicas para orientar sus iniciativas y además carecerá de un *feed back* útil para valorar el resultado de los esfuerzos realizados.

15. Casos en los que se suministró a un conjunto de usuarios información más completa sobre sus consumos domésticos de gas y electricidad y emisiones asociadas, así como buenas prácticas de reducción de los mismos, se tradujo en ahorros medios inmediatos de entre el 5% y el 10%.
16. Facturas energéticas: documentos contables y ambientales. Una herramienta básica relacionada con los cuatro puntos anteriores es que las facturas incluyan el coste ambiental de los consumos de bienes y servicios. Ello es el punto de partida de la conciencia de "huella ecológica" y ayudan a comparar la bondad o perjuicio ambiental de la oferta existente en el mercado de los mismos. Por ejemplo, el hecho de que productos traídos desde grandes distancias incorporen la huella de carbono del transporte ayudará a elegir productos de origen más cercano o local, siendo una herramienta de competitividad para aquellas empresas que no apuesten por la deslocalización de sus actividades.
17. Acciones de alto y bajo coste personal. Si el hecho de renunciar a determinados comportamientos, sustituyéndolos por otros responsables es percibido como muy costoso en el ámbito personal, es más improbable que la gente acceda a cambiarlos. Este coste no es una cuestión económica, sino una percepción de cómo reducimos nuestro derecho a disfrutar de ciertos "placeres". Por ejemplo, con la información y sensibilización adecuadas, las personas pueden emprender algunas iniciativas individuales de "bajo coste" tales como colocar lámparas de bajo consumo o elegir modelos de electrodomésticos energéticamente eficientes, pero resulta mucho más difícil renunciar a unas vacaciones de pocos días en lugares distantes que, debido a los desplazamientos aéreos, suponen un consumo energético, y unas emisiones, que anulan totalmente el ahorro generado por las acciones de bajo coste personal.
18. La percepción de la insignificancia de la acción individual nos lleva a esperar a que otros actúen primero, antes de realizar sacrificios individuales percibidos como importantes. Esta barrera, y el coste percibido de las acciones ahorradoras, puede superarse cuando lo que se plantea son acciones colectivas dado que:

    A) los humanos valoramos nuestra calidad de vida utilizando a los otros como punto de referencia,
    B) la iniciativa colectiva puede incidir sobre el "coste" percibido del comportamiento penalizando las conductas no ahorradoras. Esta penalización no es tanto económica como de percepción y valoración social de los comportamientos derrochadores, pero a gran escala, puede ayudar al establecimiento de políticas más intensas que sí establezcan penalizaciones o incentivos al ahorro y consumo responsable.

19. La promoción de retos colectivos implica una consistente estrategia de comunicación que permita modificar las percepciones sociales de ciertas prácticas de derroche y apoyar a la ciudadanía que apuesta por la mejora. Debe ofrecerse información sobre las alternativas de carácter colectivo existentes en las pautas de consumo y transporte, y los conflictos sociales planteados en torno a las decisiones que podrían adoptar.
20. Para incrementar la efectividad de las políticas y medidas orientadas a favorecer la mitigación del cambio climático y un uso eficiente y responsable de la energía, debemos realizar análisis específicos sectoriales y locales de las barreras para el conocimiento y la acción así como de las motivaciones para la acción mitigadora.

CONCLUSIONES: si bien la solución a problemas de origen difuso como el consumo de energía en bienes y servicios que nos ocupa no es fácil, todavía existe una batería importante de acciones a promover. Algunas medidas son de gran sencillez y muy bajo coste, requiriendo tan solo la modificación de pequeños aspectos normativos como la incorpora-

ción de emisiones asociadas al consumo en las facturas energéticas. Otras requieren más inversión y una cierta constancia como la promoción de acciones colectivas.

En cualquier caso, la incorporación al factor coste de las externalidades ambientales se conforma como una herramienta de competitividad que puede resultar muy beneficiosa para empresas locales contrarrestando la oferta basada exclusivamente en precio de productos foráneos. Además, cualquier estrategia que ayude a reducir las emisiones tendrá como beneficio adicional la reducción de la dependencia energética, la mejora del balance comercial y la mayor disponibilidad de recursos económicos para las familias de nuestro país.

Anexos

ANEXO I

Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero reguladas por el comercio de derechos de emisión en la Región de Murcia 2005-2009

El comercio de emisiones es un instrumento fundamental en la política ambiental en la Unión Europea, así lo demuestra la Directiva 2003/87/CE, aprobada en octubre de 2003, modificada en octubre de 2004 por la Directiva 2004/111 CE y la posterior puesta en marcha del régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea en enero de 2005. La Directiva establece que el régimen europeo se llevará a cabo en dos fases; la fase de preparación previa a la entrada en vigor del Protocolo, que abarca el periodo 2005-2007 y la fase de Kioto, comprendida entre 2008-2012.

La transposición de esta Directiva, que entró en vigor en octubre de 2003, se hizo efectiva a través de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (Boletín Oficial del Estado de 10 de marzo de 2005), la cual señala que, corresponde a las Comunidades Autónomas en su ámbito territorial (en la Región de Murcia a la Consejería de Agricultura y Agua), la autorización y seguimiento de las instalaciones sujetas a este régimen de comercio de derechos de emisión.

Entre noviembre de 2008 y abril de 2009 se han aprobado dos directivas[1] que revisan la 2003/87/CE, reformando el régimen europeo de comercio de derechos de emisión y extendiendo su ámbito de aplicación. El pasado 6 de julio de 2010 se publicó en el Boletín Oficial del Estado la Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005.

En el presente informe se resume gráficamente la evolución de las emisiones de GEI en los sectores de actividad afectados, en la Región de Murcia, del Primer Plan Nacional de Asignación de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI), correspondiente a los años 2005-2007 y de los dos primeros años del Segundo Plan Nacional de Asignación de GEI (2008 y 2009).

Tras cumplirse el fin del primer periodo de asignación de gases de efecto invernadero (2005-2007), y los años 2008 y 2009 del segundo periodo de asignación (2008-2012), se puede analizar la evolución de las emisiones de GEI en la Región de Murcia y compararla con los derechos de emisión asignados.

INSTALACIONES INCLUIDAS EN EL COMERCIO DE DERECHOS DE EMISIÓN DE GEI EN LA REGIÓN DE MURCIA:

En el gráfico 1 se observa la evolución en el número de instalaciones afectadas por el comercio de derechos de emisión en la Región de Murcia.

En el año 2005, eran 15 las instalaciones de la Región de Murcia incluidas en el Régimen del Comercio de Emisiones de GEI, a lo largo del año 2006, se incorporan 6 nuevas instalaciones, entre las cuales se encuentra una instalación de generación eléctrica, como nuevo entrante, y 5 instalaciones incorporadas en el régimen del comercio de emisión por el Real Decreto Ley 5/2005, que amplía el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo. Por otro lado, se pone en

1. Directiva 2008/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE con el fin de incluir las actividades de aviación en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
Directiva 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

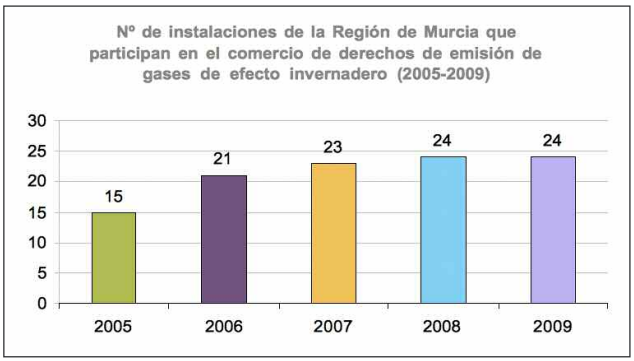


Gráfico 1. Evolución en el número de instalaciones en la Región de Murcia afectadas por el comercio de carbono en el período 2005-2009.

funcionamiento una nueva instalación de ciclo combinado, pasando a ser en 2006 un total de 21 instalaciones. En el año 2007, aparecen 2 nuevos entrantes pertenecientes al sector "otras instalaciones de combustión", haciendo un total de 23 instalaciones. En el año 2008, se incorpora 1 nuevo entrante perteneciente también al sector "otras instalaciones de combustión", teniendo un total de 24 instalaciones, dato que no varía en el año 2009 (Tabla 1).

Sectores a los que pertenecen las instalaciones

En la tabla 2 se reflejan los sectores a los que pertenecen las instalaciones de la Región de Murcia afectadas por la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Evolución de las emisiones

En el gráfico 2 se observa la evolución de las emisiones de CO_2 emitidas en la Región de Murcia y verificadas por verificadores de gases de efecto invernadero en el periodo 2005-2009.

Evolución de la asignación de derechos de emisión en la Región de Murcia

El gráfico 3 muestra la evolución de la asignación total de derechos de emisión de GEI que han tenido las empresas de la Región de Murcia.

Generación eléctrica: Ciclo combinado	1.a.	AES Energía Cartagena, S.R.L. - Escombreras 1, 2 y 3
		Gas Natural, S.D.G., S.A.- Escombreras 1, 2 y 3
		Iberdrola Generación, S.A.U.
Refino de petróleo	2	Repsol Petróleo, S.A.
Cemento	6	Holcim España, S.A.
Tejas y Ladrillos	8	La Ladrillera Murciana, S.A.
		Cerámicas del Sureste, S.C.L.
Otra combustión	1.b.	Prieto Papel, S.A.
	1.b.	Aprovechamientos Energéticos Furesa, S.A. (Aprofursa)
	1.b.	El Pozo Alimentación
	1.b.	Fudepor, S.L.
	1.b.	Energyworks Cartagena, S.L.
	1.b. y 1.c.	Linasa Cogeneración y Asociados, S.L.
	1.b.	Planta de tratamiento de Purines Hinojar I
	1.b.	Sierra de la Tercia
	1.b.	Cofrusa Cogeneración
	1.b.	Ecocarburantes Españoles
	1.b. y 1.c.	Enagás
	1.c.	Estrella de Levante
	1.c.	SABIC
	1.c.	Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca
	1.c.	Bunge Ibérica S.A. - Moyresa Fábrica de Cartagena
	1.c.	Alcurnia Alimentación S.L.
	1.c.	Moyresa Girasol, S.L.

Tabla 1. Instalaciones incluidas en el Régimen del Comercio de Emisiones de GEI en la Región de Murcia.

SECTOR	2005	2006	2007	2008	2009
Generación eléctrica	2	3	3	3	3
Refino de petróleo	1	1	1	1	1
Pasta y papel	1	1	1	1	1
Cemento	1	1	1	1	1
Tejas y ladrillos	2	2	2	2	2
Otras instalaciones de combustión	8	13	15	16	16
Total	**15**	**21**	**23**	**24**	**24**

Tabla 2. Evolución del número de instalaciones, por sectores, afectadas por el comercio de carbono en la Región de Murcia.

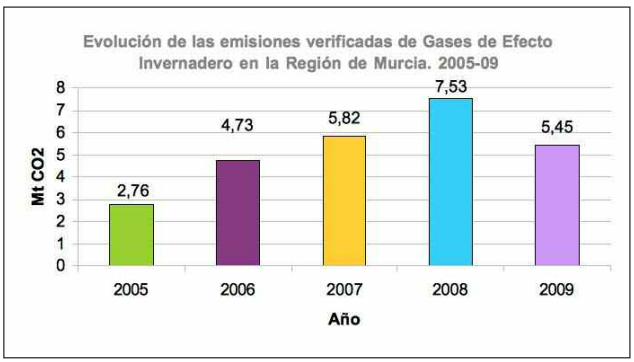


Gráfico 2. Evolución de las emisiones de GEI reguladas por el comercio de derechos de emisión en la Región de Murcia.

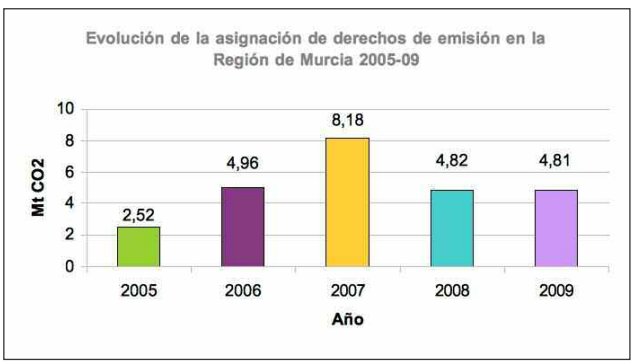


Gráfico 3. Evolución de la asignación de derechos de emisión de GEI en la Región de Murcia.

Cobertura de la asignación total de derechos de emisión por años

En el gráfico 4 se observa la relación entre los derechos de emisión asignados y las emisiones verificadas de las instalaciones de la Región de Murcia, incluidas en el ámbito del comercio de derechos de emisión, por años.

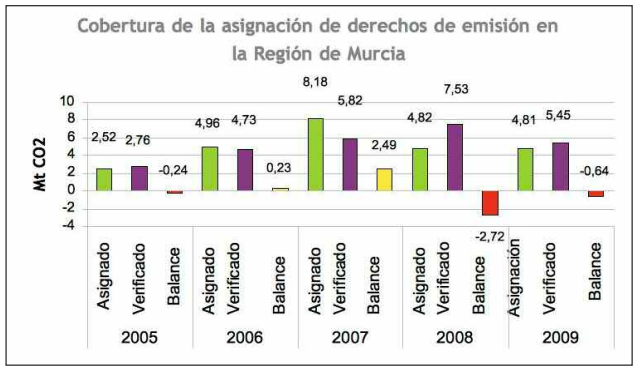


Gráfico 4. Cobertura de la asignación de derechos de emisión de GEI en la Región de Murcia.

En el año 2005 (Gráfico 5), el balance fue negativo, es decir, se emitieron más toneladas de CO_2 que derechos de emisión había asignados. Esta tendencia se invirtió en 2006, pasando el balance, derechos asignados menos emisiones verificadas, a ser positivo. En 2007, continúa esta tendencia alcista. En los años 2008 y 2009, el balance vuelve a ser negativo, emitiéndose 2,72 Mt de CO_2 más de las asignadas en 2008 y 0,64 Mt de CO_2 en 2009.

Evolución de las emisiones de CO_2 por sectores en la Región de Murcia.

Haciendo un estudio por sectores, el sector de generación eléctrica es el que ha incrementado más sus emisiones de CO_2 hasta el año 2008, debido principalmente a la puesta en fun-

cionamiento de nuevas centrales de ciclo combinado y a ampliaciones de las existentes. En el año 2009, disminuyen las emisiones de CO_2 en casi todos los sectores, consecuencia, en la mayoría de ellos, de la crisis económica que sufre el País.

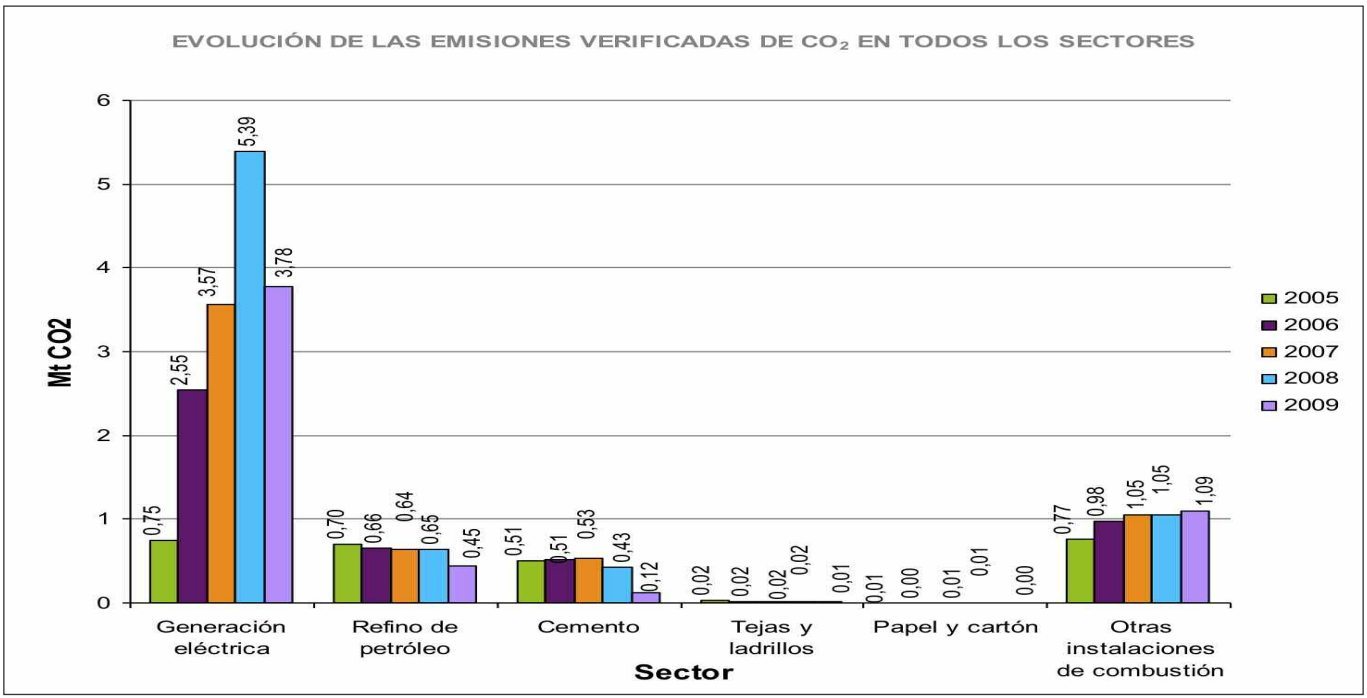


Gráfico 5. Evolución de las emisiones verificadas de CO_2 en todos los sectores en la Región de Murcia.

SECTOR	EMISIONES VERIFICADAS (T CO_2)				
	2005	2006	2007	2008	2009
Generación eléctrica	749.397	2.549.354	3.570.718	5.386.809	3.778.109
Refino de petróleo	702.078	659.879	643.422	645.320	447.701
Cemento	508.549	513.583	526.055	425.091	121.965
Tejas y ladrillos	23.704	22.132	21.595	17.631	8.949
Otras instalaciones de combustión	773.068	984.302	1.058.872	1.055.970	1.094.395

Tabla 3. Evolución de las emisiones de GEI en la Región de Murcia.

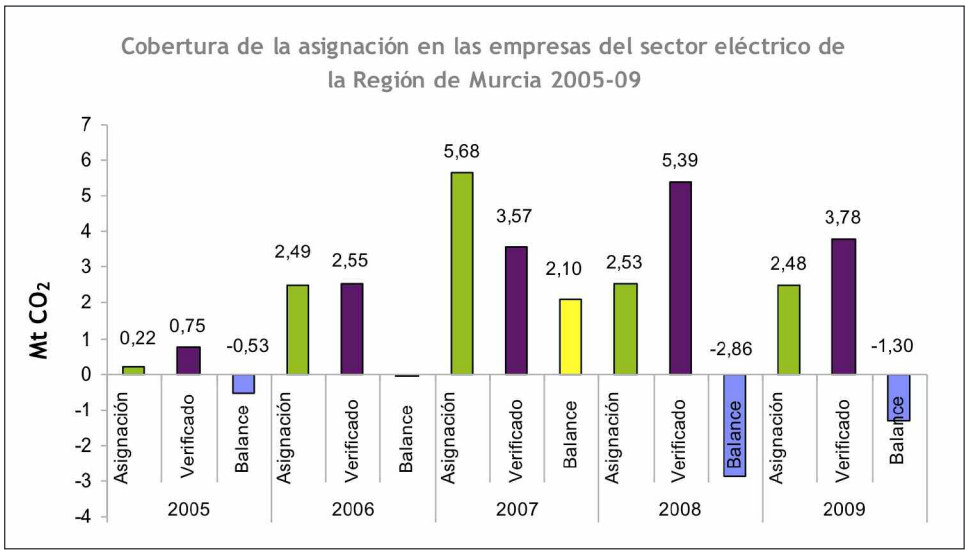


Gráfico 6. Grado de cumplimiento del PNA 2005-2007, años 2008 y 2009 en la Región de Murcia. Sector de generación eléctrica.

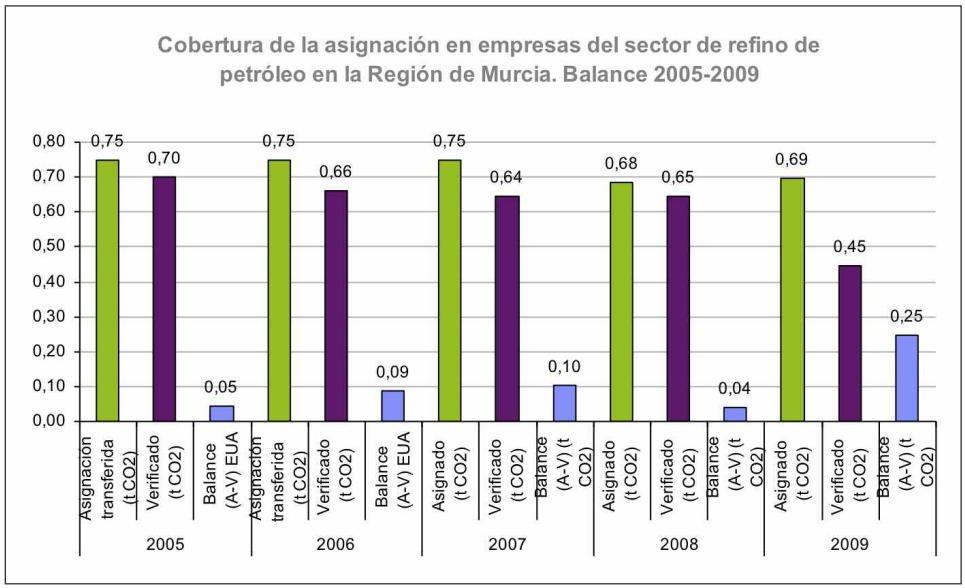


Gráfico 7. Grado de cumplimiento del PNA 2005-2007, años 2008 y 2009 en la Región de Murcia. Sector de refino de petróleo

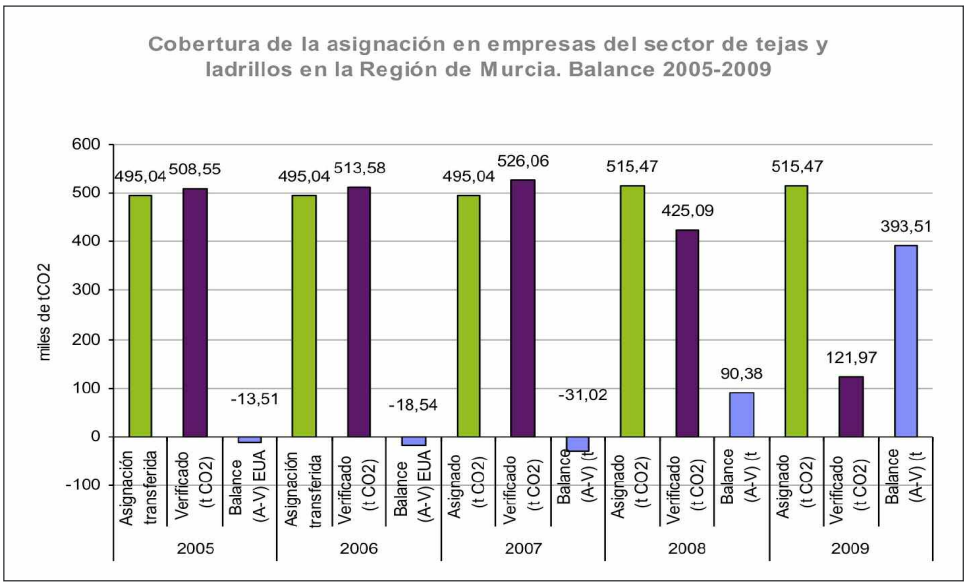


Gráfico 8. Grado de cumplimiento del PNA 2005-2007, años 2008 y 2009 en la Región de Murcia. Sector de tejas y ladrillos.

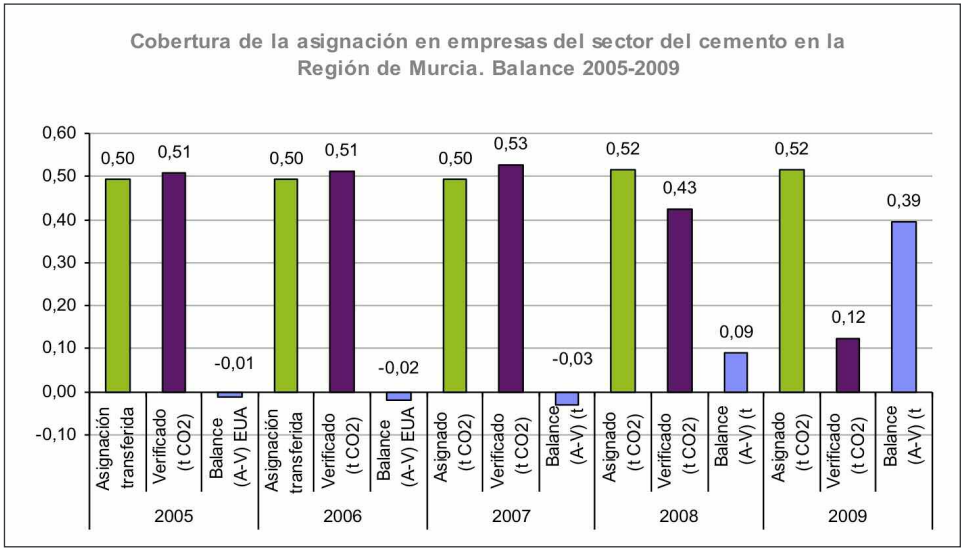


Gráfico 9. Grado de cumplimiento del PNA 2005-2007, años 2008 y 2009 en la Región de Murcia. Sector del cemento.

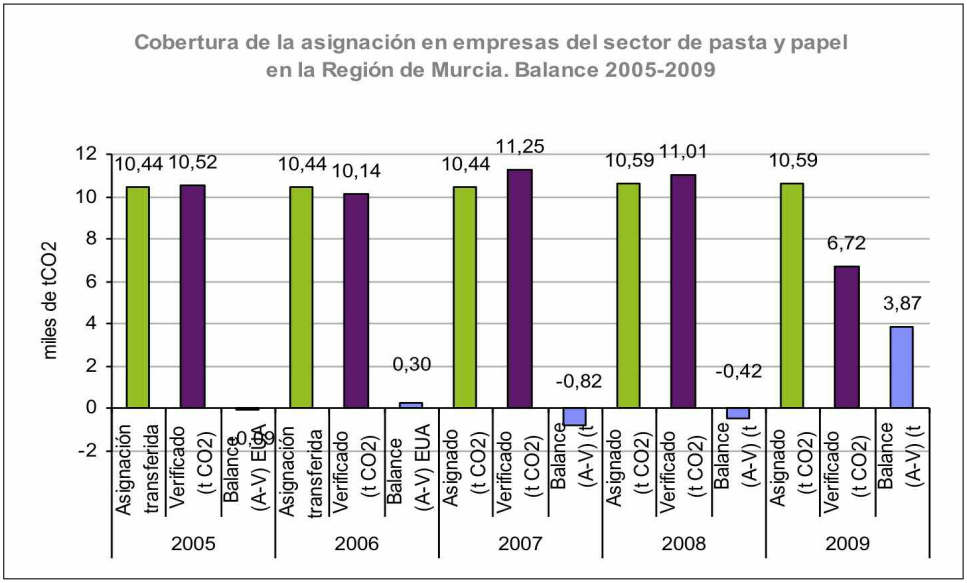


Gráfico 10. Grado de cumplimiento del PNA 2005-2007, años 2008 y 2009 en la Región de Murcia. Sector de pasta y papel.

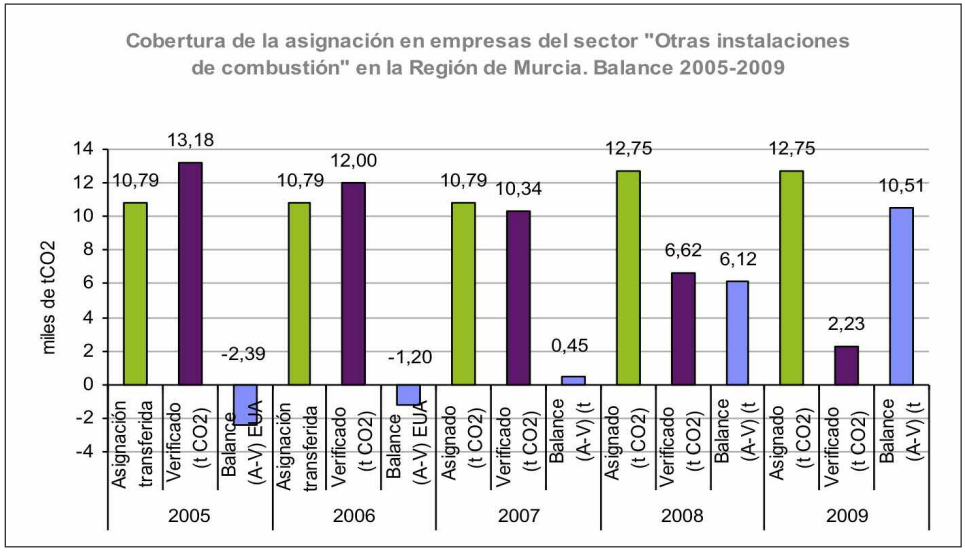


Gráfico 11. Grado de cumplimiento del PNA 2005-2007, años 2008 y 2009 en la Región de Murcia. Sector de otras instalaciones de combustión.

Apuntes sobre el aumento de emisiones verificadas de GEI del año 2005 al 2006

El aumento de las emisiones de GEI del año 2005 al año 2006, se debe principalmente a los siguientes acontecimientos:

- Instalación de generación eléctrica (AES Energía Cartagena) obtuvo asignación en 2005, pero se puso en marcha en el cuarto trimestre de 2006
- Puesta en marcha de una instalación de generación eléctrica (gas natural)
- Puesta en marcha de la planta de Ciclo combinado de Iberdrola Generación
- Ampliación del ámbito de aplicación de la Ley 1/2005 por el Real Decreto 5/2005

Apuntes sobre el aumento de emisiones verificadas de GEI del año 2006 al 2007

El aumento de las emisiones de GEI del año 2006 al año 2007, se debe principalmente a los siguientes acontecimientos:

- Instalación de generación eléctrica (AES Energía Cartagena) entra en funcionamiento en el cuarto trimestre de 2006, emitiendo únicamente lo correspondiente a estos meses, mientras que en 2007, funciona los 12 meses.
- Instalación de generación eléctrica (Gas Natural) entra en funcionamiento el 24 de febrero de 2006 y en 2007, funciona los 12 meses.
- La planta de cogeneración de Fudepor, entra en funcionamiento el 4 de julio de 2006.

Apuntes sobre la variación de emisiones verificadas de GEI del año 2007 al 2009:

Del año 2007 al 2009 se observa una disminución generalizada de las emisiones de CO_2 en todos los sectores afectados por el comercio de derechos de emisión, debida probablemente a la situación de crisis económica que está sufriendo el País.

Instalaciones afectadas por el comercio de derechos de emisión de la Región de Murcia

- Holcim España S.A.
- Aprofusa
- Cofrusa Cogeneración
- Ecocarburantes Españoles
- El Pozo Alimentación
- Energyworks Cartagena, S.L.
- Fudepor S.L.
- Linasa Cogeneración y Asociados, S.L.
- Planta de Tratamiento de Purines Hinojar I
- Tratamientos Ambientales Sierra de la Tercia S.A.
- AES Energía Cartagena, S.R.L. - Escombreras
- Gas Natural, S.D.G., S.A. - Escombreras
- Iberdrola Generación - Escombreras ciclo combinado
- Prieto Papel S.A.
- Repsol Petróleo S.A.
- Cerámicas del Sureste S.C.L.
- La Ladrillera Murciana S.A.
- Enagás, S.A Instalación de Cartagena
- Estrella de Levante, S.L.
- SABIC Innovative Plastics de España, S. Com. por A
- Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca
- BUNGE IBERICA, SA
- Moyresa Girasol, S.L. – Planta de Cartagena
- Alcurnia Alimentación, S.L.

ANEXO II

Orden de 19 de febrero de 2007, de la Consejería de Industria y Medio Ambiente, por la que se crea el Observatorio Regional del Cambio Climático

La Región de Murcia al igual que otras muchas regiones del mundo está presenciando cambios en las temperaturas medias, desplazamientos en la llegada de las estaciones y una presencia, cada vez mayor, de episodios atmosféricos anómalos. Esta tendencia va a continuar, aún cuando se reduzcan las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero más allá de los compromisos de Kyoto, ya que los mecanismos que dan lugar al clima se comportan con una gran inercia. En estas circunstancias, independientemente de continuar reduciendo las emisiones se deben crear las bases para definir políticas de adaptación a las nuevas condiciones.

Mientras que las acciones de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero requieren una respuesta conjunta y coordinada a nivel internacional y nacional, es generalmente admitido que las acciones e iniciativas de adaptación deben ser definidas e implementadas a nivel regional, pues los impactos y las vulnerabilidades son específicos de cada lugar y cada sector económico y social.

La información sobre las modificaciones concretas que se vayan produciendo en los sistemas naturales y socioeconómicos de la región como consecuencia del cambio climático son un elemento fundamental, tanto para la elaboración de la planificación estratégica de carácter institucional como para la de empresas y actividades productivas.

Muchas de estas modificaciones pueden estar pasando sin un adecuado reflejo y estudio de las partes interesadas.

La planificación estratégica en materia de desarrollo sostenible asignada a la Secretaría Autonómica debe contemplar como un capítulo fundamental la adaptación de la Región al cambio climático.

Un aspecto complementario al anterior y de considerable importancia, es la participación de los interesados, en especial empresas y sectores productivos, en la información y en el proceso de concreción de las alternativas de adaptación.

En este ámbito, el papel de la Consejería de Industria y Medio Ambiente, a través de la Secretaría Autonómica de Desarrollo Sostenible y Protección del Medio Ambiente, debe consistir en promover la generación de datos objetivos, herramientas e información relevante para determinar el alcance del cambio en cada uno de los distintos sectores y sistemas de la región, y facilitar los procesos participativos y de información de implicados e interesados.

En base a lo expuesto se crea el Observatorio Regional del Cambio Climático, que se configura como un instrumento colectivo de potenciación de la capacidad de detección de cambios producidos, sus efectos en la economía y la sociedad regional y las oportunidades de adaptación.

Este Observatorio Regional, donde todos los actores implicados tienen cabida, nace con la intención de ser un punto de referencia que cree las bases para definir una agenda común de obtención de información y movilizar los recursos públicos y privados de generación del conocimiento sobre los impactos del cambio climático y las posibilidades de adaptación.

Esta iniciativa, se enmarca dentro de la nueva política de potenciación de la participación y la ecorresponsabilidad de empresas, colectivos, instituciones y ciudadanos, para contribuir al desarrollo sostenible que se inicio en noviembre de 2006 con la firma del Protocolo Marco para la Responsabilidad Ambiental. Este Protocolo contempla entre sus ob-

jetivos "Contribuir a la preparación para minimizar los impactos del cambio climático en la economía y la sociedad regional".

Por todo lo anterior, a propuesta de la Secretaría Autonómica de Desarrollo Sostenible y Protección del Medio Ambiente, y en uso de las facultades que me otorga el artículo 38 de la Ley 6/2004, de 28 de diciembre, del Estatuto del Presidente y del Consejo de Gobierno de la Región de Murcia, en relación con el artículo 16 d) de la Ley 7/2004, de 28 de diciembre, de Organización y Régimen Jurídico de la Administración Pública de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia,

Dispongo

Artículo 1. Creación del Observatorio Regional del Cambio Climático.

1. Se crea el Observatorio Regional del Cambio Climático concebido como instrumento, al servicio de la Región, que permita el conocimiento, análisis y evaluación-valoración del cambio climático y sus impactos sobre la economía y la sociedad regional, con el fin de generar información de utilidad para la planificación estratégica y para la resolución y prevención de los efectos negativos.

2. El Observatorio Regional del Cambio Climático, se enmarca dentro de las funciones de planificación estratégica para el desarrollo sostenible que corresponden a la Consejería de Industria y Medio Ambiente a través de la Secretaría Autonómica de Desarrollo Sostenible y Protección del Medio Ambiente.

Artículo 2. Objetivos.

Los objetivos del Observatorio Regional del Cambio Climático son los siguientes:

1. Impulsar la creación de un sistema de información que permita la evaluación de la situación y su evolución, la difusión de los datos, las experiencias y el asesoramiento en la materia para las posibles actuaciones.
2. Creación de una red de observadores científicos, sectores empresariales afectados, instituciones responsables y ciudadanos, a nivel regional que permitan desde la colaboración en red poder construir y mantener una plataforma del conocimiento sobre el cambio climático, sus consecuencias y posibilidades de adaptación.
3. Estudio sistemático de los cambios que se experimenten en el desarrollo de las actividades productivas y los servicios.
4. Actuar como órgano permanente de recogida y análisis de la información de diferentes fuentes nacionales e internacionales, así como de la Región, promoviendo la investigación sobre los procesos de cambio y las medidas de adecuación.
5. Proponer, a partir de los datos recogidos, soluciones concretas y susceptibles de aplicación.

Artículo 3. Instrumentos de gestión.

1. El Observatorio Regional para el Cambio Climático será gestionado a través de la Comisión de Trabajo de Expertos sobre el Cambio Climático, que le dará soporte técnico.
2. La Comisión de Trabajo de Expertos sobre el Cambio Climático estará formada por expertos y especialistas de reconocido prestigio en la materia, designados por el Consejero de Industria y Medio Ambiente a propuesta de la Secretaría Autonómica de Desarrollo Sostenible y Protección del Medio Ambiente.

Artículo 4. Funciones de la Comisión de Trabajo de Expertos sobre el Cambio Climático.

La Comisión de Expertos tendrá las siguientes funciones:

1. Asesorar, proponer la realización de estudios e investigaciones, analizar la información obtenida para conocer la situación de los diferentes sectores y actividades en relación con el cambio climático y proponer medidas de actuación.
2. Proponer el desarrollo de proyectos y actividades que contribuyan a la generación de conocimiento para la adaptación.
3. Propiciar la difusión de información.
4. Impulsar la identificación y relación de los principales actores, institucionales, económicos y sociales implicados.
5. Impulsar la creación de una red de observadores científicos, sectores empresariales afectados, instituciones responsables y organizaciones interesadas, a nivel regional que permitan desde la colaboración en red poner las bases para poder construir y mantener una plataforma del conocimiento sobre el cambio climático, sus consecuencias y posibilidades de adaptación.

Artículo 5. Coordinación desde la Secretaría Autonómica de Desarrollo Sostenible y Protección del Medio Ambiente.

El impulso y coordinación de la Comisión de Trabajo de Expertos sobre el Cambio Climático estará a cargo de un funcionario de la Consejería de Industria y Medio Ambiente designado por el Consejero.

Disposición adicional

La Secretaría Autonómica de Desarrollo Sostenible y Protección del Medio Ambiente prestará el soporte administrativo necesario para el funcionamiento del Observatorio Regional del Cambio Climático.

Disposiciones finales

Primera. Se faculta a la Secretaría Autonómica de Desarrollo Sostenible y Protección del Medio Ambiente para llevar a cabo cuantas actuaciones sean necesarias para la ejecución y aplicación de esta Orden.

Segunda. La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial de la Región de Murcia.

Murcia a 19 de febrero de 2007.— El Consejero de Industria y Medio Ambiente, Benito Javier Mercader León.