



Desequilibrio Ecológico por un futuro más verde

Alberto Méndez Barceló

DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO

UN RETO PARA LAS ACTUALES GENERACIONES

ALBERTO MÉNDEZ BARCELÓ

DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO
<<UN RETO PARA LAS ACTUALES GENERACIONES>>

**UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO,
BUENAVENTURA - VALLE DEL CAUCA
COLOMBIA
2010**



**UNA PUBLICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
DEL COMITÉ DE GESTIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN**

**DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO: UN RETO PARA LAS ACTUALES
GENERACIONES
COLECCIÓN: LA INVESTIGACIÓN DE LA MANERA CULTURAL EN EL
PACÍFICO COLOMBIANO**

Seria: Medio Ambiente y Productividad

ISBN: 978-958-8566-47-4

Derechos Reservados de Copia:

© 2010 para la presente edición por la Universidad del
Pacífico,

Buenaventura - Colombia

www.unipacifico.edu.co

Teléfono: 242 8191

© 2010 Alberto Méndez Barceló

Comité Editorial:

Bismark Chaverra, Nersa Luisa Caballero, Idael Guillermo Acosta, Daney Jesús Mina, Camilo Muñoz, Flor Elena Núñez, Nubia Muñeton, Charles Orobio,

Diseño y Diagramación:

AGENCIA PISOTRES

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro, en cualquier medio impreso o de reproducción, sin permiso escrito del autor.

Editorial

Universidad del Pacífico

Printed in Colombia

Impreso en Colombia

*...para mis colegas, estudiantes de pre y postgrado,
cubanos y colombianos,
de Las Tunas y del Pacífico...*

*Mi Agradecimiento al Lic. Amador Ruiz Baliú, porque
me regaló la idea de escribir este libro.*

*A la Lic. Dolores Vivian Hoyos Monfort (Chiqui), porque
su lejana presencia siempre fue un estímulo.*

*A las personas que, desde lejos, me acompañaron
en este empeño. A ellas, gracias.*

NOTA DEL AUTOR

La región del Pacífico colombiano y particularmente Buenaventura y sus áreas rurales representan un inmenso territorio con una riqueza biodiversa y significativa en un entrono social donde los grupos humanos ahí asentados, según Cifuentes (2010), han desarrollado a lo largo de su historia, complejos y diversos sistemas de producción que les han permitido vivir en condiciones de autosubsistencia. Esto ha sido posible gracias a la adaptabilidad que facilitó un aprovechamiento de los recursos de forma armónica con la naturaleza basada en las relaciones de familiaridad y solidaridad entre los afrodescendientes e indígenas, las cuales les permitieron compartir saberes y prácticas productivas ancestrales. Este fue un sistema ambientalmente sostenible que ha permitido que hasta hoy se conserve uno de los bosques más ricos del planeta.

La autonomía alimentaria en la mayoría las comunidades tradicionales del Pacífico se desarrolla mediante un sistema arcaico de producción que se fundamenta en la disponibilidad natural que el ambiente en el territorio ofrece, pero en la medida que esas formas productivas tienden a incrementarse para satisfacer la cada vez más necesaria producción de alimentos, se impone un mayor desarrollo de la cultura agraria más a tono con las actuales concepciones para sostener las demandas crecientes y esa cultura agraria debe llevarse a la práctica observando relaciones de sustentabilidad.

Por otra parte, el desarrollo social impetuoso de la ciudad con limitaciones para llevar a vías de hecho una cultura ambientalista genera los aspectos que crean diferentes problemas ecológicos similares a los que se producen en otras regiones de un mundo convulso y globalizado. Las consecuencias negativas van desde los desequilibrios ecológicos cotidianos con implicaciones para la salud del hombre y los animales hasta las acciones generadoras del cambio climático.

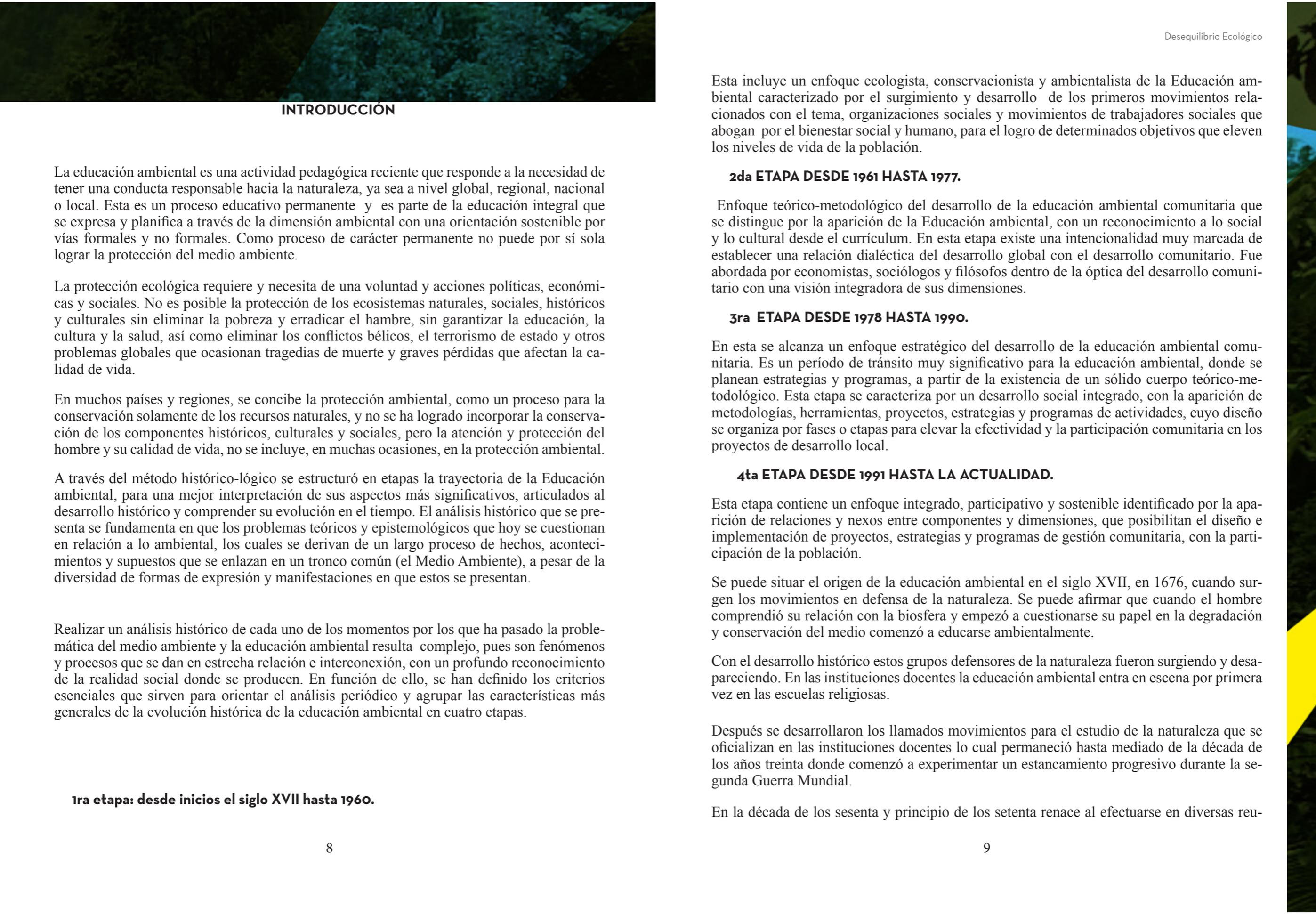
El libro está estructurado en cuatro capítulos: Los ecosistemas, Contaminación Ambiental, Salud Ambiental y Cambio Climático unidos a través de la trama sutil del desequilibrio ecológico con sus implicaciones para la seguridad alimentaria, la salud y la vida misma del hombre con énfasis en los sistemas ecológicos ubicados en la costa pacífica de Buenaventura-Valle, Colombia

Dr. Alberto Méndez Barceló

Universidad del Pacífico, Colombia
Universidad de Las Tunas, Cuba
Buenaventura, Septiembre de 2010

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO 1	12
LOS ECOSISTEMAS	12
El hábitat y el nicho ecológico.....	16
Una unidad dinámica	20
Unidad dinámica. La energía del sistema.....	21
Energía primaria	21
Energía secundaria	22
Energía potencial	23
Energía cinética.....	23
Ventajas y Desventajas en el uso de la energía renovable	24
La sucesión ecológica	27
La trama alimentaria	28
Agroecosistemas.....	30
Infraestructura de una finca.....	31
Manejo de babosas en la finca.	44
La preparación del suelo, el laboreo y el manejo de arvenses en la finca.	45
Desyerbes.	46
Manejo de la fertilidad del suelo.	48
Preparación de suelos.....	49
Rotación de cultivos.....	49
Manejo del cultivo de la papa.	50
Producción de semilla por el agricultor.	50
Siembra.....	51
Manejo después de la germinación.....	51
Manejo de plagas.....	52
Manejo del cultivo de la zanahoria.....	54
Medidas fitosanitarias específicas para las áreas de semilleros.	55
PREPARACION DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES ACEPTADAS POR LA AGRICULTURA ORGANICA.....	56
EL TÉ DE COMPOST	59
¿Qué es el té de compost?.....	59
¿Para qué sirve el té de compost?.....	59
Recomendaciones para su aplicación.....	60
Otros productos:.....	61
Impacto ambiental de la fitoprotección en los agroecosistemas	66
Identificación de impactos.....	69
Salud pública.	69
Migraciones de las áreas rurales hacia las ciudades.....	70
Formación de una cultura antropocéntrica y agresiva.....	70
Agresión al desarrollo sustentable.....	70
Actividad fitosanitaria no costeable.	71
Medidas correctivas.....	72
CAPÍTULO 2.....	75
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	75
GENERALIDADES.....	75
Contaminación del aire	76
Contaminación del agua.....	79
Ciclo del agua	80
¿Cómo se contamina el Agua?	82
LA LLUVIA ÁCIDA	91
Principales características físico-químicas de las aguas residuales y su significación sanitaria.	93
Muestreo de aguas y residuales.	95
Contaminación del suelo.....	96
CAPÍTULO 3	100
SALUD AMBIENTAL.....	100
Interacción salud ambiente.....	101
Bioseguridad.....	107
Cultura de la Seguridad	108
El Gobierno.	110
El Organismo Regulador.	111
CAPÍTULO 4	114
CAMBIO CLIMÁTICO.....	114
CAUSAS DEL CAMBIO GLOBAL CLIMÁTICO.....	116
El Efecto Invernadero	116
Desastres por cambio climático en el Caribe.....	120
La primera línea de defensa contra el aumento del nivel del mar y sus consecuencias.....	121
Fuga de tierra firme	121
Antropocentrismo negativo	123
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	129



INTRODUCCIÓN

La educación ambiental es una actividad pedagógica reciente que responde a la necesidad de tener una conducta responsable hacia la naturaleza, ya sea a nivel global, regional, nacional o local. Esta es un proceso educativo permanente y es parte de la educación integral que se expresa y planifica a través de la dimensión ambiental con una orientación sostenible por vías formales y no formales. Como proceso de carácter permanente no puede por sí sola lograr la protección del medio ambiente.

La protección ecológica requiere y necesita de una voluntad y acciones políticas, económicas y sociales. No es posible la protección de los ecosistemas naturales, sociales, históricos y culturales sin eliminar la pobreza y erradicar el hambre, sin garantizar la educación, la cultura y la salud, así como eliminar los conflictos bélicos, el terrorismo de estado y otros problemas globales que ocasionan tragedias de muerte y graves pérdidas que afectan la calidad de vida.

En muchos países y regiones, se concibe la protección ambiental, como un proceso para la conservación solamente de los recursos naturales, y no se ha logrado incorporar la conservación de los componentes históricos, culturales y sociales, pero la atención y protección del hombre y su calidad de vida, no se incluye, en muchas ocasiones, en la protección ambiental.

A través del método histórico-lógico se estructuró en etapas la trayectoria de la Educación ambiental, para una mejor interpretación de sus aspectos más significativos, articulados al desarrollo histórico y comprender su evolución en el tiempo. El análisis histórico que se presenta se fundamenta en que los problemas teóricos y epistemológicos que hoy se cuestionan en relación a lo ambiental, los cuales se derivan de un largo proceso de hechos, acontecimientos y supuestos que se enlazan en un tronco común (el Medio Ambiente), a pesar de la diversidad de formas de expresión y manifestaciones en que estos se presentan.

Realizar un análisis histórico de cada uno de los momentos por los que ha pasado la problemática del medio ambiente y la educación ambiental resulta complejo, pues son fenómenos y procesos que se dan en estrecha relación e interconexión, con un profundo reconocimiento de la realidad social donde se producen. En función de ello, se han definido los criterios esenciales que sirven para orientar el análisis periódico y agrupar las características más generales de la evolución histórica de la educación ambiental en cuatro etapas.

1ra etapa: desde inicios el siglo XVII hasta 1960.

Esta incluye un enfoque ecologista, conservacionista y ambientalista de la Educación ambiental caracterizado por el surgimiento y desarrollo de los primeros movimientos relacionados con el tema, organizaciones sociales y movimientos de trabajadores sociales que abogan por el bienestar social y humano, para el logro de determinados objetivos que eleven los niveles de vida de la población.

2da ETAPA DESDE 1961 HASTA 1977.

Enfoque teórico-metodológico del desarrollo de la educación ambiental comunitaria que se distingue por la aparición de la Educación ambiental, con un reconocimiento a lo social y lo cultural desde el currículum. En esta etapa existe una intencionalidad muy marcada de establecer una relación dialéctica del desarrollo global con el desarrollo comunitario. Fue abordada por economistas, sociólogos y filósofos dentro de la óptica del desarrollo comunitario con una visión integradora de sus dimensiones.

3ra ETAPA DESDE 1978 HASTA 1990.

En esta se alcanza un enfoque estratégico del desarrollo de la educación ambiental comunitaria. Es un período de tránsito muy significativo para la educación ambiental, donde se planean estrategias y programas, a partir de la existencia de un sólido cuerpo teórico-metodológico. Esta etapa se caracteriza por un desarrollo social integrado, con la aparición de metodologías, herramientas, proyectos, estrategias y programas de actividades, cuyo diseño se organiza por fases o etapas para elevar la efectividad y la participación comunitaria en los proyectos de desarrollo local.

4ta ETAPA DESDE 1991 HASTA LA ACTUALIDAD.

Esta etapa contiene un enfoque integrado, participativo y sostenible identificado por la aparición de relaciones y nexos entre componentes y dimensiones, que posibilitan el diseño e implementación de proyectos, estrategias y programas de gestión comunitaria, con la participación de la población.

Se puede situar el origen de la educación ambiental en el siglo XVII, en 1676, cuando surgen los movimientos en defensa de la naturaleza. Se puede afirmar que cuando el hombre comprendió su relación con la biosfera y empezó a cuestionarse su papel en la degradación y conservación del medio comenzó a educarse ambientalmente.

Con el desarrollo histórico estos grupos defensores de la naturaleza fueron surgiendo y desapareciendo. En las instituciones docentes la educación ambiental entra en escena por primera vez en las escuelas religiosas.

Después se desarrollaron los llamados movimientos para el estudio de la naturaleza que se oficializan en las instituciones docentes lo cual permaneció hasta mediado de la década de los años treinta donde comenzó a experimentar un estancamiento progresivo durante la segunda Guerra Mundial.

En la década de los sesenta y principio de los setenta renace al efectuarse en diversas reu-

niones sobre el tema del medio ambiente y al tomarse algunas decisiones con la creación del Consejo Para la Educación ambiental en el Reino Unido, debido a la necesidad de buscar soluciones a los problemas ambientales por diversas vías, como el campo de la educación y las ciencias educativas nacionales.

En esta misma etapa se desarrollaron varios eventos y reuniones internacionales en que se reflejaron planteamientos básicos relacionados con la educación ambiental lo que muestra la evolución y desarrollo, que se ha ido manifestando en la educación integral y su tratamiento interdisciplinario, abordando al medio ambiente en sus aspectos físicos, socioeconómicos y culturales al concebirse este como un sistema de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre y a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades. Sin embargo, aún no está muy claro que se adapte. El hombre es el único animal que transforma al medio para adaptarlo a sus necesidades.

En 1971- Informe del Club de Roma. En este se cuestionan la racionalidad de la meta habitual del crecimiento económico y argumento que de continuar sin cambios las tendencias de crecimientos de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos naturales, se alcanzarían los límites de las potencialidades del planeta para la supervivencia humana en un periodo aproximado de cien años.

En 1972, en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo, Suecia, se desarrolló y consolidó la educación ambiental y se precisó como una dimensión y no como una asignatura; por tanto su tratamiento interdisciplinario sentó las bases para la creación del PNUMA en 1973. En esta reunión se resumieron 27 principios, los grandes problemas ambientales existentes y se expresó la necesidad de tomar conciencia de ellos por parte de todas las esferas de la sociedad. Se aprobó un plan de acción que se convertiría en un compromiso colectivo de cooperación internacional.

En 1973 - Creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Esta organización se encarga de la difusión de la problemática ambiental a toda la comunidad internacional y de alentar la participación de la sociedad en el cuidado y la protección del Medio Ambiente.

En 1975 la UNESCO, en colaboración con el PNUMA, realizó una conferencia intergubernamental sobre educación ambiental que se conoce por las siglas de PIEA – UNESCO – NUMA. En esta se adoptó por consenso la Carta de Belgrado, que fijó metas y se trazaron objetivos de la educación ambiental promoviendo la necesidad de una nueva ética en beneficio de la humanidad; además, se plantearon cinco categorías de objetivos con el fin de desarrollar: conciencia, conocimiento, actitudes, aptitudes, participación y habilidades. A continuación se relacionan:

Conciencia: sensibilizarse con el control y su problemática.

Conocimiento: comprender el entorno global, su problemática, la presencia del hombre, su responsabilidad y el espacio crítico que lo atañe.

Actitudes: interés por el entorno, crear valores, sentimientos y motivación por participar en el mejoramiento del entorno.

Aptitudes: habilidad natural para adquirir cierto tipo de conocimiento para el cuidado y protección del entorno.

Participación: posibilidad y oportunidad de trabajar concreta y activamente a favor de la resolución de problemas del entorno.

Habilidades: ayuda a los pueblos y a los individuos a adquirir las habilidades para identificar problemas del medio ambiente.

La primera conferencia se realizó en 1977 en Tbilisi, Georgia (ex URSS) con la participación de 66 estados. En esta se trazaron las pautas de la educación ambiental como una actividad pedagógica y se establecieron sus principios y objetivos lo cual tiene plena vigencia.

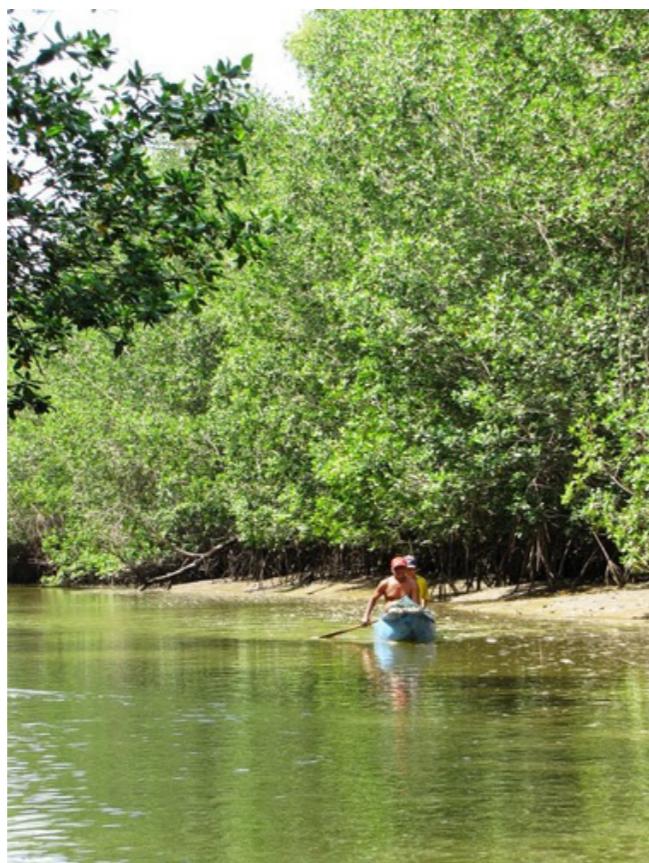
En las condiciones del trópico húmedo de la región del Pacífico colombiano y particularmente en Buenaventura, la educación superior pública representada por la Universidad del Pacífico invita a un análisis de los problemas sociales, naturales, políticos y económicos del siglo XXI, y a la búsqueda de soluciones desde la diversidad de culturas, situada a la vanguardia en la construcción de un futuro mejor para una región con potencialidades naturales que bien manejadas constituirían una sólida base para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible para una parte de la población que representa la mayor concentración de afrocolombianos. Para ello, en primer lugar, es necesario reconocer los aspectos más generales de la contaminación ambiental como un desequilibrio ecológico con implicaciones agroeconómicas y socioeconómicas temas que aborda la presente obra destinada a estudiantes, profesores e investigadores.

Si las consideraciones que se exponen en el presente libro encuentran actores receptivos y contribuyen a mejorar la situación ambiental, entonces se cumplieron los propósitos que me animaron a su realización.

El autor
Universidad del Pacífico
Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia
Septiembre de 2010

CAPÍTULO 1

LOS ECOSISTEMAS



En el año 2007, el Dr. Roberto Rodríguez Córdova, publicó en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua un texto con el marcado propósito de que existiera una obra, surgida en las condiciones de nuestras tierras americanas, para que se conozcan los aspectos medioambientales que generan las empresas en el cumplimiento de sus funciones y las vías y formas para mitigarlos. El autor, en esa obra, Gestión Ambiental de Empresas, informa que a partir del año 1803 y en apenas 200 años, la población mundial ha crecido en 5000 millones de habitantes. Ello ha requerido la impostergable necesidad de acometer la explotación de los ecosistemas donde se encuentran los recursos naturales para satisfacer las necesidades de existencia de dicha población.

La situación actual muestra que la explotación de los recursos naturales, ha sido, en el mejor de los casos, irracional, mostrándose una alta disminución de los mismos, estimulado por la existencia de un modelo económico cuyo eje central es el consumismo que ha generado el crecimiento de la pobreza, el hambre y la miseria.

La costa pacífica colombiana es reconocida, según González (2009), como uno de los pocos lugares megadiversos del planeta habitado por culturas ancestrales con profundos conocimientos de la naturaleza y reúne las contradicciones que son hoy, desafío para el anhelado desarrollo sostenible. Por un lado, la gran riqueza natural y por otro, la fragilidad ecosistémica ante el cambio climático y la pobreza económica de la población que lo habita.

Ante este sombrío panorama urge la necesidad de lograr la aplicación y utilización de un conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente además del control de la actividad del hombre en esta esfera lo permite la gestión ambiental, la cual debe aplicar la política ambiental que se establezca por las instancias correspondientes.

Este escenario natural que permite las acciones anteriormente relacionadas, sin dudas, son los ecosistemas. De ahí la importancia de definirlos con un enfoque científico fundamentado en el desarrollo de las ciencias naturales.

En la década de los años cincuenta del siglo pasado los biólogos y ecólogos en particular, elaboraron y propusieron un concepto científico de ecosistema y lo definieron como la unidad de estudio de la ecología. De acuerdo con tal definición, el ecosistema es una unidad delimitada espacial y temporalmente, integrada por un lado, por los organismos vivos y el medio en que éstos se desarrollan, y por otro, por las interacciones de los organismos entre sí y con el medio. En otras palabras, el ecosistema es una unidad formada por factores bióticos (vivos) y abióticos (componentes que carecen de vida) en la que existen interacciones complejas, donde hay flujo de energía y está presente la materia en constante transformación. Un ejemplo de ecosistema en el que se pueden delimitar todos los sus componentes es la selva tropical. En esta cohabitan en estrecha relación miles de especies vegetales, animales y microorganismos en el aire y el suelo. Constantemente se producen intensas interacciones entre esos organismos y entre todos ellos y el espacio físico que ocupan, donde se multiplican y se desarrollan.

La extensión de un ecosistema es siempre relativa no constituye una unidad funcional indivisible y única, sino que es posible subdividirlo en infinidad de unidades de menor tamaño. Por ejemplo, el ecosistema selva tropical incluye, a su vez, otros ecosistemas más específicos como el que integran la masa foliar de los árboles, las plantas rastreras, la vegetación, los ríos y afluentes que la atraviesan, cada uno de ellos formando una unidad ambiental fácilmente reconocible a la que llamaremos biótomo y que a su vez condiciona la existencia de especies animales, vegetales y comunidades de microorganismos.

Un ecosistema puede ser tan grande como el océano Pacífico y tan pequeño como el agua contenida en la oquedad de una piedra o en la huella de la pisada de un animal o en el espa-

cio que forma la inserción de una rama en el tronco de un árbol. Dentro de cada ecosistema existen miles de especies animales, vegetales y una diversa cantidad de organismos microscópicos que constituyen una comunidad de poblaciones.

Dentro de una comunidad existen diferentes relaciones, una de ellas es el parasitismo. Este tipo de relación se da entre dos organismos, cuando uno se beneficia y otro se perjudica de alguna manera en la relación. Los parasitoides viven sobre el hospedante o dentro de él.

Stevens (1987), considera que en el mundo vegetal, el parasitismo es una relación más frecuente de los que muchas personas creen. Los árboles hembras del indio desnudo, *Bursera simaruba*, producen significativamente menos frutos cuando se les ha asociado bejucos. Los bejucos asociados establecen íntimas y permanentes relaciones parasíticas “estructurales” con estos árboles. A pesar de que los bejucos no les extraen savia, los afectan.

En la actualidad, aún se discute sin llegar a un acuerdo, si la epifilia es un caso de verdadero parasitismo. Los epífilos son musgos y líquenes que crecen sobre las hojas. Así, logran elevarse del suelo y alcanzar la luz sin invertir recursos energéticos en la producción de sus propios tallos. Un estudio promisorio con hojas artificiales, demostró recientemente que para vivir, los epífilos no necesitan extraer sustancias de las hojas que colonizan. Además, se ha encontrado que tampoco favorecen a las hojas al protegerlas químicamente. Se creía que los epífilos tenían fuertes sustancias tóxicas, pero según Janzen (1975), ahora se sabe que las hojas con epífilas no sufren menos ataques de los herbívoros.

El protozoo *Toxoplasma gondii* parasita al ser humano y es el responsable en ocasiones de graves problemas de infertilidad en la mujer. Sus hospedantes intermediarios incluyen aves, cerdos y ganado vacuno, que lo adquieren de las heces fecales del gato doméstico. También pueden pasar inadvertidamente por esa vía a las personas, lo común es que se adquiera al comer carne contaminada, especialmente embutidos crudos. En estudios de esta naturaleza realizados en Cuba, Méndez (2002), encontró la presencia de *Brachymeria incerta* con índices relativamente altos en pupas de *Ascia monuste eubotea* en períodos de poca actividad de la plaga lo que puede justificar ese comportamiento. El género *Brachymeria* está informado como parasitoide de la plaga (Alayo y Hernández, 1978), además, esporádicamente se encuentran, en determinadas etapas de campañas agrícolas no consecutivas, niveles moderados de larvas parasitadas por el taquinido *Zenillia blanda*, observación que también ha sido publicada por otros autores (Brunner *et al.*, 1975 y De Zayas, 1989). Para norteamérica Metcalf y Flint (1965), consideran a *Cotesia glomeratus* un buen controlador, pero esta especie no está informada para Cuba de acuerdo a lo publicado por Alayo (1970).

Lo opuesto al parasitismo, es el comensalismo y aunque esa relación se observa a menudo existen criterios de acuerdo a Monje - Nájara y Gómez (2003), de que es menos común en la naturaleza. Se trata de la relación entre dos organismos en que ninguno de los dos sufre daño y uno se beneficia. Sin embargo, en los ecosistemas en general y particularmente en los diferentes biótopos en los agroecosistemas del trópico húmedo, generalmente las piezas bucales de coleópteros adultos exhiben una gran cantidad de ácaros que se benefician del alimento que consumen los primeros y no está demostrado que le causen daño.

Las aves y los árboles en los cuales anidan, participan en una relación de comensalismo. Las aves obtienen albergue y protección, sin afectar a los árboles. Asimismo, muchas orquídeas, presentes en el trópico, se adhieren a los árboles sin dañarlos. Los animales marinos, incluyendo la ballena, viajan acompañados de inofensivos percebes (Monge *et al.*, 2002).



Fig. 1.1 Selva colombiana en las proximidades del río Cajambre (Foto de A. Méndez).

Los animales, vegetales y microorganismos que se encuentran en esos biótopos constituyen comunidades dinámicas que se interrelacionan con un rol bien definido como integrantes de un sistema que en su conjunto integran las llamadas biocenosis.

Los hongos y bacterias en esas comunidades tienen una intensa actividad y actúan como descomponedores al desdoblarse los desechos en compuestos inorgánicos que se vuelven a incorporar a la materia viva para cerrar ese ciclo.

De manera que los elementos químicos que entran en la composición de los organismos vivos como el oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno y otros van pasando de unos niveles tróficos a otros. Los vegetales los toman del suelo, de la atmósfera o del agua y los transforman en moléculas orgánicas complejas como los las proteínas, hidratos de carbono, los lípidos y los ácidos nucleicos. Los animales los toman al consumir los vegetales u otros animales que le sirven de alimento. Después los incorporan a la tierra, a la atmósfera o las aguas por la respiración, las heces o la descomposición de los cadáveres. De esta forma, se distinguen en todos los ecosistemas ciclos de los elementos químicos que se encuentran en los organismos tales como el ciclo del oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno y constituyen

la base del funcionamiento del ecosistema y una contribución esencial a la transformación cíclica de la materia.

El hábitat y el nicho ecológico

Dos conceptos en estrecha relación con el de ecosistema y que en ocasiones los neófitos confunden y sin dudas, son diferentes, son el de hábitat y el de nicho ecológico. El hábitat (del latín habitare = vivir) como definición, es el espacio físico de un ecosistema que tiene las condiciones naturales necesarias para garantizar la vida de determinadas especies y donde además, se encuentran adaptadas.



Fig. 1.2 Hábitat característico formado por mangles en las proximidades de la desembocadura del río Naya (Foto de A. Méndez).

El nicho ecológico es el conjunto de relaciones que establece una especie o población con el resto de los elementos bióticos y abióticos dentro de ese espacio físico. Incluye las condiciones físicas, químicas y biológicas que una especie necesita para vivir y reproducirse en

un ecosistema. Algunas de las múltiples variables edafoclimáticas como la temperatura, la humedad, la luz, la composición química del suelo y otras son algunos de los factores físicos y químicos que determinan el nicho ecológico de una especie. Entre los condicionantes biológicos se encuentran el tipo de alimentación, los depredadores, los competidores y los microorganismos causantes de las enfermedades, es decir, especies que rivalizan porque necesitan las mismas condiciones para subsistir.

El nicho ecológico posibilita que en un espacio físico determinado puedan convivir numerosas especies tipificadas tróficamente como herbívoras, carnívoras u omnívoras, que se especializan cada una en una determinada planta o presa, sin hacerse competencia unas a otras. Esto se ha logrado a través de un largo proceso de especialización y qué implica que en el tiempo han sobrevivido las especies que han logrado adaptarse a una determinada función y han desarrollado estructuras especializadas lo que constituyen, sin dudas, evidentes mecanismos de selección natural.

El concepto de nicho ecológico actualmente es muy socorrido e imprescindible para entender varios fenómenos y mecanismos ecológicos dentro de los que sobresale el conocimiento que permite comparar ecosistemas diferentes y que explica las convergencias o sea, la presencia de especies distintas con hábitos similares, y entender como diversas poblaciones del mismo ecosistema, expresan sus relaciones de competencia y de coexistencia como fundamento de las complejas interacciones permanentes que se desarrollan en las biocenosis.

La diversidad encontrada dentro de las especies es la base fundamental de la biodiversidad a niveles superiores. La variación genética determina la forma en que una especie interactúa con su ambiente y con otras especies. Toda la diversidad genética surge en el ámbito molecular y está íntimamente ligada con las características fisicoquímicas de los ácidos nucleicos. A este nivel, la biodiversidad surge a partir de mutaciones en el ácido desoxirribonucleico (ADN), aunque algunas de estas mutaciones son eliminadas por la selección natural o por procesos estocásticos. La diversidad genética de una especie es producto de su historia evolutiva y no puede ser reemplazada.

El término biodiversidad, se acuñó a finales de los años 80 del siglo pasado y significa diversidad o variedad biológica. La diversidad biológica actual es el resultado de un complejo e irreplicable proceso evolutivo que trasciende el marco de estudio general de la Ecología. Esa es la diferencia fundamental entre *diversidad* y *biodiversidad*, entre patrones que son consecuencia de la actuación prioritaria de factores ecológicos y patrones generados por procesos altamente impredecibles, entre patrones y procesos que actúan y se detectan a una escala espacial local y regional y aquellos otros que se manifiestan, eminentemente, a una escala geográfica. El estudio de la *diversidad* ha proporcionado una serie de herramientas de medida cuya utilidad en el análisis de la *biodiversidad* es incuestionable, pero la medición de la *biodiversidad* es una tarea que posee una problemática propia y necesita herramientas nuevas, capaces de medir la variación de atributos biológicos a una escala espacial en la cual las interacciones ecológicas relacionadas con la diversidad tienen poca relevancia. La ciencia de la Biogeografía tiene mucho que aportar en este campo pero, probablemente, el estudio de la biodiversidad requiere una aproximación flexible capaz de enlazar y combinar los puntos

de vista y los conocimientos de disciplinas a menudo separadas, como consecuencia de un exceso de especialización, como la Sistemática, la Biogeografía y la Ecología. Se trata, pues, de uno de los mayores retos científicos por conseguir y en el que el aporte de lo particular puede conducir a las generalizaciones necesarias en un etapa del desarrollo histórico, donde es frecuente la desaparición de especies y la adaptación de muchas de las existentes a las nuevas condiciones que impone el mundo cambiante de hoy.

¿Qué medir? ¿Cómo medir? La empresa es tan descomunal que parece inalcanzable. La biodiversidad, es un concepto impreciso y equívoco para cuyo cálculo no existe unidad de medida universal ni puede considerarse un único atributo. De manera que, no existe un modo inconfundible de definir el lugar con mayor biodiversidad. Desde los ecosistemas a las poblaciones y los genes, los niveles de organización de la vida son heterogéneos y están incluidos unos en otros. Si fuéramos capaces de discriminar con precisión los distintos ecosistemas o comunidades de un territorio (la cuestión no es fácil y los conceptos de ecosistema o comunidad controvertidos), cada una de estas unidades estaría compuesta por individuos de una o varias poblaciones pertenecientes a distintas especies; individuos que estarían conectados entre sí por una serie de relaciones económicas. Ahora bien, una misma especie puede poseer poblaciones en distintos ecosistemas o comunidades y el mismo rol económico puede ser ejercido por varias especies distintas en dos ecosistemas o comunidades consideradas semejantes. Por ello, definir unidades bióticas por encima del nivel de especie y diseñar acertadamente un plan para la protección de la diversidad biológica basándonos exclusivamente en su presencia puede considerarse según Moreno (2001), como una aproximación preliminar rápida, pero una estrategia poco fiable.

Para el estudio de la *biodiversidad* se necesita igualmente recopilar información biológica, pero esta vez sobre escalas espaciales mucho mayores y sobre una mayor variedad de grupos taxonómicos. No pueden aplicarse estimadores cuando se carece de información.

De este modo, tal y como viene haciéndose en algunos países, el primer paso ineludible debe ser recopilar en un banco de datos la información taxonómica y biogeográfica de una serie de grupos elegidos previamente de acuerdo al conocimiento taxonómico que exista de ellos, su peso en el árbol de la vida y su capacidad de representar la variedad de formas de vida y modos de obtención de energía existentes en la naturaleza. La utilización posterior de la información así almacenada, constituye un interesante y necesario campo de investigación vigorosa, inquieta y vanguardista que se manifiesta en la aparición de nuevas consideraciones en revistas científicas, la proposición de nuevas metodologías y la aplicación novedosa de otras preexistentes. El principal reto de la ciencia de la biodiversidad no es medir lo que se conoce. No necesitamos nuevos índices y herramientas para *contar* los datos biológicos que tenemos. El reto será, predecir lo que desconocemos. Necesitamos apremiantemente alternativas rápidas y fiables capaces de ofrecernos una descripción aproximada de la distribución geográfica de la diversidad biológica en ausencia de datos exhaustivos pero, para que los rápidos avances en esta nueva disciplina puedan ser utilizados, será necesario incrementar el debate social y el intercambio de comunicación entre gestores, sociedad y científicos.

Teniendo en cuenta la cuantificación absoluta o relativa de la biodiversidad se puede representar en diferentes niveles:

- a. Diversidad genética relativa a la variación intraespecífica o la variación de genes de una especie, subespecie o híbrido tal es el caso de especies vegetales y sus variedades domésticas.
- b. Diversidad específica, se refiere a la variedad numérica de las especies y se mide en un continuo espacio temporal relativamente extenso. Como ejemplo se puede citar la frecuencia específica.
- c. Diversidad a nivel taxonómico, es relativo a la variación de los organismos en una región o zona a niveles superiores a la especie. Géneros, familias y Órdenes como puede ser el inventario de artrópodos o el inventario de órdenes y familias de insectos en una cuenca hidrográfica.
- d. Diversidad a nivel de población, puede representarse como la coexistencia en una misma zona de varias especies diferentes que interactúan. Población de coccinélidos y una población de áfidos (biorregulador – plaga).
- e. Diversidad a nivel del ecosistema relativa a una comunidad de organismos en un ambiente físico determinado que interactúa como una unidad ecológica como puede ser un agroecosistema o un biótomo.
- f. Diversidad a nivel de biomas, referida a regiones biogeográficas definidas por una estructura específica como puede ser la selva caracterizada por especies principales, fisionomía y fisiografía (Fig. 1.1).

En las condiciones que ofrecen las particularidades del trópico húmedo en la costa pacífica colombiana, podemos citar a manera de ejemplo, un importante segmento de la región sur bonaverense donde la naturaleza abrupta que garantiza la trama vital en áreas extensas y surcadas por ríos como el Cajambre y el Naya, con una biota que expresa de manera evidente relaciones de convergencia y de coexistencia de especies cuyo desequilibrio, en ocasiones, propicia que algunas de estas especies se conviertan en agentes causales de plagas en los cultivos destinados a la seguridad alimentarias de esas comunidades.



Fig. 1.3 Río Naya en la comunidad de San José (Foto de A. Méndez).

Una unidad dinámica

El ecosistema experimenta variadas y constantes modificaciones que pueden ser temporales y también pueden ser cíclicas con muy diferentes períodos en sus intervalos.

Los elementos bióticos pueden reaccionar ante un cambio del medio; por ejemplo, la deforestación de un bosque por la tala indiscriminada, un incendio, un terremoto, una acción armada en la selva o un huracán de gran intensidad pueden tener consecuencias directas sobre la fertilidad del suelo o la desaparición de determinadas especies animales o vegetales que pueden afectar la trama trófica.

En un ecosistema acuático la biodiversidad, es menor que en uno terrestre. La base nutritiva está limitada solamente al fitoplancton y al zooplancton lo que implica menores oportunidades para la alimentación y por tanto es una condición que limita sensiblemente la diversidad biológica en ese espacio, mientras que en un ecosistema terrestre, por sus propias características, las interrelaciones existentes ofrecen mayores posibilidades para conseguir alimento y facilitan el incremento diverso del mundo vivo o lo que es lo mismo permite, una mayor biodiversidad y un número mayor de hábitat y nichos ecológicos.

La cantidad de materia viva que se encuentra en un momento determinado en un ecosistema, se denomina biomasa y de acuerdo a las relaciones tróficas que se establecen en el ecosistema se sitúan en diferentes niveles de dependencia en un ilustrativo y muy adecuado artificio gráfico que semeja una pirámide donde se sitúan los diferentes componentes que integran el sistema teniendo en cuenta la relación.

En una pirámide trófica se aprecia la estructura alimentaria de un ecosistema donde conviven productores, consumidores y descomponedores. Los vegetales elaboran materia

orgánica a través de la fotosíntesis. Los herbívoros se alimentan de ellos, y a su vez son comidos por depredadores o carnívoros. Cuando estos organismos van muriendo, sus restos son transformados en sustancias asimilables por las plantas, proceso en el que intervienen los organismos descomponedores. La base de la pirámide la ocupan los productores, o sea, los vegetales en los ecosistemas terrestres y el fitoplancton integrado por algas microscópicas y algas macroscópicas en los ecosistemas acuáticos. En el segundo escalón se sitúan los consumidores primarios, o sea, animales herbívoros.

El tercer nivel lo ocupan los consumidores secundarios y así sucesivamente, hasta llegar al escalón más alto donde se ubican los carroñeros y grandes depredadores.

Unidad dinámica. La energía del sistema

El funcionamiento de un ecosistema se produce debido al aporte energético que llega a la biosfera esencialmente en forma de energía luminosa proveniente del sol y a la que se le llama comúnmente, flujo de energía, aunque algunos sistemas marinos muy característicos obtienen energía de fuentes hidrotermales en las profundidades de los océanos que condicionan una fauna muy particular.

Pero, ¿Que es la energía?. En su definición más elemental, es una magnitud física abstracta que tiene la capacidad de producir un trabajo. La definición de energía se asocia también con una capacidad de obrar, de transformar o producir un cambio, o de poner en movimiento. Sin embargo, dentro de cada ciencia o contexto particular, la energía se define de acuerdo a como se produce ese trabajo. De esta manera, la definición de energía dentro del campo de la Química, difiere de su definición dentro de la Biología y de esta misma manera ocurre con la Mecánica, Geología, Cosmología, Astronomía y otros. Los enunciados que de energía ofrecen la Química y la Biología se contextualizan de forma muy particular, así en el campo químico la energía es un atributo de una sustancia como consecuencia de su estructuración atómica, molecular o agregada. Biológicamente, la energía es un atributo de todos los sistemas biológicos desde el más grande hasta el más pequeño y se almacena en forma de moléculas de carbohidratos, incluidos azúcares, lípidos y proteínas los cuales liberan energía cuando interactúan con el oxígeno durante el proceso de respiración.

La palabra energía se deriva del griego y probablemente fue utilizada por primera vez en el trabajo Nicomachean Ethics de Aristoteles escrito en el siglo 4^{to} antes de Cristo (Aristotle, "Nicomachean Ethics", 098b33, at Perseus in http://en.wikipedia.org/wiki/Energy#cite_note-3)

Energía primaria

Se considera dentro de este grupo a toda aquella energía que puede ser obtenida directamente de fuentes naturales como por ejemplo la energía solar, la hidráulica, la eólica, la geotérmica y de las mareas.

El petróleo crudo también se considera una fuente de energía primaria conjuntamente con el gas natural y el carbón mineral.

Energía secundaria

Es aquella que proviene de la transformación de algún tipo de energía primaria consiguiendo la generación de otras formas como es la electricidad.

Para el estudio y comprensión de la energía, se han enunciado dos leyes universales desde hace mucho tiempo; de manera que ningún sistema puede ser estudiado sin tener en cuenta las mismas. Estas son las llamadas Leyes de la Termodinámica.

La Primera Ley de la Termodinámica, también conocida como Ley de la Conservación de la Energía, postula que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma de un tipo a otro. Por ejemplo, mediante una serie de procesos ocurridos en el tiempo la energía solar se transforma en materia orgánica que es el árbol que nos suministra la leña, la cual a su vez se transforma en calor y luz a través del fuego. El calor se puede transformar en energía mecánica y así sucesivamente.

El concepto de energía y su transformación es útil para la explicación y predicción de la mayoría de los fenómenos naturales.

La Segunda Ley de la Termodinámica en esencia establece que la energía dentro de un sistema siempre fluye en un solo sentido, de un estado más alto a uno más bajo, y que en cada transformación siempre hay una pérdida de energía hacia otra forma de ésta, generalmente calor.

Esta pérdida de energía que ocurre durante la transformación, usualmente se utiliza para medir el grado de entropía del sistema. De manera que la entropía quedaría termodinámicamente definida como la magnitud física que mide la parte de la energía en un sistema que no puede utilizarse para producir trabajo.

La entropía puede interpretarse como una medida de la distribución aleatoria de un sistema, o en otras palabras, el grado de organización de un sistema. La entropía será máxima cuando el sistema se acerque al equilibrio, alcanzándose la configuración de mayor probabilidad.

Respecto a las Leyes de la Termodinámica, llama mucho la atención el enunciado central de la Primera "... la energía no se crea ni se destruye...". Si esto es así es elemental hacernos la pregunta ¿Y de dónde salió la primera energía? Una vez conocido esto no es difícil aceptar la siguiente parte del enunciado que dice "... solo se transforma...".

La formación del Universo tal como lo plantea la hipótesis del Big Bang o la Gran Explosión da la respuesta a esa pregunta. Esta explosión liberó una gran cantidad de energía que por mucho tiempo ha sido "almacenada para ser transformada en "tipos más activos de energía" una vez que algún mecanismo transformador es activado".

Hemos hablado de "energía acumulada" que es transformada en otros "tipos más activos de energía" y para entender mejor esto tomaremos otra de las clasificaciones de la energía, aquella que la divide en potencial y cinética.

Energía potencial

Es aquella que mide la capacidad que tiene un determinado sistema para realizar trabajo en función exclusivamente de su posición o configuración. En resumen es aquella que antes hemos llamado "energía almacenada" en el sistema, o como una medida del trabajo que un sistema puede entregar.

Energía cinética

Este tipo de energía se corresponde con el trabajo o las transformaciones que un cuerpo pueda producir, debido a su movimiento, es decir, todos los cuerpos en movimiento tienen energía cinética.

La capacidad de los cuerpos en movimientos para realizar cambios se debe, fundamentalmente, a dos factores: la masa del cuerpo y su velocidad. Un cuerpo que posee una gran masa, podrá producir grandes efectos y transformaciones debido a su movimiento y viceversa.

Un ejemplo puede ilustrar mejor la transformación de un tipo de energía en otro y a la vez dar una idea de cómo esta energía fue "almacenada" desde la Gran Explosión. El uranio, un mineral radioactivo posee mucha energía almacenada en sus isotopos pesados, o sea posee una elevada cantidad de energía potencial la cual se puede convertir en energía cinética al ser transformado esos isotopos en energía eléctrica en las llamadas atomoeléctricas.

Otra clasificación que ha sido empleada es la que toma como base el origen de la energía y enuncia varios tipos como la energía mecánica, sonora, gravitacional, geotermal, eléctrica, electrostática, magnética, eólica, química, nuclear, marina, hidráulica y otras.

Algunos autores incluyen las energías potencial y cinética dentro del grupo anterior. Nosotros hemos preferido exponerlas de manera independiente pues pensamos que estos deben ser considerados como estados de cualquiera de los anteriores tipos de energía citados.

Cuando se habla de conservación de los sistemas naturales, básicamente se hace referencia a la conservación de la energía potencial almacenada en ellos. Como recurso, la energía se puede clasificar en renovable y no renovable.

Energía renovable es la energía natural que no posee limitaciones en su suministro, de manera que puede ser generada una y otra vez cuando y como se requiera a partir de un recurso natural como por ejemplo el sol, el viento, la lluvia, las mareas.

La energía renovable ha estado en uso por miles de años de una u otra manera. En épocas remotas el viento fue utilizado para la navegación como única fuente de energía para ello y en la actualidad el viento se utiliza, además de para la navegación deportiva, para la generación de energía eléctrica.

Esta energía se encuentra en grandes cantidades y constituye el tipo de energía más limpia disponible en el planeta.

Ventajas y Desventajas en el uso de la energía renovable

Ventajas

- La energía suministrada por el sol, viento, geotérmica, océano se encuentran disponibles en cantidades abundantes y libres para su uso.
- Los recursos renovables poseen baja emisión de carbón por lo que son considerados como “verdes” y amistosos con el medio.
- El uso de los renovables estimulan la economía desde el punto de vista de las posibilidades de creación de nuevas oportunidades de trabajo a un bajo costo.
- Con la utilización de recursos renovables para la generación de energía, no existe dependencia de otro país para el suministro como ocurre en el caso de los no renovables.
- La energía eléctrica obtenida a partir de recursos renovables puede tener y tiene un costo de producción menor que la generada por termoeléctricas que utilizan petróleo ya que en estos casos el costo depende directamente del precio del crudo en el mercado.
- Muchos países han adoptado una clara política de incentivos para personas y negocios que adopten métodos para el aprovechamiento de las energías renovables estableciendo la “política verde”.

Desventajas

- Las inversiones iniciales para el establecimiento de plantas para la producción de energía a partir de recursos renovables pueden llegar a ser bastante costosas.
- La energía solar puede ser utilizada con eficiencia durante el horario diurno pero no por mucho tiempo durante la noche o los periodos lluviosos.
- La energía geotermal, la cual puede ser utilizada para generar electricidad, puede tener efectos colaterales transportando sustancias tóxicas desde las capas inferiores a las superiores de la atmósfera creando cambios ambientales.
- Las hidroeléctricas proveen una muy importante forma de energía, pero la construcción de represas además de que puede resultar costosa, es posible que altere el curso natural de los ríos y perjudique la vida silvestre.

- La generación de energía eólica depende de la existencia de fuertes vientos, por lo tanto hay que elegir el sitio adecuado para la instalación de las plantas. Por otra parte, su ubicación puede afectar la población de aves ya que estos generadores son bastante altos.

Por otro lado, un recurso de energía no renovable es aquel que no puede ser producido, generado o desarrollado. Estos recursos frecuentemente existen en cantidades limitadas o son consumidos mucho más rápido que la velocidad con la cual la naturaleza los crea.

Ejemplo de estos recursos son los combustibles fósiles como el carbón, petróleo y el gas natural. También lo es el uranio como fuente de energía nuclear.

La energía obtenida a partir de recursos no renovables no es amigable con el medio y pueden tener serios efectos secundarios sobre la salud.

El flujo de energía que llega a los ecosistemas en forma de rayos luminosos es asimilado por los productores primarios para desarrollar la fotosíntesis y sintetizar complejos compuestos orgánicos que, a su vez, emplearán los consumidores primarios o herbívoros, de los que se alimentarán los consumidores secundarios o carnívoros.

De los cuerpos sin vida de todos estos grupos, los descomponedores obtienen la energía necesaria para mantener sus procesos vitales. De esta forma se obtiene un flujo de energía en la que ésta pasa de un nivel a otro en un solo sentido y siempre acompañada de pérdidas en forma de calor lo que se ajusta a la ley de conservación de la energía, o sea, que la energía puede permanecer absolutamente invariable en el tiempo, sin embargo, cuando interactúa en un sistema precisamente para que pueda funcionar, se transforma en otro tipo de energía pero sin perder su condición y capacidad.

Las fuentes de energía constituyen recursos naturales de donde es posible obtenerla, a pesar de que la totalidad de esa energía, llega procedente de las cargas gravitatorias (mareas), reacciones termonucleares del sol (actúa como un reactor de fusión) o de las profundidades de la tierra (geotérmica) y se manifiesta en las transformaciones permanentes que ocurren en la naturaleza.

La energía que proviene de los océanos o energía mareomotriz, es la que procede de la diferencia de la altura media de los mares según la posición de la Tierra y la Luna, y que resulta de la atracción gravitatoria de esta última y del Sol sobre las masas de agua de los mares. Esta energía que tiene que ver con las mareas y la interacción del Sol y la Luna influye fuertemente en los ecosistemas. Los cambios en el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra que también se mueve alrededor del Sol origina las cuatro fases de la Luna: Llena, cuarto menguante, nueva y cuarto creciente. Estas fases se relacionan con el nivel del agua en el mar en un ciclo regular. Es usual que dos veces al día, alcancen el nivel más alto que se denomina pleamar y en igual período desciendan al más bajo nivel que se denomina bajamar. Este movimiento en el nivel del agua se conoce como marea y la diferencia entre el nivel alcanzado en la pleamar y bajamar, amplitud de la marea. De igual manera, la distancia relativa de la Luna con relación a la tierra ejerce una gran influencia en las mareas, así cuando la Luna se encuentra en su perigeo, o sea, más cerca de la tierra, la atracción es más fuerte lo que pro-

voca que la amplitud de la marea sea más grande; sucede lo contrario cuando la Luna está en su apogeo, es decir, más alejada de la tierra. El perigeo coincide con las fases de Luna llena y Luna nueva donde se producen las amplitudes mayores de la marea. El apogeo coincide con las fases de cuarto creciente y cuarto menguante con una amplitud menor de la marea.

Los movimientos de la Luna y su relación con las mareas tienen un alto nivel de incidencia en el comportamiento de los animales y las plantas, que reaccionan de diferentes maneras, debido a los cambios fisiológicos que se producen como respuesta a la interacción con los fenómenos cambiantes del ambiente.

Las mariposas nocturnas, muchas de las cuales constituyen agentes causales de plagas importantes para la agricultura, en su actividad en las plantas hospedantes como cópula y ovoposición utilizan un sofisticado sistema de orientación al utilizar puntos distantes en el cielo.

La Luna representa para un grupo de mariposas un punto de orientación que se concreta en el mantenimiento de un ángulo constante entre ellas y este punto referencial. Este mecanismo facilita un vuelo con una dirección fija, sin embargo, cuando el punto luminoso referencial de orientación es cercano, las mariposas vuelan describiendo una trayectoria en espiral lo que se puede observar, en las trampas de luz que se emplean para la captura e identificación de numerosas especies de insectos nocturnos.

La mayoría de las mariposas con actividad crepuscular o nocturna, tienen un papel muy importante en la trama trófica, ya que sirven de alimento a muchas aves en su recorrido hacia los lugares donde pernoctan y varias especies de murciélagos y roedores.

La experiencia en la silvicultura muestra relaciones estrechas entre las fases lunares y el comportamiento en la poda de las plantas, conservación de la madera muerta y la susceptibilidad al ataque de insectos que constituyen plagas xilófagas. Está demostrado que en la madera proveniente de los árboles talados en Luna llena ocurren fermentaciones en algunos tipos de azúcares que atraen a varias especies de insectos. Este fenómeno quizás, esté relacionado con la capacidad de los insectos para detectar radicales libres de sustancias químicas en los vegetales.

El contenido de agua en la circulación de los vegetales también tiene que ver decididamente con el flujo y reflujo de las mareas lo que a su vez se relaciona con los procesos de mayor o menor descomposición de la madera de árboles talados en esos movimientos interrelacionados con las fases de la Luna y en general, con todos los mecanismos dinámicos que integran el sistema solar.

Se ha probado, que la fuerza de atracción de la Luna, más la del Sol, sobre la superficie de la Tierra en determinados momentos desencadena mecanismos de un alto nivel de atracción sobre todo los líquidos que se encuentra en la superficie terrestre, con amplitudes muy variables en dependencia de las características de su naturaleza, el estado físico y la plasticidad de la sustancia sobre las que actúan estas fuerzas. En determinadas posiciones, el agua de los

océanos asciende hasta alcanzar una altura máxima, para descender a continuación hasta un nivel mínimo, manteniéndose regular y sucesivamente esta oscilación. También se ha comprobado que este fenómeno se hace sentir en la savia de las plantas, iniciándose el proceso de su influencia desde la parte más elevada para ir descendiendo gradualmente a lo largo de todo el tallo, hasta llegar al sistema radical.

Este fenómeno se observa con menor intensidad cuando está relacionado con plantas de elevado porte y fuertes troncos, provistos de numerosos canales de irrigación entrelazados entre sí. De igual manera, sucede en plantas de escasa altura donde es muy corta la distancia entre la capa vegetal y la raíz, pero se manifiesta muy claramente en aquellos vegetales de tallo elevado, con escasos canales para la circulación de la savia y escasa comunicación entre ellos.

El influjo lunar beneficia el desarrollo y el crecimiento de forma muy acusada en muchas plantas, entre las cuales se destacan las especies trepadoras, rosales, leguminosas, glicinas y otras. Por otro lado, también se ha comprobado que en algunos vegetales la floración sigue el ritmo del flujo y el reflujo de las mareas y ciertos árboles que se cultivan para la obtención de secreciones también siguen el ritmo de las mismas, aumentando mientras se produce el flujo y haciéndose más escaso en el reflujo de la marea.

En los últimos años se han publicado numerosos trabajos donde se considera a la luminosidad lunar especialmente importante para la vida y el desarrollo de las plantas. Notablemente diferente a la luz solar que recibimos, la luz lunar que no es más que el reflejo de la luz solar, ejerce una fuerte influencia sobre la germinación de las semillas, cuando sus rayos luminosos penetran con relativa profundidad, al compararla con la fuerza de los rayos solares que no consiguen penetrarla en su intimidad. Parece que el exceso de presión que ejercen los fotones solares sobre los vegetales es lo que no permite los cambios nutritivos que las plantas necesitan para su crecimiento normal, por tanto, los estímulos sutiles de la luminosidad lunar hace que las semillas germinen fuertes y sanas.

Además, varios estudios han probado que la Luna tiene influencias en la fisiología de las plantas, así, la intensidad de la fotosíntesis es bien superior en todas las plantas a partir de la Luna creciente hacia el plenilunio (período extensivo de aguas arriba), y que el mayor incremento de la fotosíntesis en los cultivos se registra en el período intensivo de aguas arriba, el cual está comprendido entre los tres días después de la Luna creciente, hasta los tres días después del plenilunio, fenómeno atribuido científicamente al incremento de la intensidad del reflejo lunar sobre la tierra.

La sucesión ecológica

La sucesión ecológica es el reemplazo de algunos elementos del ecosistema por otros en el transcurso del tiempo. Es posible que un área caracterizada por la presencia de especies vegetales crezcan y se desarrollen otras cada vez más complejas. Si el medio lo permite, la aparición de musgos y líquenes es sucedida por pastos, luego por arbustos y finalmente por árboles. El estado de equilibrio alcanzado una vez que se ha completado la evolución, se denomina clímax. En él, las modificaciones se dan entre los integrantes de una misma

especie: por ejemplo, los árboles nuevos reemplazan a los viejos, de igual manera, las descendencias como constantes productos de la reproducción de las especies de animales se van sucediendo con ese mismo patrón de sustitución de lo viejo por lo nuevo, lo que constituye un principio dialéctico que rige los procesos de desarrollo natural y que ha sido la base de las grandes transformaciones que han permitido el desarrollo histórico de la humanidad, con una marcada tendencia al desequilibrio que ha originado cambios ecológicos, casi siempre irreversibles y que hoy apuntan hacia la desaparición de la especie humana y de las fuentes de energía renovable. Hay dos tipos de sucesiones: primaria y secundaria. La primera, ocurre cuando se parte de un suelo donde nunca hubo vida. Este tipo de proceso, puede durar miles de años. La sucesión secundaria, es la que se registra luego de un fenómeno que ocasiona un impacto ambiental, por ejemplo, un incendio forestal, un terremoto, un tsunami. En este caso, el ambiente contiene nutrientes y residuos orgánicos que facilitan el crecimiento de los vegetales y por otra parte, además, desaparecen especies vegetales y animales que alteran la trama trófica con el consiguiente impacto en la biodiversidad del ecosistema.

La trama alimentaria

En el funcionamiento de los ecosistemas no se producen desechos inservibles: todos los organismos, muertos o vivos, son fuente real o potencial de alimento para otros entes vivos. Un insecto se alimenta de una hoja; un ave consume al insecto y es a la vez devorada por un ave rapaz. Al morir estos organismos son consumidos por los descomponedores que los transformarán en sustancias inorgánicas. Estas relaciones entre los distintos individuos de un ecosistema constituyen la trama alimentaria.

Los productores o autótrofos son los organismos vivos que satisfacen sus necesidades nutritivas porque fabrican su propio alimento orgánico, es decir los vegetales verdes con clorofila, que realizan un complejo proceso denominado fotosíntesis. Por medio de este complejo proceso, las sustancias minerales se destransforman en compuestos orgánicos, aprovechables por todas las formas vivas. Otros productores, como los quimiosintetizadores, entre los que se cuentan ciertas bacterias, elaboran sus compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas que hallan en el exterior, sin necesidad de la utilización de la luz solar.

Los consumidores, también llamados heterótrofos, son organismos que no pueden sintetizar compuestos orgánicos, y por esa razón se alimentan de otros seres vivos. Según la fuente de los nutrientes que utilizan y el lugar que ocupan dentro de la trama, los consumidores se clasifican en cuatro grupos: consumidores primarios o herbívoros, secundarios o carnívoros, terciarios o supercarnívoros y descomponedores.

Los herbívoros se alimentan directamente de vegetales. Los consumidores secundarios o carnívoros aprovechan la materia orgánica producida por su presa. Entre los consumidores terciarios o supercarnívoros se hallan los necrófagos o carroñeros, cuya base alimentaria son los cadáveres de otros animales.

Los descomponedores son las bacterias y hongos encargados de consumir los últimos restos orgánicos de productores y consumidores muertos. Su función es esencial, pues convierten la materia muerta en moléculas inorgánicas simples. Ese material será absorbido otra vez por los productores, y reciclado en la producción de materia orgánica. De esa forma, se reanuda el ciclo cerrado de la materia, que constituye un gran proceso posible en la naturaleza gracias al constante e imprescindible flujo de energía.



Fig. 1.4 Explotación de un ecosistema en la desembocadura del río Cajambre cuya cuenca es una de las mejores conservadas del Pacífico y cuenta con 12.000 ha de manglares considerados como uno de los ecosistemas más productivos del mundo y más de 50 000 ha de selva en buen estado. (Foto de A. Méndez).

Esta organización de los ecosistemas, es válida tanto para los ambientes terrestres como para los acuáticos. En ambos se encuentran productores y consumidores y la tendencia es lograr el equilibrio dinámico que se ha ido perdiendo en la medida que ha avanzado el desarrollo histórico natural de la humanidad.

Las especies en los ecosistemas forman poblaciones, con un conjunto de propiedades inherentes a su condición de seres vivos y que se destacan por constituir grupos con aislamiento reproductivo específico cuya misión natural es la de perpetuar la especie como unidad biológica en el tiempo, sujeta desde luego, a los fenómenos de la evolución. Para que un ecosistema permanezca con niveles apreciables de estabilidad en el tiempo, la población de cada una de las especies que integran la biocenosis en los diferentes biótopos de los ecosistemas debe mantener relativamente constante el tamaño de esa población, sin grandes cambios en su distribución geográfica. Para que se pueda lograr esa estabilidad, es necesario que en un período de tiempo más o menos largo la tasa reproductiva promedio sea igual a la tasa promedio de mortalidad. De manera que para que exista estabilidad en el ecosistema debe establecerse un equilibrio entre estas dos condiciones que han hecho posible la diversidad de

la vida en la tierra. En todos estos aspectos que hemos mencionado, como fenómenos vitales relacionados de forma compleja y dinámica, hay un elemento que funciona como hilo conductor y soporte de esos procesos: la trama alimentaria.

Agroecosistemas

Después de tratar los ecosistemas de manera general, por las características del enfoque que pretendemos darle al presente libro, es imprescindible detenernos en algunas conceptualizaciones de una subdivisión artificial de ecosistema dirigido a la intervención del hombre para su explotación sostenible. Como el medio ambiente, los ecosistemas y otras unidades ecológicas se definen de diversas maneras, también los agroecosistemas poseen diversas definiciones, sin embargo, adoptaremos la que según Kolmans y Vásquez (1999), lo define como un ecosistema artificial ocasionado por el hombre mediante la que se busca una mayor producción neta. De ello, se desprende que la agricultura es una actividad artificial lo que no significa que debe ser incompatible con la naturaleza.



Fig. 1.5 Cultivo de papa china (*C. esculenta*) en San José, Comunidad del río Naya (Foto de A. Méndez).

En otros términos se puede conceptualizar también como un sistema ecológico agrícola. Sin embargo, un área de cultivo como el que se muestra en la Fig. 1.5, que aparentemente está en armonía con el entorno natural, no tendrá mayores probabilidades de producción exitosa debido a la competencia de los arvenses y al ataque de los agentes causales de plagas que pueden encontrar en los mismos los hospedantes necesarios. Pero a su vez, los arvenses, o sea, la vegetación que no es objeto de cultivo y que es indeseable en un espacio y en un momento determinado, se pueden utilizar como fuente de materia orgánica ya que en las condiciones del trópico y subtropico no abunda el estiércol. El elemento ecológico no está en hacer una agricultura sin atender determinados patrones culturales, de lo que se trata es de que se comprenda que la artificialidad de un sistema agrícola manejado atendiendo los

principios de la agricultura sostenible, interviene de forma mínima en la desestabilización del sistema.

El mejor ejemplo de una agricultura más a tono con los preceptos naturales se puede evidenciar en las creaciones de fincas agroecológicas. Sirva un ensayo desarrollado en Mérida, Venezuela para ilustrar la situación.

Una vía puede ser una simple sustitución de insumos químicos por orgánicos y biológicos y aunque ello también sea necesario, la mejor alternativa es un manejo agroecológico de la finca completa, esto implica un grupo de medidas preventivas que crean condiciones para una cierta estabilidad del agroecosistema.

No se puede pensar que de la noche a la mañana un agricultor puede pasar de un uso irracional de agroquímicos a ser un productor orgánico. Para ello, hay que pasar por un proceso de aprendizaje y evaluación en campo sobre la base de ensayo y error hasta lograr las mejores variantes para un manejo adecuado de la finca.

El productor orgánico debe ser más observador, debe ser un constante investigador en su medio de las mejores alternativas de manejo de su finca y un constante estudioso si quiere llegar a ser un productor agroecológico. Un productor que es solo un gerente económico, poniendo a trabajar a ajenos en su finca sin ser también un gerente técnico de la finca, difícilmente llegará a orgánico.

El documento base fue elaborado por el Ing. Jorge L. Ayala Asesor FAO de la Cooperación Sur-Sur del proyecto PESA-FAO y debatido el 24 de febrero de 2006 con el apoyo de los productores y técnicos. Este documento debe ser validado, revisado y aumentado o simplificado periódicamente con la participación de los productores y técnicos que participen en su evaluación en el campo para adaptarlo a la práctica y a los posibles cambios, como podría ser el surgimiento de biofertilizantes, de nuevos bioplaguicidas en el mercado y otras experiencias positivas e incluso negativas de los métodos evaluados y adecuarlos a las condiciones edafoclimáticas de una región determinada.

No pretendemos por ahora que esta experiencia sea un manual, se suponen un grupo de conocimientos por parte de los técnicos y productores que lo llevarán a la práctica, sino más bien una propuesta de estrategia que sirva de punto de partida para iniciar los trabajos para llegar a hacer fincas agroecológicas que puedan después participar del mercado de productos orgánicos nacional o extranjero en una forma lo más rentable posible.

Infraestructura de una finca.

En la finca es conveniente crear una infraestructura de apoyo a su proyección orgánica. Dentro de estos componentes son convenientes los siguientes:

Producción de abonos orgánicos. Debe adecuarse un espacio de 6 por 14 metros por cada hectárea de tierra, preferentemente techado en el caso de lugares con precipitaciones fre-

cuentas, para la producción sistemática de compost y humus de lombriz. De ellos, se puede dedicar un área de 6 por 10 metros para la producción de compost y de 4 por 6 metros para la producción de humus de lombriz con cuatro canteros de 1 por 4 metros para producir humus líquido y sólido.



Fig. 1.6 Pequeño lombricario de 20 metros cuadrados de capacidad en la finca de Oscar González, Pueblo Llano, Edo. Mérida (izquierda), un ejemplo para pequeñas áreas y lombricario de gran capacidad para unas 100 toneladas de humus sólido al año y unos 3000 litros mensuales de humus líquido en la cooperativa La Alianza, Sanare, estado Lara para productores mas grandes o cooperativas.

Sin dudas, la producción de humus en dos estados físicos es una ventaja y permite su utilización más racional en dependencia de las disponibilidades, estructuras y condiciones de los cultivos que integren la finca y se fertilicen a través de la utilización de este método netamente ecológico.

La fertilización orgánica a través del humus de lombriz no crea desequilibrios en el metabolismo de las plantas al no proporcionar exceso de nitrógeno libre y por tanto, no provoca la incidencia de especies causales de plagas por desbalances entre la proteosíntesis y la proteólisis como procesos importantes de la fisiología vegetal.



Fig. 1.7 Lombrices y a la derecha uno de sus productos, el humus líquido producido por la Cooperativa "La Alianza" en Sanare, sus excedentes se venden y ayudan a financiar la actividad de su producción para el autoconsumo.

El compostero, puede producir de 30 a 35 m³ con tres ciclos de explotación al año y permite, que se apliquen a 10 m³ por hectárea cada 4 meses, solo de compost, sin contar el humus sólido, que puede llegar a unos 10 m³. El compost aporta muchos microorganismos necesarios al suelo para hacer asimilables los nutrientes y que actúen como competidores y antagonistas y son fundamentales para el manejo de enfermedades en el suelo.



Fig. 1.8 Primer compostero hecho en Pueblo Llano como parte de una actividad de capacitación (izquierda) y a la derecha el manejo de la producción en gran escala de compost (5000 toneladas anuales) en la hacienda "El Tunal", Lara.

Aunque no se cuente con un equipo original, es conveniente que se organice una pequeña producción de té de compost con un tanque de 100 litros con 70 litros de agua, 7 kilos de compost y un soplador de aire que genere más de 35 litros de aire por minuto, con el que puede producir un día a la semana el té para aplicarlo a una hectárea.



Fig. 1.9 Equipo de 400 litros de capacidad para la producción de té de compost.

Para estas producciones de abonos orgánicos se puede utilizar gallinaza, que se suele comprar, pero antes es necesario procesarla como compost en unión de otros componentes como la mayor parte de los residuos de cosecha y otros estiércoles para que se pueda obtener, una mayor diversidad. Es importante saber, que el té de compost producido al que se le haya incluido estiércol de caballo es mejor para el control del tizón tardío, la quema o candelilla en la papa ocasionada por el hongo *Phytophthora infestans*.

También la producción de estos abonos orgánicos puede hacerse centralmente en un lugar para la cooperativa o comprarse, pero es importante tener presente que mientras más insumos se incorporen del exterior de la finca más caro le resultará el producto de su cosecha.

Biodiversidad en la finca. Es extraordinariamente importante, crear un jardín de diferentes plantas que florezcan como apoyo al sostenimiento de los parasitoides y depredadores de los agentes causales de las plagas, que se alimentan de las mielecillas de las flores y del polen. Dentro de las plantas posibles a tener se encuentran: el clavel, clavellina, hortensia, mostaza, gladiolo, rosas, manzanilla, nardos, romero, caléndula, Margarita, capacho, hinojo, eneldo, orégano, hierba buena, hierba santa, té morado, amapola criolla. Las especies pueden variar en dependencia del lugar y las condiciones.



Fig. 1.10 Diversidad de plantas de flores en la finca de los padres franciscanos de Pueblo Llano, un ejemplo a seguir para el sostenimiento de una entomofauna beneficiosa de biorreguladores de las plagas.

Además, es necesario tener sembrado plantas de ají picante mongo, albahaca, flor o clavel de muerto, ajo, barbasco, cola de caballo, tabaco, flor de campana, ajeno, sábila, ruibarbo, mostaza, fiques, ruda, toronjil, altamisa, tártago, piñón, ortiga y otras plantas que puedan ser usadas en el manejo de plagas.

Algunas de estas plantas tienen varios propósitos, unas como sazonadoras, otras como medicinales, etc. Se deben tener al menos, las que más se necesiten o les agrade como ornamental y para su uso como productos fitosanitarios.

Independientemente de ello, es conveniente sembrar barreras de al menos 2 surcos de maíz y dos de habas, frijoles u otra leguminosa en los bordes de los campos de los cultivos principales, papa, zanahoria y hortalizas, esto contribuye al sostenimiento de biorreguladores y a reducir la incidencia de agentes causales de plagas por dificultar la detección del cultivo principal.

Ejemplo de algunas plantas de utilidad para asegurar una biodiversidad botánica que garantice una entomofauna beneficiosa o que puedan ser usadas como insecticidas botánicos o repelentes.



Fig. 1.11 Ají picante mongo o forote y Caléndula



Fig. 1.12 Manzanilla y Ruda.

Las plantas que poseen metabolitos con capacidad biocida, pueden ser de gran utilidad para el control y manejo de los agentes causales de plagas en los cultivos y no producen alteraciones ecológicas en el ambiente, como lo pudieran ocasionar los productos químicos con sus cargas mortíferas y productoras de desarreglos metabólicos en el hombre y los animales con consecuencias fatales para su salud y para el entorno.

Muchas plantas tienen la capacidad de que algunas de sus partes botánicas tienen sustancias cuyas características permiten que se pueden emplear como repelentes o insecticidas naturales. Una de las particularidades de estas plantas que las hacen aún mejores para estos propósitos, es que casi siempre tienen múltiples usos domésticos y por tanto su fomento tiene entonces, un valor principal por el que se cultivan con agrado.



Fig. 1.13 Mostaza



Fig. 1.13(a) Hinojo



Fig. 1.14 Romero y tabaco

Si estas plantas se tienen próximas a los cultivos, además de su utilización en la cocina o como plantas medicinales se interrelacionan en el sistema productivo con resultados favorables.



Fig. 1.15 Margarita y Capacho



Fig. 1.16 Clavellina

Muchas especies de insectos que integran la agroentomofauna en la mayoría de los agroecosistemas, por sus hábitos depredadores constituyen excelentes controladores de agentes causales de plagas. Especies de la familia Coccinellidae como *Cycloneda limbifer*, *Coleomejilla* sp. y otras se han especializado en depredar esencialmente áfidos y contribuyen, de manera significativa a disminuir los niveles poblacionales de los pulgones en una gran cantidad de cultivos, donde se destacan los cultivos hortícolas que son fuertemente atacados por *Myzus (N) persicae*, *Aphis gossypii*, *Brevicorine brassicae* y otras varias especies con consecuencias fatales si no se controlan a tiempo.



Fig. 1.17 Adultos de diferentes especies de mariquitas y al centro larva campodeiforme típica de estos depredadores de áfidos.

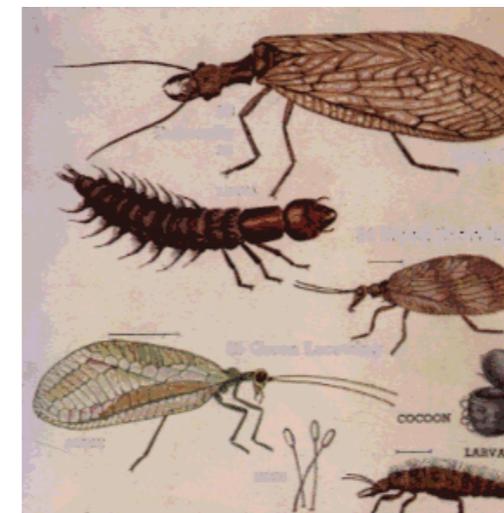


Fig. 1.18 Larva, adultos y huevos del león de los áfidos, *Chrysopa* sp. depredador de áfidos, trips y otros insectos pequeños.

La depredación es una de las relaciones interespecíficas que más benefician al control biológico. Realmente es asombrosa la cantidad de insectos perjudiciales (esencialmente áfidos y trips) que son capaces de depredar las especies de crisópidos en los agroecosistemas, particularmente en los formados por hortalizas donde por las características botánicas de sus especies, los niveles poblacionales de los agentes causales de plagas anteriormente señalados, alcanzan altos índices infestivos y de distribución.



Fig. 1.19 *Trichogramma sp.*, parasitando huevos de un lepidóptero

Manejo de babosas en la finca.

Se suelen tomar medidas contra las babosas cuando se siembran los cultivos, mientras que lo prudente es que estos moluscos terrestres conviene mantenerlos con bajas poblaciones a través de un manejo sistemático en toda la finca y durante todo el año.

Medidas agrotécnicas o culturales que convencionalmente se deben utilizar en áreas con abundancia de babosas:

- 1.- Despedrado y desterronado del campo, porque estos constituyen un reservorio de babosas. Extraer las piedras que sea posible para los linderos del campo.
- 2.- Extracción de los residuos de cosecha para situarlos en el compostero y no dejar alimentos a las poblaciones de babosas que puedan estar al final del ciclo de un cultivo.
- 3.- Buena preparación del suelo para eliminar la mayoría que se encuentren en el campo del cultivo anterior o en los arvenses (malezas).

Monitoreo de poblaciones: Es conveniente al menos, una vez al mes observar detenidamente debajo de las piedras y otros objetos que estén alrededor del campo o de las instalaciones para detectar la presencia de babosas. Si las hubiera, se deben colocar trampas de caída con

atrayentes en los alrededores del campo, de las instalaciones y lugares infestados, utilizando para ello piedras y otros objetos. Su control oportuno, desde antes y durante el establecimiento del cultivo es mucho mejor que hacerlo después que las poblaciones de los moluscos estén establecidas.

Atrayentes para las trampas:

- 1.- Cerveza.
- 2.- Zanahoria rayada (500g) más medio litro de agua y una cucharada de levadura.

Las trampas pueden ser de recipientes de uno a cuatro litros con orificios de 2 a 3 cm a la mitad de su altura, preferentemente con tapa, que deben enterrarse hasta el nivel de los orificios laterales con 4 a 5 centímetros de altura del atrayente en su interior. A la semana, se extrae su contenido se enjuaga y se vuelve a echar atrayente y se cambia de lugar para volverlas a poner en otro sitio de los alrededores del campo. Esto puede hacerse todo el año pero es importante antes del inicio de las lluvias y al menos de 15 a 20 días antes de la siembra de un nuevo cultivo y durante su etapa inicial en que es más susceptible al ataque de las babosas.

Después de sembrado el cultivo y en la etapa en que este es muy susceptible se pueden hacer aplicaciones de los plaguicidas botánicos con la utilización de ají picante con ajo y/u otra planta repelente.



Fig. 1.20 Babosas refugiadas debajo de las piedras (izquierda). Trampa de caída (derecha)

La preparación del suelo, el laboreo y el manejo de arvenses en la finca.

Los objetivos principales que pueden perseguirse con el laboreo son los siguientes:

- Preparar el suelo para la siembra.
- Incorporar en el suelo enmiendas y abonos.
- Controlar los arvenses (malezas o plantas indeseables).

- Reducir el número y actividad de las plagas y enfermedades que se mantienen en el suelo.
- Aporcar o desaporcar las plantas.
- Extraer del suelo raíces y tubérculos.

Sin ser normas estrictas, de forma general, se deben cumplir los siguientes principios:

- No labrar por rutina, sino cuando sea necesario, reduciendo al máximo el número de labores.
- Conservar el perfil del suelo o potenciar su formación si es necesario, evitando voltear el suelo o mezclar horizontes.
- No producir alteraciones bruscas en las condiciones del suelo: profundizar de forma progresiva.
- Potenciar el trabajo natural por las raíces y los organismos del suelo: rotaciones y asociaciones con diferente profundidad radical, aportes de materia orgánica, abonos verdes, etc.
- Trabajar el suelo en el momento adecuado.
- No incorporar en profundidad materia orgánica fresca.
- Mantener el suelo con cubiertas vivas, con mulch, restos de malezas, tamo de arvejas, o con el propio cultivo.

Los requisitos que son necesarios en un lecho de siembra son los siguientes:

- Buen contacto entre las semillas y las partículas del suelo, para lo cual ha de obtenerse al menos un 50 % de agregados cuyo tamaño sea menor al de la semilla.
- Facilidad para tomar agua y capacidad para almacenarla.
- Suelo bien aireado, para lo cual es necesario la presencia de poros grandes.
- Suelo suelto por encima de la semilla, para permitir la emergencia de la plántula.
- Posibilidad de desarrollo de las raíces, es decir, presencia de poros grandes.
- Ausencia de arvenses, cuya competencia es crítica en este período.

Desyerbes.

Los arvenses pueden interferir con los cultivos, unas veces de forma negativa, compitiendo por los nutrientes, el agua, el espacio o la luz, y, en otros casos, positivamente, en el control de la erosión, mejora de la estabilidad estructural, mejora de la infiltración y retención de agua, refugio y alimento de insectos benéficos, creación de macroporos, intensificación de la actividad biológica del suelo, movilización de nutrientes bloqueados, indicación de las condiciones del suelo, etc., por lo que algunos le llaman buenas. Por ello, cuando hablamos

de desyerbes en una finca agroecológica no debemos pensar en la eliminación total de las hierbas, además de imposible y costoso es de efectos nefastos, sino en el manejo y control adecuado que impida que la competencia de las plantas no cultivadas perjudique el rendimiento económico de los cultivos, a la vez que potencie los efectos favorables.

Los métodos de lucha más empleados en esta agricultura para combatir los arvenses son su agotamiento, mediante labores repetidas en las que es aplicable todo lo referente a los abonos verdes, y dificultar su desarrollo mediante coberturas o mulch.

En el huerto, el empleo del mulch, favorece el control de los arvenses con las siguientes medidas:

- Siempre que sea posible trasplantaremos en lugar de hacer siembras directas, con ello evitaremos la competencia de las adventicias en el momento más crítico y lograremos que el cultivo cubra antes el suelo;
- Separación máxima entre los surcos, a la vez que se aumente la densidad dentro de los mismos, favoreciendo las escardas mecánicas entre líneas.
- Evitando el monocultivo, mediante las rotaciones y asociaciones apropiadas.

Junto a la escarda mecánica existen otros métodos para el control de las malezas. Las prácticas alelopáticas consisten en plantar especies que dañan a las hierbas que queremos controlar.

En algunas zonas, está muy extendido el control térmico. Se realiza con quemadores de gas suspendidos sobre una barra o mediante infrarrojos. No se trata de quemar las hierbas, sino de darles un "golpe de calor" que las dañe hasta el extremo de eliminarlas, por lo que sólo es eficaz en plántulas jóvenes. Se puede aplicar este método dejando el suelo 12 días después de preparado para que germinen los arvenses y pasar un flameador para controlar la maleza antes de la siembra. Algunos cultivos, como maíz y cebollas, admiten tratamientos de post-emergencia, mientras que otros, como la zanahoria y las remolachas, sólo permiten realizarlos en pre-emergencia. Se puede evaluar el empleo de agua caliente como una alternativa sobre todo en áreas pequeñas, pero podría afectar a los microorganismos beneficiosos del suelo.

Otro sistema térmico es la solarización. Se cubre el suelo húmedo durante uno a tres meses con plástico transparente, enterrándose los extremos para garantizar un buen cierre. El calentamiento del sol eleva la temperatura de la capa superficial del suelo lo suficiente para eliminar numerosas semillas. A la vez produce un cierto efecto esterilizante que se ha de tener muy en cuenta para el manejo de nemátodos y de enfermedades. La microflora general del suelo se afecta pero se puede recuperar con la aplicación de compost.

En resumen para el manejo de los arvenses hay que tener en cuenta:

- Buena preparación del suelo para eliminar la mayor parte de las semillas.
- Uso de mulch o cobertura del suelo con rastrojos, concha de arroz, etc.

- En todos los casos que sea posible usar los semilleros y el trasplante para evitar la competencia en ese período crítico.
- Siembra con mayor densidad entre plantas dentro del surco y mayor distancia entre surcos para facilitar las labores mecánicas de desyerbado entre surcos o calles.
- Utilización del calor de los flameadores sobre los arvenses jóvenes.
- La utilización de la aleopatía o sea el aprovechamiento de la acción que tienen ciertas plantas sobre otras mediante una buena rotación de cultivos o el uso de las plantas alelopáticas como abonos verdes, lo que debe definirse paulatinamente.
- Evitar con el laboreo que las malezas produzcan semillas para agotar sus reservas en el suelo.

Manejo de la fertilidad del suelo.

Para manejar la fertilidad del suelo en la agricultura orgánica hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 1.- Reducir al mínimo la pérdida de suelo por erosión y por lo tanto no sembrar a favor de la pendiente, sino hacerlo en curvas de nivel en las zonas de pendientes importantes y tomar las medidas de protección contra la erosión que sean necesarias (barreras vivas, barreras muertas, etc).
- 2.- Evitar que los suelos estén desnudos. Si no va a sembrar algún cultivo comercial es conveniente sembrar una leguminosa para incorporarla al final del cultivo como abono verde. Si no dispone de semillas, dejar que las malezas desarrollen pero no dejarlas florecer y fructificar para así reducir el enyerbamiento.
- 3.- Aprovechar adecuadamente la fertilidad del suelo mediante una adecuada rotación de cultivos.

La fertilización se hará con los siguientes medios:

1. Reciclar nutrientes y aportar humus a través del compost y del humus de lombriz sólidos al comienzo de cada cultivo y su uso en forma de aspersiones líquidas durante el desarrollo de este en forma de té de compost, humus líquido y cenizas como fertilizaciones y estimulantes foliares con uso también en el manejo de enfermedades.
2. Dar vida y movilizar nutrientes del suelo con el abono verde cada año y medio a dos años.

Preparación de suelos.

Por tratarse de un sistema de producción muy intensivo se suele cosechar y sin destruir e incorporar los residuos de cosecha se surca y siembra el siguiente cultivo. Si se hace esto es necesario extraer al máximo los residuos de cosecha e incorpórelos al compostero y tener cuidado con los siguientes aspectos: Si en el suelo hay una infestación de nemátodos, de babosas u otros agentes causales de plagas o enfermedades debe dar varios pases de implementos (como mínimo cuatro) al menos cada una o dos semanas para reducir con ellos y la acción del clima la infestación para después sembrar otro cultivo preferentemente resistente al problema detectado. Esto puede producirle cierto retraso y costos adicionales, pero si se permite que el suelo se infeste puede resultar más costoso posteriormente.

Rotación de cultivos.

Para la realización de una adecuada estrategia de rotación de cultivos es importante considerar algunas normas al planificar la rotación:

- Rotar plantas con sistemas radicales y exigencias nutricionales distintas.
 - Alternar plantas de familias distintas.
 - Favorecer o evitar ciertos cultivos precedentes.
 - Introducir abonos verdes y plantas leguminosas.

Un modelo de rotación de cultivos de huertos puede seguir el siguiente modelo:

1. Se encabeza por cultivos exigentes en materia orgánica poco descompuesta: coles, tomate, pimentón, calabacín, pepino, papa.
2. Cultivo de leguminosas y hortalizas de hoja con exigencias medias en materia orgánica, pero bastante descompuesta: judías, guisantes, habas, lechuga, acelga, espinaca, ajo porro.
3. Plantas poco exigentes, que prefieren materia orgánica muy descompuesta, de raíz: zanahoria, rábano, remolacha, cebolla, ajo.

En las áreas donde se pueda sembrar prácticamente todo el año, excepto en las zonas más altas, se puede establecer una rotación continua teniendo en cuenta estos principios, acondicionados a las conveniencias del régimen de lluvias y a las posibles heladas en las zonas altas, pudiéndose incluir la rotación con cultivos asociados o intercalados.

Es conveniente que los productores, sobre todo los pequeños, compartan su área en dos o tres campos por lo menos, para tener en cada uno, una rotación distinta, aumentar la biodiversidad en el espacio y no solo en el tiempo, pero también para estar en mejores condiciones de sobrevivir económicamente en casos de bajos precios de algún cultivo, que son frecuentes.

Manejo del cultivo de la papa.

Calidad de la semilla.

Si bien la variedad es imprescindible la calidad de la semilla es también determinante. Es importante una semilla sana ante todo, por lo que si se produce la semilla en la misma finca se deben tomar un grupo de precauciones que se indican a continuación.

Producción de semilla por el agricultor.

Si el propio agricultor va a producir su semilla tiene que tener al menos las siguientes precauciones:

- 1.- Mantener el área donde producirá la semilla en rotación con diferentes cultivos.
- 2.- En el área donde va a producir la semilla hacer una buena preparación de suelo para reducir cualquier agente nocivo que pueda haber en el suelo por la exposición de este al sol.
- 3.- Aplicar todas las medidas fitosanitarias para la agricultura orgánica porque para ser un productor orgánico la semilla también tiene que ser orgánica.
- 4.- Utilización de semillas seleccionadas que excluya los tubérculos enfermos.
- 5.- Durante el desarrollo del cultivo no permitir el desarrollo de plantas que nazcan de tubérculos de cosechas anteriores.
- 6.- Eliminar las plantas enfermas con hojas manchadas de amarillo y verde indicadores de mosaicos (enfermedades virales) o cualquier planta enferma o atípica con relación a la variedad sembrada.
- 7.- Al realizar la cosecha si está a su alcance clasifique la semilla por su tamaño y elimine los tubérculos enfermos o con daños mecánicos.
- 8.- Aplique a la semilla por inmersión de 30 minutos, *Trichoderma* (doble concentración a la de campo) y *Bacillus thuringiensis* (a doble concentración a la de campo), y *Baculovirus*, si puede disponer de la dosis que recomienda el fabricante y después que se seque se le aplica un preparado de nim por la parte externa del saco al doble de la concentración normal para llevarla al almacén (como repelente de insectos).
- 9.- Para la recuperación de las áreas que estén infestadas por algún agente nocivo se utiliza la inversión del prisma del suelo y/o la solarización indicadas en el manejo de nemátodos del género *Meloidogyne*.

Siembra.

Aplicar el compost y el humus sólido con que se cuente en el fondo del surco. Si no se tiene y se va a aplicar gallinaza u otro estiércol, es necesario incorporarlo al menos 15 días antes con una labor de preparación del suelo.

Si la semilla no había sido tratada con *Trichoderma* sp. para el almacenamiento es importante preparar un tanque de 200 litros con las dos terceras partes de agua, añadirle *Trichoderma* sp. al doble de la dosis o concentración de campo recomendada por el fabricante, y facilitar que se suspenda bien en el líquido y si es necesario agregar algún producto que permita su suspensión. En esta solución se sumergen las semillas en su saco dentro del tanque unos 15 minutos. Se procede a su extracción lentamente para que escurra y luego se siembra. Si no se realizará la siembra de inmediato, se debe colocar en un lugar sombreado y fresco.

Al regar las semillas en el surco es conveniente aplicar ají picante más ajo más *Trichoderma* sp. a la concentración normal indicada y antes de tapar el tubérculo. El ají picante más el ajo juega un papel importante en la repelencia de agentes causales de papa que en ese momento pueden producir algún cuadro de daño.

Manejo después de la germinación.

A partir de la germinación realizar monitoreo semanales al cultivo para detectar la presencia de plagas y enfermedades. Para ello observar al menos 25 plantas en una o dos diagonales del campo observando al menos una hoja de la parte baja, una de la parte media y otra de la parte alta de la planta.

Después de la germinación de más del 80 % de las plantas aplicar dirigido al follaje y base del tallo, ají picante más ajo para el manejo de larvas y polillas.

A los 5 ó 7 días aplicar té de compost, más *Trichoderma* al follaje. Para mayor seguridad en una etapa inicial del proceso de aprendizaje para lograr producciones orgánicas se pueden hacer aplicaciones semanales, sobre todo en períodos de lluvias o mucha niebla, en rotación de las siguientes alternativas para el manejo de enfermedades, sobre todo fungosas: Cal, azufre (Kumulus), caldo de cenizas de madera, té de compost más humus y *Trichoderma* líquido o en su defecto en polvo añadido a la mezcla de té con humus.

El té de compost se puede rotar con humus líquido y *Trichoderma* y la semana siguiente alguna variante química, cal, caldo de cenizas, azufre. El caldo de cenizas es importante en la etapa de tuberización por su aporte de potasio.

Realizar otra aplicación de *Trichoderma* sp. en el momento del aporque y otra 15 días después del aporque a las dosis normales, por supuesto que si se viene haciendo las aplicaciones de té de compost con humus y *Trichoderma* sp. al follaje para el manejo de enfermedades foliares, estas aplicaciones ya estarían incluidas con creces.

Si aparecen plantas enfermas con la enfermedad bacteriana causada por *Pseudomonas so-*

lanacearun arrancarlas y tratar el lugar con cal y se cuarentena el área. Por lo costoso que resulta el tratamiento de las enfermedades bacterianas la mejor solución es la que se propone.

Manejo de plagas.

Gusano blanco.

Para los lugares de cierta altura con antecedentes de gusano blanco colocar trampas de follaje de papa envenenadas con un plaguicida como Acefate a 5 cc por 10 litros de agua o Thionil o Thiodan a 10 cc por 10 litros. Esta operación se hará desde un mes antes, durante la preparación de suelos, Cambiar las trampas cada semana, reubicando la posición con relación a la anterior. Esto permite reducir notablemente la población de adultos. Es conveniente poner un papel grande en la parte inferior para poder revisar y ver los insectos muertos y encima el follaje tapado con un cartón o plástico.

Se deben colocar unas 80 a 100 trampas por hectárea.

Las trampas también se pueden utilizar para detectar si hay adultos de la plaga en la zona, como un método de monitoreo.

Polilla guatemalteca.

Es importante el cultivo de barreras en los bordes del campo con los cultivos indicados, maíz y una leguminosa, que nunca deberán ser tratados con ningún producto.

Para esta plaga, además de la aplicación con ají picante y ajo realizada en siembra y germinación, es necesario hacer al menos, una más entre la que se hizo a la germinación y el aporque y otra inmediatamente después del aporque, si no hicieran falta otras adicionales, si hubiera razones para ello. La disponibilidad de trampas de feromonas puede servir para guiar la realización de tratamientos adicionales.

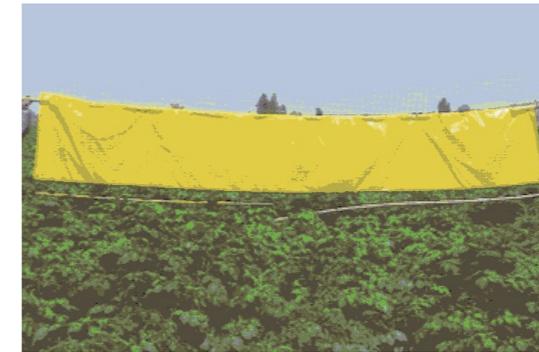


Fig. 1.21 Trampa de feromonas (arriba) y amarilla (abajo).

Son importantes el aporque, que debe ser lo más alto posible de acuerdo a la variedad y el riego para que la humedad evite las grietas en el suelo y reducir las posibilidades de que la polilla alcance los tubérculos. Si se tienen condiciones es preciso añadir tres centímetros de espesor de cascara de arroz sobre el suelo en el surco a unos 15 cm a ambos lados de las plantas para reducir aún más la incidencia de la plaga y de paso reducir las malezas.

En el caso de detectarse la presencia de otras plagas aplicar las siguientes alternativas.

Tratamientos contra rosquillas

La utilización de cebos envenenados resulta provechosa. Se pueden preparar con Dipel (*Bacillus thuringiensis*) a razón de 50 gramos de Dipel por Kg de afrecho de trigo y/o maíz, que se mezclan bien y después se humedece con la cantidad necesaria de una solución de agua más melaza (a razón de 50 cc de melaza por litro de agua). Aplicar en el surco a mano.

Larvas de otros lepidópteros del follaje. Dipel, nim, ají picante más ajo al follaje a las dosis recomendadas.

Manejo del minador, pasador o rayador (*Liriomyza* sp.). Nim, ají picante más ajo. Si no se aplican químicos sus biorreguladores reducirán su ataque. Utilización de trampas de color alrededor del campo con bandas de plástico amarillo impregnadas de aceite, grasa u otra sustancia pegajosa. Cuando se detecte que hay presencia de esta plaga, moscas blancas o áfidos.

Manejo de áfidos. Enemigos naturales (Mariquitas, *Chrysopa* sp. y parasitoides), tabaquina, nim, nim+chimó, ají picante+ajo, azufre. Se indica la utilización del Lavaplatos como adherente para todos los productos naturales indicados a una dosis de 3 cc/litro de solución final.

Manejo del cultivo de la zanahoria.

Al igual que en la papa se deben sembrar las barreras indicadas alrededor del campo. Siempre se debe mezclar 5 gramos de *Trichoderma* sp. por Kg de semillas (aunque la dosis puede depender del productor) antes de la siembra y al momento de la germinación y hacer otra aplicación dirigida a la base de la planta con este hongo beneficioso para reducir la incidencia de hongos del suelo.

Como en todos los cultivos se debe hacer un monitoreo o muestreo al menos semanal para detectar a tiempo la aparición de agentes causales de plaga o enfermedad, revisando detenidamente no menos 25 plantas por hectárea.

En la zanahoria es importante hacer un buen manejo previo para las babosas como se indicó anteriormente. Se debe tener cuidado con las rosquillas y al menor síntoma de su aparición aplicar el cebo con *Bacillus thuringiensis* (Dipel).

Si se detectan colonias de áfidos se debe aplicar alguna de las variantes indicadas anteriormente en el cultivo de la papa.

En tiempos de lluvias en que pueden presentarse ataque de enfermedades foliares el uso en forma preventiva de algunas de las variantes indicadas en la papa como la cal, el té de compost con humus y *Trichoderma* sp. y el caldo de cenizas.

Manejo de otros cultivos hortícolas. (crucíferas, aliáceas, etc)

En todos los casos el primer paso para la obtención de un cultivo sano es el cuidado y atención a la semilla, si es de ajo debe de estar libre de enfermedades y siempre se debe tratar con *Trichoderma* sp. antes de la siembra.

Si el cultivo necesita de semillero, es importante aplicar *Trichoderma* sp. al suelo antes de la siembra (dos a tres días antes) y después de un riego. Después de la germinación de las plantas se recomienda una segunda aplicación de *Trichoderma* sp. y posteriormente una última aplicación a las dos semanas del trasplante. Esto ayudará al manejo de enfermedades cuyos agentes etiológicos se encuentran en el suelo.

Para el manejo de plagas y enfermedades foliares se pueden observar las recomendaciones indicadas anteriormente en papa y zanahoria en dependencia del problema que se indica. Para el caso de aparición de ácaros se puede aplicar azufre, pero también el nim y el ají picante más ajo son convenientes.

Medidas fitosanitarias específicas para las áreas de semilleros.

1. Seleccionar el área que tenga las condiciones óptimas de calidad del suelo y drenaje y tenerla preferentemente cercada para evitar el paso de personas y animales.
2. Aplicar medidas de desinfección del sustrato, 48 horas antes de cada siembra, con *Trichoderma virides* o *T. harzianum*, a una dosis de 10 a 20 g/L de agua (de 4 a 8 kg/ha), para el caso de producto sin formular, para formulados seguir las recomendaciones del fabricante. Se debe lograr no menos de 10^{12} conidios por hectárea, aunque el óptimo es de 10^{13} .
3. El semillero debe estar alejado o protegido de la influencia de cultivos colindantes de edad avanzada, mediante barreras naturales o plantas-trampa y repelentes y, preferiblemente, protegidas con tapado y malla. Lo óptimo sería una casa de posturas.
4. Realizar selección negativa de plantas y focos enfermos, y dejar un área limpia de 10 cm desde el borde de las plantas enfermas.
5. Sacar del área del semillero las plantas enfermas y destruirlas.
6. Eliminar todas las plántulas pasadas de tiempo y/o aquellas que no se van a utilizar en el transplante.
7. Realizar una adecuada desinfección de las semillas con *Trichoderma harzianum* o *Trichoderma virides*. En una suspensión de 20 gramos/litro de agua para el producto sin formular o según las indicaciones del técnico o del fabricante hacer la inmersión durante 10 min. O hacer el tratamiento con el producto en polvo a las dosis indicadas por el fabricante. Secar la semilla al aire y almacenar hasta 30 días antes de la siembra.
8. Almacenar la semilla en lugares frescos y secos, preferiblemente a temperatura de 20 ± 2 °C.
9. Utilizar semillas certificadas, libres de patógenos que ellas transmiten.
10. Conocer el porcentaje de germinación de la semilla, para utilizar la cantidad adecuada por unidad de área y evitar el exceso de plantas.

PREPARACION DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES ACEPTADAS POR LA AGRICULTURA ORGANICA.

Bacillus thuringiensis. Es un producto biológico que se comercializa con varios nombres comerciales como Dipel. Su uso es solo para larvas de lepidópteros.

Dosis media: 25 gramos por litro de solución final a aplicar, si el producto viene formulado en polvo y si es líquido a razón de 50 cc por litro.

Su acción es por ingestión y por lo tanto las larvas deben comerlos para poder hacerles efecto y eliminarlas. O sea, se debe buscar una buena cobertura del follaje en la aplicación. Es muy efectivo en larvas que atacan las hojas y menos en las que atacan a los frutos y tallos, como los plaguicidas químicos.

Nim. Preparación:

A partir de semillas secas molidas: 20 a 25 gramos por litro de agua a aplicar. Si por ejemplo se va a preparar una bomba o mochila de 20 litros, debe pesar 500 gramos de semillas molidas y ponerlas en remojo en 4 a 5 litros de agua durante 6 horas, después se filtra por una malla fina o una tela, se le añaden 60 cc de lavaplatos, se completa hasta los 20 litros y se aplica. También para facilitar el trabajo se puede colocar harina de semillas dentro de una bolsa de tela cerrada y a partir de las 6 horas se extraen y se exprimen y ya queda filtrado el producto. La preparación se debe hacer en horas de la mañana, para aplicar por la tarde, o preparar por la tarde para aplicarlo temprano en la mañana.

Si no se dispone de semillas secas, se pueden usar hojas verdes licuadas en una licuadora o maceradas a razón de 100 a 200 gramos por litro de agua total a aplicar, u hojas secas molidas a 50-100 gramos por litro de agua a aplicar. Después de no menos de 6 horas en reposo, se filtra, se añade el lavaplatos y se aplica.

Usos: Plagas de los cultivos como áfidos, larvas de lepidópteros (incluidos los perforadores de frutos), chinches, moscas blancas, ácaros, minadores de las hojas, trips y prácticamente cualquier insecto agente causal de plaga. Desde que aparecen estos agentes nocivos se debe aplicar y repetir los tratamientos si persisten las poblaciones de interés.

También sirve para el control de garrapatas (baño con 3 litros por animal), sarna en los conejos (bañar los animales con la suspensión) y contra los ácaros y piojillos en las aves (aplicar sobre las gallinas ponedoras y las instalaciones y los nidos cada dos semanas).

Se puede usar como vermífugo para el control de parásitos intestinales en las reses a razón de 5 gramos de hojas secas y molidas en la dieta para rumiantes pequeños y 15 por animal adulto por tres días consecutivos.

Al nim se le puede añadir como se señala a continuación chimó, o un macerado o licuado de albahaca, clavel o flor de muerto, salvia amarga u otras plantas repelentes para aumentar su efecto.

Nim más chimó. Se prepara el nim como se describió anteriormente y se le añaden dos cajas de chimó disueltas en agua.

Usos: Igual que el nim solo.

Ají picante más ajo.

Preparación: Se hace en la licuadora un batido de ají picante mas ajo a razón de 10 gramos de ají mas 2.5 gramos de ajo por litro de agua a preparar para la aplicación.

Si se va a preparar una bomba o mochila de 20 litros debe licuar 200 gramos de ají picante más 25 gramos de ajo, en cierta cantidad de agua, después de licuado, se añade otra cantidad de agua adicional fuera de la licuadora, se filtra por una malla fina o tela y se vierte en la bomba o mochila con la adición de 60 cc de lavaplatos y luego se agita.

Usos: Esta mezcla puede ser usada contra cualquier insecto o ácaro ya que además de su efecto insecticida para muchos de ellos es repelente.

Ajo, ruda y tártao. Preparación: Se licúan 2 kg de cada planta, se filtran y se diluyen en 200 litros de agua.

Usos: Control de adultos de minador *Liriomyza* sp.

Barbasco, cola de caballo, ají y ruda.

Preparación: Se licúan 2 kg de cada planta y se filtran para preparar 200 litros de agua o se colocan en un tobo por unos 8 días para después filtrar y diluir en 200 litros de agua.

Usos: Control del gusano blanco y el cogollero.

Azufre. El azufre es aprobado por la agricultura orgánica, se vende en las empresas vendedoras de agroquímicos con el nombre de Kumulus.

Dosis: Las que recomiende el comercializador en la etiqueta, alrededor de 125 gramos por bomba o mochila.

Usos: Como fungicida contra oidios en diferentes cultivos, roya en las vainitas, caraotas y frijoles. Como acaricida en pimentón y otros cultivos. Puede ser útil también en el control de áfidos.

Nunca usar en cucurbitáceas (melón, pepino, patilla, auyama, etc).

Tabaquina. La tabaquina no es más que la nicotina extraída del tabaco o los residuos de la producción tabacalera o cigarrera.

Preparación: A 1 kg de picadura de hojas añadir 4 litros de agua y poner en remojo de un día para otro (8 a 10 horas). Filtrar por una malla fina o tela. Diluir este extracto en 20 litros de agua y media hora antes de aplicarlo añadirle 200 gramos de cal (hidrato de cal) y 60 cc de lavaplatos.

Usos: Control de áfidos, ácaros, moscas blancas e insectos de cuerpo blandos.

Cal. La cal como desinfectante se debe a su capacidad para elevar el pH de una solución y se puede usar como fungicida e incluso para matar pequeños insectos a razón de 10 gramos por litro de solución final y rotarse con la aplicación caldo de cenizas, etc. También se puede usar para la conservación de frutos que se trasladan al mercado.

Caldo bordelés.

El caldo bordelés es un fungicida muy viejo que consiste en la mezcla de cal y sulfato de cobre de la siguiente manera.

Preparación: Para preparar 100 litros se procede de la forma siguiente:

Se disuelve 1 kg de Sulfato de Cobre en 10 litros de agua en un tobo.

Por otro lado, se añaden a 90 litros de agua 1 kg de cal viva.

Después se vierte poco a poco la solución del sulfato de cobre en la de cal y se va agitando. Nunca se debe hacer a la inversa.

Después se cuela y ya está listo para su aplicación.

Usos: Se puede aplicar como fungicida de contacto como el mancozeb (Manzate, Dithane, etc) contra cualquier hongo, sobre todo los hongos del follaje.

Precaución: No se debe aplicar en plantas recién germinadas o en plena floración. En la papa se dice que acelera la maduración, por lo que se debe usar en las aplicaciones que sean necesarias para el período final del cultivo, las últimas 6 semanas, pero no hacer aplicaciones repetidas es lo más importantes, sino rotarlas con caldo de cenizas por ejemplo que además aporta potasio. No exceder las dosis o concentración recomendada.

Trichoderma sp. Es un hongo que actúa como un fungicida biológico por su acción antagonista sobre los hongos del suelo principalmente. Se comercializa con diferentes nombres.

Usos: En forma preventiva se debe aplicar en la semilla a razón de 5 gramos por kg de semillas de cualquier especie (para los productos que vienen en paqueticos de 100 gramos), al suelo a las dosis recomendadas por el fabricante (que es en la mayoría de los casos 100 a 200 gramos por 200 litros de agua) a las plántulas recién germinadas en los semilleros. También se deben tratar por inmersión las raíces y tallos de las plántulas al momento del trasplante (a la misma concentración anteriormente indicada) y hacerles al menos un tratamiento 10 a 15 días después de trasplantadas.

Este producto tiene efecto sobre todos los hongos patógenos de las plantas que están en el suelo y además tiene un efecto bioestimulante en las plantas.

Es fundamental usarlo siempre en semilleros, viveros, en todas las hortalizas, en caraotas y frijoles, para el control de la rizoctoniasis, en el maíz contra esa misma enfermedad, etc.

Caldo de cenizas de madera.

Preparación: En un recipiente metálico se vierten 5 kg de ceniza cernida, 10 litros de agua y medio kg de jabón azul o 400 cc de lavaplatos. Se pone al fuego en un por 20 minutos, se enfría y se filtra por una malla fina o tela.

Con cada litro de este caldo se prepara una bomba o mochila de 20 litros.

Usos: Se utiliza como fungicida en varios cultivos, como las antracnosis en los frutos, las quemaduras en tomate y papa, etc. Se puede mezclar con caldo bordelés.

Las cenizas aportan potasio a las plantas por lo que también tiene un efecto fertilizante. De hecho si se dispone de gran cantidad de ceniza, se puede añadir a los compost como fuente de potasio para los cultivos.

EL TÉ DE COMPOST

¿Qué es el té de compost?

El té de compost es el producto de una fermentación aeróbica de compost hecha en equipos especialmente contruidos para ese fin. Permite activar los microorganismos que están en una forma latente al terminar el proceso de fermentación de la materia orgánica y a su vez una extracción de nutrientes.

¿Para qué sirve el té de compost?

El empleo de compost en el suelo reduce la incidencia de enfermedades en las plantas debido a la presencia de una gran diversidad de microorganismos que tienen una actividad como antagonistas o competidores contra los fitopatógenos.

- La fermentación de este producto y su aplicación pone esta masa microbiana y sus metabolitos en contacto con la superficie foliar o las raíces de las plantas y compiten con los microorganismos nocivos, por lo que reduce la incidencia de enfermedades incluso bacterianas.
- El té se puede emplear también para acelerar la fermentación de la materia orgánica de los residuos de cosecha y en la propia producción de compost.

Mecanismos de acción:

- Resistencia inducida.
- Inhibición de la germinación de las esporas.
- Antagonismo.
- Competencia por los nutrientes con los patógenos para contribuir al efecto de supresión.

Los componentes activos identificados en el té de compost incluyen: Bacterias, levaduras, hongos, antagonistas químicos, fenoles y aminoácidos.

Factores que influyen en la eficacia del té de compost:

- Edad del compost: debe ser un compost bien fermentado pero no demasiado viejo.
- Fuente del compost: el compost basado en estiércoles animales retienen por más tiempo la actividad, que el compost de origen vegetal solamente lo ideal es que contenga fuentes orgánicas variadas, estiércoles de diferentes animales y componentes de origen vegetal.
- Tipo de patógeno a controlar.
 - Método de preparación.
 - Modo, frecuencia y momento de la aplicación.
 - Condiciones meteorológicas.
- La eficacia del té de compost puede ser aumentada por la adición de microorganismos beneficiosos como los antagonistas.

Recomendaciones para su aplicación.

1. Para obtener resultados óptimos, se recomienda que el té de compost sea aplicado dentro de las 10 a 15 horas después de completada su producción. Exceder este tiempo puede permitir potencialmente que el té llegue a ser anaeróbico y se desarrollen microorganismos no deseados.
2. Si el té se va a trasladar a lugares relativamente distantes de donde se produce debe protegerse para que no reciba mucho sol o calor durante el viaje. Por otro lado es importante que los recipientes estén bien limpios y sin residuos de plaguicidas u otros productos químicos.
3. El té de compost terminado en el equipo debe ser aplicado por aspersión a una dosis de 50 litros por hectárea. La proporción de la dilución recomendada es de 1:5 o sea 50 litros para una hectárea, más 250 litros de agua, para una solución final de unos 300 litros por hectárea. Es decir 2,7 litros por asperjadora (bomba o mochila) de espalda de 16 litros.
4. El té de compost es sensible a la luz ultravioleta y debe por lo tanto ser aplicado antes de las 10 AM y después de las 4 PM.

5. Se recomienda la aplicación del té de compost cada 14 a 30 días durante la etapa de crecimiento de los cultivos. La frecuencia debe incrementarse a una vez a la semana en momentos de stress de las plantas (enfermedades conocidas, stress ambiental, etc). La última aplicación debe hacerse una semana antes de la cosecha.
6. El té de compost puede ser usado después de la cosecha para acelerar la descomposición de los residuos.
7. Para reforzar el efecto de fertilizante foliar del té de compost y por otro lado de su efecto controlador de enfermedades foliares, haga la siguiente mezcla: 30 litros de té de compost recién producidos, mas 3.5 litros de humus líquido de lombriz y 3.5 litros de *Trichoderma* líquido, complete con agua en un tonel de 200 litros y aplíquelo sin demoras innecesarias.

Otros productos:

También son recomendables otros bioplaguicidas como los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, *Nomurea rileyii* y *Paecilomyces fumosoroseus*, contra determinadas plagas, pero no están siempre disponibles en el mercado.

Por otro lado las trampas de color amarillo para la captura de moscas blancas y minadores, las trampas de caída para la captura de babosas y las trampas de feromonas son de mucha utilidad para la detección precoz y el monitoreo de los agentes causales de las plagas y también para su control.

Pero no se puede olvidar que es fundamental estructurar buenas medidas agrotécnicas, adecuada rotación de cultivos, variedades resistentes, semillas de calidad, cosechas a tiempo, etc. y monitorear los cultivos como mínimo una vez a la semana para detectar a tiempo a los agentes causales de plagas antes de que alcancen ese *status* o enfermedades antes de que causen daños.

Los sistemas agrícolas como creaciones humanas no sólo se circunscriben a las plantas y los animales que los integran, sino que el aspecto sociológico es un componente que interactúa e influye en sus mayores o menores éxitos debido a la participación de los actores sociales con sus aspiraciones, contradicciones, necesidades y anhelos de bienestar económico en las comunidades. La mayoría de los procesos de sustentabilidad en la agricultura que han fallado, se debe precisamente a que no han considerado el aspecto social como componente esencial de los agroecosistemas.



Fig. 1.22 Comunidad negra de San Isidro en el río Cajambre recibiendo capacitación para mejorar sus producciones agrícolas (Foto de A. Méndez).

El desafío que representa la producción agrícola del campesinado, se resolverá cuando la sociedad tome conciencia de que ese colectivo imprescindible, es el sujeto del desarrollo y no su instrumento. De manera que no es el desarrollo agrícola el que transforma a los productores, sino que son los productores quienes transforman eficientemente los sistemas agroproductivos y los hacen avanzar hacia nuevas formas de producción con la tendencia al empleo de pocos insumos.

La producción agrícola no tiene que ser agresiva con los recursos naturales si el sistema productivo se fundamenta en la sostenibilidad de los agroecosistemas. En este proceso, intervenga de forma directa la capacitación de los productores. La experiencia demuestra que el entusiasmo y el deseo de aprender cada vez más cómo hacer producir la tierra con la utilización de pocos recursos, es el generador de nuevas ideas que llevan al éxito. Un colectivo

entusiasmado es más eficiente al emplear menor tiempo en convencer a los productores y además porque se tiene conciencia de cada actividad que se realiza.

Un sistema productivo que fundamente su producción en la utilización de técnicas fáciles de llevar a la práctica y además introducidas poco a poco, observando el principio de no introducir una nueva hasta que no se domine totalmente la anterior, está en concordancia con la expresión que reza “que es mejor sembrar una idea en la cabeza de cien que cien ideas en la cabeza de uno” lo que lleva sin dudas, a avances en la sostenibilidad de los procesos en los sistemas productivos.

No se puede de ninguna manera, desconocer que la seguridad alimentaria de la humanidad depende de los sistemas ecológicos y de las plantas, animales y microorganismos que interactúan de forma intensa e integran estos sistemas. Hasta la década de los años cincuenta del siglo pasado, el hombre pensaba que los recursos presentes en la naturaleza no se agotaban por más explotados que fueran.

Sin embargo, la historia de la humanidad reconoce que muchas civilizaciones lograron su mayor desarrollo o su caída en la medida que tuvieron la capacidad para compenetrarse o no con su entorno natural. De ahí que en nuestras tierras andinas, las antiguas civilizaciones sintieran un profundo respeto por las sabias fuerzas de la naturaleza y que en alguna medida llega hasta nuestros días con la adoración que sienten los pueblos indígenas por la Pacha Mama o Madre Tierra en los Andes.

Quizás esos sentimientos fueran los precursores de lo que posteriormente se ha dado en llamar *agroecología*.

Al conceptualizar la agroecología como una ciencia, hay que enfocarla como el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica y sin dudas, es un andamiaje teórico que permite analizar los procesos agrícolas de una manera más amplia y con un elevado nivel de integralidad. La agroecología con una visión holística se ha convertido en una disciplina científica que facilita muy acertadamente los principios básicos de la ecología para diseñar estudiar, y manejar los agroecosistemas alternativos que no sólo involucra a los aspectos puramente ecológicos o ambientales que pretenden subsanar la crisis de la agricultura moderna o revolución verde, sino que incluye de manera decisiva a los actores sociales que son realmente los que transforman los procesos agrarios en generadores de bienestar social y desarrollo económico.

La agroecología es mucho más amplia que la individualidad de los temas que tratan el conjunto de las diversas especialidades que la integran. La agroecología se fundamenta en la integración e interrelación todos los procesos que se producen en los agroecosistemas.

La agroecología con un enfoque sistémico ha logrado que en la actualidad se comprenda lo que desde siempre se había considerado en las investigaciones agrícolas convencionales con relación a un solo factor limitante del incremento de los rendimientos.

Según Balcázar *et al.* (2009), las políticas de protección a la producción nacional aplicadas en Colombia desde la década de los años cincuenta del siglo pasado para promover el de-

sarrollo de la industrialización y el crecimiento económico, contribuyeron a impulsar en la agricultura el desarrollo de patrones diferenciados de producción, de tecnología y de organización económica de las empresas agrícolas. Al menos cuatro segmentos de los procesos de producción se pueden diferenciar.

Una parte de la agricultura se desarrolló al amparo de políticas de sustitución de importaciones de materias primas, y dio lugar a cultivos cuya sostenibilidad económica se basaba en el mantenimiento de barreras de protección frente a la competencia extranjera, de transferencias de ingresos a los productores a través de los precios de los productos y de tasas subsidiadas de interés, así como de subsidios directos pagados con recursos del presupuesto nacional. La mayoría de los cultivos *transitorios transables*, que conformaron buena parte del sector de agricultura moderna tuvo ese origen. Es el caso de los cultivos de sorgo, algodón, soya, maíz amarillo, cebada e, incluso, arroz. Estas mismas condiciones se aplican al desarrollo de las industrias pecuarias intensivas (avicultura y porcicultura tecnificada), obviamente guardadas las diferencias relacionadas con el hecho de tener que asumir los sobrepuestos de la protección a las materias primas agrícolas necesarias para elaborar los alimentos balanceados.

Un segundo grupo de productos se conformó con base en café y otros cultivos permanentes con clara vocación exportadora (banano y flores y, recientemente, camarones) o con aparentes ventajas competitivas en el mercado doméstico (azúcar y palma africana), los cuales también han recibido diversos beneficios de las políticas sectoriales, a través de medidas específicas de protección comercial, crédito subsidiado y pagos directos en proporción al valor de las exportaciones (con excepción del café). Esos cultivos (diferentes de café) se han desarrollado con base en empresas agroindustriales con alto grado de integración vertical, escalas de operación relativamente grandes y sofisticadas estructuras de gestión empresarial.

Un tercer grupo de cultivos se tipificó como el sector de *productos no transables* que, en lo fundamental, se mantuvo al margen de los privilegios que otorgaban las políticas sectoriales a la agricultura, comoquiera que sus instrumentos eran pertinentes sólo para los bienes importables y, en menor grado, para los exportables. Tal fue el caso de frutales, hortalizas, tubérculos y legumbres, entre otros. La evolución de estos cultivos ha dependido casi en forma exclusiva de la dinámica de conformación y modernización del mercado interno, pero con muy escaso *acompañamiento* de las políticas sectoriales. Hasta mediados de la década de los ochenta los mercados domésticos para esos productos eran poco dinámicos e informales. Aún en la actualidad los mercados de la mayoría de esos bienes se caracterizan por su alcance regional y con débiles vínculos de integración entre regiones. Por esa razón, esos cultivos se constituyeron tradicionalmente en *refugio* de las economías campesinas.

Sin embargo, en la última década han ocurrido cambios sustanciales que están afectando la dinámica de los bienes agrícolas no transables. Por un lado, las condiciones macroeconómicas (sobre todo la tasa de cambio) han provocado un aumento drástico de los precios relativos de los bienes no transables en relación con los transables, prestando incentivos económicos a los cultivadores de aquellos productos. De otra parte, los mercados de frutas y hortalizas han adquirido gran dinamismo y registran notables progresos en la tecnología

de manejo de perecederos y en la organización de los procesos de comercialización. Estas nuevas circunstancias han prestado condiciones favorables para que, a medida que se van formando y consolidando los mercados para los productos tradicionalmente *no transables*, han ido surgiendo formas empresariales de producción e, incluso, esquemas de agricultura por contrato que promueven la articulación de la pequeña explotación agrícola con organizaciones agroindustriales. También se están registrando desarrollos hacia una mayor integración de los mercados regionales y al mercado internacional, con lo cual comienza a ser superado su carácter de *no transables*.

Finalmente, y más que todo en consonancia con los patrones de latifundio y elevada concentración de la tenencia y la distribución de la propiedad rural, se extendió la ganadería bovina ocupando la mayor parte de la frontera agropecuaria del país. La producción de carne bovina ha evolucionado amparada por una protección tecnológica asociada al escaso grado de desarrollo de la infraestructura (especialmente en cuanto a capacidad instalada de frío) y la relativa informalidad en la organización del mercado.

A raíz de la implantación de medidas tendientes a la progresiva liberalización y apertura económica, el sector agropecuario ha experimentado un proceso relativamente intenso de ajuste estructural que se manifiesta en cambios en los patrones de producción y uso de recursos. Los cultivos transitorios *transables*, entraron en crisis ante la competencia internacional; otros sectores, como la ganadería extensiva, la producción pecuaria intensiva, los cultivos permanentes y los cultivos de productos *no transables*, han aumentado su producción; y la ganadería bovina extensiva ocupó la mayor parte de las tierras que dejaron de ser cultivadas con granos y oleaginosas. Por otra parte, el cultivo de café sufrió una reducción apreciable en el área cultivada y la producción, al tiempo que se transformaba su estructura productiva hacia un mayor predominio de fincas pequeñas.

El ajuste de la estructura productiva del sector ha respondido a varios factores, entre los cuales cabe mencionar:

1. Cambio en los precios relativos entre los productos del sector, debido, primero (entre 1991 y 1993) al descenso de los precios internacionales y, luego (desde 1993), a la revaluación del tipo de cambio. Aquellos productos que más apoyo y protección comercial recibían antes de 1990 experimentaron un descenso en sus precios relativos frente a los productos que no gozaban de similares niveles de protección.
2. Aumento de las asimetrías en las condiciones de protección a partir de las medidas de apertura comercial. Mientras para arroz y azúcar se han mantenido altos los niveles relativos de protección, otros productos como algodón, soya, maíz, sorgo y cebada han tenido que enfrentar una virtual eliminación de la protección efectiva.
3. Nuevas oportunidades de mercado impulsadas por la reducción de costos, la ampliación del consumo y la modernización de las estructuras de comercialización. Estos procesos han favorecido principalmente el crecimiento de la avicultura y la piscicultura en el sector pecuario, y las frutas, hortalizas y tubérculos en la producción agrícola.

4. La falta de alternativas para la reconversión productiva en contextos regionales de elevada concentración de la propiedad y tenencia de la tierra.

Tanto el esquema de protección a la agricultura como el de la relativa liberalización y apertura internacional han tenido efectos muy importantes en el orden social y la distribución de ingresos entre los diferentes tipos de empresas agrarias y estratos sociales de la población.

Algunos de los efectos más importantes se reflejan en la evolución de los índices de concentración de ingresos tanto en el campo como en la ciudad, a consecuencia de la forma como en tales esquemas de desarrollo se han definido los precios de los productos y factores productivos, y las condiciones de apropiación de los excedentes económicos.

En este estudio se intenta analizar el comportamiento y las tendencias recientes de la producción agropecuaria, al tiempo que se examinan algunos de los factores que pueden estar incidiendo en el curso y la naturaleza de los cambios que está experimentando el sector agropecuario de Colombia. En lo posible se tratará de realizar dicho análisis dentro de una perspectiva más amplia que tome en cuenta las condiciones de transformación de la estructura económica del sector rural, trascendiendo lo meramente agrícola y pecuario para incorporar los elementos de enlaces y encadenamientos que dan cuenta del potencial que tienen las actividades productivas que se desarrollan en el medio rural para impulsar el desarrollo y el crecimiento económico general.

Impacto ambiental de la fitoprotección en los agroecosistemas

El incremento de las áreas destinadas a la producción de alimentos como consecuencia del avance de la civilización y el aumento de la población mundial junto a las potencialidades genéticas, plasticidad ecológica y la alta capacidad reproductiva de los insectos se conjugaron y desencadenaron una interrelación dialéctica con impactos hasta en esferas del desarrollo social aparentemente distantes de un problema tan concreto como es el sistema insectos-plantas cultivadas. Este segundo aspecto de la relación, es en síntesis, el multiplicador del primero, toda vez que constituye el factor de diversificación y propagación aún entre comunidades geográficas alejadas.

En la vorágine del desarrollo vertiginoso de la sociedad, el hombre ha intentado los más variados métodos para combatir a los insectos que destruyen sus plantas de cultivo, arruinan sus ropas, libros, documentos y hasta su propia vivienda. Por otra parte, unos cuantos son vectores de enfermedades; pero no es menos cierto, que numerosas especies son beneficiosas al combatir otras perjudiciales, contribuir a la polinización de las plantas de interés económico o producir sustancias importantes. Sin embargo, esgrimiendo el concepto de plaga se encontró la justificación para idear y desarrollar todo un complejo tecnológico cual gigantesca maquinaria de guerra que hasta el presente, es la responsable de muchas calamidades que ha padecido y padece la humanidad. En épocas tan remotas, como el año 1000 a.n.e., ya Homero menciona la fumigación con azufre para combatir las plagas de insectos. Es quizás, el primer informe de lo que se puede considerar como formas precursoras de impacto am-

biental originado por las acciones fitosanitarias para la protección de las plantas, debido a las connotadas propiedades oxidantes del azufre.

Acciones del hombre en la agricultura.

En la práctica agrícola moderna, la preparación del suelo para la siembra y la aplicación de pesticidas en los agroecosistemas son causas de alteraciones en las poblaciones insectiles. Los plaguicidas tienen una acción negativa sobre los enemigos naturales de las plagas y esto ha sido demostrado en numerosas ocasiones al surgir brotes de difíciles controles ya que pueden desarrollar resistencia a los productos químicos. Esta resistencia, como se conoce, normalmente no se produce en los parasitoides, por lo que son eliminados del ecosistema por grandes períodos de tiempo y hasta ahora, la solución a este fenómeno es la intensificación de las aplicaciones de insecticidas, en particular, de los que promocionalmente llaman de última generación, que son más agresivos por lo novedoso de sus principios activos letales, pero la cadena de muerte cada vez se hace más larga debido a que los insectos se reproducen con gran rapidez y en cantidades tales que pueden modificar de una forma veloz su base genética, lo que induce pocas probabilidades para la existencia de un insecticida definitivo.

Las culturas de las sociedades tienen que ver mucho con la problemática medioambiental. A través de los grandes procesos de homogeneización cultural, se ha perdido la característica básica de ser un instrumento de adaptación al medio. En las comunidades precolombinas, el sistema cultural estaba construido en función de las necesidades impuestas por el manejo del medio ambiente. Los instrumentos, las formas de organización social y los símbolos estaban articulados en torno a las exigencias o como respuesta a las necesidades de adaptación ambiental. La educación endógena transmitía las habilidades técnicas, los símbolos y las pautas sociales de organización como un conjunto articulado. Los dioses también tenían que ver con los menesteres de la vida cotidiana y los rituales estaban vinculados a la actividad agraria.

En nuestras tierras latinoamericanas el encuentro desventajoso de dos culturas, representantes lejanas de dos neolíticos diferentes, desarticuló las formas culturales de las necesidades inmediatas de adaptación al medio ambiente. Con la conquista y la colonización europea, la educación se convirtió en un instrumento de imposición cultural exigidas por las formas de explotación de la mano de obra en beneficio, primero de los colonizadores; ello condujo a que el sistema educativo se alejara de las necesidades inmediatas y se estancaron las investigaciones sobre los ecosistemas y se olvidaron las técnicas de cultivos basadas en conceptos ancestrales en pos de un modernismo "científico" excesivo que desplazó la práctica agrícola ecológica.

La añoranza ambientalista, que ya desde la década de los años 80, comenzó a hacerse sentir con más fuerza por sistemas más coherentes de organización social y de transmisión educativa, no significa por fuerza una exigencia de retorno a culturas anteriores. Es

una crítica a la actual alienación de la cultura. Las perspectivas de la educación ambiental deben estudiarse no ajenas a los fines y orientaciones del desarrollo, pero de una forma que no se base en recetas ecológicas, sino en un replanteamiento de la educación ambiental dentro del sistema educacional.

Detrás de la incultura sobre la naturaleza se alza el gran problema que precisamente esa incultura convierte en impacto socioambiental. La lucha ahora es conceptual, de formación de valores en una cultura ecológica que debe agregársele todo quehacer encaminado a restaurar la armonía de la vida y elevar la responsabilidad de lo humano ante la naturaleza.

En el contexto del esquema socioambiental hay que tener presente que el hombre, por su nivel de desarrollo evolutivo como especie, inició el camino de la agresión al medio y en la medida que su complejidad se hizo mayor, el medio respondió también con una agresividad defensiva en la que lleva la mejor parte. ¿Dónde radica ahora la solución?. Sin dudas, en encontrar los mecanismos de equilibrio que hagan sustentables un ambiente donde la igualdad de oportunidades, con un fuerte componente moral, se imponga y la cultura de la convivencia y la responsabilidad social guíen las acciones en la realización plena del hombre y de todas las formas vitales, que son las que condicionan la perpetuidad del mundo.

En sentido general, el desarrollo tecnológico transforma cada vez más los ecosistemas naturales estructurados en sistemas artificiales y amenaza con romper irreversiblemente la trama sutil de la vida; esto ha motivado a profundizar en el estudio de la ecología y desde los años 50 se han venido multiplicando los estudios tecnológicos para contrarrestar los impactos sobre el medio, pero no quizás a la velocidad que requiere el nivel de deterioro que hoy exhibe el medio ambiente.

El problema fundamental de la actividad entomológica en los sistemas agroproductivos radica en que las medidas fitosanitarias tradicionales además de la eliminación de especies beneficiosas contribuyen a la contaminación, precisamente con muchas de esas sustancias de control, que parece, según Llanes (1999), que nadie se hizo la pregunta si se podía permitir la contaminación y que, a pesar de constituir este fenómeno un fuerte elemento de afectación al bienestar humano y a las demás especies y servicios ambientales, debemos acostumbrarnos a vivir con ella. Nada más absurdo, porque desde épocas medioevales y en otras sociedades existían normas que impedían la utilización de elementos contaminantes, pero las presiones sociales en los inicios de la Revolución Industrial, conllevaron a que se eliminaran poco a poco las restricciones más exigentes sin que se conocieran aún sus consecuencias reales. El precio se comenzó a pagar de inmediato, aunque muchos lo vieron a muy largo plazo y ahora es cuando se ha hecho más evidente y agudizado. Sin embargo, si ese problema fundamental de la entomología aplicada dentro de la práctica agrícola se enmarca en sus diversas esferas de impacto, entonces es posible que todas sus potencialidades se pongan al servicio de un control ecológico de las plagas que acentúen y prolonguen el equilibrio que necesitan los agroecosistemas para proporcionar productos ecológicamente sanos, sin las implicaciones sociales que poseen los de la agricultura tradicional.

Si miramos perspectivamente con esa óptica, el futuro en el control de las plagas, no puede ser otro que el control bioecológico como parte del manejo agrícola integrado. Es el mejor legado que podemos hacerle a las próximas generaciones. Para ello, los conceptos bioéticos deben prevalecer en cada actividad agraria.

Identificación de impactos

En Cuba, Vázquez (1979), enlistó 230 especies principales de plagas en 26 cultivos de importancia económica, 52 especies de insectos más que lo informado para España, sin embargo, sólo en el territorio tunero, se informan 118 especies principales de insectos distribuidas en 45 familias y 9 órdenes. De ellos, 16 especies pertenecientes a 8 familias y 4 órdenes consideradas enemigos naturales de algunas de las 100 especies principales de plagas en 101 especies botánicas destinadas a la producción agrícola, formaciones forestales costeras, frutales y otras plantas silvestres, así como dos especies beneficiosas por sus bioproducciones, mientras que en los cultivos priorizados de la provincia se relacionan 52 especies principales de insectos, de las que 27, por su agresividad y frecuencia de ataque, son más importantes.

Esta entomofauna principal en una región eminentemente agrícola supone un conjunto de acciones entomológicas que a lo largo de más de cuarenta años ha sido responsable, como ciencia, de inducir impactos socioambientales en diferentes sectores de la comunidad.

Salud pública.

El territorio tunero no fue una excepción del *boom* agroquímico de la década de los años 80 y en determinadas comunidades relacionadas de alguna manera con la protección de las plantas, particularmente en los municipios Puerto Padre y Jesús Menéndez, se registraron, producto de la exposición prolongada directa o indirecta a los pesticidas empleados en el control de las plagas, altos niveles de colinesterasa en el personal fitosanitario. De igual forma, proliferaron, en puntos muy específicos y en ese grupo de personas, algunas reacciones alérgicas, en ocasiones, con cierta complejidad.

Un territorio agrícola necesita reservas hidrográficas que permitan niveles de satisfacción para el desarrollo de las plantaciones. Muchas de estas fuentes de abasto contaban en su biota con larvas de numerosas especies de mosquitos, coleópteros, odonatos y otros que constituían alimento preferido de las especies acuícolas autóctonas como varias especies de biajacas. Además, con el desarrollo de la acuicultura, la introducción de especies comerciales: tencas y tilapias, se intensificó el control natural sobre la entomofauna acuática, sin embargo, la contaminación de esas aguas con los residuales tóxicos de la actividad fitosanitaria, ha provocado en ocasiones, mortandades de esos peces de agua dulce, lo que facilita que se eleven las poblaciones de mosquitos con todas sus potencialidades como vectores de unas cuantas enfermedades para el hombre y los animales domésticos.

Migraciones de las áreas rurales hacia las ciudades.

El desarrollo socioeconómico, materializado en el territorio tunero por una mayor satisfacción de las necesidades materiales y espirituales condujo en un momento determinado a que se incrementara la tendencia al abandono de los campos lo que junto a la aplicación intensiva de pesticidas, provocó efectos negativos en pequeñas áreas privadas y condujo a que se modificaran patrones de conductas sociales en algunas comunidades que propiciaron migraciones masivas hacia las ciudades con las lógicas consecuencias que ello implica. Esa realidad migratoria ocurre también en las zonas rurales de Buenaventura-Valle en Colombia. No son pocas las personas que luego de vivir en las veredas de los ríos Cajambre, Naya y otras zonas selváticas han emigrado a la ciudad en busca de otras condiciones de vida.

Formación de una cultura antropocéntrica y agresiva.

En tiempos donde la globalización también ha incidido sobre el medio ambiente no es posible fomentar culturas que agredan al entorno natural en función de un desarrollo consumista basado en equivocadas tecnologías de supervivencia que ponen en peligro la misma existencia de la humanidad, ya que los seres vivos, desde las formas más simples hasta las más complejas, se interrelacionan en un sistema armónico cuyas alteraciones pueden tener consecuencias impredecibles, pero no en pocas zonas agrícolas de la provincia de Las Tunas y actualmente en Buenaventura - Valle ha prevalecido la falsa filosofía del exterminio rápido de las plagas en función del incremento de las producciones. La realidad es bien diferente y el resultado que se logra es diametralmente opuesto a los fines que se persiguen.

Agresión al desarrollo sustentable.

El uso indiscriminado de pesticidas en los agroecosistemas ha originado afectaciones irreversibles en la composición de la entomofauna. Muchas especies de lepidópteros que en tiempos pasados formaban parte del complejo ecológico en los bosques, parques y avenidas en armoniosa convivencia entre especies florísticas y faunísticas, cada una con su cuota de intercambio, hoy están relegadas a salas de museos. Numerosas especies de parasitoides que mantuvieron durante décadas un riguroso control sobre especies muy nocivas, desaparecieron como consecuencia de medidas químicas intensivas. En este caso están *Cotesia dignus* y *Cotesia americanus* que al disminuir sus poblaciones naturales favorecieron los incrementos infestivos de *Gnorimoschema lycopersicella* en tomate y *Erinnyis ello* en yuca, por sólo citar dos ejemplos evidentes y conocidos.

Los ecosistemas costeros en Las Tunas también han presentado alteraciones debido al uso de sustancias químicas. La utilización de la fumigación aérea para el control de mosquitos, en 1981, pudo ser entre otras, una de las causas que ocasionaron, por la eliminación de uno o más controladores naturales, las altas poblaciones de *Pyasurhinus sp* (*Coleoptera:Curculionidae*) cuyo areal de diseminación abarcó las formaciones forestales de todo el litoral norte, desde Caletón Blanco en la provincia de Holguín hasta nuevitas en la provincia de

Camaguey, con zonas de perjuicio entre La Herradura y Punta de Mangalito en el territorio tunero donde afectó numerosas especies botánicas.

Es frecuente que en los canales de riego, ríos y presas se laven vehículos y equipos destinados a la aplicación de pesticidas cuyos residuales agreden la invisible pero intensa actividad biótica en esas fuentes de agua. Por otra parte, muchos residuos contaminantes, a través de las vías de agua corriente se trasladan a puntos distantes con iguales consecuencias.

Si analizamos el término "desarrollo sustentable" podemos interpretarlo de muchas formas, sin embargo se define como aquel desarrollo que permite responder a las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras (Jurjevic, 1996) y ese es el sentido que tiene que tener una promoción ecologista del desarrollo contemporáneo para minimizar el principal problema social de las ciencias entomológicas, debido a que en las últimas décadas las políticas macroeconómicas y sectoriales favorecieron patrones no sustentables de desarrollo agropecuario, aunque esa concepción, según Kaimowitz (1996), está cediendo ante el empuje de una conciencia más a tono con las realidades de un mundo que siente las consecuencias de esas políticas y cuyos reflejos aunque lejanos, en un momento también alcanzaron la agroproducción en el país y en particular en la provincia de Las Tunas por el imperativo del desarrollo agresivo de un grupo de especies plagas. Este aspecto ha sido considerado por varios científicos sociales y se concluye que si se persevera en ampliar el espacio en el cual actúan los agentes sociales y económicos cada día será más difícil poder identificar la línea que separa a la dimensión micro de la macro. Este hecho, según Jurjevic (1996), resquebrajará la dicotomía de lo público y lo privado, lo que permitirá a la ciudadanía ampliar su margen de influencia en las diferentes áreas de la vida nacional. Esta mayor injerencia de la ciudadanía en los asuntos nacionales aumentará la conciencia por un desarrollo sustentable, que en Cuba, después del triunfo de la revolución y particularmente a partir de 1989 siempre ha sido así y en la actualidad constituye una sólida política en todo el espectro agrícola a lo largo y ancho del territorio nacional y a la luz de las nuevas perspectivas del avance socioeconómico donde han estado presentes las alternativas que tienen como centro, la dimensión medioambiental y humanista.

En Cuba, antes de 1959 la agricultura se caracterizó por ser en gran escala intensiva y el monocultivo dominaba, hasta hace poco, el paisaje agrario, ocupando la caña de azúcar, más del 60 % del área cultivada del país. Esto, lógicamente es un elemento que también tuvo implicaciones entomológicas por las particularidades biocenóticas que posee el agrobiótoto "caña de azúcar."

Actividad fitosanitaria no costeable.

En términos económicos, la protección fitosanitaria de los cultivos, en la práctica agrícola tradicional, es el otro gran impacto social de la entomología como ciencia. Las importaciones de insecticidas químicos y su dosificación por área de cultivos, muchas veces, no se justifican, no solo por la acción contaminante de sus principios activos sino por su incosteabilidad, sin embargo la producción de medios biológicos a escala de entidad agrícola, es una

solución socioeconómica de grandes posibilidades. En los últimos años la táctica del manejo integrado de plagas (M.I.P.) descansa esencialmente en los CREE (Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos) y es un paso positivo en la socialización y generalización de los métodos ecológicos de control en las mismas áreas agroproductivas. Rosset y Altieri (1994), consideran que el mayor valor de esta práctica radica en que la biotecnología artesanal, como alternativa, desmitifica la creencia de que la biotecnología es de dominio de laboratorios sofisticados en manos de las corporaciones transnacionales.

Medidas correctivas.

Las medidas correctivas en la naturaleza implican, en la mayoría de las oportunidades, procesos que suelen transcurrir a largo o mediano plazo debido a que sus mecanismos tienen como finalidad la búsqueda de soluciones para restablecer o acercarse lo más posible, al restablecimiento de un equilibrio perfectamente armónico y establecido durante grandes períodos de tiempo. La interacción entre los organismos vivos y el medio circundante, se basa en complejas relaciones que obedecen a leyes naturales cuya violación provoca una respuesta del medio que puede tener igual o mayor intensidad que el fenómeno transgresor, muchas veces con el surgimiento de un problema focal que aparentemente no se asocia al verdadero origen. Así, es poco probable, que una persona profana en estos temas, pueda relacionar alguno de los brotes esporádicos de encefalomiélitis que han ocurrido en el territorio con el simple, necesario e higiénico lavado de las asperjadoras y otros equipos en la presa más cercana, en los canales de riego o en los remansos de los ríos en las zonas agrícolas para ganar tiempo después de una fuerte jornada de acción fitosanitaria y luego, continuar la faena al día siguiente repitiéndose el ecocidio durante años.

La eliminación real de esta práctica común en las áreas agrícolas a pesar de sus regulaciones oficiales, es la primera batalla que tiene que ganar el sistema estatal y empresarial de sanidad vegetal para garantizar una eficiente protección de las plantas cada vez con menos insumos químicos y mayor tendencia a las formas biodinámicas de control que se traducen en la higienización paulatina del ambiente.

La selección y capacitación técnica del personal fitosanitario es un elemento importante en el sistema de protección de plantas a nivel de las empresas, que son en definitiva, las que materializan las acciones de control. La seriedad y responsabilidad de sus funciones, deben garantizar el adecuado uso de los no deseados pero hasta ahora imprescindibles productos químicos, en situaciones críticas y en momentos oportunos de mayor vulnerabilidad de los agentes nocivos y menor impacto en las zonas agroproductivas. La utilización de pesticidas de forma indiscriminada y muchas veces contraindicada, puede generar graves problemas ecológicos y afectar la salud del hombre y los animales de interés socioeconómico. En no pocas ocasiones y al margen de toda reglamentación, se ha aplicado esteladón, un poderoso garrapaticida muy tóxico, para controlar sin resultados positivos las intensas y persistentes incidencias de *Plutella xylostella* Lin. en algunas áreas de Col. Como no es un insecticida no se conoce su tiempo de carencia en el tejido vegetal ni sus propiedades y mecanismos de acción al ponerse en contacto con las plantas. Por otra parte, un método recurrente para contrarrestar altas infestaciones de plagas se ha fundamentado en la proliferación de las “bombas” que no son más que las mezclas de productos de elevada capacidad letal aplicados

a altas dosis sin que ello sea necesario ni recomendable. Además en los programas de control el estado técnico de las máquinas de aplicación y el estricto control de los parámetros establecidos, muchas veces no se tienen en cuenta y las medidas fitosanitarias contaminan el entorno sin obtener los resultados esperados.

Lamentablemente aún no se ha podido prescindir de la utilización de productos químicos para combatir las principales plagas en las extensas áreas de plantas cultivadas y la conversión a una agricultura orgánica fue un sueño que la situación coyuntural económica del país iniciada en la década anterior, a pesar de las obligatorias limitaciones, demostró que es posible combatir las plagas sin los excesos de insumos químicos que se utilizaban y además propició la recuperación de algunas especies beneficiosas que ya muestran nuevamente discretas poblaciones como *Cotesia americanus* Lep. en las áreas cultivadas de yuca. Esta situación impuesta por los imperativos del período especial abrió el camino consciente para la conversión vertical, primero obligada y ahora sustentada por la realidad vivida, aunque aún falta mucho para un acercamiento real a una práctica orgánica debido al desequilibrio que durante más de cuarenta años ha predominado en los sistemas de desarrollo agrario en una provincia donde predominó el monocultivo hasta hace poco tiempo, se emplearon grandes cantidades de pesticidas y se diversificó y amplió el espectro de plantas de cultivo y sus variedades.

La interiorización de una verdadera cultura ecológica y la adopción real de métodos orgánicos, libre del escepticismo que hasta ahora prevalece en los directivos de las empresas agrícolas, son el punto de partida para que la dimensión biodinámica forme parte del control integrado de las plagas en la agricultura, mientras esto no se logre los resultados continuarán en las buenas intenciones de plenarias y talleres y no en la sala de reuniones de las entidades de producción agrícola y mucho menos en las áreas agroproductivas.



Fig. 1.23 Comunidad de afrodescendientes en San José en el río Naya recibiendo capacitación para proteger sus cultivos a partir de los recursos locales que brinda la selva (Foto de A. Méndez).

En las condiciones en que se proyecta la producción agrícola en Buenaventura, Valle del Cauca, se está desarrollando un trabajo de capacitación que abarca acciones que desarrolla la Universidad del Pacífico como Institución pública y la representación de la ONG española Solidaridad Internacional para potenciar cambios productivos sensibles en los asentamientos afrodescendientes que ocupan la mayor parte de la población rural y la manera de lograr avances agroproductivos enfocados hacia formas superiores de explotación agrícola con un mínimo de agresión a la naturaleza.



CAPÍTULO 2 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL



GENERALIDADES.

Un sistema saludable es aquel donde todos sus componentes tanto bióticos como abióticos, se encuentran en equilibrio. Este equilibrio es relativo ya que no se expresa de la misma forma para los diferentes sistemas, de manera que el equilibrio de un sistema no necesariamente es el equilibrio de otro sistema. En otras palabras, la salud de un ecosistema determinado, depende del equilibrio de sus componentes.

La contaminación consiste básicamente, en un desequilibrio de los componentes de un sistema los cuales se encuentran en un momento determinado en cantidades diferentes a la capacidad natural del sistema para eliminar los mismos. El desequilibrio que provoca la contaminación puede ser reversible o no. Definida de esta manera, la contaminación es un problema de concentración la cual está dada por el cociente de la masa o volumen de la sustancia introducida en relación con la masa o el volumen del medio receptor.

La contaminación ambiental se puede definir de muchas maneras y todas pueden ser acertadas, sin embargo, en nuestra opinión, cualquiera que sea la definición se reduce a un desequilibrio ecológico si consideramos que el gran complejo ecológico con todos sus integrantes, incluyendo al hombre, constituye un inmenso sistema susceptible de alterarse cuando alguno de los elementos, que de alguna manera lo integran, se encuentra por encima de los niveles tolerables por una estabilidad lograda en el transcurso de un período de tiempo más o menos largo o con el decursar del desarrollo histórico natural de la humanidad. Ese desequilibrio que ha acumulado pequeños efectos durante un tiempo o durante miles de años ya está alcanzando la resultante que apunta hacia un impacto climático global.

Actualmente, existe un fuerte consenso científico acerca de que el clima global se verá alterado significativamente en los próximos años, como resultado del aumento de concentraciones de gases de invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos. Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que aumenten la temperatura del planeta entre 1,5 y 4,5 °C. Como consecuencia, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren. Aunque existe un acuerdo general sobre estas conclusiones, hay una gran incertidumbre con respecto a las magnitudes y las tasas de estos cambios a escalas regionales. Sin dudas, debido en primer lugar, a que esas consecuencias a nivel de regiones dependen de muchos factores.

Históricamente para su estudio el medio ambiente ha sido dividido en tres partes integrantes, AIRE, AGUA y SUELO. En realidad todas estas partes se encuentran íntimamente relacionadas e integran un gran sistema, aunque no necesariamente con la misma intensidad, pero lo que afecta a una de ellas trasciende de alguna manera a las otras.

Contaminación del aire

Como uno de los componentes ambientales imprescindibles, el aire es la capa de la atmósfera donde todos los organismos desarrollan sus procesos biológicos. Se denomina aire puro a la atmósfera que presenta la siguiente composición química: 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 0.03% de dióxido de carbono, 0.07% de metano e hidrógeno y 0,90% de otros gases.

Hasta la Revolución Industrial, la pureza del aire sólo era alterada por causas naturales, como las erupciones volcánicas, los gases emanados de los páramos y de la descomposición de la materia orgánica. Actualmente, la actividad del hombre se ha vuelto agresiva para la atmósfera. En la medida que se incrementa el desarrollo del hombre como ente social se incrementa la agresión a la atmósfera que se traduce esencialmente en la contaminación del aire. Existe una marcada diferencia entre las emanaciones naturales de gases y las de las chimeneas, escapes de autos y maquinaria de todo tipo que usen combustibles fósiles para su

funcionamiento debido a que éstos, casi siempre, contienen elementos extraños que pueden reaccionar entre ellos y con los componentes naturales que se encuentran en la atmósfera y provocan significativas alteraciones que pueden afectar muy seriamente la salud humana y de los animales, la estabilidad del clima y el desarrollo de los ecosistemas.

Son muchas las fuentes que generan desequilibrios en los componentes de la atmósfera y no necesariamente tienen que ser las que se relacionaron en sentido muy general en el párrafo anterior. Los crematorios en hospitales y clínicas con actividad quirúrgica, la quema de desechos de varias producciones, los incendios forestales que en los últimos tiempos han sido muy frecuentes y devastadoras en varias y extensas zonas del planeta, en parte como consecuencia de las primeras manifestaciones de alteraciones climáticas anunciadas, las prácticas pirotécnicas en festejos y las explosiones de proyectiles de diferentes calibres y uso de armas cada vez más sofisticadas en los diferentes conflictos armados pudieran ser los más recurrentes en el mundo de hoy.

En espacios físicos reducidos y cerrados se alza en el mundo contemporáneo una fuente de contaminación del aire de peligrosas consecuencia para la salud humana: el mal hábito de fumar de un número *in crescendo* de fumadores en el mundo.

Recientemente el Departamento de Salud de Nueva York ha dado a conocer que las concentraciones de contaminantes del aire en Manhattan y en todas las extensiones de las autopistas de Nueva York son elevados lo que proporciona la peor calidad del aire, en particular en las zonas centrales (Midtown) y en el bajo Manhattan.

Los resultados científicamente fundamentados mostraron elevados niveles de óxido nítrico, dióxido de nitrógeno, carbono y ozono que emiten los miles de vehículos y los quehaceres domésticos y comerciales en los edificios de la ciudad.

Pero no solo en una ciudad tan populosa como Nueva York se ha deteriorado la calidad del aire. En la ciudad de Bogotá las concentraciones de contaminantes en el aire aumentan en la misma medida que se incrementa el desarrollo de la ciudad.



Fig. 2.1 Contaminación del aire en un sector de la ciudad de Bogotá, capital de Colombia (Foto de G. E. Díaz).

En los sectores más populosos e industriales de la ciudad el aire contiene altos índices en suspensión sustancias tales como:

- Partículas de materia
- Dióxido de azufre
- Oxido de nitrógeno
- Monóxido de carbono
- Compuestos volátiles orgánicos
- Plomo

Estas sustancias en extremo tóxicas son producidas por los motores de combustión interna de los vehículos que expulsan humo visible por sus escapes, maquinaria y máquinas herramientas y que no correspondan a vapor de agua.

La acción directa de estas sustancias tóxicas en el organismo humano que por su necesaria y prolongada exposición, dada las características de las fuentes contaminantes pueden ser, de modo muy general, las siguientes:

Compuestos volátiles orgánicos: Irritación en ojos, nariz y garganta; dolor de cabeza, náuseas, pérdida de la coordinación. A largo plazo se sospecha que produzcan daño hepático y en otros órganos del cuerpo

- Plomo: Daño en el sistema nervioso, problemas digestivos, cáncer. Es muy peligroso su efecto en niños pequeños
- Oxido de nitrógeno: Aumenta la susceptibilidad de los niños a enfermedades respiratorias durante el invierno.
- Monóxido de Carbono (CO): Al combinarse con la hemoglobina reduce la cantidad de oxígeno que pasa a la sangre desde los pulmones. Al unirse con otras proteínas afecta la función del cerebro y del sistema cardiovascular, así como el desarrollo fetal. Reduce la concentración mental, los reflejos, origina confusión y adormecimiento

Dióxido de azufre (SO₂): Se produce por la combustión de combustibles fósiles como gasolina y ACPM (los combustibles colombianos son reconocido mundialmente por su pésima calidad y alto nivel contaminante). Es el causante de la lluvia ácida y causa enfermedades pulmonares, fatiga y dificultades respiratorias

Partículas de materia en suspensión: Corresponden a polvo, vapor de agua y vapores irritantes, humo. El plomo integra estas partículas, así como níquel, arsénico. Producen daños pulmonares y por supuesto problemas respiratorios.

La contaminación con estas sustancias no solo llega directamente a las personas y animales, sino que muchos de los metales pesados se acumulan en determinados vegetales de uso común en la dieta del hombre. Los metales pueden generar estrés oxidativo: El metal reacciona con H₂O₂ produciendo HO, este provoca: Daños en lípidos de las membranas, daños en proteínas, daños en ácidos nucleicos y daños metabólicos en el organismo que pueden conducir a la muerte.

La salud humana depende esencialmente de la capacidad de la sociedad para mejorar la interacción de las actividades humanas con el ambiente físico, químico y biológico y determina una calidad de vida que condicionan los factores del ambiente siempre que se puedan evaluar, corregir, controlar y prevenir los que afectan potencialmente la salud de las presentes y futuras generaciones.

Contaminación del agua

Está científicamente demostrado que el agua constituye el 70% de nuestro planeta y se encuentra distribuida de muchas formas esencialmente en los océanos, ríos, lagos, lagunas cráteres originados por diferentes causas y también en forma sólida, en los casquetes polares hoy amenazados por el cambio climático global. De toda esa agua presente a nivel del planeta, sólo se puede utilizar un 0.35% para el uso humano. Las principales fuentes de agua utilizables por el hombre y los animales se localizan en los ríos y lagunas, y también en el subsuelo donde forma parte importante de los ecosistemas.

Todos los procesos vitales que tuvieron lugar en la tierra dependieron del agua desde que se originaron a través de complejas interrelaciones los primeros organismos unicelulares hace aproximadamente 3 mil quinientos millones de años, consumiendo energía, creciendo, reproduciéndose. Desde entonces y hasta hace poco en la historia geológica, hubo equilibrio

entre las necesidades vitales y el agua disponible. Los seres humanos hicieron su aparición como especie hace poco menos de 100 000 años. En algún momento en los últimos 10 000 años, se construyen herramientas de piedra que sin dudas, revolucionaron la existencia del hombre en la tierra. Aprendió a cultivar las plantas y de esta manera consiguió producir sus propios alimentos en lugar de limitarse a obtenerlos por recolección.

En los últimos 200 años la población mundial ha aumentado en forma exponencial, lo que ha implicado que se incremente el número de personas que hay que alimentar y por tanto también se incrementa la necesidad de disponer de mayor cantidad de agua para satisfacer las necesidades del hombre actual. En los últimos 100 años la población del mundo se ha triplicado, pero ¡el uso del agua para fines humanos se ha sextuplicado! Probablemente la mitad de toda el agua dulce disponible se utiliza para fines humanos, dos veces más que hace 35 años. Visto de otro modo, toda el agua dulce sirve para cubrir las necesidades humanas, porque los ecosistemas proporcionan bienes y servicios a la humanidad, más allá del agua que obviamente se utiliza para beber, para producir alimentos y fines industriales. Pensemos en el pescado que comemos, en los beneficios de que disfrutamos gracias a la protección natural contra inundaciones, y en la calidad del agua gracias a ecosistemas acuáticos sanos y que funcionan bien.

El agua es la gran procesadora natural del reciclado, la autoconversión y la autopurificación, mediante los procesos de evaporación, condensación y transpiración.

En cada uno se establecen las bases para que los diversos ecosistemas –acuáticos o terrestres – tengan posibilidades de vida, pues para ello se requiere de flujos energéticos y ciclos de nutrientes esenciales, los que son provistos por el agua gracias a su capacidad de disolverlos y transportarlos, y a su perspectiva global e integradora. «La sangre de la naturaleza» llamó Leonardo da Vinci al agua, y cuando esta fluye útil y sana la naturaleza emana energía vital.

Ciclo del agua

Las nubes, lluvia, océanos y ríos están en constante cambio: el agua de la superficie se evapora, el agua de las nubes precipita, la lluvia se filtra por la tierra. Sin embargo, la cantidad total de agua en el planeta no cambia existiendo un equilibrio dinámico entre sus tres estados (sólido, líquido y gaseoso). La circulación y conservación de agua en la Tierra se llama ciclo hidrológico, o ciclo del agua. Desde su propia formación, hace aproximadamente cuatro mil quinientos millones de años, la Tierra era un reservorio de vapor de agua. En un principio, era una enorme bola en incandescente, con volcanes activos en toda su superficie. Las constantes erupciones de estos hicieron que el magma cargado de gases con vapor de agua, emergiera a la superficie. Posteriormente la Tierra se enfrió, el vapor de agua se condensó y cayó nuevamente al suelo en forma de lluvia. El ciclo hidrológico comienza con la evaporación del agua desde la superficie de los océanos, ríos, lagos y lagunas. A medida que el aire humedecido se eleva, se enfría y el vapor se transforma en agua, esta transformación es la condensación. Las gotas producidas por la condensación se juntan y forman una nube para posteriormente caer por su propio peso en forma de precipitación. De acuerdo a las condiciones de la atmósfera, el agua puede caer como nieve o granizo, o como gotas de lluvia.

Una parte del agua que llega a la tierra es aprovechada por los seres vivos; otra escurrirá por el terreno hasta llegar a un río, un lago o el océano en lo que constituye la escorrentía. Otro poco de esa agua se filtrará a través del suelo, formando reservorios de agua subterránea. A este proceso se le conoce como percolación. De una manera u otra, antes o después, toda esta agua volverá nuevamente a la atmósfera, básicamente a través del proceso de evaporación.

Sin embargo, el agua es otro de los recursos renovables en peligro de disminuir y desaparecer como consecuencia de la actividad humana. En muchos casos, en las zonas altamente industrializadas el agua pura que procede de la lluvia recibe, antes de llegar al suelo, su primera carga contaminante que la convierte en lluvia ácida. Este aspecto ecológico es medible en estas zonas y sus consecuencias son evidentes. Una vez que el agua llega al suelo en forma de lluvia penetra al subsuelo o se desliza por la superficie (escorrentía) y que en las áreas de cultivos se carga de productos químicos como insecticidas, fungicidas y fertilizantes que permanecen en los sistemas de producción y en las ciudades ocurre lo mismo sólo que con la diferencia que en las mismas arrastra productos como aceites de lubricación automotriz, metales pesados como subproductos de las industrias, pinturas, petróleo y otras sustancias químicas producto de la intensa actividad mecánica e industrial que caracteriza a las ciudades del mundo de hoy.

Es posible que por el enorme espacio que ocupa en el planeta o porque la apreciación que tenemos de su distribución nos parece exageradamente elevada el hombre sigue empeñado en creer que sus fuentes son ilimitadas y que soportarán sin la mayor alteración todos los subproductos que se producen como consecuencia del gran desarrollo tecnológico de la civilización que de cualquier manera llegan a esas fuentes. Nada más equivocado y distante de la realidad que ya comienza a mostrar de manera sombría cuáles serán las consecuencias de ese frenesí. Con su actitud inconsciente, el hombre está amenazando seriamente la función más importante que realizan los océanos: la regulación del clima de la Tierra. El mayor peligro que se cierne, entonces, sobre los océanos es la muerte del fitoplancton, que constituye el motor de un mecanismo denominado bomba biológica encargado de regular en la atmósfera la presencia de oxígeno y dióxido de carbono e incorporarlo a las tramas tróficas.

La problemática ambiental, es un tema que hoy ocupa a la mayoría de las personas conscientes del mundo y por su seriedad y grado de complejidad, ha hecho que los gobiernos del mundo fijen sus posiciones ante una realidad que puede terminar con lo que la naturaleza creó en millones de años. Es oportuno que el tema de la contaminación se aborde desde los procesos de aprendizajes en los diferentes modelos pedagógicos y niveles de enseñanza para desarrollar herramientas que permitan rescatar, en lo posible, el equilibrio natural que el desarrollo desproporcionado de la humanidad y la deficiente distribución de las riquezas ha deteriorado.

La contaminación del agua, en términos generales, no es más que la incorporación de sustancias contaminantes constituidas por materias extrañas, como microorganismos, productos químicos de diversos orígenes, residuos de diferentes procesos industriales o el vertimiento de aguas residuales de múltiples actividades humanas en las fuentes de agua o que se incorporan a las aguas de escorrentía. Estas materias afectan la calidad del agua y la hacen inservible para usos sanos, por otra parte, también se afecta al medio lo que influye

de forma negativa en otros procesos vitales.

Las fuentes de contaminación más frecuentes en campos y ciudades están constituidas por la acumulación de desechos humanos de todo tipo en lugares inapropiados o sin previo tratamiento, los pozos negros, el uso de pesticidas y fertilizantes en las áreas de producción agrícolas, las industrias sin plantas de tratamiento de sus residuales, hospitales, escuelas, grandes entidades donde laboran agrupaciones humanas, etc.

No se trata de evitar la contaminación de las aguas a través de un retroceso en el desarrollo del hombre con decretos que prohíban los basureros y las otras fuentes contaminantes que se describieron en el párrafo anterior, de lo que se trata es de buscar un acercamiento respetuoso con la naturaleza e intervenir de forma mínima en la armonía de la naturaleza.

Si se analizan las fuentes de contaminación del agua por la actividad del hombre, la misma se puede clasificar en: Domestica, industrial, agrícola y por el tránsito vehicular.

¿Cómo se contamina el Agua?

La calidad del agua es alterada por el vertido de sustancias de distinta naturaleza como hemos señalado anteriormente.

Para que la calidad del agua no sea afectada en primer lugar hay que considerar que la cantidad de desechos que se vierten y la capacidad de saturación de los microorganismos presentes se encuentren en una proporción favorable para la pureza del agua. En este aspecto intervienen los diferentes vertidos de origen agropecuario y los de origen industrial. Entre los productos contaminantes más frecuentes y agresivos que originan las industrias químicas, se encuentran: pilas, detergentes, cosméticos, insecticidas, pinturas, barnices, etc.

La industria siderúrgica utiliza ácidos fuertes (HCl y H_2SO_4) con diversos aditivos que disuelven los óxidos de hierro superficiales y cantidades mínimas de este metal.

La industria de las fibras sintéticas, fabricación de termómetros, la actividad minera del oro utilizan compuestos de mercurio que producen metilmercurio que se asimila con facilidad en los animales permaneciendo mayor tiempo en el organismo. Se hace más crítica esa situación cuando la explotación aurífera no obedece a parámetros técnicos bien estructurados como ocurre en la cuenca del río Dagua en Zacarías, Valle del Cauca donde en la actualidad el proceso de búsqueda y extracción de oro utilizando diferentes métodos artesanales ha conducido a una emergencia ambiental sin que se haya podido establecer un sistema de monitoreo que facilite información sobre la gravedad del impacto ecológico (CVC, 2010). En la fabricación de baterías de autos el plomo puede causar saturnismo que es una enfermedad por exposición que en la mayoría de los casos causa afectaciones irreversibles y la muerte.

La industria de la galvanización está muy distribuida a nivel mundial y produce y en sus procesos un anión venenoso que es el cianuro, que puede ser de cinc, cromo y níquel.

La mayoría de las sustancias químicas son metabolizadas en el hígado. Los disolventes orgánicos, (Tetracloruro de Carbono, Cloroformo, Etanol) y trazas de ciertos metales (cobre, cadmio) causan graves daños al hígado como fibrosis, necrosis e irreversibles alteraciones estructurales. Las patologías causadas por la contaminación serán analizadas en otro capítulo.

La contaminación del agua en su lento avance a través de la civilización del hombre es un aspecto ambiental que está muy generalizado. Realmente no son muchos los países de cualquier tendencia política y con diferentes niveles de desarrollo que han protegido adecuadamente la calidad del agua y han controlado su contaminación. Una buena parte de los países en todos los continentes, carecen de normas para controlar el agua de manera adecuada, mientras que otros no pueden hacer cumplir las normas de su calidad. Ese panorama debe cambiar antes de que sea demasiado tarde para que las medidas que se tomen sean lo efectivas que deben ser.

Cada vez más, las organizaciones para el desarrollo internacional piden que los países en desarrollo dediquen más atención a la protección y al mejoramiento de la calidad del agua. El mundo desarrollado también debe gastar y esforzarse más para limpiar las corrientes de agua degradadas, o el desarrollo económico se detendrá y la calidad de la vida decaerá.

La agricultura es el sector que a nivel mundial produce mayor contaminación inclusive, por encima del que producen las industrias y las urbanizaciones. En prácticamente todos los países en los que se aplican fertilizantes agrícolas y plaguicidas, se han contaminado las fuentes subterráneas y el agua de superficie. Los desechos de los animales son otra fuente de contaminación persistente en algunas zonas. El agua que regresa a los ríos y arroyos después de su utilización en riegos y aplicaciones de pesticidas está frecuentemente contaminada por el exceso de nutrientes, salinidad, agentes patógenos y sedimentos que suelen dejarla inservible para cualquier otro uso, lo que se puede solucionar si fuera tratada aunque es un proceso costoso que muchas economías no soportarían.

En Estados Unidos, los productos químicos usados en la agricultura, los sedimentos de la erosión y los desechos animales han ensuciado más de 278.000 kilómetros de vías fluviales. Se dice que la agricultura es responsable de 70% de la actual contaminación del agua en los Estados Unidos. En la India, que depende de la agricultura de regadío para abastecerse de alimentos, más de 4 millones de hectáreas de tierra de elevada calidad han quedado abandonadas a raíz de la salinización y el anegamiento causados por el riego excesivo.

La tremenda producción de contaminantes del mundo pone a prueba la capacidad de las corrientes de agua para asimilar o librarse de la contaminación. Los ingenieros hidráulicos tienen un dicho: “la solución de la contaminación es la dilución”. Este axioma está asumiendo dimensiones alarmantes. Todos los años se arrojan a los ríos, arroyos y lagos aproximadamente 450 kilómetros cúbicos de aguas servidas. Para diluir y transportar esta agua sucia antes de volverla a usar se necesitan otros 6.000 kilómetros cúbicos de agua limpia —un volumen igual a unas dos terceras partes del total anual de la escorrentía de agua dulce utilizable del mundo. De continuar las tendencias actuales, a mediados del próximo siglo se necesitaría todo el caudal fluvial estable del mundo sólo para el transporte y dilución de los

contaminantes, según estima la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

La industria utiliza el 22% del agua dulce que consumimos. La usamos para producir automóviles, papel, cerveza, ropa etc. Aunque parte del agua que consumimos se recicla y se devuelve a la naturaleza, la mayor parte de las veces, su calidad se ve degradada.

En la industria del curtido, las pieles se sumergen en tanques de agua hasta que quedan limpias. Con frecuencia, el medio ambiente paga su precio por esta utilización: el curtido de 1 kilogramo de cuero requiere cerca de 35 litros de agua que se contaminan en el proceso. En algunas regiones del mundo esto puede tener un impacto significativo sobre los recursos hídricos locales y la salud de su población. Este es el caso en el sur de la India. En algunos países como Marruecos, se han desarrollado tecnologías para evitar la contaminación por cromo causada por las tinturas. En Fez, una instalación recibe las aguas de 16 empresas de teñido, recupera el cromo por medio de la precipitación y la acidificación y revende el agua para ser usada de nuevo. Esto ha reducido en un 90% la cantidad de cromo vertido en cloacas, lagunas y ríos (Anónimo, 2007)

Varios países de los llamados industrializados de Europa y Norteamérica con niveles económicos altos confrontan serios problemas de contaminación del agua. Más del 90% de los ríos de Europa tienen elevadas concentraciones de nitrato, sobre todo por el uso de productos químicos utilizados como fertilizantes y pesticidas en la agricultura y el 5% de ellos, tienen concentraciones por lo menos 200 veces mayores que los niveles naturales de nitrato comunes en los ríos no contaminados. En Polonia, las tres cuartas partes del agua de los ríos del país están tan excesivamente contaminadas que no se permite su utilización ni en procesos industriales.

Más de la mitad de los lagos de Europa son eutróficos a causa de la sobrecarga de nutrientes de uso agrícola y los productos residuales de asentamientos humanos. La eutrofización es un proceso que ocurre cuando un exceso de nutrientes estimula el crecimiento de algas, las que, cuando se mueren y descomponen, quitan oxígeno al agua. En Europa la eutrofización se ha convertido en uno de los problemas más serios que afectan el agua dulce y los ambientes marinos cercanos a la costa. En varios puertos marítimos de Latinoamérica es frecuente encontrar esa situación como en la bahía de Puerto Padre, Las Tunas, Cuba y en la bahía y puerto de Buenaventura en el Valle del Cauca, Colombia. A través de esta megaestructura portuaria se efectúa más del 60 % de las importaciones y exportaciones colombianas.

La contaminación constante de las aguas subterráneas en Europa se deteriora progresivamente. Se espera que en un período de 50 años los sistemas acuíferos subterráneos de Europa occidental y central estén contaminados con plaguicidas y fertilizantes. De los más de 1 600 campos de pozos perforados para extraer agua subterránea en Hungría, 600 ya están contaminados, principalmente con productos químicos utilizados en los procesos productivos de la agricultura. En los Estados Unidos, el 40% de las aguas de superficie no son aptas para bañarse ni para pescar y el 48% de los lagos son eutróficos.

En los llamados países en vías de desarrollo la contaminación es un problema que ha llegado a crear una situación inquietante donde la población está creciendo muy rápidamente, las demandas del desarrollo son elevadas y los gobiernos tienen otras prioridades para las inversiones.

En los países en desarrollo, de un 90% a un 95% de las aguas negras domésticas y el 75% de los desechos industriales se descargan en aguas de superficie sin ningún tratamiento. Algunos ejemplos:

- Los 14 ríos principales de la India están muy contaminados. Estos ríos transportan, juntos, 50 millones de metros cúbicos de aguas negras sin tratar por año a las aguas adyacentes a las costas. Todos los días la ciudad de Nueva Delhi arroja 200 millones de litros de aguas negras sin tratar y 20 millones de litros de desechos industriales al río Yamuna, cuando este pasa a través de la ciudad en su recorrido hasta el Ganges.
- En Tailandia y Malasia el agua está tan contaminada que los ríos suelen contener de 30 a 100 veces más agentes patógenos, metales pesados y sustancias tóxicas de la industria y la agricultura que lo permitido por las normas de salud gubernamentales.
- Más de tres cuartas partes de los 50.000 kilómetros de importantes ríos de China están tan llenos de contaminantes y sedimentos donde ya los peces no pueden vivir en ellos. En 1992 las industrias de China descargaron 36 000 millones de toneladas métricas de efluentes no tratados o parcialmente tratados en ríos, arroyos y aguas adyacentes a la costa. En secciones del río Liao, que corre a través de una parte sumamente industrializada del norte de China, murieron en 1986 casi todos los organismos acuáticos dentro de un radio de 100 kilómetros cuando, en un período de tres meses, se arrojaron al río 1 000 millones de toneladas de desechos industriales.
- En Sao Paulo, Brasil, todos los días se arrojan al río Tieté 300 toneladas métricas de efluentes no tratados y como resultado, el río exhibe altas concentraciones de plomo, cadmio y otros metales pesados. La ciudad también descarga en el río unas 1 000 toneladas métricas de aguas negras por día, de las cuales sólo 12% se someten a algún tratamiento.
- En Karachi, la mayor ciudad de Pakistán, ha saturado completamente la capacidad de sus anticuadas instalaciones de depuración de aguas. A raíz de las frecuentes averías y atascamientos de las cañerías, estas instalaciones a menudo operan a 15% de su capacidad como máximo. La mayor parte de todas las aguas servidas se filtran en el suelo circundante, contaminando los pozos que abastecen de agua para beber a los residentes de la ciudad.

Los contaminantes industriales y urbanísticos en la agricultura siguen siendo la fuente más grande de contaminación del agua, los desechos de las industrias y las que producen los desechos de las grandes concentraciones humanas de las ciudades han aumentado enormemente en los últimos decenios. Se estima que entre 200 y 400 productos químicos impor-

tantes contaminan los ríos del mundo. Los contaminantes industriales, como los desechos de las fábricas de productos químicos, suelen arrojarse directamente a las vías fluviales. El agua arrastra también sales, aceites, petróleo y otros desechos orgánicos de las calles de las ciudades.

Además, los contaminantes como el dióxido sulfuroso y los óxidos de nitrógeno, que se combinan en la atmósfera para formar lluvia ácida, han tenido amplios efectos en los ecosistemas de agua dulce y terrestre. La lluvia ácida hace bajar el pH de los ríos y corrientes de agua. A menos que el calcio (contenido en la piedra caliza) las amortigüe, las aguas acidificadas eliminan muchos peces sensibles a la acidez, inclusive el salmón y la trucha. En el suelo, los ácidos pueden liberar metales pesados, como plomo, mercurio y cadmio, que luego pasan a las vías acuáticas.

Algunos de los más agresivos contaminantes están constituidos por sustancias químicas sintéticas. En el mundo se usan comúnmente unas 70.000 sustancias químicas diferentes con variados propósitos. Se estima que todos los años se introducen más de 1.000 compuestos nuevos. Muchos de ellos, llegan a los ríos, lagos y aguas subterráneas. En los Estados Unidos solamente, se han detectado más de 700 sustancias químicas en el agua para beber, 129 de las cuales se consideran sumamente tóxicas.

Varias sustancias químicas sintéticas, especialmente las del grupo conocido como contaminantes orgánicos persistentes (COP), en los que están incluidos los hidrocarburos halogenados, las dioxinas y los cloros orgánicos como el DDT y los PCB (difenilos policlorinados) tienen largos períodos de vida y son sumamente tóxicos en el ambiente. No se descomponen fácilmente en los procesos naturales y tienden, por tanto, a acumularse en la trama alimentaria hasta que llegan a presentar riesgos a la salud humana. Por ejemplo, las ballenas beluga que nadan en el río St. Lawrence, altamente contaminado, que conecta el océano Atlántico y los Grandes Lagos de Norteamérica, tienen niveles tan altos de PCB en la grasa que, por la ley canadiense, se califican de “vertederos de desechos tóxicos”. Las comunidades indígenas de Canadá y Alaska que desde tiempos ancestrales cazaban estas ballenas, no están autorizadas para hacerlo por los riesgos que representa para la salud.



Fig. 2.2 La beluga (Delphinapterus leucas), también conocida como ballena blanca, es un cetáceo que habita en zonas árticas y sub-árticas. Este mamífero marino es conocido simplemente como beluga, su nombre se deriva del ruso beloye, que significa blanco. Las belugas han sido objeto de caza durante siglos. Desde la antigüedad las cazaban los habitantes de la región ártica de Canadá y Alaska (Foto Javier Yaya Tur. C.A.C.S.A.)

Como si no fueran pocos los problemas ambientales creados a través de la actividad antropogénica, cada día el hombre se las arregla para adicionar uno más a la ya larga lista. El último de estos problemas lo constituye la explosión, el 20 de Abril de 2010 de una plataforma de petróleo enclavada en el Prospecto de Macondo, situado en el bloque 252 del Cañón del Mississippi en el Golfo de México y operada por la compañía petrolera inglesa BP.



Fig.2.3 Plataforma Deepwater Horizon antes de la explosión

Este constituye el mayor derrame de hidrocarburos en el mar en toda la historia de la industria petrolera. Este derrame tiene muchas aristas para el análisis, en este libro se tratará básicamente lo que concierne al impacto del mismo en la contaminación ambiental y en la vida animal y vegetal. Los últimos datos publicados acerca de este derrame anotan que su volumen hasta el presente ha sido de 100 000 barriles de petróleo por día (4 millones 200 mil galones) lo cual representa un total de 4 millones de barriles (170 millones de galones) hasta el 26 de Julio de 2010. Se estima que el área de dispersión del petróleo es de entre 6 500 y 180 000 km².

Julie Gerstein en su trabajo “The Gulf of México Oil Spill by Numbers” menciona que existen en estos momentos aproximadamente 400 especies silvestres de animales que de una u otra manera se encuentran en peligro debido al petróleo derramado. Entre estas especies nombra ballenas, camarones, atún, docenas de especies de aves, anfibios, y reptiles como tortugas y lagartos.



Fig. 2.4 Ave empapada de petróleo flota al lado de un barco en el sitio del derrame (Foto tomada el 9 de mayo de 2010).

La Audubon Society ha dicho que al menos 30 especies de aves se encuentran potencialmente en peligro. La más amenazada de todas ellas es el pelicano marrón que constituye el ave del estado de Louisiana, el cual había sido recientemente eliminado de la lista de especies en peligro. El mayor riesgo para estas aves radica en que el derrame sucedió precisamente en el momento que comenzaba la época de cría.

De acuerdo al blog de LA Times Greenspace alrededor de 25 millones de aves atraviesan las costas del Golfo cada día. Según la misma fuente, la última parte de la primavera es el momento cuando muchas aves de canto se mueven desde la Península de Yucatán y hacen su primera escala en Louisiana.



Fig. 2.5 Un pelicano marrón totalmente cubierto de petróleo en la costa de East Grand Terre Island en Louisiana. El petróleo llegó en grandes cantidades desde el sitio del derrame hasta las costas del sur de Louisiana (Foto de Win McNamee de Getty Images, 4 de junio de 2010).

Por otra parte, el Centro por la Diversidad Biológica anuncia en su página web que existen más de 400 proyectos ilegales para realizar operaciones petroleras en el Golfo lo cual puede afectar severamente la vida de los mamíferos marinos en el área.

El daño económico producido por este derrame de petróleo en el Golfo, puede tardar años en ser identificado y calculado. El petróleo derramado se dispersa con el paso del tiempo por diversas vías como por ejemplo, tormentas, corrientes y osmosis. No obstante los dispersantes químicos aceleran el proceso de dispersión y pueden tener efectos secundarios de alguna significación. El más conocido de estos agentes es el COREXIT, el cual tienen diferentes denominaciones en dependencia de la concentración de los productos utilizados en su formulación. El COREXIT 9500 es una mezcla simple de seis ingredientes bien establecidos como biodegradables y no bioacumulativos, los cuales son encontrados en productos comúnmente utilizados en el hogar. Estos productos no contienen carcinógenos.

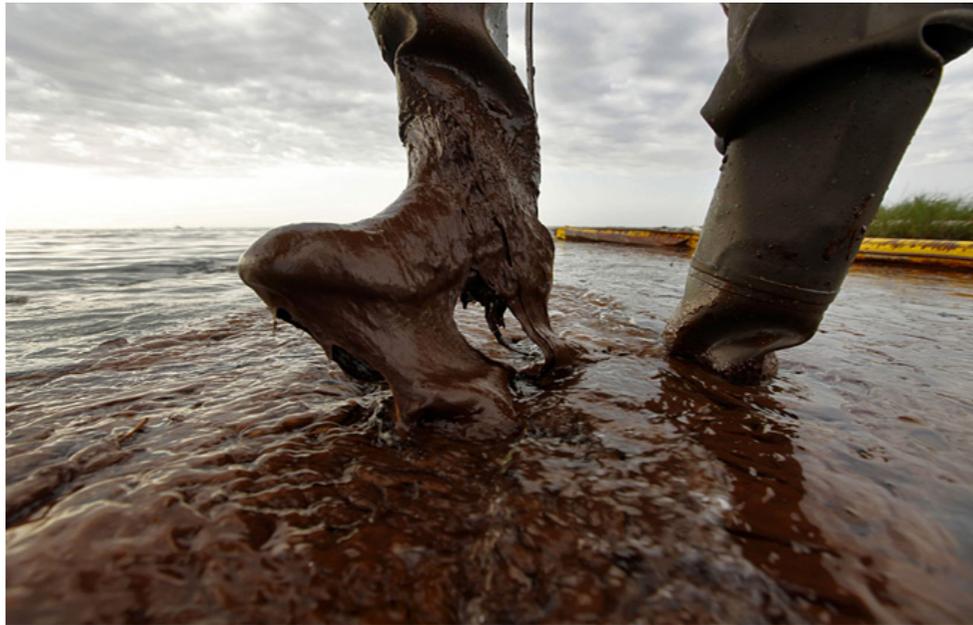


Fig. 2.6 P.J. Hahn director para el manejo costero en Plaquemines Parish, Louisiana, camina a través del lodo de petróleo en la costa de Queen Bess Island (Foto tomada el 5 de Junio de 2010 por Gerald Herbert de AP Photo).

Dentro de este contexto, en los dispersantes se presenta una situación particular con los organismos filtradores de la fauna marina ya que de acuerdo con informes del Consejo de Defensa de los Recursos Naturales en los Estados Unidos, las partículas de petróleo dispersado a través de la utilización de dispersantes artificiales son lo suficientemente pequeñas y pueden ser absorbidas por el sistema filtrador de las ostras y depositadas en el organismo de cangrejos y camarones, lo cual constituye una posibilidad de contaminación dentro de la trama alimenticia.

A pesar de la divulgada seguridad de algunos de estos dispersantes, Jerald Ault, profesor de la Escuela de Ciencias Marinas y Atmosféricas de la Universidad de Miami dice estar preocupado por el efecto potencial en cascada que pueden tener estos dispersantes en la vida marina y cómo puede afectar el crecimiento, la reproducción y los niveles de mortalidad.

Recientemente, el 2 de Septiembre de 2010, se produjo otra explosión en una zona cercana a la anterior. Esta fue de menor cuantía y afortunadamente no cobro la vida de ningún obrero. Pero sin dudas, es una alarma de que algo no está saliendo bien en estas exploraciones petroleras en el Golfo y que las compañías que se dedican a estos menesteres y aquellas que ofrecen los permisos de operación deben ser vigiladas más de cerca. Otro desastre ecológico similar tendría consecuencias muy negativas para la vida y el desarrollo inclusive en otras regiones distantes.



Fig. 2.7 Un trabajador de las brigadas de limpieza de petróleo utiliza una pala para recoger el petróleo espeso que llegó a la orilla producto del derrame que se produjo por la explosión de la plataforma Deepwater Horizon (Foto tomada el 1 de Julio de 2010 en Gulfport, Mississippi).

LA LLUVIA ÁCIDA

El agua de lluvia es ligeramente ácida con un pH entre 5 y 6 debido a que el dióxido de carbono (CO_2) y otras sustancias que se encuentran de forma natural en la atmósfera disueltas en la lluvia, forman una solución ácida diluida.

Con la denominación de precipitación ácida se incluye la lluvia ácida, es decir la disolución en la lluvia de óxidos de elementos no metálicos, como dióxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de azufre (SO_2), que originan una solución ácida que cae a la tierra en forma de lluvia aparentemente para bien pero que su nivel de acidez y la sedimentación de partículas con característica ácida que contienen sulfatos. La lluvia ácida tiene un valor de pH de aproximadamente 4.

Los ácidos reaccionan con los metales y los carbonatos, por eso es corrosiva tanto para los metales como para los materiales de construcción de piedra. El mármol y la piedra caliza, cuyo elemento constituyente principal es el carbonato de calcio (CaCO_3), son atacados rápidamente por la lluvia ácida.

Las naftas de baja calidad, el gasoil y en general, los combustibles fósiles, contienen compuestos azufrados que no son eliminados completamente en los procesos de refinación; su combustión en motores de combustión interna, calderas, etc., generan dióxido de azufre que, al penetrar en la atmósfera, reaccionan y se producen, los ácidos fuertes. No es de extrañar que los mayores episodios de lluvia ácida se presenten en áreas industrializadas o en las cercanías de algunas plantas termoeléctricas.

Los óxidos se transforman en una gran variedad de contaminantes secundarios, que forman soluciones diluidas de ácido nítrico (HNO_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4).

La lluvia y la nieve retornan estos ácidos a la superficie, lo cual hace que el pH de los lagos, ríos y suelos se hagan más ácidos y como consecuencia se incrementa la salinidad y por tanto la desertificación, fenómenos que ya cobra proporciones alarmantes en varios países del mundo.

Como consecuencia en los ecosistemas acuáticos, si bien existen especies que toleran variaciones de pH, otras como los mejillones de agua dulce, son muy susceptibles y mueren.

Los efectos directos sobre las plantas son más difíciles de establecer, se sabe que las destruye. Cambia la química de los suelos con lo que se altera el desarrollo de las raíces, y en consecuencia, la toma de agua y de nutrientes por las plantas. Muchos y diferentes minerales necesarios para las plantas se disuelven fácilmente en medio ácido y son arrastrados por el agua antes que las plantas los puedan asimilar. Metales como el manganeso y el aluminio se disuelven en los suelos ácidos y alcanzan concentraciones, alrededor de las raíces, que resultan tóxicos para las plantas.

Además, generan en las personas, los animales y las plantas consecuencias como: irritación de las mucosas conjuntivas y respiratorias, haciendo más frecuente e intensos los episodios de asma; la frecuente irritación del tracto respiratorio puede producir cáncer pulmonar a largo plazo y particularmente, el ácido sulfúrico puede provocar serias deficiencias en la concentración de calcio en los suelos, afectando seriamente a los árboles por deficiencias de nutrientes.

Los cuerpos de aguas residuales ya no son capaces, en muchos casos, de asimilar las cargas contaminantes que se vierten en ellos, debido a que se sobrepasan sus capacidades de auto-depuración o también a la presencia de otros compuestos tóxicos que afectan estos procesos, por lo que se hace necesario modificar sus características físicas, químicas y bacteriológicas que eviten la afectación de la calidad de los cuerpos receptores.

Cuando un residual se descarga directamente a un cuerpo receptor puede producir en éste disminución del nivel de oxígeno disuelto, formación de turbidez, espuma, deposición de sólidos y malos olores, condiciones que además de ser estéticamente inaceptables deterioran la calidad del agua. Otros compuestos como grasas, aceites, bacterias patógenas, nitrógeno,

fósforo, metales pesados, compuestos orgánicos, etc. pueden causar serios problemas al medio, poniendo en peligro la salud de la población.

Cuando se emplean tratamientos biológicos, junto con los físicos y físico-químicos, se pueden remover cantidades apreciables de esos contaminantes y satisfacer los requisitos de vertimiento. En la selección de un proceso de tratamiento se deben considerar diferentes alternativas y combinaciones de técnicas para seleccionar el tratamiento más adecuado desde el punto de vista de efectividad y costo.

Es tanta la preocupación que ha generado la contaminación del agua por las evidentes consecuencias que de ello se desprende y que influyen directamente en la vida en el planeta que desde 1993, el primer sábado del mes de octubre ha sido declarado "Día Interamericano del Agua" y constituye una celebración del agua en las Américas y sirve para destacar la relación existente entre el agua y la buena salud, además, para influir en la opinión pública y educar a la población en edad escolar y la comunidad en general.

Varios países de América Latina cuentan con instituciones dedicadas a la investigación científica técnica para garantizar la preservación, uso y distribución racional y la no contaminación de las fuentes de agua. En Cuba, estas actividades las realiza el Instituto de Recursos Hidráulicos e Hidroeconomía. Recientemente en Colombia fue creado el Ministerio del agua por la importancia que se le concede al líquido vital. A pesar de que las fuentes de agua parecen soportar la explotación a la que están sometidas, realmente es una quimera debido a que las disponibilidades de agua potable están decreciendo a mayor velocidad de lo que se suponía y en la actualidad ya se elaboran políticas para preservar este recurso natural que al decir de muchos entendidos se convertirá en tema de conflictos.

Principales características físico-químicas de las aguas residuales y su significación sanitaria.

Temperatura.

Provoca afectaciones sobre la vida acuática, las reacciones químicas y las velocidades de éstas que ocurren en los ecosistemas. Sus efectos inmediatos se manifiestan en la variación y sucesión de las especies acuáticas, solubilidad del oxígeno, mortandad de peces, desarrollo de diversas plantas y microorganismos indeseables.

Sólidos.

Se define así a la materia que permanece como residuo después de una evaporación y secado a 103°C .

Materia orgánica.

Atendiendo a su origen y condición la materia orgánica puede ser de origen vegetal o animal y estar representada por materia viva o muerta. Está constituida, fundamentalmente, por Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno. Por ejemplo el almidón, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$, azúcar

$C_{12}H_{22}O_{11}$ y la albúmina de la sangre $C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}$. La materia orgánica en los residuales se estima de forma indirecta a partir de la DBO_5 y la DQO, y en ocasiones se pueden utilizar los sólidos (principalmente volátiles) como estimado.

DBO_5 .

Se define como la cantidad de oxígeno requerido por bacterias para estabilizar el material orgánico en condiciones aeróbicas. Es una medida de la fortaleza contaminante del residual. La prueba constituye una oxidación bioquímica cuya velocidad de reacción depende de la temperatura y de la población de los microorganismos, la que se ha estandarizado a una temperatura de 20°C debido a que la prueba se originó en Inglaterra, donde esa es la temperatura media de las aguas. Se seleccionó un tiempo de incubación de 5 días como valor práctico en el que se alcanza la oxidación del 80% del material carbónico. La oxidación completa se alcanza para un tiempo de incubación de 20 días. Cuando se vierten residuales con altas concentraciones de materia orgánica la oxidación de esta ocurrirá en el cuerpo receptor, disminuyendo los niveles de oxígeno disuelto en el agua, lo que provoca la muerte de peces y cambios en sus propiedades organolépticas.

DQO.

Al igual que la DBO_5 es una medida de la fortaleza contaminante del residual, en términos de la cantidad total de oxígeno requerido para la oxidación de toda la materia orgánica a CO_2 y H_2O . Se realiza la oxidación de los compuestos orgánicos por la acción de un oxidante fuerte (dicromato de potasio) en medio ácido. La DQO tiene como gran desventaja que no diferencia entre el material orgánico oxidable biológicamente y el inerte, y en algunas ocasiones, algunos compuestos inorgánicos. Su gran ventaja radica en el corto período de tiempo requerido para su realización (3h) lo que condiciona que se utilice con frecuencia como sustituto de la DBO_5 con fines de control. Muchas veces se establecen correlaciones entre la DBO_5 y la DQO con objetivos prácticos.

Nitrógeno.

En los residuales se encuentra, principalmente, en forma orgánica o Amonio, después sufre diversas transformaciones, pues las bacterias aeróbicas son capaces de oxidar el Amonio de nitrito y nitratos que a su vez son utilizados por plantas y otros organismos como nutrientes para su crecimiento. En condiciones anaerobias un grupo de bacterias desnitrificantes reducen los nitratos a nitrito y, eventualmente, a nitrógeno gaseoso. La cantidad de nitrógeno amoniacal presente en el agua aumenta el consumo de cloro en los procesos de desinfección. La oxidación del Amonio producto de la contaminación de las aguas subterráneas con residuales eleva los niveles de NO_3 en éstas, lo que puede provocar la enfermedad conocida como metahemoglobinemia. Los valores de N son extremadamente importantes en el tratamiento de aguas residuales, ya que debe existir una adecuada relación DBO_5 : N: P de 100:5:1 para procesos aeróbicos, y de 100:0,5:0,1 para los anaerobios. Los compuestos de Amonio provocan la reducción de los niveles de oxígeno disuelto en los cuerpos receptores.

Fósforo.

Es un compuesto esencial para el crecimiento de las algas en lagunas y ríos. Cuando están presentes grandes cantidades de N y P puede producirse un crecimiento excesivo de algas (eutrofización) que afecta la calidad del cuerpo receptor por la presencia de olores fétidos. Los organismos presentes en los procesos biológicos para tratar las aguas residuales requieren de la presencia de este compuesto (en las proporciones adecuadas) para su reproducción y para la síntesis de materiales celulares. Los compuestos inorgánicos de P de mayor significado en la naturaleza son los fosfatos y sus formas molecularmente deshidratadas (polifosfatos).

PH.

Es una medida de la concentración de iones H de una forma más precisa para controlar su actividad. En procesos biológicos se debe mantener un intervalo dentro de un rango favorable para los organismos involucrados en el proceso, generalmente de 6,5 a 7,5. En el caso de los procesos químicos de tratamiento se puede requerir de un control más estrecho.

Gasto residual.

Es un importante parámetro de diseño para los sistemas de tratamiento, donde cada elemento debe ser diseñado en función de un tiempo de retención o una determinada velocidad de flujo. Los desarenadores y los sedimentadores se diseñan en función de una velocidad de flujo lo suficientemente baja para permitir la sedimentación de las partículas.

Los reactores biológicos se diseñan con un tiempo de retención que permita la remoción del material orgánico soluble. Con el flujo y la concentración de materia orgánica o cualquier otro parámetro, se calcula la carga contaminante que aporta el residual, lo que ofrece una valoración más completa de su impacto al medio que la concentración del indicador en cuestión.

Muestreo de aguas y residuales.

La toma de muestras de agua y residuales, es una operación complicada y cuidadosa, ya que de ella depende, en gran medida, la confiabilidad de los resultados que se obtengan y la interpretación que se haga de los mismos. En este proceso pueden influir factores tales como el volumen, la manipulación, punto de muestreo, envase y preparación, horario de muestreo, etc.

Debe tenerse en cuenta que algunos de los indicadores muestreados pueden sufrir variación con el tiempo, de ahí la necesidad de realizar en el campo aquellos análisis que lo requieran y preservar, con las condiciones requeridas, los restantes para no desvirtuar determinados índices que son en extremo importantes para definir los patrones estrictos de calidad y que cualquier variación errónea o que no se corresponda con la realidad puede tener serias implicaciones.

Principales aspectos a tener en cuenta:

- Representatividad de la muestra.
- Volumen de la muestra, en función de los análisis a realizar y los métodos de laboratorio disponibles.
- Manejo de la muestra previniendo posibles alteraciones y cambios.
- Minimizar el tiempo entre la toma de la muestra y el análisis, en función de los parámetros a analizar. De forma general se plantea: 6 horas para residuales, 12 para aguas contaminadas y 72 para aguas.
- Todo el instrumental que se emplee en el muestreo debe estar limpio y preparado cuidadosamente de acuerdo a los objetivos.

Tipos de muestras:

- Instantánea: Es una de las más utilizadas, generalmente se toman varias muestras separadas.
- Integrada: Se utiliza cuando se requieren muestras representativas de diferentes períodos de tiempo, se toman volúmenes iguales de muestras a diferentes profundidades.
- Compuesta: Se conforma una muestra en un período dado de tiempo, siendo el volumen tomado en cada momento proporcional a la velocidad del flujo, lo que da una idea del comportamiento promedio. Es muy utilizada en el monitoreo de residuales y en ocasiones se combina con muestreos instantáneos.

Contaminación del suelo

La definición de suelo posee varias acepciones según diferentes autores y el enfoque que pretenda dársele. Si aceptamos como suelo a la capa de tierra que se encuentra diferenciada de las rocas y de la que dependen plantas, animales y microorganismos, entonces podemos tratar al suelo como un organismo vivo o sea, que presenta una gran actividad biológica producto de la enorme cantidad de microorganismos que la habitan. En él se encuentran hongos, algas, bacterias, protozoarios, anélidos, grupos de insectos primitivos como colémbolos, proturos, dipluros y otros algo más desarrollados como sinfilos, paurópodos y estados de vida de otros órdenes más evolucionados que pueden encontrarse por varios cientos de miles por gramo de suelo y contribuyen a su formación ya que sus deyecciones y cadáveres son fuentes muy importantes de materia orgánica. La mayoría de estas agrupaciones de organismos vivos alcanzan sus mayores densidades en la rizosfera, es decir, en el suelo próximo a la zona radicular. Según cálculos actuales, se estima que en un metro cuadrado de suelo vivo se encuentran 10 millones de nemátodos, 100 mil colémbolos, 45 mil anélidos, y aproximadamente 40 mil insectos y ácaros. De igual manera, un gramo de suelo puede contener 500 mil bacterias, 400 mil hongos, 50 mil algas y cerca de 30 mil protozoarios. Un gramo de suelo

vivo además, en la rizosfera puede contener de 100 a 200 millones de bacterias. El suelo está constituido por una gran variedad de compuestos, de los cuales los más importantes son los nutrientes. Pero, además, de ofrecernos su riqueza a través de la explotación agrícola-ganadera también es otro de los componentes ambientales que hay que proteger debido a que está expuesto a una gran contaminación, que está dada principalmente por la acumulación de residuos y desechos domiciliarios e industriales, de plaguicidas y exceso de fertilizantes.

Según estimaciones del Worldwatch Institute, el material de la corteza terrestre que la minería mundial remueve en un año equivale al doble de los sedimentos que arrastran todos los ríos del mundo. A los trabajos de extracción de los minerales metálicos y a su posterior fundición y purificación, hay que añadir los diversos procesos de fabricación en sus múltiples aplicaciones. El resultado es que cada año el hombre vierte en el medio ambiente cantidades de elementos metálicos abrumadoramente mayores que los aportes originales de la naturaleza. Tanta desmesura provoca la incorporación de metales, puros o combinados, a las redes tróficas, afectando tanto a vegetales como a animales.

Al ingerir alimentos o respirar aire contaminado, el ser humano corre graves peligros. Los compuestos orgánicos que contienen algunos de estos elementos metálicos atraviesan con gran facilidad las membranas celulares. De este modo, el organismo los absorbe a través de las paredes de las vías respiratorias y digestivas, e incluso a través de la piel. Una vez en el cuerpo, los metales se acumulan en diferentes órganos y tejidos, provocando efectos negativos a corto, mediano y largo plazo en la salud del individuo.

Una de las preocupaciones más importantes en nuestro tiempo es la calidad ambiental del entorno. Como es bien conocido en los últimos 150 años, el planeta ha cambiado la estructura natural de su atmósfera y su hidrosfera más que en todo el tiempo (millones de años) que tiene de existencia. Por esta razón, la adecuada protección y conservación del ambiente representa uno de los retos más importantes y decisivos a los que se enfrenta la humanidad. Es evidente que se necesitan cambios drásticos y normas muy estrictas si queremos conservar la calidad de vida en el planeta.

Como miembros de la sociedad debemos participar en forma activa en la creación y respeto de las leyes y reglamentos que tengan un impacto benéfico para el ambiente, nuestra salud y la economía.

Es importante señalar que las soluciones al problema de la contaminación están más cerca de lo que uno cree, ya que es posible en nuestra vida cotidiana contribuir con actividades sencillas a mejorar nuestro entorno, como por ejemplo, consumir productos no contaminantes, disminuir el uso del automóvil, separar los desechos reciclables en nuestro hogar, crear espacios verdes, etc. Es precisamente aquí donde se manifiesta en forma más categórica el hecho de “pensar globalmente, pero actuar localmente”.

Contaminación por sólidos

La cantidad y calidad de los desechos que comúnmente llamamos basuras ofrecen muchas variantes que pueden relacionarse con la capacidad económica de ciertos núcleos de la población, con las técnicas y materiales empleados en el empaquetado y envasado, y con la época del año, que determina los artículos y alimentos de consumo que hay en mercado.

En la actualidad, el volumen de los desechos ha aumentado de manera crítica por el desmedido consumo de productos que se ofertan en los envases conocidos como no retornables que proliferan día a día; el público en general, no se percata de que el precio del producto lleva incluido el valor del envase, ni que éstos agravan el problema de la manipulación y disposición de los desechos sólidos.

Aunque la composición de la basura es heterogénea, sus componentes se pueden agrupar en función de la posibilidad de degradación biológica. Así, existen materiales de muy fácil degradación, constituidos por materia orgánica putrescible, generalmente, restos de alimentos; materiales de degradación lenta como los aceites, huesos, papel, tela y algunos plásticos y otros materiales; y otros que no pueden ser degradados como el vidrio y la mayoría de los plásticos.

Los basureros también son fuentes de contaminación de las aguas; cuando las lluvias o sus escurrimientos atraviesan lentamente los depósitos de basura que están en proceso de fermentación, arrastran sustancias tóxicas y gérmenes patógenos al subsuelo hasta que llegan al manto freático (aguas subterráneas) u otros depósitos por acción de la escorrentía.

Como la basura contiene cantidades variables de materia susceptible de ser putrefacta, las bacterias aerobias inician su proceso de descomposición en los basureros; cuando el aire atrapado se consume, son los organismos anaerobios los que entran en acción, produciendo gases altamente tóxicos y de mal olor como el metano, el ácido sulfhídrico, el amoníaco, entre otros. Por otra parte, cuando sube la temperatura, la presencia de los gases inflamables puede originar combustiones espontáneas, de las que surgen grandes cantidades de humo que, junto con el polvo, partículas y olores que arrastra el viento, contaminan la atmósfera. Como se puede observar los basureros son fuentes de contaminación del aire, del agua y del suelo.

Los plásticos, abundantes y ya casi imprescindibles en la vida del hombre moderno afectan de manera sensible la vida marina. Estudios realizados en ese sentido, han puesto en evidencia los efectos de los plásticos e indican, que cada año mueren hasta más de 2 000 000 de aves marinas y más de 100 000 de mamíferos marinos entre ballenas, focas, delfines, leones marinos y tortugas de mar, cuando ingieren bolsas, trozos de tizas, redes de arrastre, sogas, empaques plásticos y otras formas de basura y de objetos plásticos arrojados a los océanos desde los barcos o por los ríos y en las áreas terrestres costeras.

De igual manera, se vierten en los océanos diferentes sedimentos en aguas negras y productos químicos tóxicos lo cual ha provocado daños en la vida marina como tumores y lesiones en peces y quemaduras en cangrejos y langostas capturados en las zonas contaminadas por esos desechos.

Muchas costas marinas se ven afectadas por los desechos industriales y otros subproductos de múltiples actividades esencialmente en los países llamados en vías de desarrollo, aunque también se produce en los que poseen gran desarrollo industrial y ocasiona la contaminación de las aguas marinas. Entre los mares más contaminados y que ya sufren las consecuencias se encuentran el mar Negro, el del Norte, el Mediterráneo, el Adriático, el de Arabia y el Golfo Pérsico.

Solamente Estados Unidos arroja, legalmente en barcos y barcazas, cada año más de 172 millones de toneladas de desechos sólidos en 109 lugares de las costas del Atlántico, del Pacífico y del Golfo de México. Cerca del 80 % de esos desechos son materiales extraídos por dragado de los fondos de los puertos y ríos realizados para mantener abiertos los canales de navegación; el otro 20 % está bien representado por los contaminantes arrojados por los barcos y están formados por desechos del tratamiento de las aguas negras y productos químicos tóxicos. También Gran Bretaña arroja al océano grandes cantidades de desperdicios contaminantes.

Algunos ambientalistas conscientes del peligro que representa, consideran que debe prohibirse utilizar los mares y los océanos como vertederos de desechos industriales y demás productos contaminantes, sin embargo, otros creen que no. Argumentan que la descarga de los contaminantes a los océanos es un mecanismo más seguro que enterrarlos, desconociendo que los océanos son ecosistemas con todas las características que los definen y donde también existe una trama trófica que sin dudas, se extiende hasta los ecosistemas terrestres.

Los países podrían prohibir que las aguas de su jurisdicción sean utilizadas como tiraderos de basura y un tratado internacional podría proteger las aguas internacionales, pero tales medidas son difíciles de hacer respetar debido a los grandes intereses de los países y políticas egocéntricas y antropocéntricas negativas que aún prevalecen en el mundo contemporáneo.

CAPÍTULO 3

SALUD AMBIENTAL



Se define como salud un estado de completo bienestar físico, mental y social y no meramente la ausencia de incapacidad o enfermedad. Ese estado de bienestar se altera por diversas razones y como consecuencia se produce un desequilibrio que conduce a procesos que transitan por diferentes niveles de complejidad que pueden alcanzar su clímax con el advenimiento de la muerte.

Interacción salud ambiente

Los seres vivos y el hombre como máxima expresión de desarrollo histórico natural viven en estrecha relación con el medio y con los otros organismos que integran las biocenosis y que ya hemos tratado en el capítulo 1. Esa interrelación es susceptible de alterarse precisamente por la acción del medio de muy diversas formas y tiene que ver con el desequilibrio que origina precisamente la ausencia de una relación armónica entre los aspectos físicos, psíquicos y sociales.

Varios y de muy diversos orígenes son los elementos cuyo nivel de actuación pueden intervenir en el desequilibrio que se produce en la relación salud - ambiente y que están representados por microorganismos que pueden ser bacterias, hongos, virus, etc. como agentes etiológicos de diferentes patologías y que son diseminados a través de diversos medios o por vectores, o sea, a través de otros organismos que le sirven de transporte pero que no los afectan.

De igual manera la existencia de agentes físicos y químicos presentes en el ambiente y cuya existencia es independiente de la actividad humana como luz ultravioleta, radionucleidos naturales, lluvia ácida o por su ausencia como la de algunos elementos tales como el hierro, yodo, sodio, calcio o por el aumento de la concentración y composición de agentes físicos y químicos agregados al ambiente por actividades humanas y representados por metales pesados, óxidos, partículas de pigmentos, sustancias diversas y residuos metálicos microscópicos.

La salud humana depende esencialmente de la capacidad de la sociedad para mejorar la interacción de las actividades humanas con el ambiente físico, químico y biológico, sin embargo, esa relación puede alterarse debido a desequilibrios ecológicos.

La contaminación del aire, el agua y el suelo afecta la salud humana de diferentes formas en dependencia de las sustancias contaminantes y el tiempo de exposición a ellos. La piel y las vías respiratorias son las estructuras orgánicas que primero se ponen en contacto con sustancias que provocan la contaminación.

Es importante considerar que aspectos ambientales tan sencillos como la acumulación de residuos orgánicos con sus emanaciones fétidas en las aceras de una ciudad o la presencia de heces fecales de animales en las calles puede ocasionar la génesis de patologías de gravedad para las personas de una comunidad. Muchas enfermedades tienen como organismos etiológicos los parasitoides que pueden diseminar perros, gatos y otros animales que deambulan por las calles.



Fig. 3.1 Enyerbamientos en patios y aceras en una calle de la ciudad de Buenaventura en Colombia. (Foto de A. Méndez).

También los enyerbamientos tan comunes dentro de los perímetros urbanos y la acumulación de agua en diferentes objetos como neumáticos desechados, vasijas de cualquier tipo, aguas estancadas por desniveles de los suelos, mal drenaje de los suelos o saturación hídrica debido a la frecuencia de las precipitaciones como ocurre en la ciudad de Buenaventura o por la acumulación de escombros y otros objetos materiales que surgen como consecuencia de la actividad social en las ciudades tiene implicaciones ambientales originadas por los malos hábitos higiénicos sanitarios que pueden favorecer el desarrollo de especies de insectos que constituyen vectores de peligrosas enfermedades para el hombre.

La acumulación de agua en cualquier depósito facilita condiciones favorables para el desarrollo de especies de insectos como *Aedes aegypti*. Esta especie descrita por Linneaus en 1762, está asociada a la actividad diurna del hombre, razones por las que se puede encontrar en las diferentes comunidades antrópicas, donde las hembras, como la de todas las especies de mosquitos, son la hematófagas, o sea las que se alimentan de sangre, mientras que los machos lo hacen de la savia de las plantas.

Mientras que otras especies pueden sobrevivir en aguas sucias, albañales, con materia orgánica en descomposición, etc. *A. aegypti* prefiere, para criar sus larvas, agua limpia en el interior de las viviendas o en sus alrededores. Este aspecto etológico puede contribuir a su adecuado manejo para disminuir los altos niveles poblacionales que puede alcanzar en pocos días si no se toman medidas de control.

Las características de su ciclo biológico no varían, en esencia, de las de las otras especies de

la gran familia *Culicidae*. Como toda metamorfosis holometábola o completa, su desarrollo pasa por los estados de vida: huevo, larva, pupa y adulto. Las ovoposiciones de las hembras fértiles (puesta de huevos) ocurren de forma aislada fundamentalmente en los bordes y muy próximo al nivel del agua – y si no la hubiera, los huevos permanecen con potencialidades para continuar su desarrollo embrionario por más de diez meses – en los recipientes diversos que pueden servirle de hábitat, esta conducta le permite probabilísticamente, lograr mayor viabilidad de sus huevos y por tanto que un determinado porcentaje llegue a alcanzar el estado adulto para garantizar la perpetuidad de la especie.

Cada uno de los estados de vida transcurre en un número de días que está en dependencia de las condiciones de temperatura y humedad relativa aunque como promedio el desarrollo embrionario ocurre entre 2 ó 3 días; el desarrollo larval puede demorar de 5 a 7 días y el estado pupal de 3 a 4 días. Es por ello que en períodos lluviosos con predominio de altas temperaturas se elevan las poblaciones de ésta y otras especies. Sin dudas, la temperatura acelera el desarrollo embrionario y pupal con lo que disminuye el tiempo en cada uno de esos estados de vida lo que se traduce en un rápido incremento poblacional.

Sin dudas, estas condiciones favorables las ofrece el trópico húmedo en Buenaventura y es una de las razones, entre otras cosas, por las que existen elevados niveles poblacionales de mosquitos con implicaciones epidemiológicas.

No todas las especies de mosquitos tienen la capacidad de transmitir las mismas partículas patógenas que causan determinadas enfermedades en el hombre y los animales. Los insectos poseen una gran especificidad.

La especie *A. aegypti*, es vector no sólo del dengue hemorrágico, sino que es capaz también de contribuir a la dispersión del virus *Charon evagatus* causante de la fiebre amarilla y potencialmente filariosis, aunque la especie vector por excelencia de este último patógeno es el mosquito *Culex quinquefasciatus* también presente y muy abundante en la dipterofauna característica en América del Sur.

Las características climáticas del territorio Bonaverense propician condiciones ecológicas favorables para que un grupo de especies de insectos puedan hacer explosiones demográficas de considerables proporciones. Esto obliga a prestarle mucha atención al estudio de los dípteros – moscas, mosquitos y jejenes – con especial atención, ya que se ha probado científicamente que son especies nocivas para la salud humana capaces de transmitirles al hombre y a los animales agentes etiológicos de graves patologías. Es importante considerar que numerosas especies de mosquitos que se asocian a enfermedades que pueden padecer el hombre y los animales de interés económico son comunes en la región pacífica colombiana. Esa circunstancia es una ley de la naturaleza, justa en sus designios biodiversos por su intención natural, pero peligroso para el hombre cuando éste como especie que se representa en el clímax de la evolución, no usa su inteligencia y capacidad defensiva para librar esa batalla que amparada en preceptos bioéticos tiene que ganar.

La lucha es de constancia, es inteligente, es de actuación adecuada y consciente, no es más que conocer cada día más los hábitos de nuestros pequeños grandes enemigos para actuar en

consecuencia, es sencillamente elevar nuestra cultura ecológica como parte de la formación integral.

La añoranza ambientalista, que ya desde la década de los años 80, comenzó a hacerse sentir con más fuerza por sistemas más coherentes de organización social y de transmisión educativa, no significa por fuerza una exigencia de retorno a culturas anteriores. Es una crítica a la actual alienación de la cultura. Las perspectivas de la educación ambiental deben estudiarse no ajenas a los fines y orientaciones del desarrollo, pero de una forma que no se base en recetas ecológicas, sino en un replanteamiento de la educación ambientalista dentro del sistema educacional.

Detrás de la incultura sobre la naturaleza se alza el gran problema que precisamente esa incultura convierte en impacto socioambiental. La lucha ahora es conceptual, de formación de valores en una cultura ecológica que debe agregársele todo quehacer encaminado a restaurar la armonía de la vida y elevar la responsabilidad de lo humano ante la naturaleza.

Otras muchas especies de insectos y ácaros que encuentran hábitat y nichos ecológicos en los diferentes tiraderos de basura, son peligrosos vectores que en sus relaciones interespecíficas pueden afectar al hombre, particularmente en las condiciones climáticas que ofrece el trópico húmedo y que se traducen en una aceleración de los procesos embriológicos y de histogénesis en las pupas o de desarrollo de estadios ninfales que permite un acortamiento del ciclo de vida y por tanto un aumento de los niveles poblacionales.

Palomas, murciélagos, roedores e insectos tienen altos índices poblacionales en las comunidades bonaverenses que influye en un incremento potencial de un aumento también casi siempre en una progresión geométrica de los agentes etiológicos que son capaces de diseminar.

Además de la existencia de especies que en sus relaciones interespecíficas, pueden producir zoonosis y llegar hasta el hombre y que forman parte de los aspectos ambientales que originan problemas ecológicos, también la actividad aparentemente normal del hombre en busca de su desarrollo y que la ha fundamentado a través de toda su existencia en la explotación inconsciente de los ecosistemas produce desequilibrios salud – ambiente.

Una buena parte de la agresión del medio a la salud humana está representada por la acción continua de los metales pesados existentes en el medio ambiente que interactúan y compiten con los metales esenciales por el sistema de transporte y disminuyen sus concentraciones, activan sensiblemente los receptores de las membranas y propician reacciones en cadenas, reemplazan a metales esenciales en biomoléculas y alteran su funcionamiento y pueden además reaccionar con grupos de biomoléculas que de igual manera alteran su funcionamiento ocasionando trastornos fisiológicos de consideración.

¿A qué llamamos metales? Son elementos químicos que se caracterizan por una fuerte conductividad térmica y eléctrica, brillo peculiar (metálico), aptitud para la deformación y una marcada tendencia a formar cationes. Dentro de ellos, se destacan un grupo de elementos de peso molecular que varía de 63,5 a 200,6 con una distribución electrónica similar en su capa externa denominados metales pesados y se encuentran en cantidades muy pequeñas o

trazas en el ambiente. Se denominan esenciales a los que activan metaloenzimas, proteínas de estrés, transporte de oxígeno, actividades redox, etc. y metales no esenciales a los que se encuentran presentes en los tejidos biológicos, típicamente como cationes bivalentes, libres o ligados a residuos de sulfhidrilo, hidroxilo, imidazol, etc. de las proteínas, ácidos nucleicos y otros compuestos orgánicos.

Los metales pueden afectar diferentes funciones génicas como cuando interactúan con la cromatina: al alcanzar el núcleo celular se unen al ADN, a proteínas histónicas y no histónicas. Los metales provocan daños en el ADN interactuando con el H_2O_2 produciendo HO mediante la reacción de Fenton. El HO provoca: Oxidación de bases o de la desoxirribosa, pérdida de bases, formación de hélices sencillas, roturas de hélices dobles, formación de “puentes” ADN-proteína y formación de “puentes” ADN-ADN. Todos estos efectos a nivel celular pueden ser premutagénicos. Los metales afectan a la fidelidad de la replicación al inhibir enzimas requeridas para la replicación, inhiben además, la síntesis de nucleótidos, alteran los procesos de metilación del ADN.

La toxicidad de los metales está relacionada con la fuente de contaminación y el tipo de metal. Así por ejemplo, el Arsénico contenido en plaguicidas, pinturas, medicamentos, cerámicas, rodenticidas, vinos y componentes en la industria electrónica se absorben a través de la piel, vía oral y respiratoria y su citotoxicidad se refleja en que inhibe la piruvato - deshidrogenasa y provoca deficiencia en AcCoA, reducción del ciclo de Krebs, reducción de ATP y produce alteración metabólica generalizada. Los límites de su exposición están en el orden de los 0,2 mg (As). m^{-3} .

El cobre es un metal de un amplio uso para el desarrollo de diferentes componentes industriales y en la conducción eléctrica, pero además, es un metal esencial para la utilización del hierro, formación de tejido conjuntivo y la pigmentación; además forma parte de la ferro - oxidasa y citocromo – oxidasa. Sin embargo, las fuentes de contaminación son comunes y casi inevitables en el mundo desarrollado actual y encontramos fuentes de contaminación en los pesticidas, pinturas, minería, equipos eléctricos y rodenticidas entre otras. Los efectos citotóxicos más comunes son debidos a su afinidad por grupos tiólicos de hemoglobina y membrana celular provocando la lisis e inhibe la respiración celular. La dosis límites de exposición laboral es de 1 mg (Cu). M^{-3} .

El zinc es otro metal abundante en la naturaleza y esencial en el cuerpo humano empleándose como cofactor en 200 enzimas. Su distribución es común en las pinturas, pesticidas, utensilios de cocina, baterías, minería, metalurgia, pantallas de televisor, etc.

Como elemento fitotóxico científicamente probado se puede señalar su gran afinidad por los grupos –SH y –OH de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos con marcados efectos diversos. Altas concentraciones en el organismo humano actúan como desestabilizante del ADN, lisosomas y ribosomas, membranas y disminuye el contenido celular de Fe y Cu. Su límite de exposición laboral es de 1 mg (Zn). M^{-3} .

El estaño no es un metal esencial pero posee una amplia distribución en la naturaleza y se encuentra en pinturas, baterías, soldaduras, metalurgia, alimentos enlatados, insecticidas y

fungicidas.

Exhibe una gran citotoxicidad que se evidencia al inhibir la hidrólisis del ATP, desacopla la fosforilación oxidativa, inflama las mitocondrias y destruye la vaina de mielina de lo que se deducen efectos muy severos para la fisiología normal de sistemas de órganos y procesos vitales.

Diversos estudios muestran que existen proteínas que capturan metales y se les denomina metalotioneínas (MT) y pueden ser de tres clases:

Clase I: Proteínas ricas en cisteína, similares a MT de riñón de caballo.

Clase II: Proteínas ricas en cisteína, poco similares a MT de riñón de caballo.

Clase III: Péptidos de bajo peso molecular, ricos en cisteína, de plantas y algas.

Se han logrado resultados experimentales que prueban las relaciones que anteriormente se mencionaron y para ello se utilizaron plantas y animales:

Estrés oxidativo causado por metales en *Spartina densiflora*

El medio donde se desarrolla *S. densiflora* es estresante, por contener concentraciones excesivas y variables de sal, metales, etc. Su aclimatación a condiciones controladas de laboratorio, en ausencia de agentes contaminantes, disminuye el estrés, lo que se manifiesta por la disminución de la síntesis de ácido ascórbico, el aumento del ascorbato reducido, la disminución de actividad peroxidasa, y el incremento en la síntesis de clorofilas.



Fig. 3.2. *S. densiflora* (Foto de Universidad de Huelva, España)

Cuando la planta se somete en condiciones controladas de laboratorio, a exceso de sal o de hierro (agentes estresantes), la planta responde rápidamente, activando su sistema defensivo antioxidante, aunque se observan daños como, por ejemplo, una disminución de la concentración de clorofilas.

En el mismo estudio desarrollado en el gastrópodo *Helix pomatia* con la adición de cadmio al medio aportó los siguientes datos:

Existe una Mt específica responsable de la acumulación de Cd en la glándula digestiva. Es un mecanismo a largo plazo de detoxificación de Cd. Existen otras proteínas que capturan Cu ó Zn. Esto permite a los animales acumular mucho Cd sin afectar a la regulación de elementos esenciales.



Fig.3.3 *Helix pomatia* (Universidad de Huelva, España)

Bioseguridad

La seguridad biológica o bioseguridad, como definición, puede aceptarse como la capacidad para operar con agentes biológicos sin riesgos para la salud del hombre y se fundamenta en un grupo de procedimientos científicamente probados, que se interrelacionan y que en principio constituyen un aspecto esencial para el mejoramiento de la calidad ambiental y el aumento del bienestar de los trabajadores en las comunidades laborales y la población en general, por lo que es necesario establecer un conjunto de normas que regulen su implementación en las instalaciones en las que se manipulan agentes biológicos y organismos.

Cultura de la Seguridad

La cultura de la seguridad tiene que ver con el conjunto de características y actitudes en organizaciones e individuos que aseguren, como una prioridad fundamental, que las cuestiones de seguridad reciban la atención que merecen en razón de su significación y ésta debe referirse a la dedicación y responsabilidad personal de todos los trabajadores y dirigentes administrativos que desarrollen actividades que tengan influencia en la seguridad. Su principal objetivo consiste en lograr una relevante atención a los aspectos de seguridad en las instituciones y en los individuos.

La esencia del principio “Cultura de la Seguridad” consiste en los medios a través de los cuales se logra una estrecha atención a la seguridad, tanto en las organizaciones como en los individuos. Un requisito muy importante, en una práctica cualquiera, es la calidad de todas las actividades, procedimientos y medios que contribuyen a la ejecución segura de ésta.

La calidad está basada en métodos que conducen a la seguridad y a un control total de todos los aspectos económicos de la producción, mejorando constantemente las características de los productos y los índices de consumo y reduciendo sus precios directa o indirectamente al mejorar la calidad. La implementación de programas de aseguramiento de la calidad debe proveer un balance adecuado entre seguridad, confiabilidad y economía. En la actualidad numerosas empresas e instalaciones han aplicado las normas de calidad ISO 9000, las cuales son normas técnicas internacionales sobre sistemas de calidades consensuadas, aceptadas y válidas mundialmente.

La cultura de seguridad es un principio que se extiende a todas las entidades que intervienen en actividades de producción, servicios, investigación, diagnóstico, etc. en las cuales durante la ejecución de sus actividades laborales es posible un riesgo para los trabajadores ocupacionalmente expuestos, la población y el medio ambiente. Se organiza, aplica y desarrolla desde el nivel jerárquico superior interrelacionándose con todos los niveles de aplicación. Como las Biotecnologías presentan riesgos para la salud en general y para el medio ambiente, los principios de esta cultura se extienden a esta esfera de la actividad económica, la cual se caracteriza fundamentalmente por la presencia del riesgo biológico inherente a la manipulación de agentes biológicos. Estos se definen como microorganismos viables o sus productos, priones y otros organismos que causen o puedan causar enfermedades al hombre, a los animales y a las plantas

El nivel más alto de seguridad se alcanza cuando todos los factores y organizaciones que intervienen en los procesos, desde el diseño hasta la explotación y desde el proyecto hasta la liberación, tienen a la *seguridad* como un objetivo común. Una preocupación constante por la seguridad permite una actitud esencialmente crítica, evita las falsas complacencias, posibilita la búsqueda constante de un nivel de excelencia y el autocontrol de la dirección estimulando el sentido de la responsabilidad personal.

Las actividades que implican riesgo, según los criterios de seguridad, deben cumplirse en estado de alerta, con la debida reflexión, con pleno conocimiento de causa y adecuado sentido de la responsabilidad. La atención a las cuestiones de seguridad en toda clase de actividades, y para organizaciones e individuos a todos los niveles, comprende:

- El compromiso del alto nivel de dirección de demostrar que la *seguridad* tiene una alta prioridad.
- La adopción de objetivos comunes por los individuos.
- La asignación de las funciones y responsabilidades y su comprensión e interiorización por parte de cada individuo.
- Una capacitación y entrenamiento del personal acorde a los objetivos trazados.
- La estimulación de la conciencia individual para con la *seguridad*.
- El empleo de sistemas de premios y sanciones.
- La realización de auditorías o inspecciones a todos los niveles.

El Principio “Cultura de la Seguridad” tiene dos componentes generales:

1. El marco jerárquico necesario dentro de una organización, es decir, la responsabilidad de los altos mandos de gestión.
2. La actitud con que el personal a todos los niveles responde a ese marco jerárquico y lo aprovecha.

En cualquier industria con riesgos se deberá establecer y mantener una sólida cultura de la seguridad estimulando, ante la protección y seguridad, una actitud interrogante y deseosa de aprender y desestimulando la complacencia, para lo cual deberá velarse que:

- Se establezcan principios rectores y procedimientos que estipulen claramente que la protección y la seguridad de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, del público y del medio ambiente es un asunto de la más alta prioridad.
- Se detecten y corrijan rápidamente los problemas que afecten a la protección y seguridad, de manera que estén en consonancia con su importancia.
- Se precise claramente la responsabilidad de cada individuo, incluso la de los situados a nivel directivo superior, en materia de protección y seguridad, y que cada individuo tenga la capacitación y calificación adecuada.
- Se establezcan claras estructuras jerárquicas para las decisiones en materia de protección y seguridad.
- Se adopten disposiciones organizativas y se establezcan canales de comunicación cuyo resultado sea la circulación expedita de la información sobre la protección y seguridad, entre los diversos niveles de la entidad que aplica determinada práctica.

Basándonos en la experiencia alcanzada por la Industria Nuclear para lograr una sólida cultura de la *seguridad*, hay que partir de los conceptos generales en que éstos se fundamentan para establecer un Sistema Nacional de Seguridad Biológica e implementar a todos los nive-

les la cultura de la seguridad biológica.

Indicadores de la cultura de la seguridad biológica.

Un elemento importante en el desarrollo de la necesaria cultura de bioseguridad es la organización de esta disciplina a partir de su definición lo que se logra estableciendo sus direcciones de trabajo y concibiendo una estrategia que se proyecte en aras de desarrollar y consolidar la actividad. Tiene carácter integral, responde a criterios estatales y privados y abarca distintos niveles de aplicación para la industria Biomédica y Biotecnológica. En este Sistema se abarcan todos los elementos con responsabilidad en la aplicación de la biotecnología, desde el nivel de mayor jerarquía hasta el nivel de los trabajadores.

El Sistema Nacional de Seguridad Biológica se ha de basar en tres aspectos fundamentales que son:

- 1.- La designación de órganos, entidades y centros para el cumplimiento de tareas en materia de seguridad biológica.
- 2.- La nominación de grupos de trabajos para desarrollar determinadas tareas, asociadas a la seguridad biológica.
- 3.- El apoyo de instituciones creadas por otros sistemas para la información y coordinación de actividades.

Los integrantes y participantes en el Sistema Nacional tendrán, entre otras, las funciones principales siguientes:

El Gobierno.

El principio de la Cultura de la Seguridad Biológica se basará en el enfoque general que haga el Estado sobre la Biotecnología y de los riesgos que ésta implica, de aquí se deriva el importante efecto que éste ejercerá sobre todas las organizaciones que influyen en la seguridad del trabajo que implique riesgo biológico.

Declara la política de Seguridad Biológica

Establece los objetivos de la Seguridad Biológica

Asigna responsabilidades

Designa al órgano regulador y asigna los recursos.

Fomenta el intercambio internacional sobre Seguridad Biológica.

Al declarar su política, el gobierno dispondrá que los conflictos de interés en biotecnología sean los mínimos posible y que las cuestiones de seguridad se traten sin interferencias o presiones indebidas; asignará las responsabilidades y tendrá en cuenta los aspectos económicos para estructurar el órgano regulador y organizar la actividad; a su vez determinará su carácter integral y su vinculación con el resto de las disciplinas de seguridad.

El Organismo Regulador.

El desarrollo de las biotecnologías recomendará la designación de una institución encargada de trazar, ejecutar y controlar la política del Estado y del Gobierno en relación con la seguridad biológica por la trascendencia ambiental que tienen estas actividades; así como la de organizar, dirigir y controlar el cumplimiento de los compromisos contraídos por el país en materias relacionadas con esta actividad. Al designarse el Organismo Regulador se le investirá de suficiente autoridad en cuestiones de la seguridad biológica y en instrumentos jurídicos bien detallados se le asignará, entre otras, la responsabilidad de:

Definir e instrumentar la política en materia de Seguridad Biológica y controlar su implementación.

Dictar, en coordinación con quien corresponda, las disposiciones relativas a la importación e introducción en el medio ambiente de especies nuevas o sujetas a regulaciones especiales, así como las disposiciones que restrinjan o prohíban la exportación de especies de animales, vegetales o microorganismos

Dirigir las acciones encaminadas a:

Reglamentar la explotación de las instalaciones con riesgo biológico.

Regular y controlar los riesgos derivados de la utilización y liberación de organismos vivos modificados como resultado de la biotecnología.

Controlar e impedir, según proceda, la introducción o extracción de especies que puedan amenazar o modificar ecosistemas, hábitats o especies.

El Organismo Regulador en legislaciones específicas establecerá sus principales funciones y las que se deben cumplir por todos los integrantes del sistema, entre ellas, se pueden citar algunas complementarias del organismo regulador y son las siguientes:

- a) evaluar, orientar la gestión de los riesgos, y aprobar los ensayos o investigaciones sobre el terreno y las liberaciones al medio ambiente de agentes biológicos y sus productos.
- b) organizar, dirigir y ejecutar inspecciones a las instalaciones y a toda área del territorio nacional donde se empleen o liberen agentes biológicos y sus productos.
- c) otorgar, suspender y revocar autorizaciones para la realización de actividades relacionadas con el uso, la investigación, el ensayo, la producción, la liberación, la importación y exportación de agentes biológicos y sus productos, organismos y fragmentos de éstos con información genética,
- d) establecer las clasificaciones relativas a:
 - Los organismos que se liberen al medio ambiente sobre la base de su origen y el riesgo que representan para la salud humana y el medio ambiente,

- Los agentes biológicos que afectan al hombre, los animales y las plantas y su distribución en grupos de riesgo,
 - Las instalaciones que manipulan agentes biológicos y sus productos, organismos y fragmentos de éstos con información genética.
- e) Establecer, los mecanismos de estudio, evaluación y gestión de los riesgos por la liberación al medio ambiente de agentes biológicos y sus productos.
- f) Estudiar, evaluar, organizar, coordinar, promover, participar y ejecutar según sea el caso, toda la actividad derivada de las responsabilidades y funciones asignadas al país como Estado Parte de Convenios Internacionales sobre la materia o relacionados con ésta,
- g) Establecer los procedimientos adecuados en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de organismos, que puedan tener efectos adversos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y en particular de los productos agrícolas.

En la política de Seguridad Biológica, el Órgano Regulador establecerá el compromiso de elaborar, promover o aprobar según corresponda las legislaciones y promover la seguridad biológica en las instalaciones y por la liberación de organismos al medio ambiente. Adoptará enfoques amplios, claros y precisos al establecer los objetivos de la seguridad biológica de modo que sean comprendidos, evaluados y comentados por todas las entidades afectadas por la reglamentación. Tendrá como objetivos: organizar, dirigir, ejecutar, supervisar y controlar el sistema nacional de seguridad biológica, así como organizar, dirigir y controlar las medidas encaminadas a dar cumplimiento a las obligaciones contraídas por el país como parte de instrumentos jurídicos internacionales relacionados con esta materia. Participará en la elaboración, por el sistema del Organismo Regulador, de las políticas relacionadas con las materias de su competencia. A los fines del cumplimiento de los objetivos encomendados, tendrá las principales atribuciones siguientes:

1. Organizar, dirigir, ejecutar, supervisar y controlar según corresponda, el Sistema Nacional de Seguridad Biológica.
2. Participar de conjunto con los órganos, organismos e instituciones competentes, en la regulación y supervisión de las actividades relacionadas con la protección física de los agentes biológicos y tóxicos, así como de los organismos que se liberan al medio ambiente.
3. Elaborar y proponer el programa integral de desarrollo y las líneas de investigación de la Seguridad Biológica, en coordinación con los órganos, organizaciones e instituciones especializadas competentes.
4. Realizar, en coordinación con los órganos, organismos, entidades e instituciones que corresponda, evaluaciones de riesgos para la salud humana y el medio ambiente en relación con los proyectos de inversiones y otras actividades relacionadas con trabajos con potencial riesgo biológico y proponer las medidas que correspondan en cada caso.

5. Organizar y dirigir las inspecciones a instalaciones biomédicas y biotecnológicas, así como a cualquier instalación que opere con agentes biológicos y a las áreas donde se liberen organismos al medio ambiente, con el fin de verificar las disposiciones y normas establecidas en materia de seguridad biológica.
6. Proponer los instrumentos jurídicos y las normas técnicas que permitan establecer y complementar las medidas para la Seguridad Biológica.
7. Elaborar recomendaciones relativas a la incorporación de estos temas en los planes de estudio de especialistas de nivel medio y superior que por su perfil así requieran y promover la especialización y el perfeccionamiento técnico-profesional del personal dedicado a la seguridad biológica.
8. Realizar la verificación de los sistemas técnicos y equipos de seguridad biológica y a las barreras de contención.
9. Establecer los procedimientos para la contabilidad y el control de los agentes biológicos y tóxicos y de organismos que se liberen al medio ambiente, en coordinación con los órganos, organismos y entidades que corresponda.
10. Organizar y ejecutar los procedimientos para el otorgamiento de licencias a las instalaciones que manipulan agentes biológicos, así como autorizaciones u otro tipo de permisos para las actividades relacionadas con el emplazamiento, diseño y adquisición de las instalaciones y la recepción o envío de los agentes biológicos y tóxicos, así como su destrucción e inutilización, las transferencias relevantes, la investigación o ensayos sobre el terreno y la liberación de organismos al medio ambiente, y otras relacionadas con el cumplimiento de los compromisos contraídos por el país en instrumentos jurídicos internacionales sobre estas materias.

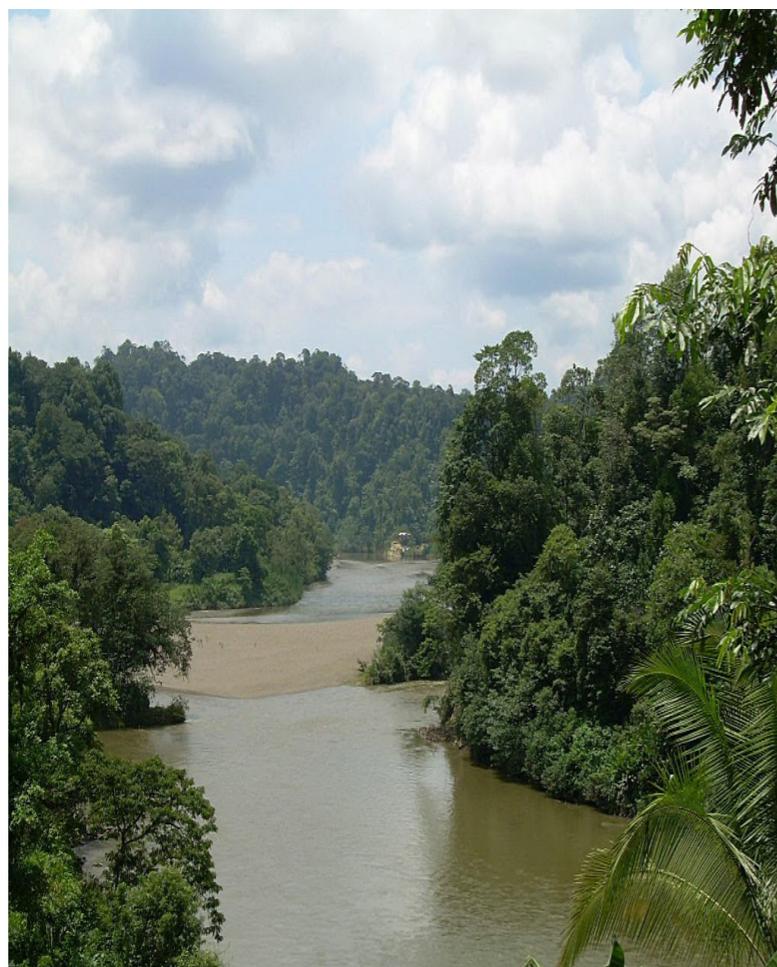
Una actividad importante es la clasificación en grupos de riesgo de los agentes biológicos y tóxicos que afectan al hombre, los animales y las plantas, en coordinación con los órganos, organismos e instituciones que correspondan. Si el Organismo Regulador no designa un Órgano Regulador Específico asume en sus estructuras las funciones de éste, pero lo aconsejable es que designe al Órgano Regulador y que éste sea lo más independiente posible y nunca estar vinculado con los aspectos de la promoción de la biotecnología. El Órgano Regulador pudiera estar directamente subordinado a las estructuras de gobierno en ese caso asume las funciones establecidas para los dos.

Instrumentos regulatorios en bioseguridad.

Instrumentos del Órgano Regulador, para materializar la actividad:
Estrategia o Programa Nacional de Seguridad Biológica.
El régimen de licenciamiento biológico.
La evaluación del riesgo biológico.
Sistema Nacional de Seguridad Biológica.
El régimen de supervisión y auditorías.

CAPÍTULO 4

CAMBIO CLIMÁTICO



En la actualidad se habla con frecuencia de cambio climático, pero hasta dónde se espera un cambio a nivel global es impredecible a pesar de los niveles de aproximación que ya existen. Este cambio que se atribuye a la acción del hombre y que es una realidad probada está sufriendo una aceleración significativa no solo por la acumulación de los aspectos ambientales que ha generado el desarrollo de la humanidad hasta el presente, sino por las nuevas y sofisticadas tecnologías en diferentes esferas de la actividad del hombre incluyendo los con-

flictos bélicos que se desarrollan en diferentes partes del mundo. Además, hay que agregar los propios cambios naturales que ocurren como consecuencia de la variabilidad del clima en períodos de tiempo prolongados.

Un Panel Internacional sobre Cambio Climático integrado por 2500 científicos de primer nivel, considera que el cambio por la influencia humana sobre el clima global ya se puede diferenciar entre las diferentes variables naturales del clima. Según los resultados logrados a través de la elaboración de los modelos de simulación se ha logrado conocer que la temperatura de la superficie de la tierra se ha incrementado en aproximadamente 0.6°C en los últimos cien años. Las emisiones de dióxido de carbono por quema de combustibles, han ascendido a más de seis mil millones de toneladas en 1996, lo que sin dudas, es un nuevo récord. Por otro lado, 1996 fue uno de los cinco años más calurosos según los registros de temperatura desde 1866. Se estima que los daños relacionados con desastres climáticos llegaron a más de 60 mil millones de dólares en 1996.

Los datos que ofrece el Panel Internacional sitúan duplicada la producción de gases de invernadero que pueden incrementar la temperatura de la tierra hasta 3.5°C . Quizás dicho así no represente una magnitud significativa, sin embargo, equivale a volver a la última glaciación pero en la dirección inversa.

El principal cambio que se ha producido ha ocurrido en la en la atmósfera donde las proporciones de los gases han cambiado y las perspectivas es de que sigan cambiando, esencialmente los gases de invernadero. Sin su presencia la temperatura en la tierra fuera 30 veces más baja.

El cambio climático es uno de los problemas ambientales más graves al que se enfrenta la humanidad. El calentamiento global es un importantísimo aspecto ambiental que amenaza seriamente a los diferentes ecosistemas en todas las regiones del mundo, comprometiendo el desarrollo sostenible y el bienestar de la humanidad. Estudios científicos muestran que el planeta se enfrentará a desastres humanos y naturales irreversibles si la concentración atmosférica de CO_2 continúa por encima de 350 partes por millón.

El 4° Informe del Panel Internacional sobre Cambio Climático ha publicado en el año 2007, que para asegurar una estabilidad climática a largo plazo es necesario limitar el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C respecto a los niveles preindustriales lo que implica volver a concentraciones de CO_2 de 350 ppm y en última instancia a las concentraciones preindustriales.

Para ello, es necesario que los países industrializados reduzcan para el año 2020 sus emisiones de gases de efecto invernadero un 40% respecto a los niveles de 1990 y al menos un 85% en el año 2050. Además, los países en vías de desarrollo deben adoptar novedosas tecnologías limpias que les propicie un nivel de avance socioeconómico e industrial desligado del aumento de emisiones.

Frenar el cambio climático es un reto colectivo y que requiere una acción inmediata que conduzca a un modelo de desarrollo bajo en carbono. Por ello, con el objetivo general de reducir el impacto que producen las múltiples actividades humanas en el clima, es necesario

que en la esfera del cambio climático se adopte la siguiente filosofía:

- Actuar de forma inmediata.
- Pensar más allá de Kyoto
- Promover la responsabilidad compartida
- Conocer el impacto y calcular las emisiones de gases de efecto invernadero
- Minimizar las emisiones.
- Compensar las emisiones de gases a través de proyectos en América Latina. Trabajar en red con otras organizaciones y entidades.

A pesar de que se adopten los puntos anteriormente expuestos, es necesaria la participación política encabezada por los gobiernos de todos los países del mundo sin que medien sistemas políticos. La tarea no es de izquierda, ni de derecha, es una exigencia humana.

Sin dudas, es imprescindible la divulgación y la culturización de los aspectos ambientales que genera la actividad humana regionalmente, para que la actuación local, por la combinación de sus efectos y no su mera suma logre una protección global debido a que el medio ambiente como definición no tiene dueño, es un patrimonio universal y su protección es responsabilidad ética y moral de la especie humana.

CAUSAS DEL CAMBIO GLOBAL CLIMÁTICO

La energía que recibe la Tierra desde el Sol, debe ser balanceada por la radiación emitida desde la superficie terrestre. En la ausencia de cualquier atmósfera, la temperatura superficial sería aproximadamente de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta es conocida como la *temperatura efectiva de radiación terrestre*. De hecho, la temperatura superficial terrestre, es de aproximadamente $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El Efecto Invernadero

La razón de esta discrepancia de temperatura, es que la atmósfera es casi transparente a la radiación de onda corta, pero absorbe la mayor parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie terrestre. Varios componentes atmosféricos, tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, tienen frecuencias moleculares vibratorias en el rango espectral de la radiación terrestre emitida. Estos gases de invernadero absorben y remiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de temperatura, fenómeno denominado Efecto Invernadero.



Fig. 4.1 Representación esquemática del Efecto Invernadero

El vidrio de un invernadero similar a la atmósfera es transparente a la luz solar y opaca a la radiación terrestre, pero confina el aire en su interior, evitando que se pueda escapar el aire caliente. Por ello, en realidad, el proceso involucrado es distinto y el nombre es bastante engañoso, el interior de un invernadero se mantiene tibio, pues el vidrio inhibe la pérdida de calor a través de convección hacia el aire que lo rodea. Por eso el fenómeno atmosférico se basa en un proceso distinto al de un invernadero, pero el término se ha popularizado tanto, que ya no hay forma de establecer un término más exacto.

Una de las muchas amenazas a los sistemas de sostén de la vida, resulta directamente de un aumento en el uso de los recursos. La quema de combustibles fósiles y la tala y quema de bosques, liberan dióxido de carbono. La acumulación de este gas, junto con otros, atrapa la radiación solar cerca de la superficie terrestre, causando un calentamiento global. Esto podría en los próximos 45 años, aumentar el nivel del mar lo suficiente como para inundar ciudades costeras en zonas bajas y deltas de ríos. También alteraría drásticamente la producción agrícola internacional y los sistemas de intercambio.

Uno de los resultados del Efecto Invernadero, es mantener una concentración de vapor de agua en la baja troposfera mucho más alta que la que sería posible en las bajas temperaturas que existirían si no existiese el fenómeno. Se especula que en Venus, el volcanismo elevó las temperaturas hasta el punto que no se pudieron formar adecuadamente los océanos, y el vapor resultante produjo un Efecto Invernadero, exacerbado más aún por la liberación de dióxido de carbono en rocas carbonatadas, terminando, por estas causas, en temperaturas superficiales de más de 400 °C

Queda claro que las previsiones de cambios en los próximos 100 a 150 años, se basan íntegramente en modelos de simulación elaborados a partir de los datos que hasta ahora han aportado los cambios ocurridos. Comprensiblemente la gran mayoría de los modelos se han concentrado sobre los efectos de la contaminación antrópica de la atmósfera por gases invernadero, y en menor grado, en los aerosoles atmosféricos. La mayor preocupación presente, es determinar cuánto se calentará la Tierra en un futuro cercano.

En la última década, varios modelos complejos de circulación general (GCMs), han intentado simular los cambios climáticos antropogénicos futuros. Han llegado a las siguientes conclusiones:

1. Ocurrirá un calentamiento global promedio, de entre 1,5 y 4,5 °C .La mejor estimación es de 2,5 °C.
2. La estratósfera se enfriará significativamente.
3. El entubamiento superficial será mayor en las altas latitudes en invierno, pero menores durante el verano.
4. La precipitación global aumentará entre 3 y 15%.
5. Habrá un aumento progresivo de las precipitaciones durante todo el año en las latitudes más altas, mientras que algunas áreas tropicales y subtropicales se experimentarán pequeñas disminuciones, aspectos que ya comienzan a observarse en la actualidad, aunque no con absoluta exactitud ya que en zonas tropicales y subtropicales se han incrementado las precipitaciones y en otras han disminuido.

El Cambio Climático Global es un hecho real anunciado desde hace mucho tiempo, aunque existen escépticos que no representan, por suerte, de manera alguna un grupo mayoritario. Razones por las que los Gobiernos a nivel mundial han reaccionado de muy diferentes maneras pero, sin dudas conscientes del peligro ante esta amenaza cada vez más cercana: alteraciones climáticas graves que podrán colocar sus economías en peligro.

El Cambio Climático Global, por otro lado, ha dejado muy clara la globalización de los problemas ambientales, es imposible e inútil enfrentar uno de los problemas más apremiantes en la temática ambiental si no es una empresa que involucre a todas las naciones.

La presión poblacional y de desarrollo tomada por las naciones más adelantadas junto con las naciones en vías de desarrollo, coloca una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales y los sistemas ambientales terrestres. En la actualidad las capacidades autoregulatorias de la atmósfera están siendo llevadas a sus límites y según muchos, sobrepasadas.

No es sana política, para la humanidad, dejar la búsqueda de soluciones para el futuro o para cuando se hagan fuertemente necesarias. La atmósfera y los procesos que mantienen sus características no tienen tiempos de reacción muy rápidos comparados con los periodos humanos.

Soluciones a los problemas del adelgazamiento de la capa de ozono, al calentamiento global, a las alteraciones climáticas devastadoras, no es cuestión de años, ni siquiera décadas. Es por ello, una preocupación que debe ser inmediata, no se podrá esperar a que los efectos se hagan notorios y claros, pues seguramente en ese momento ya será muy tarde para actuar, buscar y encontrar soluciones.

El Panel Internacional sobre Cambio Climático ha tratado el tema del CGG, que se realizó en Kyoto, Japón, y constituyó un momento de importancia histórica y los resultados de este encuentro mundial son una clara señal de lo que nos espera en el futuro. Seth Dunn, en el Earth Times ha afirmado:

“No más de 50 años atrás, Kyoto fue “perdonada” de la destrucción por una bomba atómica durante la 2ª Guerra Mundial - debido a su significado cultural como la antigua cuna del Imperio japonés. En nuestro mundo actual, en proceso de calentamiento, a medida que los antiguos imperios se dan cuenta de las más serias consecuencias de sus revoluciones industriales, Kyoto debe nuevamente lograr un lugar en la historia, en forma más pacífica, como el sitio donde la humanidad se perdonó de niveles desastrosos de cambio climático. El Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC) que nos advierte, también nos da esperanzas, haciendo notar que reducciones significativas en las emisiones son no sólo económicamente, sino técnicamente posibles”.

Desastres por cambio climático en el Caribe

Se han establecido varios modelos de simulación que se aproximen a las consecuencias del cambio climático en el Caribe. Es un tema recurrente por su importancia. Todos los países, no solo del Caribe, deben profundizar los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos ante el cambio climático. En Cuba, se avanza sostenidamente en este sentido, con la participación mancomunada de todos los sectores de la comunidad. A los profesionales de las Ciencias Veterinarias y Agronómicas, entre otros muy relacionados, les corresponde un rol de primer nivel en lo concerniente a la evaluación de los riesgos para garantizar la protección de animales y plantas.

De las previsiones que hagan, dependerán las acciones para disminuir la vulnerabilidad existente, así como la respuesta adecuada ante situaciones de desastres naturales que pueden presentarse. Entre las consecuencias de los desastres naturales, y el cambio climático global en particular, estarán los desastres sanitarios por enfermedades emergentes y reemergentes, entre otras afectaciones.

Sin dudas, las significativas variaciones de los rangos de las variables del clima modificadas influirán de diferentes formas sobre los seres vivos y necesariamente ocurrirán pérdidas de especies botánicas y zoológicas al no poderse adaptar a las nuevas condiciones. Quizás algunas especies de insectos que hasta ahora no tienen importancia como agentes causales de plagas adquieran ese *status* ante las nuevas condiciones edafoclimáticas.

Los huracanes, sequías, aumento de hasta cinco grados en las temperaturas podrían sufrir los países caribeños por el calentamiento global. Los caribeños están planeando su propia destrucción sobre falsas apreciaciones: la variabilidad natural del cambio climático se comprime en períodos cada vez más cortos a causa del calentamiento global.

Como pruebas de este pronóstico la región experimenta días más cálidos lo que se ha demostrado en estudios según los cuales la tendencia al calentamiento podría elevar las temperaturas entre uno y cinco grados Celsius de ahora al año 2080.

Además del incremento de las temperaturas, este fenómeno causará sequías, huracanes, elevación del nivel del mar y las consiguientes inundaciones costeras y aumento de la fuerza de las tormentas. En el mes de septiembre del presente año (2010), se formaron uno detrás de otros a la vez tres huracanes, fenómeno que no ocurría desde hacía 150 años.

Esos fenómenos por supuesto que gravitarán de manera negativa sobre las barreras de coral, manglares, los bosques y los recursos agrícolas lo que a su vez minará la base socio-económica de la región.

Los efectos, según los pronósticos que en ese sentido se han elaborado, muestran que los efectos se percibirán con más fuerza en los estados del Noroeste del Caribe: Jamaica, Cuba, República Dominicana, Haití y Belice y con menor fuerza en los ubicados en la zona oriental.

La primera línea de defensa contra el aumento del nivel del mar y sus consecuencias.

Proteger los ecosistemas costeros pudiera ser una forma de atenuar el impacto del cambio climático en los pequeños países del Caribe y las zonas costeras del continente.

El mangle no es solo un lugar inhóspito, lleno de mosquitos e incómodo para vivir, sino un ecosistema costero singular, con múltiples especies de la flora y la fauna, y de extrema importancia. Además, es la primera línea de defensa contra el previsible aumento del nivel del mar, que en los próximos cien años podría llegar hasta un metro, según cálculos de especialistas, teniendo como base los pronósticos a nivel mundial.

Fuga de tierra firme

Cuidar el ecosistema costero implica consideraciones importantes y de utilidad desde el punto de vista socioeconómico y ayudará a minimizar los impactos del cambio climático y especialmente, el referido al aumento del nivel del mar.

El mayor problema para los estados insulares, es que con el aumento del nivel del mar la barrera de arrecifes que antecede a la costa sería menos efectiva en su labor de detener los

embates de olas y corrientes marinas, especialmente en períodos de tormenta o ciclones, y estas llegarían con más fuerza a la costa, provocando mayor destrucción.

Los mangles, cuya primera línea conformada por mangle rojo generalmente crece dentro del agua, podrían atenuar considerablemente la fuerza de la marea y evitar la penetración marina tierra adentro, y a su vez, ayuda a prevenir la salinización de los suelos y como barrera de contención a la erosión costera. Muchos puntos costeros de varias zonas insulares y continentales ya sufren esa situación como varios puntos de la costa pacífica bonaverense.

Los manglares son formadores de sustratos, y al retener sedimentos y materia orgánica en sus raíces, además de incrementar su gran resistencia para adaptarse a las condiciones cambiantes, ayudan al intercambio de sustancias que provienen de la tierra hacia el mar, que son la base de la vida de muchas especies de la flora y la fauna, tanto costera como acuática, que de no tenerlas morirían. Igualmente, estos sedimentos pueden ayudar a formar nueva «tierra firme», que sería otra barrera para frenar al mar.



Fig. 4.2 Manglares en las proximidades de la desembocadura del río Naya (Foto de A. Méndez).

Antropocentrismo negativo

Las inclemencias de los fenómenos meteorológicos y el cambio climático mundial, tienen que sumar el mayor peligro que enfrentan: el hombre.

En diferentes países con grandes extensiones de costas se han iniciado estudios a niveles nacionales o territoriales para evaluar la salud de los manglares, y medir hasta qué punto han sido afectados por múltiples factores, incluyendo las acciones antrópicas, o sea, las de los seres humanos sobre ellos.

La principal afectación no es que hayan desaparecido los manglares, sino que se han debilitado, ya sea por la tala, por condiciones climatológicas como la falta de lluvia, o por prácticas incorrectas como edificar sobre estos o trazar caminos paralelos a la costa e impedir el escurrimiento de sedimentos y agua dulce desde la tierra al mar, imprescindible para el mangle.

Si bien los manglares son muy resistentes a las variaciones de su entorno, como lo demuestra el hecho de que muchos crecen en agua salada, también gastan mucha energía para «combatir» contra esto y desarrollarse, por lo cual si se talan o mueren, tardan mucho en desarrollarse especies mayores.

A esto hay que sumarle, que al aumentar el nivel del mar, ya sea por el cambio climático o por el hundimiento de los suelos, la primera línea de mangle, formada por el mangle rojo, podría quedar casi sepultada o morir, con lo cual la segunda línea de mangle negro sería la que enfrentaría el oleaje.

Esto implica que si bien el mangle rojo tiene raíces zancudas, que le permiten “anclarse” al fondo, especies como la llana o el mangle negro tienen raíces horizontales, por lo cual no resistirían el oleaje, que los arrancaría del suelo y por tanto habría un retroceso de la línea de costa.

Hasta el momento se han realizado muestreos en algunas áreas de varios países, fundamentalmente en Cuba en los cayos del archipiélago Sabana-Camagüey, para comprobar la salud de los manglares, y se han encontrado zonas donde estos, al desaparecer o debilitarse, han provocado la erosión de los suelos, pérdida del resto de la vegetación circundante y han posibilitado así la entrada del mar, situación que no es diferente en algunas zonas del litoral bonaverense.

En zonas tan aparentemente preservadas como la selva de mangle en las proximidades de la desembocadura de ríos como el Naya y el Cajambre, se puede apreciar la acción antrópica con la interrupción de una intensa aunque invisible actividad biótica que integra las comunidades orgánicas ecotonales en la línea costera.

La arena es un componente esencial cuya dinámica está estrechamente relacionada con la defensa de los ecosistemas costeros.

No solo es imprescindible proteger los mangles. También las dunas costeras sufren el impacto del cambio climático y las acciones humanas, que ocasionan la pérdida de flora y fauna y el corrimiento de la línea de la costa.

En este caso, además, el efecto mayor es paradójicamente sobre su principal enemigo, los seres humanos, ya que las construcciones sobre la arena quedan más expuestas a los embates furiosos del mar, y junto a ello, las zonas pierden poco a poco su atractivo natural como paisajes.

Las costas arenosas están bien representadas, con una enorme cantidad de sitios de dunas costeras que constituyen playas naturales. A estas se suman sitios en los numerosos cayos e islotes cuyo paisaje paradisíaco constituye un enorme atractivo (Fig. 4.3).

Su origen biogénico y el hecho de que sean llanuras marino-eólicas, propician que en estas se desarrolle una vegetación con características particulares, que varía de acuerdo con el tipo de duna, su altura, extensión, pendientes y orientación.

En la costa pacífica colombiana, el levantamiento de la Cordillera Occidental de los Andes desde el lecho marino, como ha señalado Mejía (2006), con sus formaciones ígneas lleva a la superficie gigantescos depósitos de nutrientes como las dolomitas de Vijes y de Yumbo, las diabasas frecuentes, las rocas manganésicas de Bolívar – Valle. Estos elementos fertilizan las aguas oceánicas que a su vez llevan esos nutrientes hacia la interface océano – continente para garantizar la formación de distintos hábitat que son fuente de vida y en cuyo ecotono numerosos organismos se agrupan en comunidades para iniciar su desarrollo desde las formas embrionarias hasta los juveniles que pueblan el océano y los ecosistemas costeros hasta distancias que pueden alcanzar miles de kilómetros.

Pero el paso incesante de los seres humanos y la deforestación que ocasionan las construcciones sobre la franja de arena, unidos a la contaminación ambiental inherente a la explotación comercial de un ecosistema, están provocando que las dunas pierdan los elementos que las protegen, y ante el empuje del mar, la arena se escurra hacia este y/o penetre tierra adentro, con el consiguiente daño a otros ecosistemas.



Fig. 4.3 Islotes en el pacífico colombiano bonaverense formados como consecuencia del avance del mar hacia la tierra (Foto de A. Méndez).

Y no solo esto causaría una gran afectación, incluso el «diente de perro», donde apenas crece la vegetación, también sufriría por el aumento del mar, como se afecta ya ante cada acción humana destructiva. En este caso, si bien las zonas altas no estarían tan expuestas, todo lo contrario sucedería en las bajas, que quedarían anegadas y por ende el mar, con su enorme energía penetraría más, obligando a reconceptualizar las áreas habitables y de desarrollo económico, aspecto que ya es una realidad en varios lugares específicos en los ecosistemas costeros en Buenaventura.

Sin pánico

Los especialistas aseguran que no hay por qué entrar en pánico. El previsible aumento del nivel del mar, como consecuencia del cambio climático global, es un fenómeno paulatino, y no de un día para otro, como lo han querido divulgar en algunas publicaciones y películas de ficción, lo que permite tomar todas las medidas oportunas que garanticen contrarrestar sus efectos negativos.

La primera de ellas es el nivel de cultura ecologista que tengan las sociedades y el sentido de pertinencia que se logre a través de una esmerada educación ambiental. Todas las personas hablan de los peligros del cambio climático y de las relaciones e interacciones en el ambiente, pero la mayoría lo ven como patrimonio del otro y actúan de manera contraria a lo que predicán y de lo que se trata, es de que cada cual desde su pequeño entorno proteja su pedazo de ambiente para que se globalice la protección consecuente y necesaria y no las causas que originan los desequilibrios ecológicos que son sinónimos de contaminación ambiental que a su vez es la fuerza que conduce hacia el cambio climático global.

No obstante, tampoco hay excusas para dormirse en los laureles, porque se trata de un proceso inexorable y que exhibe su prolongada continuidad en el tiempo, sin que hasta el momento se hayan encontrado alternativas para evitarlo, más allá de frenar las acciones depredadoras sobre el medio ambiente, que condicionan su aceleración.

Además, tampoco se puede dejar a un lado que además del crecimiento del mar, también actuarían otros fenómenos como la falta de precipitaciones, sequías y tormentas o temporadas ciclónicas fuertes, las cuales de una u otra forma actúan sobre ellos.

Ante esta disyuntiva, no hay más remedio que prepararse para defender la tierra del mar. De no hacerlo, se combinarían factores como el aumento del nivel del mar con fenómenos geomorfológicos que determinan la elevación de algunas zonas y la disminución del nivel en otras, debido a procesos de vasculación geológica.

Todos los ecosistemas reaccionan de alguna manera ante los cambios climáticos. Solo hay que ayudarlos propiciando un mejor cuidado al espacio físico y evitar que se sigan muriendo los mangles por causas naturales o por la acción antrópica o la vegetación de las dunas, e incluso restaurando zonas afectadas.

Las formaciones vegetales costeras bonaverenses no sólo están constituidas por diferentes especies de mangles. Son abundantes también un entramado integrado por bejucos, líquenes, hongo, helechos que constituyen un hábitat donde se desarrollan varias especies de moluscos, cangrejos, termitas, escorpiones, arañas de mar, pelícanos, garzas y otras aves marinas. Cada comunidad de individuos de los grupos señalados, según von Prahl (1989), han desarrollado mecanismos y estrategias exitosas en ecosistemas abiertos al mar y al continente.

En nombre de la civilización los manglares fueron considerados ambientes que albergaban mosquitos, jejenes y otros agentes causales de plagas que le conferían la condición de lugares dañinos, favorecedores de varias enfermedades. Unido a ello, el crecimiento y entrecruzamiento de múltiples y vigorosas raíces, ramas, follaje y otras formaciones estructurales acompañantes que forman una barrera impenetrable fueron suficientes argumentos para que se destarara una agresión implacable que ha conducido a la disminución de un elevado porcentaje de estas formaciones a las que en la actualidad se hace necesario rescatar, aunque generalmente, los daños producidos por acciones antrópicas en los ecosistemas son irreversibles y su reparación, puede durar muchos años y casi siempre no logran volver a la misma situación que tenían.

La diversidad climática y altitudinal de los Andes colombianos, según Mejía (2006), se corresponden con una enorme multiplicidad de nichos ecológicos y constituyen el asiento de la mayor biodiversidad del planeta y como una gran contradicción es la que coincide con la mayor destrucción ecológica. La región Pacífica colombiana cubre alrededor del 7 % del territorio nacional y es asiento de la mayor concentración de la cultura afrocolombiana correspondiendo al 98 % de la población regional. Esta región con una riqueza florística impresionante donde abundan los bosques tropicales húmedos con índices altos de temperatura proporciona hábitat y nichos ecológicos a numerosas especies pertenecientes a diferentes

grupos zoológicos, pero donde sin dudas, sobresale la entomofauna rica y diversa como fuente de relaciones benéficas y perjudiciales. Estas últimas representadas por un elevado número de especies que son agentes causales de plagas de los cultivos, donde no existe una cultura agraria potenciada además, por condiciones edafoclimáticas muy difíciles todo lo cual se conjuga para tener como resultante en las áreas rurales un significativo atraso socioeconómico.

No se trata solo de proteger la flora y la fauna, lo cual ya es extremadamente importante, sino también de preservar la primera defensa que tiene la naturaleza, ante un mar que tiende a expandirse peligrosamente como consecuencia de:

- La afectación de los principales ecosistemas marinos y costeros, con efectos negativos para el turismo, el abastecimiento de agua dulce, las pesquerías y la biodiversidad.
- Disminución gradual de la superficie emergida.
- Aumento de las áreas con humedales sumergidos y el desplazamiento de éstas tierra adentro.
- Incremento de la erosión costera, con consecuencias muy graves para las playas.
- Incremento de la salinidad de estuarios y acuíferos.
- Alteración de los patrones de sedimentación y aumento de la exportación de estos hacia la plataforma y el océano en detrimento de los arrecifes.

Las situaciones anteriormente enumeradas pueden ocurrir y para tomar las medidas oportunas que minimicen o eviten las consecuencias que para los seres humanos tienen, es necesario ser conscientes de las situaciones de riesgos que existen en los diferentes lugares. En primer lugar, hay que tener bien claro algunos conceptos como ¿Qué cosa es el riesgo? ¿Qué es riesgo natural?.

El riesgo se puede definir desde varios puntos de vista y con enfoques diferentes, sin embargo, Ballester (2009), lo conceptualiza como “la probabilidad de que un evento adverso ocurra durante un período determinado de tiempo, o resulte de una situación particular. Es la probabilidad de que ocurra o se presente un fenómeno natural o antropogénico destructivo en el ámbito de un sistema afectable. Es considerado también como el resultado de un proceso mental. El estímulo es el “peligro”, o sea el objeto o actividad con el potencial de ocasionar un perjuicio o causar un daño. Existen diversos enfoques sobre el concepto de riesgo, el cual puede estudiarse desde el punto de vista ambiental, social, cultural, de la salud pública, de la economía y la política.

Por otra parte, el riesgo natural es la probabilidad de que un espacio geográfico sea afectado por las consecuencias de distinta vulnerabilidad ante un proceso natural, que afectarán los asentamientos y las actividades humanas.

Para entender el concepto de riesgo es necesario considerar diversos aspectos, siendo relevantes los de carácter social y cultural y no solo tomar en consideración su valor cuantitativo de probabilidad, a los efectos de evitar falsas interpretaciones en el análisis e instrumentación de diversos programas de protección general.

Una de las fases importantes para el estudio y análisis de los riesgos es la percepción que las personas tengan sobre sus manifestaciones, efectos y consecuencias. Mientras no exista esa interiorización no será posible elaborar planes de defensa civil que logren en alguna medida frenar o minimizar el impacto del cambio climático.



BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Alayo, P. 1970. Catálogo de los Himenópteros de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. Inst. Cubano del Libro. La Habana. 218 pp.
2. Alayo, P. y L. R. Hernández. 1978. Introducción al estudio de los himenópteros de Cuba. Superfamilia *Chalcidoidea*. Dir. Pub. A:C:C: La Habana. 105 pp.
3. Anónimo. 1993. Libro del Génesis. Éxodo 8,10. Sociedades Bíblicas Unidas. México. D.F. p. 58-59.
4. Anónimo. 2007. La Industria y el agua. Boletín en Temas Ambientales de la Facultad de Matemática, Física y Computación. Universidad de La Habana. Pag. 2.
5. Arroyo, V. J. E. y Mireya Leytonc. 1999. Recursos Filogenéticos en Comunidades Negras del Río Cajambre: De la tradición a la evaluación. Revista Semillas No. 12.
6. Ayala, J. L.; L. Caballero, Margarita Quintero, Gladys Santiago, P. Bounnamasa, O. González, María de los Ángeles Zerpa. 2009. Finca agroecologica para producciones orgánicas en Pueblo LLano, Edo. Mérida. Venezuela.
7. Balcázar, A. V.; Andrés Vargas y Martha Lucía Orozco. 2009. ¿El camino a la modernización agropecuaria? Misión rural del proteccionismo a las aperturas Ganaderas y Agrícolas C E G A.
8. Ballester, J. 2009. Aspectos ambientales. SEDE Universitaria de Banes, Holguín. Cuba. 11 pp.
9. Bruner, C. S.; C. L. Scaramuzza y A. R. Otero 1975. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Segunda Edición revisada y aumentada. Inst. de Zoología. A. C. C. La Habana. Cuba. p. 1-399.

10. Burdeau, C. and M. Holbrook, 2010 Expert PP-gulf-oil-spill-68000-square-of.html SkyTruth. Associated Press.
11. C. V. C., 2010. No hay garantías para diagnósticos. El País. Año 66. No. 21740. 20 de Septiembre. ISSN: 184- 89IX. Santiago de Cali, Colombia. Pág. A4.
12. Chaves, Anny.1994. Los metales contaminantes Área de Biología Celular Departamento de biología ambiental y Salud Pública Facultad de Ciencias Experimental Universidad de Huelva.
13. Cifuentes, K. B. L. 2010. La seguridad y la autonomía alimentaria en las comunidades negras en la cuenca del pacifico colombiano. Universidad del Pacífico. Depositada en la biblioteca de la Unipacífico. Buenaventura-Valle, Colombia.
14. Clarín. 1996. Enciclopedia Visual de la Ecología... Buenos Aires. Módulos de Educación ambiental para docentes EGB. Inédito. PRODIA.
15. Córdova, R. R. 2007. Gestión Ambiental de Empresas. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN - MANAGUA) Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador. Escuela de Economía Agrícola. Universidad de Holguín, Cuba.
16. De Zayas, F. 1989. Entomofauna Cubana. Editorial Científico-Técnica. La Habana. Cuba. Tomo VI. 183 pp.
17. Díaz, G.E. 2010. Efectos adversos en la salud por la contaminación en Bogotá. Disponible en http://armadrgdiaz/ecosalud/efectos_
18. Dingman S. L. 1994. Physical hydrology Prentice-Hall,
19. Eagleson, P. Dynamic hydrology, McGraw-Hill. 1970
20. Editorial. 2007. El agua, recurso de vital importancia. Aves amenazadas en nuestro país.

- Conozca al humedal más grande del Caribe. Año 1, Número 1 EcoCalendario. Octubre.
21. Enkerlin, E. C.; G. Cano, R. A. Garza y E. Vogel.1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional Thomson Editores. México.
 22. González, R. T.; D. Torres, V. H. Moreno y F. Molineros. 2009. Viveros del Pacífico. Agrupación de Viveristas del Consejo Comunitario del Alto y medio río Dagua. Universidad del Pacífico- Fundación Danza & Vida- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.
 23. Gutiérrez, A. 1994.La Luna y las mareas. Laboratorio de Oceanografía, UNA, Ocean.
 24. Janzen, D.H.1975. Ecology of plants in the tropics. Edward Arnold, London, 66 pp.
 25. Jurjevic, A. 1996. El desarrollo sustentable. Una mirada actualizada. Rev. Agroecología y Desarrollo. CLADES. No. 10. p.10-17.
 26. Kaimowitz, D. 1996. El avance de la agricultura sostenible en América Latina. Rev. Agroecología y Desarrollo. CLADES. No. 10. p. 2-9.
 27. Kolmans, E. y D. Vásquez. 1999. Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Grupo de Agricultura Orgánica de la ACTAF. Ciudad de La Habana, Cuba. 150 pp.
 28. Llanes, J. R. 1999. Políticas Económicas Ambientales. Editorial de Ciencias Sociales. Economía. La Habana. 172 pp.
 29. Méndez, B. A. 2002. Principales insectos que atacan a las plantas económicas en Las Tunas, Cuba. REDUNIV - MES. 348 pp.
 30. Méndez, B. A. 2002. Agroentomofauna principal y aspectos bioecológicos de las especies de importancia económica en la provincia de Las Tunas. Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas, 100 p. Tesis doctoral depositada en la Biblioteca.

31. Mejía, G. M. Agricultura y Ganadería orgánicas a condiciones colombianas: Retorno de los pobres al campo. Mario Mejía Gutiérrez Editor. 310 pp.
32. Metcalf, C. L. y W. P. Flint. 1965. Insectos Destructivos e Insectos Útiles. Edición Revolucionaria. Inst. Cubano del Libro (traducción de la 4ta ed. en inglés). La Habana Cuba. 1208 pp.
33. Monge, J.; Gómez E, P.; Rivas, R., M. 2002. Biología general Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
34. Monge-Nájara, J.; A. Retana y J. Arias. 1990. Distribución de insectos escama (*Homoptera:Coccidae*) en cítricos y eclosión del parasitoide *Aphytis* (*Hymenoptera:Aphelinidae*). Revista de Ciencias Agrícolas. Universidad de Costa Rica. 14(2):241-245.
35. Monge - Nájara, J. y Patricia Gómez Figueroa. 2003. El parasitismo y el comensalismo en los ecosistemas tropicales. Biocenosis Vol. 17 (2) 38 – 40.
36. Moreno, Claudia E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad & T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. ISSN: 1576 – 9526. Primera edición.
37. Percedo, Abreu María Irian y Mayra G. Rodríguez. 2009. VI Seminario Internacional de Sanidad Vegetal, Septiembre de 2008. Palacio de las Convenciones. Resúmenes. C. de La Habana. Cuba.
38. Restrepo J. R. 2005. Fundación Juqira Candirú. Colombia-Brasil-México.
39. Rosset, P. y M. Altieri. 1994. Agricultura en Cuba. Una experiencia nacional en conversión orgánica. Rev. Agroecología y Desarrollo. CLADES. No. 7. p. 29-31.
40. Stevens, G.C. 1987. Lianas as structural parasites: the *Bursera simaruba* example. Ecology 68:77-81.

41. Tuk, J. 1994. La Luna y la madera. Estudio de efectos del período de corte en la calidad de la madera. Xiloquímicas de Costa Rica S.A.
42. Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3): 213-251.
43. U.C.L. V. 2006. Conferencias sobre Contaminación Ambiental. Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas. Cuba.
44. Vázquez, L. 1979. Principales plagas de insectos en los cultivos económicos de Cuba. Dpto. de Zoología. INISAV. Rev. Ciencia y Técnica en la Agricultura. MINAGRIC. Ciudad de La Habana. Cuba. 2(1):61-75.
45. Vázquez, L. L. 2003. Manejo Integrado de Plaga. Preguntas y respuestas para extensionistas y agricultores. INISAV. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana, Cuba. 566 pp.
46. Von Prael, H. 1989. Manglares de Colombia. Villegas editores. Bogotá. 203 pp.
47. Wallace, J. H. P. V. 1977Hobbs Atmospheric science, an introductory survey, Academic Press, San Diego



Alberto Mándaz Barcalá

El Dr. Alberto Mándaz Barcalá, MSc., es un destacado especialista con vasta experiencia en la sanidad vegetal y en temas relacionados con el ruidido y la protección del medio ambiente, se desempeña como Profesor Titular de Entomología en la Universidad de Las Tunas, Cuba. Prevé la cátedra de Medio Ambiente en esa Universidad y representa a la Comisión Nacional de Medio Ambiente del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba en la Universidad de las Tunas. Es profesor de Entomología y Geomorfología en la Universidad del Pacífico en la ciudad de Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia. Ha dirigido y participado en la ejecución de numerosas investigaciones en el campo de la entomología aplicada con sus estudiantes produciendo científicos.



Universidad del Pacífico
Ley 65 de 1988 - Código ICJES 1122 de 1996
Comité de Gestión para la Investigación