

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de cultivos anuales

Introducción

Las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión¹. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. En el caso de proyectos complejos, es probable que deban usarse las guías aplicables a varios sectores industriales, cuya lista completa se publica en el siguiente sitio web: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>.

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes,

podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas.

La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia.

En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las guías, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Si corresponde utilizar niveles o indicadores menos rigurosos en vista de las circunstancias específicas del proyecto, debe incluirse como parte de la evaluación ambiental del emplazamiento en cuestión una justificación completa y detallada de cualquier alternativa propuesta, en la que se ha de demostrar que el nivel de desempeño alternativo protege la salud humana y el medio ambiente.

Aplicabilidad

El presente documento contiene información relativa a la producción comercial a gran escala de los principales cultivos anuales, entre los que se incluyen cereales, leguminosas, raíces y tubérculos, oleaginosas, plantas textiles, hortalizas y cultivos forrajeros en regiones de clima templado, subtropical y tropical. El Anexo A contiene una descripción completa de las actividades

¹ Definida como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente, así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

de este sector industrial. Las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de cultivos de plantación abordan la producción de estos cultivos. En las guías sobre MAAS para la elaboración de alimentos y bebidas se presenta la información correspondiente al procesamiento de cultivos. Este documento está dividido en las siguientes secciones:

- Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria
- Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño
- Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales
- Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria
- Anexo B: Consumo de nutrientes
- Anexo C: Consumo de agua

1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a la producción de cultivos anuales, así como recomendaciones para su manejo. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** ofrecen recomendaciones adicionales para el manejo de las cuestiones de este tipo que son comunes a todos los sectores industriales.

1.1 Medio ambiente

Entre las cuestiones ambientales relativas a la producción de cultivos anuales se incluyen principalmente las siguientes:

- Presión sobre los recursos hídricos
- Erosión del suelo y pérdida de capacidad productiva
- Uso de plaguicidas
- Eutroficación de los medios acuáticos
- Impacto sobre la biodiversidad
- Rastrojos y otros residuos sólidos
- Emisiones a la atmósfera

Presión sobre los recursos hídricos

El manejo del agua para la producción de cultivos anuales debe tratar de optimizar el rendimiento de éstos al tiempo que mantiene la cantidad y calidad de los recursos hídricos. Las aguas superficiales o subterráneas empleadas en el riego deben cumplir con los principios de manejo integral del agua, que se atienen a las siguientes recomendaciones²:

- Determinar la cantidad y calidad del agua que se precisa para producir las cosechas

- Evaluar la capacidad de los recursos de aguas subterráneas o superficiales y colaborar con las instituciones nacionales o regionales para garantizar que el proyecto tenga en cuenta los planes ya existentes o en proceso de elaboración para el manejo y seguimiento del agua
- Seleccionar aquellos cultivos que sean compatibles con el agua disponible
- Siempre que sea posible, aprovechar al máximo el uso de las precipitaciones existentes (“captación de aguas de lluvia”) mediante:
 - La reducción de aguas de escorrentía empleando métodos tales como el laboreo de conservación, el cultivo en bancales y la formación de caballones adaptados al contorno del terreno
 - La desviación de aguas desde el área de captación a los propios cultivos (desviando las aguas de avenidas procedentes de cauces estacionales, dirigiendo el agua de escorrentía con muros bajos y desviando el agua desde carreteras y caminos hacia los cultivos), con el fin de almacenar agua en el suelo y reducir el impacto de los períodos breves de sequía
 - El almacenamiento en tanques, embalses, cisternas y presas de tierra de las aguas de escorrentía generadas durante los períodos lluviosos para utilizarlas durante los períodos secos
- Adoptar medidas para el ahorro del agua de riego:
 - Reducir la evaporación, evitando el riego a mediodía y empleando técnicas de riego por goteo (si procede), o bien utilizando riego “subarbóreo” en lugar de riego por aspersión
 - Reducir las pérdidas por infiltración mediante el revestimiento de canales o la utilización de conductos cerrados
 - Controlar la proliferación de malas hierbas en las franjas interlíneas y mantenerlas secas

² FAO (2002a).

- Evitar el exceso y el defecto de riego para reducir las posibilidades de salinización del suelo
- Conservar la vegetación en los lindes de los canales y sistemas de drenaje y
- Mantener un registro de manejo del agua que incluya datos sobre precipitaciones, lluvia y evaporación, así como tiempos y volumen de riego, para poder definir las tendencias a largo plazo en el uso de agua.

Erosión del suelo y pérdida de capacidad productiva

La erosión del suelo puede ser consecuencia de un deficiente manejo, especialmente debido al uso excesivo de maquinaria y a las prácticas agrícolas intensivas. La erosión del suelo puede verse agravada por las lluvias fuertes, las tormentas y las pendientes pronunciadas o taludes de cierta magnitud, pudiendo contribuir a su vez a la subsiguiente sedimentación en aguas superficiales. El manejo del suelo debe prevenir o minimizar la pérdida de capacidad productiva y la sedimentación en las aguas superficiales. Las prácticas para prevenir la pérdida de suelo incluyen³:

- Practicar el manejo integrado de los nutrientes (MIN) para evitar el agotamiento o la acumulación de nutrientes
- Elegir cultivos adecuados o adaptados a las condiciones climáticas y del suelo
- En zonas de pendientes pronunciadas, estudiar atentamente las zonas de plantación para que la dirección de las mismas se ajuste al perfil del terreno para así evitar la erosión ocasionada por las precipitaciones o el riego
- Emplear barreras de piedra, barreras vegetales transversales, bancales o canales de drenaje y derivación para prevenir la erosión provocada por el viento y el agua

- Utilizar la maquinaria adecuada para evitar la compactación del suelo provocada por el uso de maquinaria excesivamente pesada
- Evitar la utilización de agua excesivamente salina para prevenir la salinización⁴
- Utilizar cubiertas vegetales o cultivos intercalados y cortavientos para mitigar la erosión originada por el viento y las lluvias fuertes
- Incrementar el contenido en materia orgánica del suelo empleando materiales orgánicos como los rastrojos, el compost y el estiércol para proteger físicamente el suelo del sol, la lluvia y el viento a la vez que se nutre la biota del suelo. Antes de implementar esta práctica debe tenerse en cuenta la posible propagación de plagas.
- Estudiar la posibilidad de añadir cal al suelo para compensar la acidificación generada por el depósito de ácidos y los fertilizantes y mantener estables los niveles de pH,
- Antes de utilizarlos para mejorar el suelo, evaluar el impacto que podrían tener sobre el suelo y los recursos hídricos materiales de desecho tales como el estiércol y los lodos debido a la presencia de contaminantes (por ejemplo, metales pesados, nitrógeno, fósforo y agentes patógenos)

Uso de plaguicidas

El principal objetivo del manejo de plagas no debe ser la erradicación indiscriminada de todos los organismos, sino controlar aquellas plagas y enfermedades que puedan perjudicar a la producción de cultivos anuales. Estas plagas deberán mantenerse por debajo del umbral que resulte perjudicial en términos económicos y ambientales. Otro de los objetivos del manejo de los plaguicidas debe ser evitar que

³ Se puede encontrar más información, por ejemplo, en FAO 2000, Guideline on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools.

⁴ Para una discusión sobre el agua apta para el riego, ver FAO (1992), capítulo 4 de *The Use of Saline Waters for Crop Production*.

migren a otros terrenos o medios acuáticos, incorporando su uso como parte de la estrategia de manejo integrado de plagas (MIP) debidamente documentada en el correspondiente plan de manejo de plaguicidas (PMP). Cuando se diseñe e implemente una estrategia para el MIP, se tendrán en cuenta las siguientes fases, dando preferencia a las estrategias alternativas para el manejo de plagas y recurriendo sólo en última instancia al uso de plaguicidas químicos sintéticos.

Alternativas a la aplicación de plaguicidas

Siempre que sea factible, deberían tenerse en cuenta las siguientes alternativas a los plaguicidas:

- Proporcionar capacitación sobre identificación de plagas, malas hierbas y reconocimientos de campo al personal encargado de aplicar los plaguicidas
- Rotar los cultivos para reducir la presencia de plagas y malas hierbas en el ecosistema del suelo
- Utilizar variedades de cultivo resistentes a las plagas
- Emplear el control mecánico de malas hierbas y/o tratamientos herbicidas térmicos
- Fomentar el uso de organismos beneficiosos tales como insectos, pájaros, ácaros y agentes microbianos para el control biológico de las plagas
- Proteger a los enemigos naturales de las plagas proporcionándoles un hábitat favorable, como por ejemplo arbustos que puedan servir de puntos de nidificación y otras clases de vegetación original que albergue a los depredadores naturales de las plagas
- Utilizar animales para pastar en esas zonas y así manejar la cubierta vegetal
- Emplear controles mecánicos tales como trampas, barreras, luz y sonido para eliminar, desplazar o repeler las plagas

Aplicación de plaguicidas

Si se justifica la aplicación de plaguicidas, los usuarios implicados deben adoptar las siguientes medidas de precaución:

- Capacitar al personal en la aplicación de plaguicidas y asegurarse de que obtengan las certificaciones pertinentes o la capacitación equivalente en aquellos casos en los cuales no se exija certificación⁵ ⁶
- Revisar las especificaciones del fabricante sobre la dosis o tratamiento máximo recomendado, así como los informes publicados sobre el empleo de la dosis mínima de plaguicida sin pérdida de efectividad (como por ejemplo DAAS 2000), y aplicar estas dosis mínimas efectivas
- Aplicar plaguicidas sobre la base de criterios como las observaciones de campo, los datos meteorológicos, el calendario de tratamiento y la dosis, manteniendo al mismo tiempo un registro sobre el uso de plaguicidas para consignar esta información
- Evitar el uso de plaguicidas incluidos en las clases 1a y 1b (según su grado de peligro) de acuerdo con la Clasificación Recomendada de los Plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud
- Evitar el uso de plaguicidas incluidos en la clase II (según su grado de peligro) de la Clasificación Recomendada de los Plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud en caso de que el país donde se lleve a cabo el proyecto careciera de restricciones relativas a la distribución y uso

⁵ En EE.UU., la Agencia de Protección Ambiental (EPA) (2006) proporciona ejemplos de programas de certificación. Esta entidad define los plaguicidas como "no clasificados" o "restringidos" y exige que los empleados responsables de la aplicación de plaguicidas no clasificados estén capacitados según las Normas de Protección para el Trabajador (Parte 170 del Título 40 del Código de Reglamentos Federales) sobre Plaguicidas Agrícolas. Además, establece que los plaguicidas restringidos sean aplicados por una persona certificada para ello o bien en presencia de la misma.

⁶ En OMS (2005) se puede encontrar más información sobre la clasificación de los plaguicidas peligrosos.

de estas sustancias químicas, o si éstas pudieran estar al alcance de personal sin la capacitación, equipo e instalaciones adecuados para almacenar, aplicar y eliminar adecuadamente estos productos

- Evitar el uso de los plaguicidas enumerados en los Anexos A y B del Convenio Estocolmo, excepto en las condiciones especificadas por dicho convenio, y de aquellos plaguicidas sujetos a prohibición internacional o eliminación gradual^{7 8}
- Utilizar exclusivamente aquellos plaguicidas fabricados con licencia y registrados y aprobados por las autoridades pertinentes y de conformidad con el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)⁹;
- Utilizar exclusivamente los plaguicidas etiquetados según las normas y reglamentos internacionales, como las Directrices revisadas para el etiquetado correcto de los plaguicidas elaboradas por la FAO¹⁰
- Emplear las tecnologías y prácticas diseñadas para reducir la dispersión y escorrentías no intencionadas tal y como se indica en el programa de MIP y siempre en condiciones controladas
- Mantener y calibrar el equipo de aplicación de plaguicidas conforme a las recomendaciones del fabricante. Utilizar equipos que estén registrados en el país en que se han de emplear¹¹

- Establecer zonas o franjas de protección sin tratar en la proximidad de fuentes de agua, ríos, arroyos, estanques, lagos y zanjas para proteger los recursos hídricos
- Evitar la utilización de plaguicidas asociados con problemas y amenazas ambientales localizados.

Manejo y almacenamiento de plaguicidas

Para evitar la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas o superficiales debido al vertido accidental durante el traslado, la mezcla y el almacenamiento de los plaguicidas se deberán seguir las recomendaciones relativas al almacenamiento y manipulación de materiales peligrosos formuladas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Entre las recomendaciones adicionales se incluyen las siguientes:

- El almacenamiento de plaguicidas debe realizarse en su envase original, en lugares especialmente destinados a ese fin, secos, frescos, sin escarcha y bien aireados, que puedan cerrarse e identificarse adecuadamente con las pertinentes señales y cuyo acceso esté restringido al personal autorizado¹². En estos lugares no deberán almacenarse alimentos para consumo humano o animal. El diseño de estos almacenes deberá incluir también medidas de contención de vertidos y su ubicación tendrá en cuenta las probabilidades de contaminación del suelo y los recursos hídricos
- Sólo el personal formado realizará la mezcla y transferencia de plaguicidas, siempre en zonas ventiladas y bien iluminadas, empleando contenedores diseñados exclusivamente para este fin.
- Los contenedores no deben emplearse para otros fines (por ejemplo, para agua potable). Los contenedores

⁷ Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (2001).

⁸ Por ejemplo, la eliminación del bromuro de metilo para el año 2015 en virtud del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

⁹ FAO (2002c).

¹⁰ FAO (2002c).

¹¹ Remitirse a las normas relativas al registro y certificación de nuevos equipos de aplicación de plaguicidas vigentes en el país en que se han de utilizar. En FAO (2001) se proporciona más información al respecto.

¹² FAO (2002c).

contaminados deberán manipularse como si fueran residuos peligrosos y tratarse como tales. La eliminación de contenedores contaminados con plaguicidas debe efectuarse conforme a las directrices de la FAO y a las instrucciones del fabricante¹³

- Adquirir y almacenar sólo los plaguicidas que sean estrictamente necesarios y rotar las existencias empleando el principio del “primero en llegar, primero en salir” para impedir que los plaguicidas sobrepasen su fecha de caducidad¹⁴. Por otra parte, deberá evitarse en todo caso el uso de plaguicidas que sobrepasen su fecha de caducidad¹⁵. Se elaborará un plan de manejo que incluya medidas destinadas a la contención, almacenamiento y destrucción final de todas las existencias obsoletas según las directrices establecidas por la FAO y los compromisos adquiridos por cada país en virtud de los convenios de Estocolmo, Rotterdam y Basilea
- Recoger el agua destinada al lavado de equipos para su reutilización (por ejemplo, para diluir plaguicidas idénticos a concentraciones empleadas en la aplicación)
- Garantizar que el equipo de protección personal empleado durante la aplicación de plaguicidas se lave o deseche de forma ecológicamente responsable
- Establecer distancias mínimas de alejamiento de las bocas de los pozos de aguas subterráneas para la aplicación y el almacenamiento de los plaguicidas
- Mantener registros sobre el uso y la eficacia de los plaguicidas

¹³ Ver las Directrices de la FAO para la eliminación de residuos de plaguicidas y de envases de plaguicidas.

¹⁴ Ver FAO (1996).

¹⁵ Ver la publicación de la FAO sobre el almacenamiento de plaguicidas y el manual sobre control de inventarios. FAO Pesticide Disposal Series No. 3 (1996).

Eutroficación de los medios acuáticos

Las estrategias de manejo de nutrientes¹⁶ deberían tratar de optimizar el rendimiento de los cultivos y al mismo tiempo mantener y mejorar los nutrientes del suelo. Estas estrategias deberían aplicarse como parte de un programa de MIN orientado a prevenir, reducir o controlar la contaminación de los recursos freáticos y la eutroficación de las aguas superficiales resultantes de la escorrentía y de la lixiviación del exceso de nutrientes para cultivos. Los momentos de mayor riesgo de escorrentía y lixiviación pueden coincidir o producirse inmediatamente después del tratamiento si no se han incorporado los nutrientes al suelo, así como durante períodos de lluvias copiosas que pueden provocar rápidas escorrentías.

Para diseñar y aplicar una estrategia de MIN deben seguirse los siguientes pasos, que incluyen evaluar la necesidad de aplicar nutrientes a los cultivos, cumplir un plan recomendado de aplicación de nutrientes para cultivos con su correspondiente plan posterior a la aplicación y definir la manipulación y el almacenamiento de estos nutrientes.

Evaluación de la necesidad de aplicar nutrientes a los cultivos

Para evaluar la necesidad de aplicar nutrientes y reducir su uso, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Compensar la aplicación de nutrientes conforme a las recomendaciones del MIN, lo que implica el uso limitado o nulo de laboreo, el reciclaje de nutrientes, la preparación del suelo y la siembra en una pasada, teniendo siempre en cuenta la posibilidad de un aumento del consumo de plaguicidas
- Emplear métodos de rotación de cultivos para facilitar el cultivo de leguminosas capaces de fijar el nitrógeno

¹⁶ Roy et al. (2006).

- Utilizar plantas para cubrir el suelo, especialmente durante los períodos de barbecho y en regiones húmedas, para así reducir la pérdida de nutrientes
- Introducir en el suelo materiales procedentes de residuos orgánicos en lugar de recurrir a la quema
- Evitar la fertilización excesiva, analizando el suelo antes de la estación de crecimiento, y calcular la cantidad adicional de nutrientes vegetales que será necesaria para producir los cultivos
- Evaluar la necesidad de aplicar nutrientes a los cultivos realizando observaciones en parcelas testigo
- Evaluar la acidez del suelo, un elemento clave para lograr la máxima absorción de fosfatos
- Proporcionar formación en MIN a los operadores agrícolas de acuerdo con los principios y manuales de prácticas agrícolas publicados¹⁷.
- Utilizar la fertigración en horticultura, que consiste en añadir pequeñas cantidades de fertilizante al agua de riego. Esta práctica exige un manejo muy minucioso y se usa principalmente en la producción de cultivos de invernadero
- Programar la aplicación de nutrientes para cultivos basándose en los datos meteorológicos disponibles para evitar siempre que sea posible su aplicación durante los períodos de lluvia
- Emplear el equipo técnico adecuado para pulverizar estiércol
- Establecer zonas de protección, franjas y zonas “sin tratar” junto a las fuentes de agua, ríos, arroyos, estanques, lagunas, lagos y zanjas que hagan las veces de filtro para captar las posibles aguas de escorrentía del terreno, e
- Implementar los correspondientes planes y documentación de MIN, que pueden incluir un registro de fertilizantes que contenga los siguientes datos:
 - Fechas de compra y uso, cantidad de fertilizante empleado por campo/hectárea, finalidad de uso y condiciones meteorológicas durante la aplicación
 - Tasa de aplicación de nutrientes durante la fase de crecimiento de los cultivos
 - Calendario de mantenimiento del equipo para garantizar una dosificación efectiva.

Aplicación de nutrientes para cultivos

En caso de prescribirse la aplicación de nutrientes para cultivos, se recomiendan las siguientes medidas para reducir los impactos ambientales:

- Aplicar siempre que sea posible materia orgánica (por ejemplo, estiércol), en lugar de fertilizantes químicos
- Incorporar estiércol en el suelo o aplicarlo entre cultivos para aumentar el aprovechamiento de los nutrientes por parte de las plantas y reducir así la pérdida de nutrientes y la contaminación. No se aplicará estiércol sólido o líquido directamente en las zonas de pastoreo o de cultivos comestibles. En las zonas de ganadería intensiva, hay que recordar que los terrenos destinados a cultivos agrícolas se emplean a menudo como estercoleros, con el consiguiente riesgo de fertilización excesiva

Manipulación y almacenamiento de nutrientes para cultivos

Para prevenir, reducir y controlar la posible contaminación de suelos, aguas subterráneas y aguas superficiales provocada por vertidos accidentales durante la transferencia, mezcla y almacenamiento de nutrientes, éstos se almacenarán y manipularán de conformidad con las recomendaciones sobre manejo de materiales peligrosos contenidas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Los fertilizantes se almacenarán en su envase original y en un lugar específicamente destinado a este uso, que pueda cerrarse e

¹⁷ Ver FAO (2000).

identificarse adecuadamente con señales y cuyo acceso esté restringido al personal autorizado.

Impacto sobre la biodiversidad

De no manejarse adecuadamente, los métodos de cultivo modernos, intensivos y convencionales pueden causar impactos negativos para la biodiversidad. Las principales amenazas al ecosistema que deben afrontarse en el ámbito de las explotaciones agrícolas incluyen:

La pérdida de recursos y variabilidad genéticos

El personal responsable de las operaciones de producción de cultivos anuales debe ser consciente de las cuestiones relacionadas con la biodiversidad en el ámbito de la explotación agrícola (lo que también se denomina biodiversidad agrícola), así como de otras más generales y también relacionadas con la biodiversidad de la zona en que se halla la explotación. Para preservar la biodiversidad agrícola en las explotaciones, deben adoptarse las siguientes medidas:

- Cuando sea posible, maximizar la reutilización de los rastrojos de cultivos anteriores dejándolos en la superficie del suelo. Antes de implementar esta práctica se sopesarán las posibilidades de propagación de plagas
- Reducir la fase de preparación del suelo para mantener la estructura de los ecosistemas del suelo (promoviendo por ejemplo estrategias de laboreo mínimo o nulo);
- Utilizar los lindes para crear corredores para la flora y fauna silvestre en torno a los campos dedicados a la producción de cultivos anuales
- Establecer zonas de aislamiento en aquellas explotaciones agrícolas colindantes con zonas silvestres de interés particular para el medio ambiente y la investigación

- Supervisar periódicamente la salud del suelo, determinando por ejemplo la población de especies bioindicadoras de la macrofauna, como es el caso de la población de lombrices de tierra
- Utilizar semillas certificadas que no contengan semillas procedentes de especies invasivas no autóctonas y que cumplan con las recomendaciones del fabricante relativas a las especies y diámetro de las semillas
- Garantizar la protección de los enemigos naturales de las plagas proporcionándoles hábitats favorables tales como setos, refugios y vegetación original que alberguen a estos depredadores de plagas y
- Promover prácticas agrícolas orgánicas siempre que sea posible¹⁸

Para contribuir a la preservación de la biodiversidad regional se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Antes de dedicar un terreno a la producción de cultivos anuales, inspeccionar la zona del proyecto para identificar, clasificar y definir los tipos de hábitat existentes, ya sean naturales o modificados, y establecer su valor para la biodiversidad regional o nacional
- Garantizar que los hábitats naturales o modificados que se dedicarán a la producción de cultivos anuales no constituyan hábitats críticos, incluidos aquéllos que alberguen especies en peligro de extinción o que constituyan zonas relevantes para la reproducción, alimentación y refugio de la fauna y la flora
- Identificar la presencia de especies en peligro de extinción en aquellas zonas ya dedicadas a la producción de cultivos anuales y tenerlas en cuenta durante los procesos de manejo y

¹⁸ Para más información sobre la agricultura orgánica, ver IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Biológica) (2005).

- Provocar mínimas perturbaciones durante la cosecha o recolecta en las zonas circundantes

Organismos modificados genéticamente (OMG), especies invasivas y plagas

La introducción de cultivos de OMG suscita preocupaciones de tipo ambiental, entre ellas la transferencia de los genes introducidos a otras especies (malas hierbas y otras plantas invasivas), su impacto imprevisible sobre los insectos beneficiosos o una mayor resistencia a las plagas. Otra inquietud relacionada con la introducción o exportación de plantas y productos vegetales es la posibilidad de introducir plagas.

Se estudiará si la introducción de cultivos de OMG cumple con la normativa del país anfitrión para estos casos. De no existir un marco normativo en el país anfitrión, se evaluarán los posibles impactos y riesgos asociados a la introducción de OMG, prestando especial atención a los posibles comportamientos invasivos e identificando las medidas de mitigación adecuadas¹⁹. La posible introducción de plagas se debería controlar mediante la aplicación de las Normas internacionales para medidas fitosanitarias²⁰.

Rastrojos y otros residuos sólidos

La mayor parte de los residuos generados durante la producción de cultivos son los propios rastrojos, aunque los

desechos de mayor impacto suelen ser los envases de plaguicidas y los plaguicidas que haya sobrepasado su fecha de caducidad y estén caducados. Las siguientes son las medidas de prevención y control de los posibles impactos resultantes de la generación de estos residuos:

- Reciclar los rastrojos y otros materiales orgánicos dejando que éstos permanezcan en los campos, ya sea como material para la labor o para generar compost. Antes de implementar esta práctica se deberán evaluar las posibilidades de propagación de plagas
- Reutilizar los rastrojos como combustible térmico en instalaciones bioenergéticas, como sustrato en las plantas de fermentación y como materia prima en las biorefinerías;
- Limpiar (por ejemplo, mediante la técnica del triple lavado) y desechar (mediante su prensado, trituración o devolución al distribuidor) los envases y contenedores de plaguicidas para garantizar que no se utilicen más adelante como contenedores de alimentos o de agua potable²¹; las soluciones de lavado deberían recuperarse para ser reutilizadas como agentes de dilución o almacenarse para su posterior eliminación, como especifican las directrices de la FAO²², y
- Manejar los plaguicidas caducados o inutilizables como residuos peligrosos, de acuerdo con las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** y las directrices de la FAO para el manejo de plaguicidas inutilizables o caducados^{23 24}.

Emissiones a la atmósfera

¹⁹ Remitirse a los compromisos contraídos por el país anfitrión en virtud del Convenio sobre la Diversidad Biológica, disponible en <http://www.biodiv.org/default.shtml>. En el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (<http://www.biodiv.org/biosafety/default.aspx>) se establecen las normas internacionales sobre la evaluación de los riesgos.

²⁰ Ver la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (<https://www.ippc.int/IPP/En/default.jsp>) y las 27 directrices de las Normas internacionales para medidas fitosanitarias (2006). Remitirse también al Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC (http://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm).

²¹ FAO (2002c).

²² FAO (2002c).

²³ FAO (1999).

²⁴ En caso de que la eliminación de plaguicidas implique su transporte al exterior, el proyecto debe garantizar el cumplimiento de los compromisos adquiridos por el país en virtud de los convenios de Estocolmo, Rotterdam y Basilea.

Las emisiones a la atmósfera se asocian principalmente con las emisiones de subproductos generados por la combustión de carburante e incluyen dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), óxido de nitrógeno (NO_x) y partículas. Estas emisiones se producen a consecuencia del funcionamiento de equipos mecanizados o de los subproductos de la combustión generada durante los procesos de eliminación o destrucción de rastrojos. Si los cultivos han sido tratados con plaguicidas clorados, los residuos pueden contener dioxinas y furanos. Las emisiones de gases de efecto invernadero, incluidos el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el amoníaco (NH₃), pueden tener su origen en el uso de fertilizantes o en las condiciones del suelo asociadas a ciertos cultivos como el arroz. Los fuertes vientos y las temperaturas elevadas pueden llegar a volatilizar el amoníaco y el óxido nitroso.

Entre las medidas de prevención y control recomendadas se incluyen las siguientes:

- Manejar las emisiones procedentes de maquinaria agrícola según las recomendaciones contempladas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** para fuentes fijas y móviles de contaminación atmosférica
- Siempre que sea posible, utilizar biocombustibles en lugar de energía a partir de combustibles fósiles para reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero
- Adoptar métodos de cultivo de laboreo mínimo para incrementar la capacidad de almacenamiento de carbono de los suelos
- Preferir las técnicas de secado al sol en el caso de los cultivos que requieren secado
- Reducir las emisiones de partículas evitando quemar en los campos la paja y otros materiales orgánicos y empleando materia orgánica para proteger el suelo de la erosión del viento durante y después de las actividades de preparación del suelo

- Evitar las emisiones no intencionadas de contaminantes orgánicos persistentes (COP), eludiendo prácticas como la quema al aire libre de residuos agrícolas tratados con pesticidas
- Reducir las emisiones de amoníaco y óxido nitroso mediante²⁵
 - Una menor concentración de amoníaco y nitratos en el suelo
 - La aplicación de inhibidores de la desnitrificación
 - Una mayor aireación del suelo y
 - La incorporación al suelo de estiércol y fertilizantes con amoníaco y urea mediante técnicas tales como la inyección de estiércol, la aplicación de fertilizantes a profundidades adecuadas, el uso de súper gránulos en los campos inundados de arroz, etc.

1.2 Higiene y seguridad en el trabajo

Los problemas asociados con la higiene y la seguridad en el trabajo en la producción de cultivos anuales incluyen entre otros:

- Los riesgos físicos
- El acceso a espacios cerrados
- Los riesgos químicos y
- Los riesgos de incendio y explosión

Riesgos físicos

Maquinaria y vehículos

Los accidentes pueden producirse debido al uso de maquinaria y vehículos como tractores, cosechadoras y otras máquinas de uso frecuente en las explotaciones agrícolas. Además, los trabajadores están expuestos a los impactos relacionados con el ruido de las máquinas en funcionamiento, especialmente en los espacios más confinados de las explotaciones agrícolas o durante el desempeño de las labores agrícolas, que pueden

²⁵ Roy et al. (2006).

resultar físicamente pesadas y a menudo verse agravadas por movimientos repetitivos. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** analizan los impactos sobre la seguridad y la higiene en el trabajo y los controles relativos a la operación y reparación de equipamiento y vehículos.

Espacios cerrados

Los riesgos para la higiene y la seguridad en el trabajo asociados a los espacios cerrados en las explotaciones agrícolas (por ejemplo, fosas de estiércol, silos, tolvas, tanques de agua o espacios insuficientemente ventilados) incluyen el riesgo de asfixia, principalmente a causa de la acumulación de metano. El acceso a espacios cerrados debería estar restringido y supervisado por el personal capacitado, como se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Riesgos químicos

Exposición a plaguicidas

Los impactos sobre la higiene y la seguridad en el trabajo asociados a los plaguicidas son similares a aquellos descritos para otras sustancias peligrosas, y su prevención y control se detallan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. La exposición potencial a los plaguicidas incluye el contacto dérmico (por ejemplo, en almacenes o mediante envases no herméticos) y la inhalación durante su preparación, almacenamiento y aplicación. El efecto de tales impactos podría agravarse a causa de condiciones climáticas como el viento, que puede aumentar las probabilidades de arrastre no intencionado, o las temperaturas elevadas, que pueden constituir un factor disuasorio del uso de equipos de protección personal por parte de los trabajadores. Entre las recomendaciones específicamente destinadas a la producción de cultivos anuales se incluyen las siguientes:

- Formar al personal encargado de aplicar plaguicidas y garantizar que éste haya obtenido las certificaciones necesarias²⁶ o la capacitación equivalente en aquellos casos en que no se precisen dichas certificaciones
- Respetar los intervalos posteriores al tratamiento para evitar que los trabajadores estén expuestos a los residuos de plaguicidas al regresar a los cultivos
- Respetar los intervalos previos a la cosecha para evitar la exposición de los trabajadores a los residuos de

²⁶ La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. define los plaguicidas como "no clasificados" o "restringidos". Los empleados responsables de la aplicación de plaguicidas no clasificados deben estar capacitados según las Normas de Protección para el Trabajador (Parte 170 del Título 40 del Código de Reglamentos Federales) sobre Plaguicidas Agrícolas (*Worker Protection Standard for Agricultural Pesticides*). Además, establece que los plaguicidas restringidos sean aplicados por una persona certificada para ello o bien en presencia de la misma. Para más información, ver <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>.

plaguicidas presentes en los productos durante el período de cosecha y

- Garantizar el cumplimiento de las prácticas de higiene (de acuerdo con la FAO y el PMP) para evitar la exposición de miembros de la familia a los residuos de plaguicidas

Exposición al polvo orgánico

La trilla, la manipulación y el almacenamiento de cereales pueden generar altas concentraciones de polvo orgánico, como partículas de los cereales, hongos y bacterias, además de materia inorgánica. Muchas actividades agrícolas pueden exponer al polvo a los trabajadores; por ejemplo, la limpieza de silos, secadoras y tolvas de cereales, y la trilla y molienda de cereales forrajeros. La alveolitis tóxica aguda, conocida también como síndrome tóxico de polvo orgánico, puede aparecer como consecuencia de exposiciones breves y ocasionales a concentraciones elevadas de polvo orgánico en entornos agrícolas. Algunos polvos, especialmente los procedentes de forraje, cereales o heno mohosos, contienen antígenos que pueden provocar una grave irritación del tracto respiratorio. Además, respirar polvo procedente de materiales alimentarios mohosos puede causar una afección pulmonar permanente, conocida vulgarmente como pulmón del granjero.

Los impactos sobre la higiene y la seguridad en el trabajo asociados al polvo son similares a aquellos descritos para otros sectores de actividad, y su prevención y control se detallan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. Las siguientes son recomendaciones relativas al control del polvo específicas para la producción de cultivos anuales:

- Utilizar extractores de aire en los equipos que generen polvo, tales como depósitos de desechos, elevadores,

cintas transportadoras abiertas, tolvas, silos, secadoras y balanzas

- Equipar las trilladoras con una cabina y ventilador
- Almacenar únicamente cereales secos (y forraje y heno secos y en buen estado de curación) para reducir el desarrollo de microorganismos

Riesgos de incendio o explosión

Los elevadores de cereales representan un riesgo de explosión debido a la presencia de granos pulverizados y la posibilidad de que se genere una atmósfera explosiva. Entre las posibles fuentes de ignición del polvo de los cereales cabe señalar el malfuncionamiento mecánico o deterioro de los concentradores, incluido el gripado de cojinetes de rodillos. Para prevenir explosiones en instalaciones de almacenamiento de cereales se recomienda evitar la acumulación del polvo que producen los cereales manteniendo en buen estado de funcionamiento y reparando los sistemas de control del polvo y manteniendo los elevadores²⁷.

1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Los problemas de higiene y seguridad en la comunidad durante la producción de cultivos anuales pueden incluir los siguientes:

- La exposición a plaguicidas causada por la dispersión de los productos fumigados, la eliminación y el uso inadecuados de envases y contenedores, y la presencia de plaguicidas en concentraciones potencialmente perjudiciales en los productos cosechados
- La exposición a patógenos y olores desagradables asociados al uso de estiércol y

²⁷ La Asociación Nacional de Prevención de Incendios de los Estados Unidos (www.nfpa.org) ofrece más información sobre la prevención de los riesgos de explosión de los elevadores de cereales.

- La exposición a las emisiones originadas por la quema al aire de los rastrojos

Los plaguicidas pueden afectar a la salud de la comunidad de la misma manera en que afectan a los trabajadores, a través del contacto dérmico o por la inhalación de sustancias químicas como resultado de su aplicación, y por la posibilidad de contaminación de las fuentes de agua potable. La posible exposición de la comunidad a los plaguicidas en el entorno podría verse notablemente afectada por condiciones climáticas tales como la velocidad del viento, mientras que la exposición a distintos niveles de residuos en los productos cosechados podría depender del cumplimiento de las instrucciones de uso de los plaguicidas. También puede existir un riesgo para la comunidad por medio del contacto dérmico con los residuos presentes en contenedores, envases, etc. Aunque los olores procedentes del estiércol, especialmente durante su aplicación, no son por lo general peligrosos, sí podrían producir molestias considerables a la comunidad. La quema al aire libre de los residuos orgánicos de los cultivos puede degradar la calidad del aire en las comunidades circundantes.

Entre las recomendaciones específicas se incluyen las siguientes:

- Evitar la aplicación aérea de plaguicidas siempre que sea posible
- Emplear productos biológicos o seguros siempre que sea posible
- Respetar los intervalos para plaguicidas antes de la cosecha para evitar niveles no permisibles de residuos de plaguicidas en los productos y cumplir con los correspondientes requisitos de tolerancia a los plaguicidas²⁸

- No almacenar ni transportar plaguicidas y fertilizantes junto a alimentos o bebidas (incluida el agua potable)
- Asegurarse de que no haya animales ni personas no autorizadas en las zonas donde se manipulen o apliquen los plaguicidas
- Almacenar el estiércol tan lejos como sea posible de las zonas de viviendas y emplear medidas tales como cubrir el estiércol para reducir los olores y las emisiones a la atmósfera
- No aplicar estiércol en aquellos campos en que el viento sople en dirección a zonas residenciales próximas
- Limpiar (con triple lavado o mediante lavado a presión) y eliminar (mediante su prensado, trituración o devolución al distribuidor) los envases y contenedores de plaguicidas para evitar su posterior uso como envases para alimentos o agua potable y
- Evitar la quema al aire libre de residuos orgánicos de cultivos. Estos desechos se deberían aplicar a los campos para incrementar el contenido de nutrientes en el suelo. Siempre que sea posible, debe considerarse la posibilidad de utilizar los residuos de cultivos como combustible para generar energía, lo cual incluye la producción de compost para producir biogás.

²⁸ Dos ejemplos de los requisitos de tolerancia a los plaguicidas que podrían exigirse son los Límites Máximos del Codex Alimentarius para Residuos en los Alimentos establecidos por la FAO/OMS (1962–2005) y las Tolerancias y

exenciones a las tolerancias para sustancias químicas en los alimentos (Parte 180 del Título 40 del Código de Reglamentos Federales); estos últimos se aplican a los cultivos de venta en los Estados Unidos.

2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

2.1 Medio ambiente

A la hora de aplicar los plaguicidas y los nutrientes, se utilizarán las guías ambientales ilustradas en el Cuadro 1 para evitar o reducir su lixiviación en aguas subterráneas o superficiales, escorrentías en aguas superficiales, emisiones a la atmósfera y otras pérdidas fuera del sistema de producción de cultivos. En el **Anexo B** se dan orientaciones sobre los parámetros cuantitativos que pueden emplearse para establecer el balance de nutrientes de un proyecto concreto. En el **Anexo C** se dan orientaciones sobre los parámetros cuantitativos que pueden emplearse para establecer el consumo de agua de un proyecto concreto.

Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Esto puede incluir parámetros tales como la calidad del agua, incluida el agua de riego; la calidad del suelo, el uso de plaguicidas y de nutrientes para los cultivos, etc. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables al proyecto concreto.

La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos formados, quienes deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. Las **Guías generales sobre**

Cuadro 1. Guías sobre la calidad del agua, el suelo y la producción

Parámetro	Medio	Valor de las guías
Plaguicidas, nitratos, coliformes y otros posibles contaminantes agrícolas	Agua de riego	Las concentraciones no deben exceder las normas nacionales de calidad del agua de riego o, en ausencia de éstas, las guías internacionalmente reconocidas (por ejemplo, las guías de la OMS para el agua aplicables a la calidad del agua de riego) ^a
Plaguicidas, nitratos, coliformes y otros posibles contaminantes agrícolas	Suministro de agua de la zona	Las concentraciones no deben exceder los valores establecidos en el ámbito nacional para la calidad del agua potable o bien, en ausencia de éstos, las guías reconocidas internacionalmente (por ejemplo, las guías de la OMS para el agua potable y de riego para los compuestos potencialmente presentes en los pozos de aguas subterráneas o aguas superficiales de la zona) ^b
Balance de nutrientes	Suelo de la zona	Los excedentes de nutrientes deben mantenerse estables; el excedente de nitrógeno debe situarse preferiblemente por debajo de los 25kg/ha/año ^c
Plaguicidas	Suelo y producción de la zona	Por debajo de los niveles de tolerancia aplicables ^d

NOTAS:

^a *Guías de la OMS para el Uso de Aguas Residuales, Excrementos y Aguas Grises. Volumen 2: El uso de aguas residuales en Agricultura*

http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/qsuweg2/en/index.html

^b *Guías para la calidad del agua potable de la OMS*

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/

^c *Folleto informativo sobre Indicadores Agrícolas, Agencia Europea de Medio Ambiente, Excedente de nitrógeno en tierras agrarias, 2001.*

http://themes.eea.europa.eu/Sectors_and_activities/agriculture/indicators/nutrients/nutrients.pdf

Ver también Roy et al. (2006) *Plant nutrition for food security, a guide for integrated nutrient management.*

^d *Ejemplos de requisitos de tolerancia a plaguicidas de posible aplicación incluyen los Límites Máximos del Codex Alimentarius para Residuos en los Alimentos establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Código de Reglamentos Federales de los EE.UU. (US Code of Federal Regulations) Título 40, Parte 180 — Tolerancias y exenciones a las tolerancias para sustancias químicas en los alimentos, aplicables a los cultivos de venta en los Estados Unidos.*

medio ambiente, salud y seguridad contienen orientaciones adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

2.2 Higiene y seguridad en el trabajo

Guías sobre higiene y seguridad en el trabajo

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre la materia que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)²⁹, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)³⁰, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Estados Unidos (OSHA)³¹, los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea³² u otras fuentes similares.

Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (ya sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar la pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad e incluso la muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)³³.

Seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados³⁴ como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales, así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

²⁹ Disponibles en: <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>.

³⁰ Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

³¹ Disponibles en: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadis.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992.

³² Disponibles en: http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/.

³³ Disponibles en: <http://www.bls.gov/iif/> y <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

³⁴ Los profesionales acreditados pueden incluir a higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

3.0 Referencias y fuentes adicionales

Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. 2006. Disponible en <http://osha.europa.eu/index.html>.

Comisión Europea (CE). 2000. Directiva 2000/60/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Bruselas: CE. Disponible en http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=EN&numdoc=32000L0060&model=guichett.

CE. 2006. Biotecnología. Bruselas: Comisión Europea, DG Sanidad y Protección de los Consumidores. Disponible en http://europa.eu.int/comm/food/food/biotechnology/index_en.htm.

Comunidades Económicas Europeas (CEE). 1986. [Directiva del Consejo 86/362/CEE](#). Directiva del Consejo 86/362/CEE, de 24 de julio de 1986, relativa a la fijación de contenidos máximos para los residuos de plaguicidas sobre y en los cereales. Bruselas: CEE. Disponible en <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31986L0362:EN:HTM>. Texto consolidado, 2004: http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1986/en_1986L0362_do_001.pdf.

CEE. 1991. Directiva del Consejo de 12 de diciembre de 1991 relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias 91/676/CEE. Consolidada en 1991L0676 – 20/11 2003. Bruselas: CEE. Disponible en http://europa.eu.int/eur-lex/es/consleg/pdf/1991/es_1991L0676_do_001.pdf.

CEE. 1999. Directiva del Consejo 91/414/CEE de 15 de julio de 1991 relativa a la comercialización de productos fitosanitarios. Consolidada en CONSLEG 1991 L0414 – 01/01 2004. Bruselas: CEE. Disponible en http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1991/en_1991L0414_do_001.pdf.

CEE. 1990. Directiva 90/642/CEE del Consejo, de 27 de noviembre de 1990, relativa a la fijación de contenidos máximos para los residuos de plaguicidas en determinados productos de origen vegetal, incluidas las frutas y hortalizas. Texto consolidado 1990L0642 22/07/2003: CEE. Bruselas: CEE. Disponible en http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1990/en_1990L0642_do_001.pdf.

Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. 2001. Disponible en <http://www.pops.int/>.

Danish Agricultural Advisory Service (DAAS). 2000. Manuales de Buenas Prácticas para Dinamarca, Estonia, Letonia y Lituania. DAAS. Disponible en <http://www.lr.dk/international/informationsserier/intfbdv/cgaps.htm>.

DAAS. 2006a. J.E. Olesen. Sådan reduceres udledningen af drivhusgasser fra jordbruget (Cómo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura). DAAS. Disponible en http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/info-planter/PLK06_07_1_3_J_E_Olesen.pdf.

DAAS. 2006b. Søren O Petersen: Emission af drivhusgasser fra landbrugsjord (Emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura). DAAS. Disponible en http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/info-planter/PLK06_07_1_1_S_O_Petersen.pdf.

Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca (Danida). 2002. Assessment of Potentials and Constrains for Development and use of Plant Biotechnology in Relation to Plant Breeding and Crop Production in Developing Countries. Documento de trabajo. Copenhague: Danida.

Departamento de Medio Ambiente, Alimentos y Asuntos Rurales (DEFRA). 2004. Pesticides and Integrated Farm Management. Londres: DEFRA. Disponible en http://www.plagaicides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/Plagaicides_Forum/PlagaicidesandIFM.pdf.

Departamento de Calidad Ambiental de Luisiana / Louisiana Department of Environmental Quality. Nonpoint Source Pollution Program, Agricultural Best Management Practices. Baton Rouge, Luisiana: Departamento de Calidad Ambiental. Disponible en <http://nonpoint.deq.louisiana.gov/wqa/default.htm>.

Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). Disponible en http://europa.eu.int/comm/food/index_es.htm.

EurepGAP. 2004. Control Points and Compliance Criteria: Fruit and Vegetables. Version 2.1. Grupo Europeo de Minoristas (EUREP) para la certificación mundial de buenas prácticas agrícolas (GAP). Colonia: EurepGap. Disponible en <http://www.eurep.org/>.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1990. Directrices para la protección personal durante la aplicación de plaguicidas en climas cálidos / Guidelines on Personal Protection When Using Plagaicides in Hot Climates. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/>.

FAO AGL (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, División de Fomento de Tierras y Aguas). 1991. Water Harvesting — A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting. Manual de capacitación Núm. 3 para la captación de agua. AGL/MISC/17/91. Roma: FAO. Disponible en www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e00.htm.

FAO AGL. 2002a. Crop Water Information. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/cropwater/cwinform.stm>.

FAO AGL. 2002b. CROPWAT: A Computer Program for Irrigation Planning and Management. Bangladesh: Sustainable Development Networking Programme (SDNP). Roma: FAO. Disponible en <http://www.sdnbd.org/sdi/issues/agriculture/database/CROPWAT.htm>.

FAO AGL. 2003. CLIMWAT: A Climatic Database for CROPWAT. Roma: FAO. Disponible en <http://www.sdnbd.org/sdi/issues/agriculture/database/CROPWAT.htm>.

FAO y OMS (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud). 1962–2005. Codex Alimentarius. Ginebra: FAO y OMS. Disponible en http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp.

FAO, Comité de Agricultura. 2001. Biosecurity in Food and Agriculture, Decimosexta sesión, Roma, 26–30 de marzo de 2001, punto 8 del temario provisional. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/003/X9181E.HTM>.

FAO. 1992. The Use of Saline Waters for Crop Production. Irrigation and Drainage Paper 48/ El uso de aguas salinas en la producción de cultivos. Documento 48 sobre riego y drenaje. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T0667E/t0667e07.htm>.

FAO. 1995. Directrices revisadas para el etiquetado correcto de plaguicidas. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/r.htm>

FAO. 1996. Pesticide Storage and Stock Control Manual. Serie de la FAO sobre Eliminación de Plaguicidas Núm. 3. Roma: FAO. Disponible en http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index_en.htm http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V8966E/V8966E0_0.htm

FAO. 1999. Guidelines for the Management of Small Quantities of Unwanted and Obsolete Pesticides. Serie de la FAO sobre Eliminación de Plaguicidas Núm. 7. Roma: PNUMA, OMS y FAO. Disponible en http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X1531E/X1531E0_0.htm

FAO. 2000. Guideline and Reference Material on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools. AGL/MISC/27/2000. Roma: FAO, División de Manejo de las Tierras y Nutrición de las Plantas. Disponible en <http://www.fao.org/organicag/frame2-e.htm> <ftp://ftp.fao.org/aql/aqll/docs/misc27.pdf>

FAO. 2001. Guías sobre los Procedimientos para el Registro, Certificación y Prueba de Nuevos Equipos para la Aplicación de Plaguicidas. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y2683S/Y2683S00.HTM>

FAO. 2002a. Agua y Cultivos: logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y3918S/Y3918S00.HTM>

FAO. 2002b. Fertilizer Use by Crop, quinta edición. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fertilizer.org/ifa/statistics/crops/fubc5ed.pdf>

FAO. 2002c. Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas (revisado en noviembre de 2002). Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Code.doc>

FAO. 2002d. Informe sobre recursos mundiales de suelos Núm. 101. Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture. Roma: FAO. Disponible en http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/006/y4810e/y4810e00.htm

FAO. 2003a. Informe técnico Núm. 2: Environmental and Social Standards, Certification and Labeling for Cash Crops. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/organicag/>

FAO. 2003b. Weighing the GM Arguments For and Against. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/gmo7.htm>

FAO. 2005. La agricultura orgánica en la FAO. Roma: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/organicag/>

FAO. 2006. Las Mejores Prácticas. Roma: FAO. Disponible en http://www.fao.org/bestpractices/index_es.htm?lang=es

Helcom (Comisión Helsinki). 2004. La Convención para la Protección del Medio Marino en la zona del Mar Báltico, 1992, Artículo 5 y Anexo 1: Harmful Substances, y Artículo 6: Principles and Obligations Concerning Pollution from Land-based Sources. Helsinki: Helcom. Disponible en <http://www.helcom.fi/stc/files/Convention/Conv0704.pdf>

Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido (HSE). 2005a. Fatal Injuries Report 2004/05. Fatal Injuries in Farming, Forestry and Horticulture. Part 2: Analysis of Reportable Fatal Injuries in the Agricultural Sector, 1994/95–2003/04, p. 23. Londres: HSE. Disponible en <http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>

HSE 2005b. Fatal Injuries Report 2004/05. Fatal Injuries in Farming, Forestry and Horticulture. Part 3: Non-Fatal Injuries in the Agricultural Sector, 1994/95–2003/04, pp. 42–46. Londres: HSE. Disponible en <http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>

Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Biológica (IFOAM). 2005. Normas básicas para la Producción y el Procesamiento Orgánicos de la IFOAM (20 de mayo de 2005). Bonn: IFOAM. Disponible en [www.ifoam.org](http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/norms.html) y http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/norms.html

Institute of Soil Science and Plant Cultivation. 1999. Polish Code of Good Agricultural Practice. ISBN-83-88031-02-3. En cooperación con Centro de Asesoría Agrícola de Dinamarca y la Agencia de Protección Ambiental de ese país. Pulawy: Institute of Soil Science and Plant Cultivation.

Programa Interinstitucional para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos (IOMC). 2002. Reducing and Eliminating the Use of Persistent Organic Pesticides. Ginebra: IOMC y PNUMA. Disponible en <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/redelipops/redelipops.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente y Energía y Ministerio de Alimentación, Agricultura y Pesca de Dinamarca. 2000. Pesticide Action Plan II. Copenhagen: Ministerio de Medio Ambiente y Energía y Ministerio de Alimentación, Agricultura y Pesca de Dinamarca. Disponible en <http://www.mim.dk/>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). 2000a. Informe VI, Seguridad y salud en la agricultura. Ginebra: OIT. Disponible en <http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc88/rep-vi-1.htm#CHAPTER%20IV>

OIT. 2000b. ILC88 — Memoria del Director General: Actividades de la OIT, 1998–99. Capítulo 3: Protección de los trabajadores. Ginebra: OIT. Disponible en <http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc88/rep-1a-3.htm>

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2005. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification: 2004. Ginebra: OMS. Disponible en http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/index.html y http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. PNUMA. Disponible en <http://www.biodiv.org/convention/default.shtml>

Roy, R.N., A. Finck, G.J. Blair y H.L.S. Tandon. 2006. Plant Nutrition for Food Security, A Guide for Integrated Nutrient Management. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/aql/aqll/docs/fpn16.pdf>

Soil Association. 2006. GM/Genetic Engineering. Bristol: Soil Association. Disponible en <http://www.soilassociation.org/gm>

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA), National Agriculture Compliance Center. 2006a. Agriculture Center, Ag 101. Washington, D.C.: US EPA. Disponible en <http://www.epa.gov/agriculture/aq101/index.html>

US EPA. 2006b. Pesticides: Health and Safety, Worker Safety and Training. Washington, D.C.: US EPA. Disponible en <http://www.epa.gov/plaguicidas/health/worker.htm>

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

La producción de cultivos anuales en los países en desarrollo se caracteriza por una gran variedad de cultivos, tipos de suelo y condiciones climáticas. La modificación del entorno varía de mínima a intensiva. El uso de la tierra, los niveles de producción y los costos conexos son reflejo de éstos y otros parámetros. La superficie utilizada para la producción de estos cultivos puede variar entre unos pocos y muchos centenares de hectáreas.

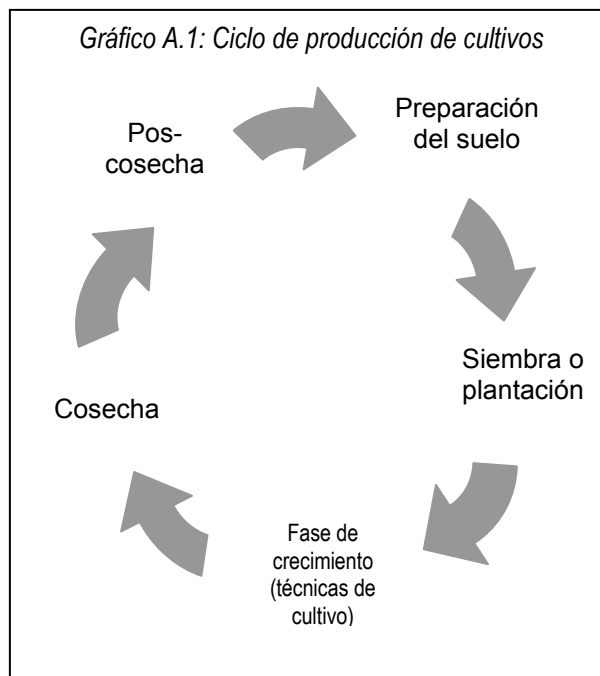
La maquinaria moderna brinda a los agricultores la oportunidad de cultivar áreas más extensas. El tractor, una herramienta fundamental para la producción de cultivos, ofrece su potencia para llevar a cabo la producción de cultivos y manejar las operaciones. Los tractores se suelen usar para remolcar implementos en los campos y para proporcionar potencia para hacer rotar componentes de los equipos (toma de fuerza -TDF). Un tractor moderno para uso agrícola normalmente tiene un motor diesel con una potencia a la toma de fuerza de menos de 40 y hasta más de 400 caballos³⁵.

Por definición, el ciclo vital de los cultivos anuales es de un año, o por lo menos una estación de crecimiento. A lo largo de un año se puede producir más de un cultivo. Sin embargo, para una empresa agrícola, un cultivo único constituye tan sólo un ciclo de producción, que continúa durante muchos años, con períodos ocasionales de barbecho o recuperación, dependiendo del manejo de los nutrientes y de factores económicos. Por lo general, las operaciones de poscosecha llevan directamente a la siguiente fase de preparación del terreno. El ciclo de producción se ilustra en el Gráfico A.1, y a continuación se describe cada paso correspondiente a la producción de cereales.

³⁵ En el sitio web del Centro de Agricultura de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos se pueden encontrar más datos y ejemplos de sistemas de cultivo en climas templados. También se presenta información general sobre el ciclo de producción de cultivos y un detalle de la maquinaria que se emplea en cada fase. Ver <http://www.epa.gov/agriculture/ag101/index.html>.

Preparación del suelo

Antes de plantar se debe preparar el suelo para controlar las malas hierbas en el lecho de siembra. En la mayoría de los sistemas de cultivo las malas hierbas se controlan con el laboreo y la aplicación de herbicidas. El laboreo se puede realizar en cualquier momento entre la cosecha del cultivo del año anterior y la siembra del nuevo cultivo. Los tres métodos principales de laboreo varían según la cantidad de rastrojos que dejan en la superficie, como se resume en el Cuadro A-1. Los rastrojos constituyen un factor importante porque reducen la escorrentía del terreno.



Con cualquier sistema de laboreo, los agricultores pueden utilizar plaguicidas para controlar las malas hierbas, y la cantidad de producto que se debe utilizar es más o menos independiente del método de laboreo empleado. En los

sistemas de cultivo orgánico se usa la misma variedad de métodos de laboreo para la preparación del suelo, pero no se aplican herbicidas. En dichos sistemas las malas hierbas se pueden eliminar a mano o en forma mecánica, y se puede tolerar cierta cantidad de malezas.

Cuadro A-1. Métodos de laboreo		
Método de laboreo	Descripción	Cubierta de rastrojos
Laboreo convencional	Laboreo primario con arado de vertedera antes de plantar, seguido de laboreo secundario y cultivo mecánico una vez que las plantas han salido	< 15%
Laboreo reducido	Laboreo sin invertir la capa de suelo, normalmente con arado de cincel	15% - 30%
Laboreo de conservación	Laboreo nulo (el herbicida se aplica directamente a los rastrojos de la temporada anterior), laboreo en fajas (sólo se trabaja la faja angosta utilizada para la hilera de cultivo), laboreo de caballones (durante el cultivo o después de la cosecha se forman caballones en los que se plantan las plantas; éstos se mantienen en el mismo lugar de un año a otro), y laboreo de residuos (laboreo a todo lo ancho que perturba toda la superficie del suelo pero retiene en ella la mayor parte de los residuos).	> 30%

Siembra y plantación

Idealmente, la siembra y la plantación se realizan justo después del laboreo a fin de reducir la erosión del suelo. Los principales implementos que se emplean para las siembras son sembradoras y plantadoras tiradas por tractor, que abren un surco, miden y colocan las semillas y las cubren con tierra. Algunas plantadoras pueden traspasar los residuos y labrar pequeñas franjas de suelo en cada hilera durante el proceso de plantación. Las plantadoras también pueden equiparse para aplicar fertilizante y plaguicidas al momento de plantar.

Técnicas de cultivo

Las principales actividades en este ámbito comprenden el manejo de los nutrientes y de las plagas, y el manejo integrado del agua.

Manejo de nutrientes

Cuando se aplican en cantidades adecuadas y en el momento oportuno, los nutrientes, especialmente el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), ayudan a optimizar los rendimientos³⁶. El manejo de los nutrientes consiste en utilizarlos de manera eficaz para obtener los máximos beneficios económicos teniendo en cuenta los costos de los fertilizantes y los ingresos que se pueden obtener de los cultivos, y al mismo tiempo, reduciendo al mínimo los impactos negativos en el medio ambiente³⁷.

El N, P, y K se pueden aplicar en el suelo en forma de fertilizantes químicos, estiércol, y lodos cloacales empleando dispersores y pulverizadores. Entre los fertilizantes químicos nitrogenados más comunes cabe señalar el amoníaco anhidro, la urea, el nitrato de amonio y las soluciones de urea. Está prohibido utilizar fertilizantes nitrogenados sintéticos en cultivos orgánicos; como alternativa se pueden usar fertilizantes minerales y estiércol, razón por la cual a menudo las explotaciones agrícolas orgánicas integran la producción de cultivos y la ganadería.

Manejo de plagas

Los plaguicidas comprenden los herbicidas que se utilizan para controlar las especies de malas hierbas indeseadas, los fungicidas para controlar las enfermedades fúngicas, los insecticidas para controlar las plagas y los acaricidas para

³⁶ Roy et al. (2006).

³⁷ US EPA (2006), Ag 101.

controlar los ácaros. En general, la aplicación de plaguicidas no es una opción en la agricultura orgánica. En su reemplazo se utilizan medios biológicos y físicos para evitar las pérdidas inaceptables ocasionadas por las plagas, por ejemplo, la liberación de parásitos y depredadores de plagas.

Manejo del agua

El agua se puede aplicar durante el ciclo de producción dependiendo de las necesidades de cada cultivo y de las condiciones climáticas durante la fase de crecimiento. Cuando se utiliza para riego, el agua se puede aplicar de diversas maneras, como el riego por goteo (incluida la aplicación de una mezcla de agua y fertilizante o fertigación), riego por acequias, riego con aspersores simples o con grandes máquinas regadoras, que pueden ser fijas o desplazarse por los cultivos, y otros métodos.

Cosecha

A menudo, los cultivos extensivos se cosechan a máquina, mientras que otros pueden recolectarse a mano. Para la cosecha de cereales y cultivos de semillas se suele utilizar equipo mecanizado. Las principales funciones que realiza una

segadora trilladora son cortar y recolectar, alimentar, trillar, separar, limpiar y manipular los granos en el terreno.

Almacenamiento y procesamiento después de la cosecha

El almacenamiento y procesamiento de los cultivos después de la cosecha consiste en la remoción de las partes no deseadas del producto, como la gluma de los cereales y las hojas externas de las hortalizas; clasificación; lavado para quitar la tierra u otros contaminantes que disminuyen la calidad del producto; secado, ya sea en el terreno o en instalaciones agrícolas, y almacenamiento. Las actividades de almacenamiento y procesamiento después de la cosecha pueden hacer necesaria la aplicación de plaguicidas en los lugares de almacenamiento o a los productos para prolongar su duración. La maquinaria empleada para transportar la producción hacia y desde el lugar de almacenamiento incluye correas transportadoras y elevadores de tornillo sin fin, así como tractores con diversos dispositivos. Los lugares de almacenamiento pueden ser desde simples galpones y silos hasta grandes y complejos contenedores con ambiente controlado (temperatura, humedad y calidad del aire).

Anexo B: Consumo de nutrientes

Los agricultores deberían documentar el uso de cada nutriente en un registro de fertilizantes. En el Cuadro B-1 se presentan cifras medias de absorción de nutrientes de algunas especies vegetales. Las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio se deben expresar como sustancias puras, porque el peso efectivo de las sustancias puras empleadas en los productos varía de un producto comercial a otro. Es importante reciclar los nutrientes que se encuentran presentes en los rastrojos. En el Cuadro B-2 se muestra el contenido de nutrientes de los residuos de ciertos cultivos.

Cuadro B-1. Absorción de nutrientes por algunos cultivos anuales				
Cultivo anual ^a	Nutrientes/rendimiento (kg/100 kg) ^b			
	Nitrógeno N	Fósforo P ₂ O ₅	Potasio K ₂ O	Magnesio MgO
Cereales	2,30-3,15	0,94-1,37	1,88-3,62	0,30-0,46
Colza	4,61	2,11	5,56	0,70
Leguminosas	5,70-7,80 ^c	1,35-2,04	3,08-3,85	0,53-0,83
Papa y remolacha forrajera	0,31	0,10-0,15	0,42-0,79	0,02-0,11
Remolacha azucarera	0,54	0,20	0,85	0,12
Maíz de ensilaje	0,38	0,14	0,70	0,08
Alfalfa, trébol	0,80	0,16	0,70	0,08
Mezclas de forraje verde	0,40	0,14	0,60	0,05

NOTAS:

^a Polish Code of Good Agricultural Practice, Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Pulawy: 1999 ISBN-83-88031-02-3. En cooperación con el Centro de Asesoría Agrícola de Dinamarca y cofinanciamiento de la Agencia de Protección Ambiental de ese país.

^b Con su correspondiente volumen de derivados a granel

^c Nitrógeno atmosférico fijado por los rizobios

Cuadro B-2. Residuos de nutrientes en algunos cultivos anuales ^a				
Cultivo anual	Cantidad producida	Contenido de nutrientes (kg/t)		
		Nitrógeno N	Fósforo P	Potasio K
Tallos secos de maíz	3 t/ha	10	2	12
Paja de arroz	1,5 t/ha	4,7	0,7	12
Paja de trigo	1 t/ha	3	0,8	14

NOTA:

^a Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2000. Guideline and reference material on integrated soil and nutrient management and conservation for farmer field schools. AGL/MISC/27/2000. Roma: FAO, División de Manejo de las Tierras y Nutrición de las Plantas. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf>

Anexo C: Consumo de agua

El consumo de agua de un cultivo se puede calcular y comparar con un valor teórico. En la práctica, el requerimiento de agua de riego depende del cultivo, el tipo de suelo, la evaporación y las prácticas de conservación del agua. La FAO ofrece orientaciones sobre el manejo del agua y la manera de calcular el riego apropiado. CROPWAT³⁸ es un instrumento útil para usar en un computador personal para calcular la evapotranspiración y los requerimientos de agua de los cultivos, así como sus necesidades de riego, y, concretamente para diseñar y manejar los planes de riego.

Permite formular recomendaciones para mejorar las prácticas de riego, programar los planes de riego en diversas condiciones de abastecimiento de agua, y evaluar la producción en condiciones de secano o de déficit de riego. Los cálculos de los requerimientos de agua y de riego de los cultivos se realizan a partir de los datos climatológicos y sobre los cultivos. Los datos básicos sobre los cultivos están incluidos en el programa y los relativos a las condiciones climáticas de 144 países se pueden extraer de la base de datos CLIMWAT³⁹. En el Cuadro C-1 se presentan ejemplos de los requerimientos de agua de algunos cultivos y sus rendimientos y eficiencias típicos.

Cuadro C-1. Consumo de agua de algunos cultivos anuales

Cultivo anual	Requerimiento de agua ^b (mm durante todo el período de crecimiento)	Rendimiento y eficiencia típicos ^a
Frijoles	300 - 500	Un buen rendimiento comercial en entornos favorables bajo riego es de 6 a 8 t/ha y de 1,5 a 2 t/ha de semilla seca. La eficiencia de la utilización del agua del rendimiento cosechado de frijoles frescos con 80% a 90% de humedad es de 1,5 a 2,0 kg/m ³ , y en el caso de los frijoles secos con alrededor de 10% de humedad, de 0,3 - 0,6 kg/m ³ .
Algodón	700 - 1300	Un buen rendimiento de un cultivo de 160 - 180 días bajo riego es de 4 - 5 t/ha de algodón bruto, del cual el 35% es fibra. La eficiencia de la utilización del agua del rendimiento cosechado del algodón bruto con alrededor de 10% de humedad es de 0,4 - 0,6 kg/m ³ .
Maíz	500 - 800	Bajo riego, un buen rendimiento comercial es de 6 a 9 t/ha (10% - 13% de humedad). La eficiencia de la utilización del agua del rendimiento cosechado de granos varía entre 0,8 y 1,6 kg/m ³ .
Sorgo/mijo	450 - 650	Un buen rendimiento bajo riego es de 3,5 - 5 t/ha (12% - 15% de humedad). La eficiencia de la utilización del agua del rendimiento cosechado de granos es de 0,6 a 1,0 kg/m ³ .
Soya	450 - 700	El rendimiento puede variar considerablemente dependiendo de la disponibilidad de agua, la fertilización y el espaciamiento entre hileras. En condiciones de secano, un buen rendimiento varía entre 1,5 y 2,5 t/ha de semilla. Un alto rendimiento de las variedades mejoradas fluctúa entre 2,5 y 3,5 t/ha de semilla bajo riego. La eficiencia de la utilización del agua del rendimiento cosechado de semillas con 6% a 10% de humedad es de 0,4 - 0,7 kg/m ³ .
Maravilla	600 - 1000	Las variedades gigantes, cultivadas para alimentación aviar y consumo humano debido a su bajo contenido de aceite, producen un rendimiento de semillas de entre 0,8 y 1,5 t/ha en condiciones de secano. Las semillas de las variedades enanas y semienanas contienen 25% - 35% de aceite y su rendimiento total es similar al de las variedades gigantes. Las nuevas variedades rusas con semillas de bajo contenido de cáscara tienen un contenido de aceite de hasta 50%. Bajo riego se suelen obtener rendimientos de semillas de 2,5 a 3,5 t/ha. La eficiencia de la utilización del agua del rendimiento cosechado de semillas con 6% a 10% de humedad es de 0,3 a 0,5 kg/m ³ .
Papa	500 - 700	Bajo riego, un buen rendimiento de un cultivo de 120 días en climas templados y subtropicales es de 25 - 35 t/ha de tubérculos frescos, y en climas tropicales, de 15 - 25 t/ha. La eficiencia de la utilización del agua del rendimiento cosechado de tubérculos con 70% a 75% de humedad es de 4 a 7 kg/m ³ .
Trigo	450-650 - (para alto rendimiento)	Un buen rendimiento bajo riego es de 4 - 6 t/ha (12% - 15% de humedad). La eficiencia de la utilización del agua del rendimiento cosechado de granos es de alrededor de 0,8 - 1,0 kg/m ³ .

NOTAS:
^a FAO (2002a)
^b FAO AGL (1991)

³⁸ FAO AGL (2002b).

³⁹ FAO AGL (2003).