



5.5 Abandono de las tierras cultivadas

5.5.1 Introducción

En este submódulo se trata de las remociones netas de CO₂ en la acumulación de biomasa procedentes del abandono de tierras *cultivadas*. Éstas incluyen:

- las tierras cultivadas (las tierras arables utilizadas para la producción de cosechas)
- los pastizales (las tierras utilizadas para el pastoreo de animales).

La acumulación de carbono en las tierras abandonadas depende del tipo de ecosistema natural (tipo de bosque o praderas) que vuelve a crecer. Por lo tanto, se deberá anotar la regeneración de las tierras abandonadas según su tipo. Por lo que respecta a las praderas, el supuesto por defecto es que la acumulación neta en la superficie de la tierra es nula.

Como las tasas de regeneración disminuyen con el tiempo, se consideran los siguientes períodos:

- Tierras abandonadas durante los 20 años anteriores al Año del Inventario (esto es, 1990)
- Tierras abandonadas entre 20 y 100 años atrás (es decir, antes de 1970 y después de 1870).

Cuando se abandonan las tierras cultivadas, el carbono podría o no volver a acumularse en la tierra. Por ese motivo, las tierras abandonadas se dividen en dos grupos: aquellas en que el carbono se vuelve a acumular y las que no se regeneran o continúan degradándose.

Sólo deben incluirse las tierras naturales que se regeneran para volver a alcanzar su estado natural. En ese cálculo deben ignorarse las tierras que no se regeneran ni se degradan.

Al igual que sucede con la Conversión de Bosques y Praderas, el efecto de la regeneración forestal sobre el carbono del suelo se trata en la Sección 5.6 del *Libro de Trabajo*.

5.5.2 Metodología

Se emplean dos conjuntos de cálculos para producir estimaciones de las remociones de CO₂ procedentes de la regeneración de la biomasa y la recuperación de los suelos. Tienen que ver con la cantidad de tierra abandonada y el período de tiempo durante el que han estado abandonadas:

- Absorción anual de carbono por la biomasa aérea (tierras abandonadas en los últimos veinte años)
- Absorción anual de carbono en la biomasa aérea (tierras abandonadas entre veinte y cien años atrás, si se aplica).

Se suman esas cifras y el total del carbono absorbido se convierte en remociones de CO₂.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO 5-4 - ABANDONO DE LAS TIERRAS CULTIVADAS, que aparece al final de este módulo para registrar los datos del inventario.

PASO 1 CÁLCULO DE LA ABSORCIÓN ANUAL DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA (TIERRAS ABANDONADAS EN LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS)

- 1 Anotar en la columna A la Superficie Total Abandonada y en etapa de Regeneración en los últimos 20 años (en kilohectáreas).
No se dispone de valores por defecto para esas cifras.
- 2 Anotar en la columna B la Tasa Anual de Crecimiento de la Biomasa Aérea (en toneladas de materia seca por hectárea). En la Tabla 5-6 se presentan los valores por defecto.
- 3 Multiplicar la Superficie Total Abandonada y en etapa de Regeneración (columna A) por la Tasa Anual de Crecimiento de la Biomasa Aérea (columna B) para obtener el Crecimiento Anual de la Biomasa Aérea (en kt de materia seca). Indicar el resultado en la columna C.
- 4 Anotar en la columna D la Fracción de Carbono de la Biomasa Aérea (el valor por defecto de esta fracción es de 0,5).
- 5 Multiplicar el Crecimiento Anual de la Biomasa Aérea (columna C) por la Fracción de Carbono de la Biomasa Aérea (columna D) para obtener la Absorción Anual de Carbono de la Biomasa Aérea. Indicar el resultado en la columna E.
- 6 Sumar las cifras de la columna E y anotar el resultado en la casilla correspondiente al Subtotal en la parte inferior de la columna.

PASO 2 CÁLCULO DE LA ABSORCIÓN ANUAL DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA (TIERRAS ABANDONADAS DURANTE MÁS DE VEINTE AÑOS)

- 1 Anotar en la columna G la Superficie Total Abandonada durante más de Veinte Años (en kilohectáreas).
- 2 Anotar en la columna H la Tasa Anual de Crecimiento de la Biomasa Aérea (en toneladas de materia seca por hectárea).
En la Tabla 5-6 se presentan los valores por defecto.
- 3 Multiplicar la Superficie Total Abandonada (columna G) por la Tasa Anual de Crecimiento de la Biomasa Aérea (columna H) para obtener el Crecimiento Anual de la Biomasa Aérea (en kt de materia seca). Indicar el resultado en la columna I.
- 4 Anotar en la columna J la Fracción de Carbono de la Biomasa Aérea (el valor por defecto de la fracción es de 0,5).
- 5 Multiplicar el Crecimiento Anual de la Biomasa Aérea (columna I) por la Fracción de Carbono de la Biomasa Aérea (columna J) a fin de obtener



- la Absorción Anual de Carbono de la Biomasa Aérea. Indicar el resultado en la columna K.
- 6 Sumar las cifras de la columna K y anotar el total en la casilla correspondiente al Subtotal, en la parte inferior de la columna.

PASO 3 CÁLCULO DEL TOTAL DE LAS REMOCIONES DE CO₂ EN LAS TIERRAS ABANDONADAS

- 1 Sumar los subtotales de las columnas E y K y anotar en la columna L Absorción Total de Carbono de las Tierras Abandonadas.
- 2 Multiplicar la Absorción Total de Carbono de las Tierras Abandonadas por 44/12 para obtener la Absorción Total de Dióxido de Carbono correspondiente al abandono de las tierras cultivadas (en Gg). Indicar el resultado en la columna M.
- 3 A los fines de la preparación de informes resumen, y para mantener la uniformidad con otras categorías de emisiones y remociones, se deberá invertir el signo de los resultados, de manera que la remoción de CO₂ en las tierras abandonadas se exprese como valor negativo (es decir, como emisiones negativas).

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la Hoja de trabajo que se encuentra al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para que pueda hacer copias adicionales en caso necesario.

CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA

TABLA 5-6 CRECIMIENTO ANUAL MEDIO DE LA BIOMASA AÉREA POR REGENERACIÓN NATURAL (toneladas MS/HA)						
Bosques tropicales						
	Muy húmedos	Húmedos con estación seca corta	Húmedos con estación seca larga	Secos	Húmedos montanos	Secos montanos
	R ≥ 2000	2000 > R > 1000		R ≤ 1000	R > 1000	R < 1000
África						
≤20 años	10	5,3	2,3-2,5	0,8-1,5	5	2
>20 años	2,5	1,3	0,6-3,0	0,2-1,6	1	0,5
Asia:						
Continental						
≤20 años	11	9	6	5	5	no hay datos
>20 años	3	2	1,5	1,3	1	
Insular						
≤20 años	13	11	no hay datos	escasos o inexistentes	12	
>20 años	3,4	3			3	
América						
≤20 años	10	no hay datos	4	4	5	1,8
>20 años	2,6		1	1	1,4	0,4
Nota: R= precipitaciones anuales en mm/año						
Bosques templados				0-20 años	20-100 años	
	Coníferas			3,0	3,0	
	Latifoliadas			2,0	2,0	
Bosques boreales				0-20 años	20-150 años	
	Mezcla de latifolias y coníferas			0,7-2,0	0,7-6,4	
	Coníferas			0,5-1,9	0,5-5,0	
	Bosque - tundra			0,2-0,5		
TODAS ESTAS TASAS REGIONALES DE CRECIMIENTO MEDIO DEBERÁN CONSIDERARSE SÓLO A TÍTULO INDICATIVO. SI LOS BOSQUES REPRESENTAN UNA PARTE CONSIDERABLE DEL INVENTARIO TOTAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE UN PAÍS, DEBERÁN EMPLEARSE LOS DATOS LOCALES DISPONIBLES O SOLICITAR LA OPINIÓN DE UN EXPERTO PARA LLEGAR A CONTAR CON VALORES QUE REFLEJEN LAS CONDICIONES Y LAS PRÁCTICAS.						
Para más información sobre las fuentes, consultar el <i>Manual de Referencia</i> .						



5.6 Emisiones o absorción de CO₂ en los suelos debido al manejo y cambio de uso de la tierra

5.6.1 Introducción

En la metodología se incluyen estimaciones de las emisiones netas de CO₂ (fuentes y sumideros) de tres procesos: 1) los cambios en el carbono almacenado en los suelos y la cubierta muerta de los suelos minerales debido a cambios en las prácticas del uso de las tierras, 2) las emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos convertidos a la agricultura o plantaciones forestales, y 3) las emisiones de CO₂ procedentes del abonado con cal de los suelos agrícolas. En la actualidad, no se incluyen las emisiones ni la absorción de CO₂ asociadas con los minerales carbonatados naturales en los suelos.

5.6.2 Fuentes de los datos

No se cuenta con conjuntos de datos estandarizados a nivel mundial para estos cálculos. Los principales datos necesarios son la información sobre la distribución de los diferentes tipos de suelo y las prácticas relativas al uso de la tierra en el país. La información para calcular las repercusiones de las diferentes prácticas de uso de la tierra sobre los inventarios del carbono en los suelos pueden obtenerse de experimentos sobre el terreno a largo plazo. Entre las fuentes de ese tipo de información destacan:

- los reconocimientos topográficos de suelos y otros inventarios de los recursos nacionales
- las estadísticas sobre el uso de las tierras y las estadísticas sobre la producción agrícola
- los compendios de experimentos de campo a largo plazo. (Para más información sobre las fuentes, consultar el *Manual de Referencia*.)

La información para realizar la estimación de las emisiones de CO₂ procedentes de la aplicación de cal puede obtenerse de las estadísticas del uso de la cal, o pueden derivarse de las estadísticas de producción y de importación-exportación.

5.6.3 Metodología

Los cálculos de las emisiones de CO₂ procedentes de los suelos minerales están basados en la contabilización de los cambios en las existencias de carbono en los suelos (y en la cubierta muerta) como función de los cambios en el uso de la tierra y las prácticas agrícolas. Para realizar los cálculos de los cambios ocurridos en las existencias de carbono se utiliza un período de inventario de veinte años. Ello requiere contar con una estimación de la distribución de los sistemas de uso de las tierras atendiendo al tipo de suelos para el año en curso (es decir, el del inventario) y para veinte años atrás. Para un ejemplo de cálculo, consultar el *Manual de Referencia*. Las estimaciones de las existencias del carbono de los suelos se basan solamente en los 30 cm superiores del perfil del suelo. Las capas más profundas del

suelo pueden contener también cantidades apreciables de carbono, sobre todo en el caso de los suelos tropicales, pero por lo general se ven mucho menos afectadas por los cambios en el uso de las tierras y las prácticas de manejo de las tierras que las capas superiores; asimismo, se cuenta con menos información sobre las capas más profundas.

Los cálculos de las emisiones de CO₂ procedentes de los suelos orgánicos se llevan a cabo empleando estimaciones anuales de las emisiones que dependen de la región climática y del uso de la tierra. Por lo tanto, es necesario contar con información sobre la extensión aérea de los suelos orgánicos empleados en este momento y el uso actual de las tierras. Las tasas de emisión indicadas en el método están basadas en un estudio de publicaciones científicas en todo el mundo.

Los cálculos de las emisiones procedentes del abono con cal de las tierras agrícolas requieren solamente datos sobre la cantidad y (preferiblemente) el tipo de material aplicado.

Cómo llenar las Hojas de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO 5-5 CAMBIO EN EL CONTENIDO DE CARBONO DE LOS SUELOS MINERALES que aparece al final de este módulo para anotar los datos del inventario.

SISTEMAS DE MANEJO Y USO DE LAS TIERRAS

Estos deberán representar los principales tipos de sistemas de manejo de las tierras empleados en el país, así como los tipos de ecosistemas que se convierten a la agricultura (por ej., bosque, sabana, pradera) o que se han derivado del uso agrícola de las tierras en el pasado (por ej., tierras abandonadas, tierras reforestadas). Los sistemas deberán reflejar también las diferencias en las existencias del carbono en los suelos que pueden obedecer a diferencias en las prácticas de manejo. Por lo que respecta a los cambios en las prácticas de manejo que se traducen en cambios en las existencias de carbono a lo largo de un período relativamente prolongado (es decir, > 10 años), deberán definirse uno o más sistemas de "sucesión natural" (por ej., tierras abandonadas recientemente, tierras abandonadas hace muchos años) (véase el Paso 2). En el Apéndice se presentan ejemplos de sistemas de manejo por defecto para las diferentes regiones climáticas.

PASO I ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MANEJO Y USO DE LA TIERRA POR TIPO DE SUELO (SUELOS MINERALES SOLAMENTE) PARA LAS FASES INICIAL Y FINAL DEL PERÍODO DE INVENTARIO

- 1 Definir los tipos de sistemas de manejo de la tierra que se utilizarán en el inventario.
- 2 Indicar en la columna A el Sistema de Manejo de la Tierra.
Deberán hacerse tantas copias de la hoja I de la HOJA DE TRABAJO 5-5, como sean necesarias para dar cuenta de todos los sistemas de manejo utilizados en el inventario (se presentan ejemplos en el Apéndice del Libro de Trabajo y en la Tabla 5-10 del *Manual de Referencia*).
- 3 Indicar en la columna E la Superficie de las Tierras para cada sistema subdividido por el tipo de suelo en millones de hectáreas para el año de inventario actual (t).
Si un sistema de manejo de las tierras no existe para un tipo específico de suelo, deberá indicarse con un cero ("0").
- 4 Anotar en la columna D la Superficie de las Tierras para el año del inventario, (t-20), es decir, veinte años antes del año del inventario en curso.

Nota: Las superficies totales para cada tipo de suelo (la suma de todos los sistemas de uso de la tierra) en el año t, y en el año, t-20, deben ser idénticas. Para verificar que así sea, se sumarán las cifras de la columna D correspondientes a todos los sistemas de manejo de la tierra. Se repetirá el procedimiento para todas las cifras de la columna E. Las



sumas de las columnas D y E deberán ser idénticas (es decir, iguales a la superficie total de las tierras en el inventario).

PASO 2 ASIGNACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO POR SISTEMA DE MANEJO Y USO DE LA TIERRA Y TIPO DE SUELO

- 1 En el caso de los tipos de ecosistemas naturales, indicar en la columna C las cifras correspondientes al Carbono en los Suelos en toneladas de C/ha. En la Tabla 5-7 aparecen los valores por defecto.

En los casos en que la agricultura repercute sobre el ecosistema, deberá utilizarse en su lugar la HOJA DE TRABAJO ADICIONAL 5-5A para estimar el carbono de los suelos.

En el caso de los sistemas en que hay repercusiones de la agricultura se emplea la ecuación siguiente:

$$\text{Carbono en los suelos}_{\text{manejados}} = \text{Carbono en los suelos}_{\text{naturales}} \times \text{Factor de base} \times \text{Factor de labranza} \times \text{Factores de insumos}$$

HOJA DE TRABAJO 5-5A (ADICIONAL): CARBONO EN LOS SUELOS DE TIERRAS AFECTADAS POR LA AGRICULTURA.

- 1 Indicar en la columna A el Sistema de Manejo de la Tierra, identificado en el Paso 1 de la HOJA DE TRABAJO 5-5.
Hacer tantas copias de la HOJA DE TRABAJO 5-5A (ADICIONAL) como sean necesarias para dar cuenta de todos los sistemas de manejo.
- 2 Anotar en la columna C el Contenido de Carbono en los Suelos con Vegetación Natural. En la Tabla 5-7 se presentan los valores por defecto.
- 3 Indicar en la columna D el Factor de Base. En la Tabla 5-8 se presentan los valores por defecto.
- 4 Anotar en la columna E el Factor de Labranza. Los valores por defecto se presentan en la Tabla 5-8. Cuando no existan valores por defecto ni datos específicos para el país, indicar I.
- 5 Anotar en la columna F los Factores de Insumo. Los valores por defecto se presentan en la Tabla 5-8. Cuando no existan valores por defecto ni datos específicos para el país, indicar I.
- 6 Multiplicar los valores en la columnas C, D, E y F. Anotar el producto en la columna G correspondiente al Carbono en los Suelos en las Tierras Afectadas por la Agricultura.
- 7 Anotar las cifras de la columna E en la columna C de la HOJA DE TRABAJO 5-5, hoja I.

VALORES POR DEFECTO DE LOS FACTORES DE LABRANZA Y DE INSUMOS

En la Tabla 5-8 se presentan los valores por defecto de los Factores de Labranza y de Insumos, atendiendo a las definiciones por defecto de los Sistemas de Manejo de la Tierra indicados. Se debe señalar que todas las definiciones contenidas en el Apéndice pueden ser clasificadas empleando las definiciones por defecto presentadas en la Tabla 5-8.

TABLA 5-7 CONTENIDO APROXIMADO DE CARBONO EN LOS SUELOS CON VEGETACIÓN NATURAL (TONELADAS DE CARBONO/HA PARA UNA PROFUNDIDAD DE 0-30 CM)					
Región	Suelos muy activos	Suelos poco activos	Suelos arenosos	Suelos volcánicos (andisoles)	Suelos pantanosos (acuíquicos)
Templada fría, seca	50	40	10	20	70
Templada fría, húmeda	80	80	20	70	180
Templada cálida, seca	70	60	15	70	120
Templada cálida, húmeda	110	70	25	130	230
Tropical, seca	60	40	4	50	60
Tropical, húmeda estación seca larga	100	50	5	70	100
Tropical, húmeda - estación seca corta	140	60	7	100	140
Tropical, muy húmeda	180	70	8	130	180



TABLA 5-8^a
COEFICIENTES UTILIZADOS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO POR DEFECTO

Sistema	GS ^b	FB	Factor de labranza ^c			Factores de insumo ^d				
			Sin labranza	Labr. reduc.	Labr. intens.	Insumos reduc.	Insumos moder.	Insumos elevados	Barbecho largo	Barbecho corto
Templado										
Cultivado a largo plazo	A,B,C,D	0,7	1,1	1,05	1,0	0,9	1,0	1,1/1,2		
Cultivado a largo plazo	E	0,6	1,1	1,05	1,0	0,9	1,0	1,1/1,2		
Pastos mejorados	Todos los suelos	1,1				ND	ND	ND		
Reservados (<20 años)	Todos los suelos	0,8				ND	ND	ND		
Reservados (>20 años)	Todos los suelos	0,9				ND	ND	ND		
Tropical										
Cultivado a largo plazo	A,B,C,D	0,6	1,1	1,0	0,9	0,8	0,9	1,1/1,2		
Cultivado a largo plazo	E	0,5	1,1	1,0	0,8	0,8	0,9	1,1/1,2		
Arroz de tierra anegadiza	Todos los suelos	1,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Cultivo migratorio (incluido barbecho)	Todos los suelos	0,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,0	0,8
Tierras abandonadas/degradadas	Todos los suelos	0,5								
Pastos no mejorados	Todos los suelos	0,7				ND	ND	ND		
Pastos mejorados	Todos los suelos	1,1				ND	ND	ND		

^a Las partes sombreadas de la tabla, en que no aparecen factores de labranza y de insumos, indican casos en que esos factores no resultan aplicables a un sistema de manejo. En los casos en que no se han determinado (ND) los factores de labranza o de insumos, ello obedeció a que la información era insuficiente para ir más allá de la estimación de un factor de base.

GS = Grupo de Suelo, FB = Factor de Base; Reduc. = Reducido, Moder. = Moderado.

^b Grupos de suelos A = Muy activos, B = Poco activos, C = Arenosos, D = Volcánicos, E = Acuíquicos

^c Se da por supuesto que el no empleo de labranza aumenta el contenido de C del suelo en comparación con la labranza intensiva (inversión total del suelo). Se da por supuesto que la labranza reducida (por ej., considerable perturbación de los suelos pero sin inversión) produce pequeños aumentos en comparación con la labranza intensiva.

^d Los factores de insumo se aplican a los niveles de residuos y al aprovechamiento de los residuos, a la utilización de siembras de protección, capa vegetal, agrosilvicultura, la frecuencia del barbecho negro en sistemas templados semiáridos. El nivel reducido de insumos corresponde a las zonas en que los residuos de las cosechas se retiran o se queman, o se utiliza barbecho negro; el nivel moderado de insumos, a las zonas en que permanecen en los campos los residuos de las cosechas; el nivel elevado de insumos se aplica a aquellas zonas en que los residuos añadidos se aumentan considerablemente con la adición de cubierta orgánica, abonos vegetales, o mayor producción de residuos de las cosechas (1.1) o la adición con regularidad de volúmenes elevados de estiércol (1.2), en comparación con el caso nominal (promedio).

PASO 3 CÁLCULO DE LAS EMISIONES ANUALES NETAS DE LOS SUELOS MINERALES

- 1 Multiplicar la cifra del Carbono en los Suelos que aparece en la columna C por la de la Superficie de las Tierras indicada en la columna D. Anotar ese valor en la columna F.
- 2 Multiplicar la cifra del Carbono en los Suelos en la columna C por la de la Superficie de las Tierras en la columna E. Anotar el producto en la columna G.
- 3 Restar las cifras de la columna F de las de la columna G. Indicar el resultado en la columna H, Cambio Neto en el Carbono de los Suelos Minerales, para cada uno de los usos de las tierras y cada tipo de suelo.

Los valores negativos representan pérdidas netas de carbono y los valores positivos representan aumentos netos del carbono almacenado.

- 4 Sumar las cifras de la columna H para todos los sistemas de manejo de la tierra e indicar ese valor en la parte inferior de la columna H.

SUELOS ORGÁNICOS SOMETIDOS A USO INTENSIVO

Las emisiones de CO₂ procedentes de los suelos orgánicos se toman en cuenta solamente en el caso de los suelos que se encuentran sometidos actualmente a uso intensivo para la producción de cosechas o plantaciones forestales. No deben incluirse en el inventario los suelos orgánicos comprendidos en los tipos de ecosistemas naturales (cuyo contenido de C probablemente es estable o va en aumento).

PASO 4 CÁLCULO DE LAS EMISIONES ANUALES PROCEDENTES DE LOS SUELOS ORGÁNICOS

- 1 Indicar la Superficie de las Tierras (en hectáreas) correspondiente a los suelos orgánicos en la columna A de la HOJA DE TRABAJO 5-5, hoja 2, para la zona climática del caso (las zonas climáticas se definen en el Apéndice) y el uso de los suelos.
- 2 Anotar en la columna B la Tasa Anual de Pérdida. En la Tabla 5-9 se presentan los valores por defecto. Deberá utilizarse información específica para el país cuando esté disponible.
- 3 Multiplicar la Superficie de las Tierras en la columna A por la Tasa Anual de Pérdida en la columna B y anotar el producto en la columna C.
- 4 Sumar las cifras de la columna C y anotar el resultado en la parte inferior de la columna.

PASO 5 CÁLCULO DE LAS EMISIONES ANUALES PROCEDENTES DEL ABONADO CON CAL DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS

- 1 Indicar la Cantidad Total Anual de Cal (en todo el país), en la columna A de la HOJA DE TRABAJO 5-5, hoja 3, atendiendo al tipo de cal. Si no se cuenta con información sobre el tipo de cal aplicado, se da por supuesto que la totalidad de la cal es carbonato cálcico (CaCO₃).
- 2 Multiplicar las cifras de la columna A por los Factores de Conversión de Carbono en la columna B y anotar el producto en la columna C.
- 3 Sumar las cifras de la columna C e indicar el resultado en la parte inferior de la columna.



PASO 6 ESTIMACIÓN DEL TOTAL DE EMISIONES NETAS DE LOS SUELOS

- 1 Indicar en la columna A (primera fila) el Cambio Neto Total en el Carbono de los Suelos Minerales de todas las HOJAS DE TRABAJO 5-5, hoja 1.
- 2 Anotar en la columna A (segunda fila) la Pérdida Neta Total de los Suelos Orgánicos de todas las HOJAS DE TRABAJO 5-5, hoja 2.
- 3 Indicar en la columna A (tercera fila) las Emisiones de Carbono procedentes del Abonado con Cal tomadas de la HOJA DE TRABAJO 5-5, hoja 3.
- 4 Multiplicar las cifras de la columna A por los Factores de Conversión de Unidades en la columna B para obtener el Total Anual de Emisiones de Carbono en gigagramos por año. Anotar esas cifras en la columna C.
Se debe señalar que deberá copiarse el signo explícito (por ej., + o -) para el cambio en las existencias de carbono en los suelos minerales indicado en la HOJA DE TRABAJO 5-5, hoja 1.
- 5 Multiplicar cada una de las cifras de la columna C por 44/12 y anotar el resultado en la columna D.
- 6 Sumar todas las cifras de la columna D e indicar el resultado en la parte inferior de la columna para obtener el Total Anual de Emisiones (netas) de CO₂ de los suelos afectados por la agricultura.

Uso agrícola de los suelos orgánicos	Tasa anual de pérdida (MgC/ha/año)
Templados frescos	
Cosechas de tierra alta	1,0
Praderas/bosques	0,25
Templados cálidos	
Cosechas de tierra alta	10
Praderas/bosques	2,5
Tropicales	
Cosechas de tierra alta	20
Praderas/bosques	5



Apéndice: Definiciones por defecto de los sistemas de manejo y uso de la tierra

I. TEMPLADO FRÍO, SECO

Caracterizado por una temperatura media anual (TMA) de < 10 C y precipitación anual inferior a la evapotranspiración. La producción de cosechas está limitada por el suministro insuficiente de agua, y por una estación de crecimiento relativamente corta e inviernos crudos que limitan la selección de cultivos. **Incluye las zonas siguientes: porción septentrional de los Grandes Llanos de la América del Norte, y extensas zonas en Asia central y oriental.**

- a) Pastizales (no mejorados): praderas, a menudo dominadas por especies nativas, utilizadas para el pastoreo de ganado (principalmente vacuno) con intensidad relativamente baja. Por lo general reciben solamente aportes mínimos para aumentar su fertilidad o controlar las plagas.
- b) Cereales pequeños con período de barbecho en el verano: predominan los cultivos anuales de primavera (por ej., trigo, cebada, lino y semilla de colza/canola) cultivados en secuencia con barbecho periódico en el verano (práctica utilizada para reponer la humedad y los nutrientes del suelo, que supone dejar la tierra sin sembrar durante toda una estación de crecimiento, controlándose la maleza con la labranza y/o la aplicación de herbicidas). Por lo general, los suelos reciben solamente aportes reducidos de nutrientes y otros fertilizantes.
- c) Cereales pequeños con cultivo continuo - labranza tradicional: predominan los cultivos anuales de primavera, tanto en monocultivo como en diferentes combinaciones (incluido trigo, cebada, avena, lino, canola, centeno, mostaza, lentejas y guisantes). Los cultivos continuos requieren un mayor aporte de nutrientes que los sistemas de cultivo con período de barbecho en el verano. El control de la maleza se obtiene con herbicidas (durante la estación de crecimiento) en combinación con la labranza en la primavera y/o el otoño.
- d) Cereales pequeños con cultivo continuo - sin labranza: predominan los cultivos anuales de primavera, tanto en monocultivo como en diferentes combinaciones (incluidos trigo, cebada, avena, lino, canola, centeno, mostaza, lentejas y guisantes). El cultivo continuo requiere mayor aporte de nutrientes que los sistemas de cultivo con período de barbecho durante el verano. La maleza se controlan solamente con el empleo de herbicidas, y las cosechas se siembran sin labranza previa directamente en los residuos de la cosecha anterior que permanecen en los campos.
- e) Cereales pequeños/rotación de plantas forrajeras: predominan las especies perennes de hierbas o leguminosas, interrumpidas periódicamente por varias cosechas anuales consecutivas (por lo general cereales o semillas oleaginosas sembrados en la primavera). La duración de un período típico de rotación puede oscilar entre cinco y diez años. Como este sistema se utiliza frecuentemente conjuntamente con la producción de ganado, podrían recuperarse en el estiércol cantidades considerables de nutrientes.

- f) Heno/pastos mejorados: predominan las especies perennes de gramíneas y leguminosas mantenidas durante períodos prolongados, principalmente como forraje. Las plantas forrajeras son generalmente especies no autóctonas, introducidas debido a su productividad comparativamente elevada.
- g) Praderas de sucesión normal: tierras previamente cultivadas que se han convertido nuevamente en praderas, pero que todavía no han alcanzado las características de los pastizales naturales. Por lo general está establecida una única especie o mezcla de gramíneas como resultado del abandono de las tierras o debido a la ejecución de un programa gubernamental, en muchos casos destinado a lograr la estabilización de las tierras empobrecidas o la reducción de las superficies cultivadas si ha habido excedentes de producción.
- h) Sistemas de cultivos de regadío: por lo general incluyen gran diversidad de cultivos de valor relativamente elevado adaptados a estaciones de crecimiento cortas, incluidos: semillas oleaginosas y cereales sembrados en la primavera, plantas forrajeras de elevado valor y legumbres (por ej., papas, tubérculos y hortalizas). Debido al elevado costo del regadío, los sistemas de cultivo van acompañados generalmente de un elevado aporte de nutrientes y otras sustancias fertilizantes para maximizar el rendimiento y la calidad de la cosecha.

2. TEMPLADO FRÍO, HÚMEDO

Caracterizado por una TMA < 10 C y precipitación anual cercana o superior a la evapotranspiración. La producción de cosechas está limitada por la corta estación de crecimiento y los inviernos relativamente crudos. La temperatura no se presta para el cultivo de granos forrajeros que requieren temperaturas cálidas como el maíz y la soja; la producción está dominada por cereales pequeños, plantas forrajeras y tubérculos. **Incluye la mayoría de los países escandinavos, Finlandia y partes de Rusia y América del Norte.**

- a) Bosque: la vegetación natural incluye bosques de especies caducifolias y taiga (bosque de coníferas); a menudo intercalados con humedales (turberas). Suelos relativamente recientes producto de la glaciación; muchos de ellos ácidos con una espesa capa de cubierta muerta (suelos podsólicos).
- b) Monocultivo de cereales pequeños: cultivos anuales en que predomina el trigo pero también hay cebada, avena, centeno y semilla de colza (canola). Se emplea normalmente labranza intensiva (arado). Empleo generalmente elevado de fertilizantes, obteniéndose cosechas abundantes, que oscilan entre 5 y 10 t/ha. En algunas zonas poco importantes puede emplearse todo un año de barbecho negro a intervalos irregulares; en el pasado se utilizaba más comúnmente para controlar la maleza (antes de la introducción de los herbicidas).
- c) Rotación de cereales/especies perennes de plantas forrajeras: se cultivan cereales pequeños y semilla de colza rotándolos con gramíneas forrajeras y leguminosas, así como tubérculos. Es típico de explotaciones agropecuarias que incluyen producción de leche.
- d) Pastizales permanentes: destinados al pastoreo y/o a la producción de heno. Por lo general, los suelos o las zonas climáticas no resultan



apropiados para la producción de cultivos intensivos (son comunes en las zonas septentrionales de los países escandinavos y Finlandia).

- e) Praderas y tierras reservadas para bosques: la superficie de las praderas fluctúa considerablemente de un año a otro debido a las variaciones en las políticas de los subsidios. La rotación de bosques a corto plazo para obtención de energía de biomasa se está incrementando.

3. TEMPLADO CÁLIDO, SECO

En esta zona, las temperaturas medias anuales de la estación de crecimiento oscilan normalmente entre 10 y 20 C, siendo la precipitación anual generalmente inferior a 600 mm; incluye los climas continental y mediterráneo. Abarca las principales zonas productoras de cereales y ganado en los Grandes Llanos y el Noroeste de los Estados Unidos, las regiones mediterráneas en Australia, Europa y Sudáfrica, y la faja semi-árida que se extiende a lo largo del sur de Rusia, Asia central y China.

- a) Pastizales para pastoreo: praderas no mejoradas, en que predominan normalmente especies nativas que sirven de sustento para el ganado (vacuno y ovino) con una intensidad comparativamente baja. Casi nunca se emplean fertilizantes ni control de plagas.
- b) Cereales pequeños con período de barbecho en el verano (o con período largo de barbecho): predominan los cereales pequeños (generalmente trigo de elevado valor) con un período de un año de barbecho negro para lograr la reposición del contenido de humedad de los suelos y de los nutrientes. Esa práctica está más extendida en las zonas más secas, es decir, donde la precipitación anual es inferior a 400 mm. La maleza se controlan con la labranza, la aplicación de herbicidas (que va en aumento cuando no se utiliza labranza), y el pastoreo de animales (por ej., ovejas en Australia). El aporte de nutrientes y otros fertilizantes normalmente es bajo en comparación con cultivos más continuos y la erosión y la degradación de los suelos pueden ser elevadas debido al largo período de barbecho negro.
- c) Cereales pequeños/leguminosas con período de barbecho en el verano: Se cultivan leguminosas como garbanzos o guisantes, altramuza y habas, en rotación con cereales. Este sistema requiere un menor aporte de fertilizante que los cereales pequeños debido solamente a la fijación de N por las legumbres. El potencial de pérdida de suelos debido a la erosión aumenta normalmente después de la cosecha de legumbres como los guisantes y los garbanzos porque el volumen de la cubierta de residuos es inferior al de otros cultivos.
- d) Cereales pequeños con cultivo continuo - labranza tradicional: Incluye cereales pequeños en monocultivo (trigo, cebada) aunque se incrementa la utilización de rotaciones más diversificadas (por ej., triticale, mostaza, canola, girasol, maíz, sorgo y millo). Estos sistemas requieren mayor aporte de nutrientes y son más frecuentes en zonas de mayor precipitación (> 400 mm).
- e) Cereales pequeños con cultivo continuo - sin labranza: Cultivos similares a los indicados *supra* para sistemas con labranza tradicional, pero la labranza puede aumentar la eficiencia de la utilización del agua y ampliar el uso de regímenes de cultivo más continuo a las áreas que reciben menos

precipitación. Los niveles más elevados de residuos superficiales contribuyen a controlar la erosión.

- f) Cereales pequeños con heno/pastos mejorados: La rotación típica puede incluir uno o más años consecutivos de pastos anuales sembrados o de heno. Puede incluir también un largo período de barbecho antes de la fase del cultivo de cereales. Sin embargo, esa práctica va desapareciendo y su uso se ve restringido a las regiones con cultivos marginales. Se ha observado que los niveles de carbono orgánico aumentan muy considerablemente al igual que la estabilidad total en pastizales con buenas prácticas de manejo. Se han empleado rotaciones con dos años de cereales y 2-4 años de pastos pero por lo general no han resultado económicas.
- g) Praderas de sucesión natural: tierras previamente cultivadas que se han convertido nuevamente en praderas, pero que todavía no han alcanzado las características de los pastizales naturales. Por lo general está establecida una sola especie, o una mezcla, de gramíneas debido al abandono de las tierras o fruto de la ejecución de un programa gubernamental, generalmente destinado a lograr la estabilización de las tierras sujetas a degradación o la reducción de las superficies cultivadas cuando ha habido excedentes de producción.
- h) Sistemas de cultivos de regadío: pueden incluir gran diversidad de cultivos afines, incluidos los principales cultivos extensivos (maíz, trigo, arroz y algodón), así como productos hortenses de elevado valor. Los sistemas de cultivo normalmente incluyen un elevado aporte de nutrientes y de otros fertilizantes para maximizar el rendimiento y la calidad de la cosecha.

4. TEMPLADO CÁLIDO, HÚMEDO

En esta zona, las temperaturas medias anuales durante la estación de crecimiento oscilan normalmente entre 10 y 20 C y la precipitación anual es cercana o superior a la evapotranspiración potencial. Los suelos de esta región incluyen suelos recientes resultado de la actividad de los glaciares que se allanan gradualmente en suelos mucho más erosionados en regiones más cálidas (latitudes inferiores). Esta zona está dominada por sistemas agrícolas con prácticas de manejo intensivo, sumamente productivos. **Incluye las latitudes centrales de Europa occidental y oriental, el sureste de Rusia, partes de China, Corea, Japón, las regiones central y occidental de los Estados Unidos, y partes de Australia, Nueva Zelandia y América del Sur.**

- a) Bosque: el ecosistema natural dominante es el bosque templado de especies caducifolias, así como algunas zonas de praderas húmedas y bosques templados de coníferas sobre todo en puntos donde los incendios son frecuentes. En esta zona, las praderas naturales han sido convertidas casi exclusivamente a agricultura permanente, al igual que grandes zonas de tierras en el pasado boscosas. Asimismo, superficies considerables de zonas en el pasado cultivadas han sido abandonadas y se han convertido nuevamente en bosques, sobre todo en los Estados Unidos.
- b) Pastizales/heno: pastizales permanentes destinados al pastoreo y/o cultivados para obtener heno. Pueden ocupar grandes extensiones en zonas de producción lechera y de cría de ganado, ocurriendo también en



zonas donde existen limitaciones para su utilización como tierras de cultivo, incluidos los terrenos montañosos y las zonas con drenaje inadecuado.

- c) Producción intensiva de cereales: dominada por la producción de alimentos y granos forrajeros para el comercio, incluido maíz, soya, trigo, avena, así como papas y tubérculos. Por lo general, esos sistemas reciben aportes elevados de fertilizantes y otros productos agroquímicos y están caracterizados por un elevado grado de mecanización. Para los fines del inventario, se recomienda la subclasificación en sistemas atendiendo al aporte de materia orgánica (y al aprovechamiento de los residuos) y a las prácticas de labranza.
- Diferentes niveles de aporte de carbono - los sistemas con elevado aporte de residuos incluyen una o más de las siguientes prácticas: aplicación de cantidades considerables de estiércol o de aguas residuales, rotación de cultivos que incluye varios años de cosechas de heno perenne, dos cosechas por año, y el empleo de siembras de protección invernales que permanecen en los campos. Los sistemas de aporte nominal incluyen los sistemas de producción de cereales con cantidades normales de fertilizantes y residuos remanentes. Los sistemas con aporte reducido de residuos incluyen la producción de cereales en que los residuos se retiran de los campos.
 - Prácticas de labranza - podrían incluirse diferentes categorías dependiendo de si se utiliza o no labranza, o si ésta es reducida o intensiva. La labranza reducida incluye prácticas en que la labranza es mínima e infrecuente y la perturbación de los suelos llega a poca profundidad. La labranza intensiva es aquella en que ocurre considerable inversión y mezclado del suelo del horizonte A (por ej., con arado con vertedera) así como labranza secundaria.
- d) Producción de cosechas especializadas: incluye sistemas que están dominados por cosechas no cerealeras con prácticas de manejo intensivo, como el tabaco, el algodón, los cacahuets y las hortalizas comerciales, en que la mayoría de la biomasa producida se retira de los campos o en que, por otras razones, la tasa de residuos remanentes es baja.
- e) Tierras que han regresado al estado natural: se incluyen en esta categoría las tierras dedicadas en el pasado a la agricultura que ya no son utilizadas para la producción y han sido convertidas, o que se ha permitido que regresen nuevamente, a pastos perennes o vegetación forestal. Se recomienda emplear subdivisiones atendiendo a las "clases de edad" o las etapas de sucesión normal para especificar el contenido de carbono de los suelos.

5. TROPICAL, SECO

Caracterizado por una TMA superior a los 20 C y precipitación anual generalmente inferior a 1000 mm con una estación seca prolongada y pronunciada que da por resultado una estación de crecimiento de duración limitada. Los suelos son muy variables, por ej., Vertisoles muy activos (India) Alfisoles Lateríticos (África) y Alfisoles y Oxisoles muy ácidos (América del Sur). La productividad media para la mayoría de las cosechas es baja, debido no solamente a la escasez de agua sino también a la deficiencia de nutrientes, que no es corregida con el

empleo de fertilizantes porque la inversión en fertilizantes en una zona propensa a la sequía supone muchos riesgos.

- a) Sabana: la vegetación natural preponderante en esta zona. La cubierta de plantas leñosas es muy variable, siendo en algunos casos inexistente y en otros prácticamente completa, aunque el promedio es inferior al 30%. El aumento de la cubierta leñosa obedece en muchos casos a la presión sostenida del pastoreo y a la inexistencia de incendios; el agotamiento de la cubierta leñosa obedece a la demanda insostenible de leña. La densidad de carbono del sistema se ve muy afectada por la cantidad de cubierta forestal, tanto de la biomasa arbórea como la de la elevada materia orgánica en suelos los debajo del dosel. El uso principal es el pastoreo. En regiones en que predomina el pasto, hay pastoreo extensivo del ganado en praderas no sujetas a prácticas de manejo (como es el caso de los Llanos en Venezuela y Colombia). La productividad es baja (densidades de carga de 10-20 ha/animal) y se ve amenazada por el pastoreo excesivo y la desertificación. En regiones donde abundan la hierba y los arbustos, hay pastoreo extensivo y rebaños migratorios no sujetos a prácticas de manejo y, en muchos casos, existe un número demasiado elevado de cabezas de ganado vacuno, caprino y ovino (por ej., el Sahel).
- b) Agricultura de subsistencia con cosechas muy resistentes a la sequía: el millo y el sorgo son los principales cultivos para los agricultores de subsistencia, que pueden sembrar también maíz en los años en que llueve más. Incluye latifundios en que la quema de broza y de residuos y la producción laborable depende de aparceros. Son típicos los cultivos combinados, con intercalación de 5 a 10 cosechas. Después de 3-8 años de cosecha, se procede a la rotación de las zonas mediante barbecho en maleza, en que frecuentemente ocurre roce o pastoreo. Es común en todas las zonas secas de Sudamérica y del Sur de África. Una variante africana de los latifundios son las tierras de propiedad comunal, concediéndose a las familias los derechos de explotar las tierras labrantías. Ese sistema ha demostrado su gran estabilidad (>600 años en el África Occidental) pero se resquebraja debido a la presión demográfica. Incluye también pequeñas granjas explotadas por los propietarios, que dependen del trabajo de los miembros de la familia. Cuando el rendimiento es bajo, la rotación de las áreas cultivadas requiere la tenencia de tierras extensas que permitan barbecho en maleza; de lo contrario, la tierra podría ser abandonada y dedicarse a cultivos migratorios.
- c) Cultivos de regadío: cuando existen ríos o aguas subterráneas, es posible producir gran número de cultivos comerciales como maíz, caña de azúcar, frutas cítricas y tropicales, verduras, tabaco y algodón.

6 y 7. TROPICAL, HÚMEDO CON ESTACIONES SECAS LARGA Y CORTA

TMA superior a 20 C y precipitación anual entre 1000 y 2000 mm. Puede subdividirse en zonas con una estación seca prolongada (> 5 meses) y zonas de estación seca corta (< 5 meses). La producción varía dependiendo de la cantidad de precipitación y la duración de la estación seca observándose una creciente importancia de la agricultura mecanizada con elevado aporte de fertilizantes en las zonas más húmedas en los suelos apropiados. La producción de cosechas es estacional, pero en muchos casos es posible producir dos cosechas anuales en las zonas más húmedas. Los



suelos en las regiones más secas pueden ser más fértiles, y tener un pH superior, debido a un menor grado de erosión. **Esas zonas incluyen grandes áreas de África, la mayor parte del subcontinente indio y la parte continental del Sudeste asiático, y pequeñas áreas en Latinoamérica y Australia.**

- a) Bosques: para definir la vegetación se define a menudo como caducifolia tropical, o bosques tropicales secos; la proporción de especies caducifolias de la cubierta de copas aumenta a medida que se alarga la duración de la estación seca; los incendios son comunes en los hábitats más secos; ocurren mezclas de especies caducifolias y de coníferas en las zonas más húmedas.
- b) Pastoreo no mejorado: pastoreo extensivo de animales de cría, a menudo en combinación con la producción de cosechas en zonas adyacentes en agricultura de subsistencia, utilizándose estiércol del pastoreo del ganado.
- c) Pastoreo mejorado: en las zonas con mayores precipitaciones, los pastizales pueden ser mejorados mediante la selección de especies, el control de la maleza y el empleo de fertilizantes, lo que se traduce en mayor productividad.
- d) Sistemas de cultivos migratorios y de rotación de barbecho: la quema es más completa que en las regiones más húmedas debido a la mayor duración de la estación seca, que se traduce en mayor combustión de biomasa y existencias inferiores de carbono; la fase de cosecha (de 2 a 3 años) puede ser más larga que la de barbecho (10 años) en comparación con las regiones más húmedas pero la reacumulación durante el barbecho ocurre más lentamente, sobre todo en los suelos infecundos. Gran parte de las tierras en África han sido dedicadas a cultivos más continuos; por otra parte, grandes extensiones en el Sudeste asiático y la India continúan estando clasificadas como cultivos migratorios. En algunos casos, las tierras se han degradado debido a intervalos de barbecho cada vez más cortos, creándose sabanas en lugar de la sucesión natural que lleva a bosques de especies caducifolias.
- e) Cultivos continuos mixtos (manuales): éste es el uso más frecuente de las tierras en esta zona de África donde en los últimos 50 años se ha impuesto en las grandes superficies de tierras que en el pasado estaban dedicadas a la agricultura migratoria. En estos sistemas de explotación agrícola, que ocupan algunas de las zonas agrícolas con mayor densidad demográfica en los trópicos, se producen mezclas de cultivos extensivos anuales (maíz, frijoles) y plantas perennes (bananas, café y caña de azúcar). Los residuos de las cosechas se consideran un componente importante de la producción como alimento para animales confinados pero en muchos casos existen métodos muy avanzados de aprovechamiento del estiércol y de producción de abono a partir de desechos. No obstante, en los sistemas de cultivos de altura las existencias de carbono en los suelos han disminuido a menos del 50% de sus niveles originales.
- f) Cultivos continuos mecanizados (aprovechamiento de residuos): estos cultivos cobraron gran importancia en Asia con la Revolución Verde. Las principales cosechas son el arroz y el trigo, y la proporción de los residuos remanentes varía considerablemente ya que es frecuente que se quemen o se retiren para emplearlos en la alimentación pecuaria; sin embargo, se observa la tendencia a la incorporación de los residuos, prohibiéndose su quema. En algunas partes de América Latina los

bosques nativos de especies caducifolias han sido convertidos al cultivo continuo mecanizado de soya, arroz y maíz.

- g) Plantaciones: las plantaciones de los trópicos están comprendidas generalmente en esta zona y la zona subhúmeda con una estación seca más corta, destacándose principalmente las plantaciones de teca. Las plantaciones de café, te y piña son también importantes. Una tendencia que ha reducido las existencias de carbono en las plantaciones de café es la reducción de la superficie de café cultivado a la sombra de los árboles, yendo en aumento el cultivado al sol.
- h) Cultivos de regadío: pueden incluir cultivos similares a los descritos en la zona semiárida así como arroz de tierras anegadizas. En las zonas con una estación seca larga se puede obtener solamente una cosecha anual de arroz de tierras anegadizas. Éste es probablemente el sistema de cultivo predominante en la India y en el Sudeste asiático pero es poco frecuente en África o América Latina.

8. TROPICAL, MUY HÚMEDO

Caracterizado por una TMA superior a 20 C y una precipitación anual > 2000 mm, sin una estación seca importante. La producción de cosechas por lo general se ve limitada por la reducida fertilidad y la acidez de los suelos en zonas de elevada lixiviación y/o por la rápida invasión de malas hierbas como la Imperata. Las excepciones son las tierras fértiles de origen volcánico reciente y los arrozales, que en muchos casos se benefician de los sedimentos procedentes de la erosión de las tierras altas. Los sistemas de producción basados en especies perennes constituyen el uso más sostenible de las tierras. **Cubre zonas muy extensas de América del Sur (la cuenca del Amazonas), África ecuatorial y el Sudeste asiático.**

- a) Bosques: ésta es la vegetación natural preponderante en esta zona, en que se da el mayor grado de diversidad biológica en todo el mundo. Puede ocurrir degradación de los bosques y daños a los suelos producto de la tala, sobre todo a lo largo de las vías de arrastre y los caminos; la vegetación natural no dominante aparece frecuentemente en mosaicos con “cultivo migratorio” y se trata en la sección correspondiente a esa categoría.
- b) Sistemas de agrosilvicultura y mezcla de otras plantas perennes (múltiples estratos): vegetación artificial variada similar a la de los bosques con una mezcla de árboles útiles y elementos de la vegetación natural; las funciones ecológicas, tales como el almacenamiento de C en los suelos, son similares a las de los bosques secundarios naturales de edad comparable; esta categoría de uso de las tierras por lo general no se incluye (todavía) en las estadísticas existentes.
- c) Producción intensiva de cultivos alimenticios de tierras altas, permaneciendo en los campos todos los residuos de las cosechas: con la producción intensiva de cultivos alimenticios, mecanizada o con trabajadores manuales, cuando se aprovechan todos los residuos de las cosechas y el aporte de nutrientes es suficiente, es posible mantener niveles adecuados de materia orgánica en los suelos y alcanzar las metas de una producción sostenida. Este grupo incluye la producción intensiva de hortalizas en las mayores elevaciones, a menos que predomine la erosión de los suelos.