

Fajas forestales hidrorreguladoras

¿Qué son?
¿Para qué sirven?
¿Cómo se calculan?
¿Cómo se crean y manejan?

Juan A. Herrero Echevarría
Dirección Nacional Forestal
MINAG, La Habana, 2003



© Juan A. Herrero Echevarría, Dirección Nacional
Forestal, MINAG, 2003

© Sobre la presente edición:
Agrinfor, 2003

Diseño: Ofelia Flores Valdés

ISBN 959-246-110-4

Agrinfor
Ministerio de la Agricultura
Conill y Ave. Independencia, Edificio MINAG,
3er piso, Plaza de la Revolución,
La Habana, Cuba, CP 10 600
Teléfonos: 881 2837 / 884 5757 / 884 5473
Fax: 881 2837
E-mail: ofelia@agrinfo.cu

Índice

<i>INTRODUCCIÓN</i>	5
<i>FUNCIÓN HIDROLÓGICA Y ANTIERSIVA DE LOS BOSQUES</i>	9
<i>FAJA FORESTAL HIDRORREGULADORA EN LAS MÁRGENES DE LOS RÍOS Y EMBALSES</i>	12
<i>ANCHO DE LA FAJA FORESTAL HIDRORREGULADORA</i>	16
<i>DISEÑO Y ESTRUCTURA DE LA FAJA FORESTAL</i>	17
<i>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES RECOMENDADAS PARA PLANTAR EN LAS FAJAS</i>	19
<i>ANEXO 1</i>	28
<i>ANEXO 2</i>	29
<i>ANEXO 3</i>	30
<i>ANEXO 4</i>	32
<i>BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL CONSULTADA</i>	34

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento, por parte de la comunidad mundial, de la importancia de los bienes y servicios que brindan los bosques, es cada día mayor. Un mundo sin bosques es hoy impensable.

En la evaluación general de los recursos de agua dulce del mundo, preparada por diversas organizaciones mundiales y presentada en el quinto período de sesiones de la ONU de 1997 se expresa que: “Ha de tomarse conciencia de que el problema del agua es uno de los más importantes de nuestra época, tan importantes como los del cambio climático, la deforestación, la protección de la diversidad biológica y la desertificación, relacionados todos ellos con la ordenación de los recursos hídricos.

En Cuba, las afectaciones de los recursos hídricos y edáficos y la pérdida de la biodiversidad por lo general están presentes en todo el archipiélago e históricamente han estado vinculadas a la deforestación y al uso irracional de los suelos.

La configuración larga y estrecha de la isla mayor y la existencia de un parteaguas central determina que los ríos sean, en general, de curso corto y pendientes altas, lo que vinculado al régimen de precipitaciones determina corrientes rápidas y fluctuaciones considerables de sus caudales, hecho que impide un aprovechamiento eficaz de sus aguas. A esta situación se añade la degra-

dación paulatina de las corrientes fluviales (azolvamiento de cauces, erosión de las orillas, contaminación de las aguas, etc.), fenómenos a los que no escapan los embalses construidos, que en número de 241 presas y 730 micropresas, existen actualmente en el país (INRII, 2002). Uno de los principales factores edáficos limitantes es la erosión actual -fenómeno que afecta más de 40 % de los suelos cubanos. Si se refiere a la erosión potencial, este porcentaje se eleva hasta 56 %, cifra alarmante si se considera que el primer signo de la reacción en cadena desatada por la erosión es la disminución del rendimiento agrícola (Instituto de Suelos, 2001).

Teniendo en cuenta estas realidades, la protección y conservación de los recursos hídricos y edáficos se convierte en una de las principales tareas que el país debe afrontar.

La creación o restablecimiento de los bosques de galería es una de las muchas medidas, quizás de las más sencillas, que se debe acometer en una cuenca con el objetivo de proteger los recursos hídricos. En el presente trabajo se expone, de manera resumida, la importancia de estas formaciones vegetales, el cálculo de sus dimensiones y las características que deben tener las especies para ser usadas con este objetivo, entre otros aspectos.

El material que ahora se presenta resume y compendia el trabajo de muchos años de experimentación, evaluación y monitoreo en temas de manejo de cuencas

hidrográficas e hidrología forestal y se ha elaborado en respuesta a la política del Estado Cubano de conservar los recursos hídricos como una tarea crucial en el contexto del desarrollo sostenible.

FUNCIÓN HIDROLÓGICA Y ANTIEROSIVA DE LOS BOSQUES

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua (Mar del Plata, 1977) quedó establecido que: "...los suelos, las aguas y la vegetación forman un sistema complejo, interdisciplinario, sintetizado en el ciclo hidrológico y definido territorialmente por la cuenca hidrográfica, en la que cualquier acción o transformación afecta el sistema".

El trinomio BOSQUE-AGUA-SUELO forma una cadena en la cual la alteración de su primer eslabón desencadena fenómenos vinculados con la alteración del ciclo hidrológico, y la erosión, entre otros.

En orden inverso, cualquier medida que contribuya a mitigar o eliminar los fenómenos erosivos, también contribuye al restablecimiento de las condiciones hidrológicas normales de una zona determinada.

Un control efectivo de la erosión implica:

- Proteger el suelo del impacto directo de las gotas de lluvia.
- Eliminar o disminuir al mínimo el volumen de la escorrentía superficial.
- Disminuir la velocidad de las aguas superficiales.

Cuando los bosques mantienen en buen estado su estructura vertical, formada principalmente por sus estra-

tos arbóreos. arbustivo y herbáceo, prácticamente se suprime la erosión. Esto obedece a varias causas, entre las que sobresalen las siguientes:

- * La eliminación del impacto directo de las gotas de lluvia contra el suelo evita el rompimiento de la estructura y agregados del suelo y con ello, que las partículas finas sean fácilmente arrastradas por el flujo superficial.
- * Los bosques favorecen la infiltración modificando las características hidrológicas del sitio forestal mediante: el mejoramiento de las características hidrofísicas de los suelos por el aporte de materia orgánica; la creación de canales de infiltración por medio del profundo sistema radical de árboles y arbustos que da origen a huecos y espacios libres que permiten un flujo de agua de mayor libertad en el interior del suelo y la concentración de la precipitación en la base de los árboles a causa del escurrimiento por el fuste, punto en el que la penetración del agua es mucho más rápida.
- * La reducción de la velocidad de la lámina de escurrimiento es el resultado de los innumerables obstáculos que en el bosque existen, como: los troncos de árboles y arbustos en pie y caídos, el sistema de raíces superficiales y los contrafuertes de los troncos (estribos), el estrato herbáceo y el colchón de hojarasca o mantillo.

Además, una permanencia más prolongada de la lámina de agua sobre los suelos forestales implica una mayor infiltración, lo que a su vez determina una mayor estabilidad de los caudales y el aplastamiento de las cotas máximas de avenida, fenómeno que sucede en las cuencas con un adecuado índice de boscosidad.

En cuanto a la calidad de las aguas, en innumerables investigaciones realizadas en diferentes regiones del mundo se ha demostrado que, en el medio rural, los bosques constituyen un factor de primera importancia a los efectos de disminuir o evitar los efectos de la eutrofización de las aguas, que no es más que el crecimiento desmedido de algas y todo tipo de plantas acuáticas en los cuerpos de agua, motivado por la penetración en ellos de elementos químicos que los fertilizan. Este fenómeno está vinculado fundamentalmente con el uso irracional de fertilizantes y otros productos químicos aplicados en la agricultura, y los vertimientos de residuales.

FAJA FORESTAL HIDRORREGULADORA EN LAS MÁRGENES DE LOS RÍOS Y EMBALSES

Los tipos de vegetación que crecen de forma natural en las márgenes de las corrientes fluviales son conocidos comúnmente como “bosques de galería”, debido a que cuando están bien desarrollados y conservados forman verdaderos túneles o galerías de vegetación. Normalmente estos bosques presentan una diversa composición de especies que depende de las condiciones edafoclimáticas del sitio (Foto 1). Los suelos de estas zonas en muchas ocasiones se corresponden con el tipo Aluvial, que por sus características físico-químicas, resultan muy apropiados para la agricultura. Debido a esto y a su cercanía al agua, en el transcurso de muchos años los bosques de galería han sido talados para facilitar la actividad agropecuaria (Foto 2).

Las orillas de los ríos son, sin lugar a dudas, las zonas de mayor debilidad erosiva en una cuenca hidrográfica. En ellas no solo incide la lluvia que les cae directamente, sino también el agua de escorrentía proveniente de las partes altas de la ladera y la erosión lateral producida por la propia corriente fluvial.

Las fajas forestales hidrorreguladoras representan la versión artificial de los bosques de galería, y son im-



Foto 1. Bosque de galería. (Nótese la gran variedad de especies presentes.)



Foto 2. Ejemplo de orillas de embalses sin protección. Paisaje predominante en los cuerpos de agua del país.

prescindibles en las orillas de los ríos y embalses. Prohíben el traslado del escurrimiento superficial hacia los horizontes inferiores del suelo y la retención de los productos de la erosión y sales disueltas por lo que influyen de manera decisiva en la disminución de las tasas de azolvamiento de los cuerpos de agua, en el mejoramiento de la calidad de las aguas y en la regulación de los caudales.

Su efectividad hidrorreguladora y antierosiva se incrementa con la edad (Tabla 1) y sólo se empiezan a ver sus efectos cuando la copa de los árboles han cerrado y la acumulación de materia orgánica en el suelo es notoria. Ese estadio se alcanza a la edad de brinzal o latizal; en el caso del ejemplo, entre los 6 y 10 años.

Para lograr un efecto protector adecuado, las fajas forestales deben ser creadas en toda la red fluvial de la cuenca con un ancho óptimo.

Tabla 1. Influencia de la edad de las plantaciones de *Pinus caribaea* en el restablecimiento de las funciones hidrorreguladoras y antierosivas del sitio

Edad (años)	Grupo de edad	Altura (m)	DAP (cm)	Coefficiente de escurrimiento	Erosión (kg/ha)
1	Diseminado	-	-	0,37	125,0
6	Brinzal	4	4	0,04	3,9
10	Latizal	8	9	0,015	1,2
17	Fustal adulto	20	24	0,002	0,54

Se debe tener presente que estas son plantaciones de carácter policultural, que además de sus funciones propiamente hidrorreguladoras y anticerosivas, cumplen otras muy importantes de carácter ambiental y socioeconómicas, que pueden resumirse como sigue:

Alargamiento de la vida útil de los embalses mediante la disminución de la tasa de azolvamiento.

Mejoramiento de la calidad de las aguas al mitigar la carga contaminante que llevan consigo las aguas superficiales.

Protección de las orillas y cauces de las corrientes fluviales.

Protección de los suelos contra la erosión, y su mejoramiento.

Estabilización de los caudales y disminución de los niveles de inundación.

Disminución de la evaporación desde la superficie libre del agua al reducir la temperatura del agua y la velocidad del viento.

Mejoramiento de las condiciones para el desarrollo de la fauna acuática, al ser la temperatura del agua inferior y más estable.

Brindar abrigo y alimento a la fauna silvestre.

Producción de productos forestales, madereros y no madereros (miel de abejas, semillas, resinas, etc.).

Protección de cultivos agrícolas contra plagas y enfermedades y vientos dañinos.

Mejoramiento del paisaje.

Disfrute y esparcimiento de la población.

Ecoturismo.

Protección de las aguas ante posibles acciones de contaminación y en la defensa del país.

ANCHO DE LA FAJA FORESTAL HIDRORREGULADORA

De acuerdo con el Reglamento de la Ley 85, Ley Forestal, el ancho de la faja forestal se determinará mediante un estudio realizado por entidades debidamente autorizadas. Cuando no se cuente con estos estudios, *el ancho mínimo* de dichas fajas, medido en proyección horizontal, serán los siguientes:

Embalses de abasto a la población	100 m
Embalses (naturales o artificiales)	30 m
Ríos principales y canales magistrales	20 m
Ríos de primer orden y otros canales	15 m
Ríos de segundo orden en adelante	10 m
En áreas que circundan los orígenes de manantiales, ríos y arroyos	30 m
A lo largo de cárcavas y barrancas	30 m

Estos son valores promedios resultantes de estudios realizados en varias cuencas del país. A estos efectos, la determinación del orden de las corrientes se estable-

ce como aparece en el Anexo 1, de acuerdo con Mora (1993).

A los efectos del cálculo de la superficie que ocupará la faja en el curso de un río o sector de este, se multiplica el ancho de la faja forestal calculado (suma de las dos orillas) por la longitud del río o tramo que se considere. La longitud se mide sobre un mapa empleando un curvímetero o compás de punta seca. La corrección del cálculo se realiza empleando los modelos de sinuosidad que aparecen en el Anexo 2. En el caso de los embalses, el procedimiento es similar.

DISEÑO Y ESTRUCTURA DE LA FAJA FORESTAL

El diseño y estructura de la plantación (elección de las especies y su disposición en la faja), dependen de un conjunto de factores que deben conjugarse de la manera más armónica posible. Entre estos factores están:

- las condiciones edafoclimáticas y topográficas del sitio;
- las funciones medioambientales y socioeconómicas que debe cumplir la faja en la localidad;
- las tradiciones de los habitantes del lugar, así como sus necesidades y condiciones socioeconómicas.

Como principios generales se consideran los siguientes:

1. Las plantaciones mixtas, son recomendables aunque esto implique mayor complejidad en los manejos silvícolas.
2. La plantación de árboles frutales para consumo humano es conveniente y necesaria. El porcentaje de estos en la composición de la faja es variable: deben ocupar las hileras externas y el marco de plantación debe ser lo suficientemente amplio para lograr una producción acorde con los objetivos que se persiguen, pero lo necesariamente estrecho para que se logre una protección efectiva.
3. La preparación del sitio para plantar y los posteriores manejos (limpias, aclareos, etc.), deben hacerse con cuidado para alterar lo menos posible las condiciones del suelo.
4. La creación de las plantaciones no siempre resuelve los problemas de erosión, por lo que, cuando se requiera, se deben ejecutar medidas de conservación de suelos antes de la plantación (corrección de cárcavas, barreras vivas en ambos extremos, surcos de desviación, etc.), así como otras que favorezcan la capacidad de infiltración de los suelos.
5. La protección de estas plantaciones contra el libre pastoreo y los incendios es indispensable.
6. Prohibir el desbroce mecanizado de la vegetación como forma de preparación de la tierra.

7. Las primeras hileras deben ser de especies tolerantes a la humedad, sobre todo en aquellos lugares donde existan valles anegadizos o condiciones de alta humedad.

El diseño de la faja puede realizarse de múltiples maneras, pero siempre teniendo en cuenta los principios enumerados.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES RECOMENDADAS PARA PLANTAR EN LAS FAJAS

Las características fundamentales que definen la selección son:

- Especies de madera preciosa, melífera, o que sus frutos u hojas sean de valor económico o medicinal.

- Que sirvan de alimentación y abrigo a la fauna silvestre.

- Crecimiento rápido.

- Perennifolias y de follaje denso.

- Sistema radical profundo.

- Que permitan el desarrollo de sotobosque.

- Transpiración baja a moderada.

- Especies amenazadas, autóctonas o endémicas.

En las especies que se seleccionen serán las que cumplan con la mayor cantidad de estos requisitos, algunas de las cuales aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Algunas de las especies de árboles maderables que se recomiendan plantar en las fajas.

Nombre científico	Nombre vulgar	Ubicación en la faja	Método de plantación		
			Bolsas	Raíz desnuda	Siembra directa
<i>Andira inermis</i>	Yaba	Primeras hileras	X		X
<i>Bambusia vulgaris</i>	Bambú	Primeras hileras	X		X
<i>Calophyllum antillanum</i>	Ocuje	Primeras hileras	X		X
<i>Cordia collococca</i>	Ateje	Primeras hileras	X		
<i>Tabebuia angustata</i>	Roble	Primeras hileras	X		
<i>Hibiscus elatus</i>	Majagua	Primeras hileras	X	X	
<i>Roystonea regia</i>	Palma Real	Primeras hileras	X		
<i>Pythosello-bium ovovale</i>	Inga dulce	Primeras hileras	X		
<i>Swetenia mahagoni</i>	Cao ba antillana	Hileras intermedias	X		
<i>Swetenia macrophylla</i>	Cao ba hondureña	Hileras intermedias	X		
<i>Albisia fakataria</i>	Falcata	Hileras intermedias	X		X
<i>Cordia gerascanthus</i>	Baria	Hileras externos	X		

Nombre científico	Nombre vulgar	Ubicación en la faja	Método de plantación		
			Bolsas	Raíz desnuda	Siembra directa
<i>Colubrina ferruginosa</i>	Bijáguaro	Hileras externas	X	X	
<i>Pinus sp.</i>	Pinos	Hileras externas	X		
<i>Guasuma tomentosa</i>	Guásima	Hileras externas	X		
<i>Gliricidia sepium</i>	Piñón florido	Hileras externas	X		Estacas
	Frutales	Hileras externas	X		

En tramos o secciones de ríos donde existan bosques de galería, se precisará por cálculo si su ancho es suficiente. El manejo de estos bosques, los cuales normalmente presentan determinado nivel de degradación, debe ser el enriquecimiento o reconstrucción individual, en fajas o grupos. *Nunca se debe emplear la reconstrucción total.*

Preparación de la tierra

Teniendo en cuenta que las orillas de los ríos y embalses son las zonas de mayor debilidad erosiva en una cuenca, la preparación de la tierra constituye un aspecto de primordial importancia que influye decisivamente en dos aspectos: el desarrollo futuro de la plantación y

el control o desencadenamiento de procesos erosivos. Aunque cada sitio tiene sus particularidades y, por tanto, es imposible brindar métodos universales, existen principios que deben cumplirse, como son:

- Las líneas de plantación deben realizarse a curvas de nivel.
- Los puntos de plantación deben distribuirse a tresbolillo.
- El suelo debe prepararse mediante laboreo mínimo.
- El desbroce está prohibido.

Las formas más utilizadas son:

- Terrazas individuales (60 cm x 60 cm x 40 cm).
- Hoyos de plantación (20 cm x 20 cm x 30 cm).
- Subsólación profunda (> 60 cm).
- Surcos a nivel, mecanizados o por tracción animal.

Las terrazas individuales y la subsólación profunda son formas que favorecen considerablemente la infiltración del agua, con lo que se disminuye la escorrentía superficial. Por ello, siempre que puedan ser utilizadas, son preferibles a cualquier otro tipo de preparación de la tierra.

Marco de plantación

El marco inicial de plantación que debe emplearse en la creación de fajas forestales hidrorreguladoras es un aspecto de gran importancia que en muchas ocasiones

no se valora adecuadamente. Depende del crecimiento de la especie, de otras funciones específicas que deba cumplir la faja en la localidad y de las condiciones del sitio, entre otros muchos factores. Con su elección se busca lograr un cierre de copa lo más rápido posible pero sin dejar de tener en cuenta que marcos excesivamente estrechos implican aclareos más tempranos y, con ello, necesidad de fuerza de trabajo adicional y disponibilidad de productos forestales de baja dimensión, que se obtienen de estos tratamientos que no siempre tienen demanda. Por tanto, la elección de este importante factor debe ser el resultado de un profundo análisis. No obstante, en la Tabla 3 se dan algunas posibles variantes.

Tabla 3. Marcos de plantación recomendados por tipo de especies.

Especies	Espaciamiento		Plantas/ha (miles)
	Crecimiento	Marco plantación (m)	
Forestales	Lento	2,0 x 2,0	2 500
		2,5 x 2,5	
	Medio	2,5 x 3,0	1 333
		3,0 x 3,0	1 111
	Rápido	3,0 x 3,5	952
		3,5 x 3,5	816
Bambú	Rápido	6 x 7	238
Frutales		6 x 6	278

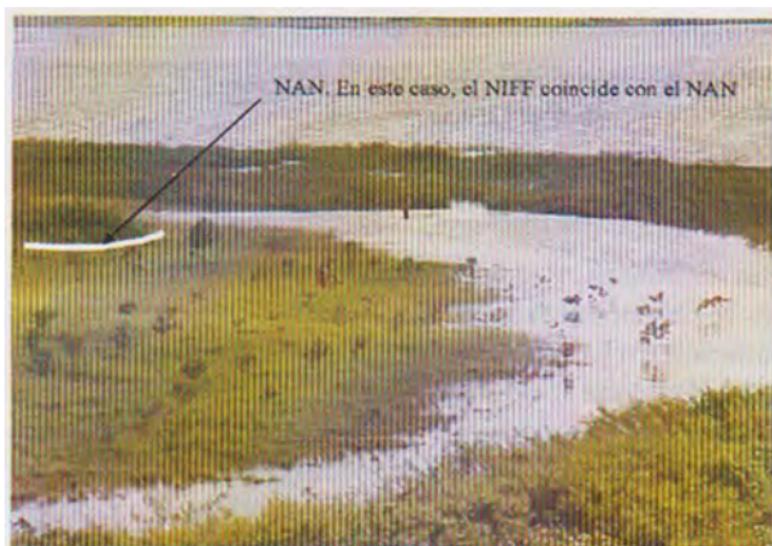
Nivel inferior de la faja forestal

La definición del Nivel Inferior de la Faja Forestal (NIFF) que es el nivel o cota a partir del cual se debe iniciar la plantación de la faja forestal hidrorreguladora es un aspecto de gran importancia.

Su cálculo inadecuado puede conducir a la pérdida de plantaciones por inundación prolongada o en caso contrario, al desaprovechamiento de extensas áreas que a la larga se cubren de vegetación indeseable o son utilizadas de forma inapropiada (Foto 3). El NIFF es variable y depende de numerosos factores entre los que podemos mencionar: las características de las orillas, la forma del valle y el régimen de los caudales en el caso de los ríos; del tipo de regulación en el caso de los embalses, etc.

En sentido general puede plantearse:

En corrientes fluviales: el NIFF es variable y depende de la forma del valle del río y específicamente de las características de sus orillas, de las fluctuaciones del caudal, del sector de la cuenca en que esté ubicado, del tipo de proceso predominante que ocurra en las orillas (erosión o sedimentación), entre otros factores. En sentido general, puede plantearse que en las corrientes fluviales el NIFF debe establecerse a partir del nivel de avenida más frecuente. Nunca debe tomarse como límite inferior el nivel de estiaje (estación seca) o el de avenidas excepcionales (Foto 4).



En todo caso, la elección del NIFF en los ríos debe ser el resultado de un análisis de terreno, teniendo en cuenta fundamentalmente el criterio de autoridades competentes, la experiencia de los pobladores del lugar y los registros o huellas de crecidas disponibles o visibles.

En embalses: el NIFF es particular para cada embalse y depende de las características de cada una de estas obras, de sus orillas y de las fluctuaciones históricas del nivel de agua en ellas. En Cuba, el tipo más frecuente de regulación de los embalses es hiperanual: por consiguiente, los niveles de agua se encuentran casi siempre por debajo del nivel de aguas normales (NA). Si a esto añadimos que las especies forestales normalmente empleadas en las primeras hileras pueden resistir varias

semanas y hasta meses en condiciones de total inundación. Como orientación general, este nivel se recomienda como límite inferior de la faja.

Determinación en el terreno del nivel inferior de la faja

En los embalses, la determinación del NIFF en el terreno es relativamente sencilla y para ello sólo se requiere un clinómetro y una cinta métrica de 10 m o más, teniendo en cuenta que se conoce el ancho que tendrá la faja y la cota del límite inferior.

En todos los embalses, por medio de las escalas se registra constantemente la cota del nivel de agua, por lo que es posible conocer ese dato en cualquier momento. También existen huellas en las orillas que se corresponden con niveles (cotas) de agua conocidos. Aprovechando alguna de estas dos posibilidades, por simple cálculo trigonométrico, se puede calcular el NIFF.

El corrimiento de este nivel se puede hacer de forma sencilla evitando los trabajos de nivelación o topográficos, los cuales normalmente son costosos y demorados.

En todos los casos, la primera línea de plantación debe separarse del nivel inferior a una distancia prudencial que puede asumirse como la equivalente al radio de copa de la especie plantada en estado adulto. En terrenos llanos es posible reservar una zona que puede variar entre 5 ó 10 m de faja herbácea, que puede ubicarse

a partir del NIFF y en la cual pueden desarrollarse plantas rastreras melíferas.

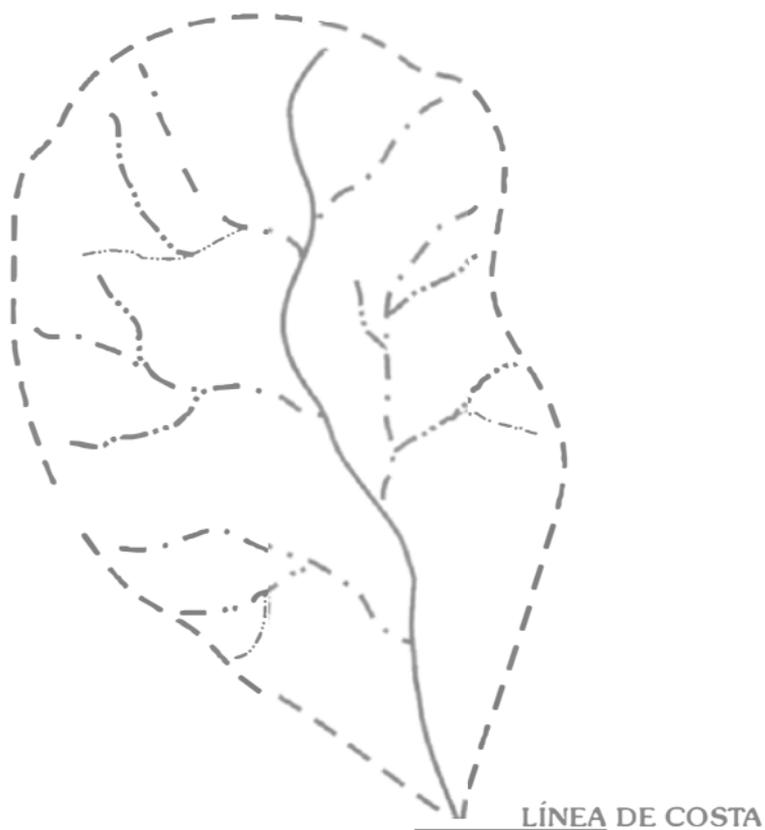
Un ejemplo de cálculo aparece en el anexo 3.

Proyecto de reforestación

A los efectos de recoger de forma uniforme y coherente todos los aspectos concernientes a la plantación, incluyendo, la ficha de costo además de las características del área y el diseño de la plantación, en el Anexo 4 aparece el formato de Proyecto de Reforestación para la creación de fajas forestales hidrorreguladoras.

Anexo 1

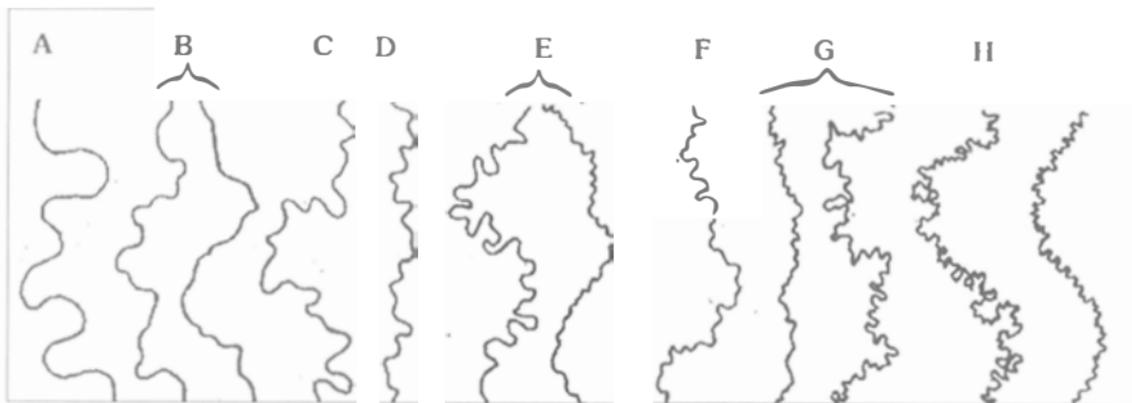
Orden de las corrientes de acuerdo con Mora, N. 1993.



-  Río principal
-  Río de primer orden
-  Río de segundo orden
-  Río de tercer orden

Anexo 2

Modelos de sinuosidad de los ríos y sus correspondientes coeficientes (K)



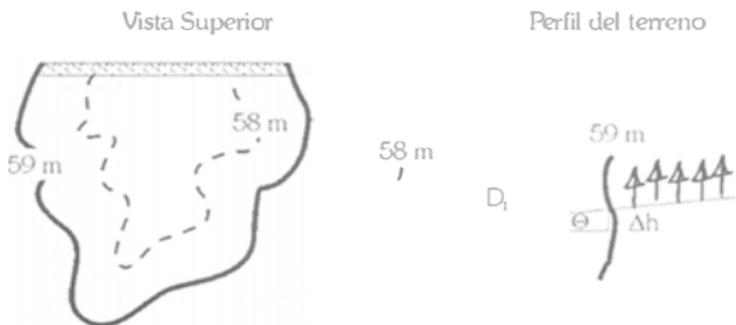
GRUPO	A	B	C	D	E	F	G	H	I
K	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,07	1,11	1,21	1,25

Anexo 3

Ejemplo de cálculo para determinar sobre el terreno el NIFF y su límite superior

En un embalse de abasto a la población el NIFF definido es la cota 59 m, el grado de inclinación del terreno es 3° , y la cota del nivel de agua al momento del cálculo es 58 m. Esquemáticamente es como sigue:

El procedimiento es el siguiente:



	$(59,0 - 58,0)$	1,0 m
Distancia inclinada (d)		
20 m		
$\text{sen } \theta$	$\text{sen } 3^\circ$	0,05

Esto quiere decir que situados en la orilla del agua (cota 58 m) debemos medir 20 m sobre el terreno para llegar a la cota correspondiente al NIFF (59 m). A partir de este punto es que se medirán los 100 m, que es el ancho de la faja correspondiente a este caso, pues se trata de un embalse de abasto a la población. Teniendo en cuenta que el ancho de la faja se calcula en proyección hori-

zonal, para hacer efectivos estos 100 m habría que medir en el terreno: $100 \text{ m} \cdot \cos 3^\circ = 101 \text{ m}$.

La corrección de distancia por pendiente, se realiza sólo cuando la inclinación del terreno es mayor de $25 \hat{\alpha}^\circ$; pues como se vio en el ejemplo anterior, para pendientes pequeñas la diferencia es despreciable.

Definidos y señalados sobre el terreno varios puntos correspondientes a la cota del NIFF, se unen de forma sencilla empleando clinómetros, caballetes, niveles, etc.. y se marca la línea con estacas o surcos siguiendo la curva de nivel.

Anexo 4

PROYECTO DE REFORMA CREACIÓN DE FAJAS FORMALES HIDROREGULATORIAS

Provincia _____ Municipio: _____
Nombre del productor _____ Organismo: _____
CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA
Nombre del río o embalse _____ Nombre del lugar: _____
Orden de la corriente: Principal _____ 1er orden: _____
2do orden: _____ 3er orden o más: _____
Pendiente predominante: _____ % Precipitación media anual: _____
mm _____
Tipo de suelo: _____
Profundidad efectiva: _____ cm pH _____ Materia orgánica: _____ %
Presencia de erosión (tipo, grado, etc.): _____

Vegetación actual (tipo, densidad, etc.) _____

Ancho de la faja, orilla izquierda: _____ m, orilla derecha _____ m
Embalse: _____ m
Longitud de la ribera que se protege: _____ m Superficie _____ ha

Este proyecto técnico responde a un proyecto general de la cuenca, del río o del embalse. Si _____ No _____ . Especificar: _____

Croquis: adjuntarlo en hoja anexa.

Anexo 4 (continuación)

DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

Composición de especies y distribución: _____

Marco de plantación: _____ x _____ m.

Número de hileras en la faja:

Cota (o descripción) del "límite inferior de la faja": _____

MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS (DESCRIBIR):

MEDIDAS DE PROTECCIÓN:

Contra incendios:

Contra el libre pastoreo: _____

FICHA DE COSTO

ACTIVIDAD	U/M	Costo unitario		Costo total	
		MIN	MLC	MIN	MLC
Producción de pasturas					
Preparación de la tierra					
Plantación					
Mantenimiento (3 años)					
Otras (especificar)					
TOTAL					

Confeccionado: nombre: _____

cargo: _____ firma: _____

Revisado: nombre: _____

cargo: _____ firma: _____

Aprobado: nombre: _____

cargo: _____ firma: _____

BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL CONSULTADA

- Bruijnzeel, L. A.: *Hydrology of moist tropical forest and effects of conversion a state of knowledge review*, Faculty of Earth Sciences, Free University, Netherland, 1990.
- Gil, N Desarrollo de cuencas hidrográficas y conservación de suelos y aguas, *Boletín de Suelos de la FAO* (44). Roma, 1986.
- Herrero, J. A.: "Función hidrológica y antierosiva de los bosques en Cuba", tesis presentada en opción del grado científico de doctor en Ciencias Agrícolas, INCA, La Habana, 1993.
- Herrero, J. A. y otros Influencia de la tala de bosques en la erosión y el escurrimiento superficial. *Rev Forestal Baracoa*, 5 (3-4), 1975.
- Hoover, M. D. *La acción y el movimiento del agua en el bosque*, FAO, Roma, 1962.
- INRH. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos: Los recursos hidráulicos en cifras. *Rev Voluntad Hidráulica*, Edición Especial 15-19, 2002
- Instituto de Suelos, MINAG: *Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos*, Agrinfor, La Habana, 2001.
- López, F Influencia de la vegetación sobre los elementos fundamentales del ciclo hidrológico

- Boletín Técnico Informativo* (26-27) Instituto de Hidrología, Madrid, 1977.
- López, F. y M. Blanco: Aspectos cualitativos y cuantitativos de la erosión hídrica, del transporte y depósito de materiales. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid, 1968.
- Melchanov, V. A. y J. A. Herrero: Metodología para calcular el ancho de la faja forestal hidrorreguladora en las condiciones tropicales de Cuba, *Rev. Silvicultura*, 6, 1975.
- Mora, N.: Clasificación decimal de los ríos de Cuba, Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana, 1993.
- Perera, R.: Influencia de los bosques en la calidad de las aguas. *Rev. Forestal Baracoa*, 1-2, 1975.
- Ley 81 Ley de Medio Ambiente, 1997.
- Ley 85, Ley Forestal, 1998.