

### 3.3. Componente Agua: Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial y Sedimentos en el Arroyo Morales

#### AUTORES

##### ILPLA - UNLP

Dra. Nora Gómez  
Dr. Alberto Rodríguez Capitulo  
Dra. Laura Armendáriz  
Lic. Paula Altieri  
Dra. Ana Clara Ferreira  
Lic. Marianela Rodríguez  
Dr. Fernando G. Spaccesi  
Lic. Bianca Cortese  
Dra. Delia E. Bauer  
Lic. María Belén Sathicq  
Dr. Joaquín Cochero  
Lic. María M. Nicolosi Gelis  
Lic. Rocío Pazos  
Lic. Santiago Tarda  
Téc. Roberto F. Jensen

#### 3.3.1 Justificación <sup>14</sup>

Para el servicio ecosistémico aportado por el Biorredor que refiere a la calidad del agua y sedimento se puede recurrir al empleo de biomonitores que pueden comprender desde un organismo, una parte de un organismo o bien a la comunidad de organismos, brindando información sobre los aspectos cuantitativos de la calidad del medio ambiente; es decir nos permite cuantificar el daño como una medida del estrés ambiental.

Una de las cualidades del empleo de la biota es que son sensores finos de los cambios que operan en el medio acuático de tal forma que pueden acumular información que en algunos casos no son advertidos por los análisis químicos de rutina. Pero aún existe un concepto más integrador que es el de la calidad ecológica en donde además de considerar la evaluación la calidad biológica se tiene en cuenta al hábitat como eje o centro que interactúa y condiciona la calidad ecológica, ya que los factores ambientales lo pueden modificar y por lo tanto la flora y fauna se pueden ver afectadas.

#### 3.3.2 Objetivos

Los estudios realizados permiten establecer una línea de base para que cuando se incluya un nuevo punto de monitoreo en el área de intervención del Biorredor Marcos Paz, se pueda establecer el grado de influencia y mejora de las acciones de intervención con biorrollos fijando las riberas y disminuyendo la erosión. También reconocer el efecto de la plantación de especies nativas que bioacumulan contaminantes y los retiran del ecosistema, así como poder cuantificar la mejora en la riqueza y diversidad de especies de la biota local y poder comparar con el estado anterior a la misma en los distintos indicadores y parámetros biológicos de agua superficial y sedimentos, en el punto de intervención y en sitios de monitoreo aguas arriba y aguas debajo de la intervención.

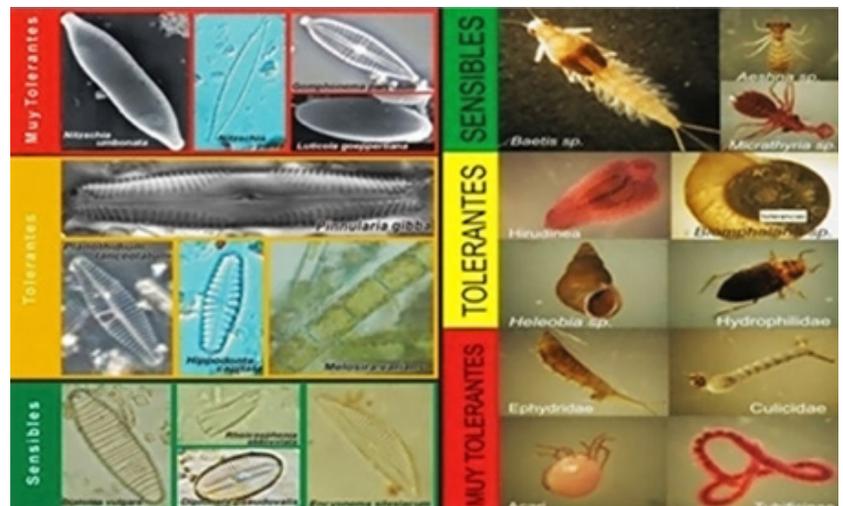


Ilustración 6: Descriptores bióticos

<sup>14</sup> Instituto de Limnología Dr. Raúl a. Ringuelet de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP).

El ILPLA lleva realizando 10 años de investigación en la calidad del agua superficial y los sedimentos de la CMR, focalizada en los descriptores bióticos. Para el caso del Arroyo Morales (contiguo al ex basural de Marcos Paz) se cuentan con 3 puntos de monitoreo: 37-ArroMora1 aguas abajo del área de intervención, 44-ArroMoraRuta6, aguas arriba del área de intervención y 45-ArroLaPa200, aguas arriba sobre el Arroyo Las Pajas, previo a la confluencia con el Arroyo Morales.

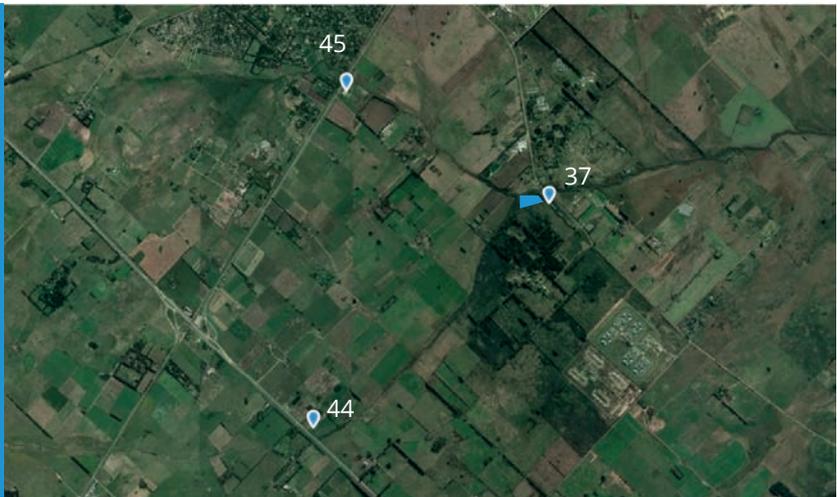


Ilustración 7: Mapa de la ubicación geográfica relativa del área de intervención en el Municipio de Marcos Paz y los puntos de monitoreo 37-ArroMora1, 45-ArroMoraRuta6 y 44-ArroLaPa200.

Teniendo en cuenta estas consideraciones dada la importancia para el biomonitoreo de la cuenca Matanza-Riachuelo se recurrió a la combinación de una serie de descriptores claves para el diagnóstico de la calidad del agua superficial, los sedimentos y el hábitat.

### 3.3.3 Metodología

#### 3.3.3.1 Estado de eutrofización y clorofila

Para el seguimiento del estado de eutrofización de la masa de agua se seleccionó la clorofila del fitoplancton, como una medida de la biomasa algal planctónica que es transporta por el río. Considerando la estrecha relación entre la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo de estos microproductores, este tipo de descriptor nos informará acerca de la eutrofización en los distintos sectores de la cuenca. Con la finalidad de evaluar la clorofila no funcional del fitoplancton se recurrió a la valoración de las feofitinas (clorofila detritica) (Ver gráficos 8 y 9) de análisis histórico del Sitio 37-ArroMora1, punto de monitoreo aguas abajo del Biocorredor Marcos Paz).

### Relación porcentual entre Clorofila Funcional y no Funcional

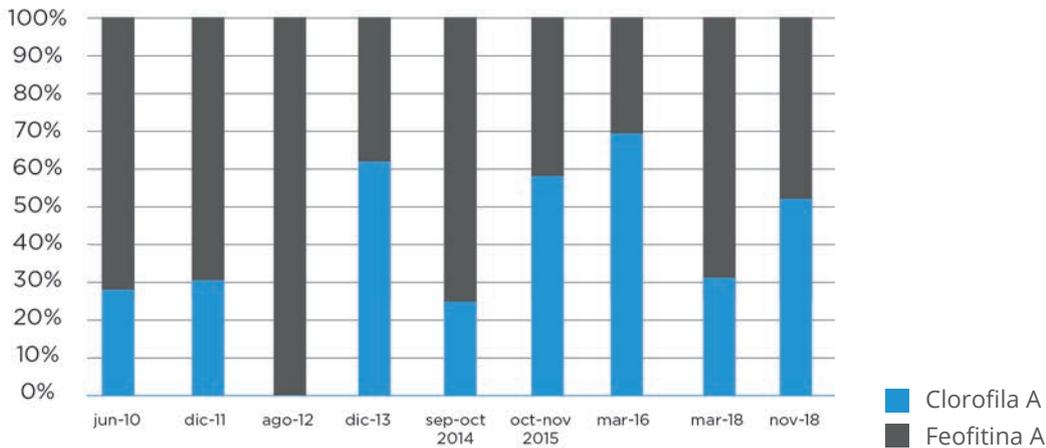


Gráfico 8: Relación porcentual entre la Clorofila funcional y no funcional

En relación a la presencia de Clorofila funcional, si bien existen fluctuaciones en la serie temporal de los 8 años bajo estudio, se observa en los últimos años un aumento en la relación de la clorofila funcional en relación a la feofitina A (o clorofila no funcional), el cual se visualiza con mayores porcentajes de las columnas de color verde, desde el año 2010 al año 2018.

### Concentraciones de Clorofila A y Feofitina A

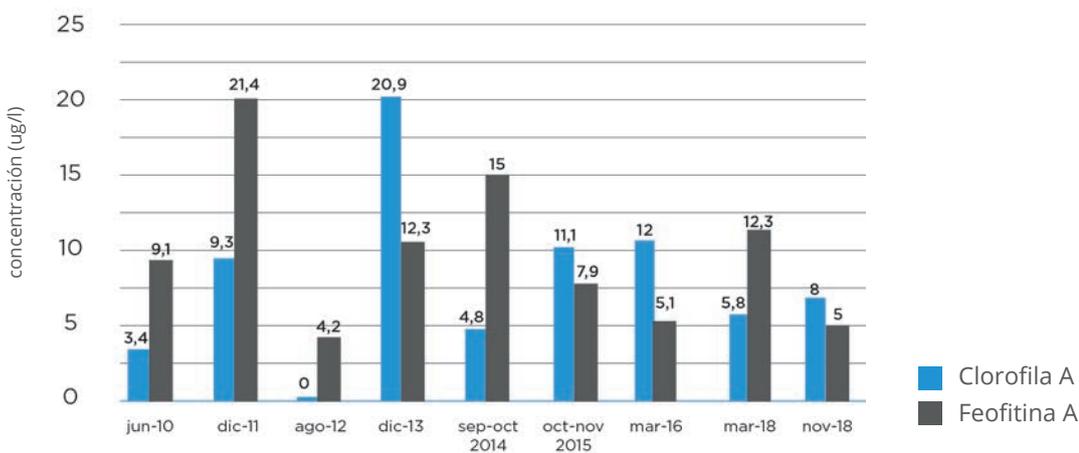


Gráfico 9: Relación porcentual de Clorofila Funcional (Clorofila A) y No Funcional (Feofitina A) y sus concentraciones históricas en el Sitio 37 - ArroMora 1 (Aguas abajo del Biocorredor Marcos Paz).

Para el análisis puntual del sedimento se recurrió a explorar la taxocenosis de diatomeas epipélicas, microalgas silíceas ampliamente representada en la comunidad bentónica y de los macroinvertebrados (Ver Gráfico 10 de análisis porcentual de especies sensibles, tolerantes y muy tolerantes del Sitio 37-ArroMora1, punto de monitoreo aguas abajo del biocorredor Marcos

Paz). La selección de estos dos componentes biológicos se fundamentó en que la información que proveen es complementaria. Mientras las diatomeas nos informan sobre aspectos de la calidad del agua como la eutrofización (enriquecimiento con nutrientes) y la materia orgánica, los macroinvertebrados aportan información relacionada particularmente con las condiciones del hábitat y la materia orgánica, asimismo tanto las primeras como los segundos son capaces de evidenciar las consecuencias de la contaminación tóxica. Por otra parte, los ciclos de vida de estos dos grupos bióticos son distintos, días en el caso de las diatomeas, meses o años para los macroinvertebrados, lo que asegura información a diferentes escalas de tiempo. Al estar bien representados a lo largo de toda la CMR esto garantiza la representatividad de los datos obtenidos.

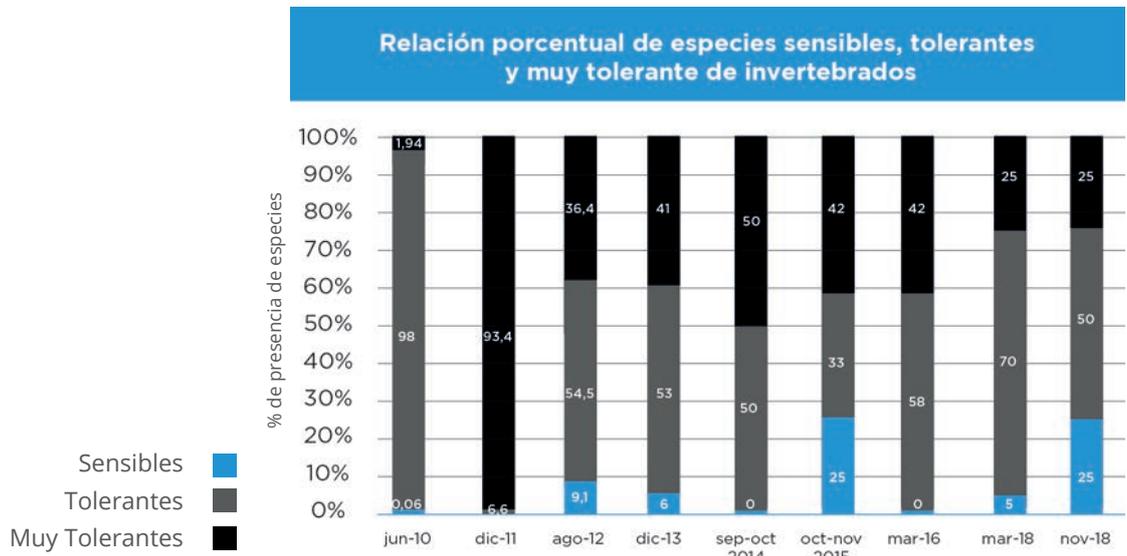


Gráfico 10: Relación Porcentual de especies sensibles, tolerantes y muy tolerantes de invertebrados y su serie histórica en el Sitio 37 - ArroMora 1 (Aguas abajo del Biocorredor Marcos Paz).

Para el caso de los macroinvertebrados en la serie histórica de 10 años, si bien existen fluctuaciones, se observan en los últimos años un aumento porcentual de las especies sensibles (columna en color celeste) frente a las especies tolerantes y muy tolerantes (columnas grises y negras).

### 3.3.3.2 Índices bióticos

Dentro de las múltiples herramientas que se pueden emplear para asegurar un correcto diagnóstico de la calidad biológica se recurrió para el biomonitoreo de la CMR a los métodos pasivos y entre ellos a los denominados ecológicos y morfológicos. Entre los primeros se hallan aquellos descriptores que tienen la particularidad de combinar la información que proveen los distintos taxa a través de un valor indicador que nos permite identificar como es la calidad ambiental. Para la CMR se ha empleado la riqueza de especies, la diversidad, la equitabilidad, como variables que nos informan del grado de estructuración del componente biológico, y dos índices bióticos locales.

Estos últimos son el Índice de Diatomeas Pampeano “IDP” (10) (11) y el Índice Biótico Pampeano “IBPamp” (12), diseñados a partir de una amplia base de datos provenientes de ríos y arroyos pampeanos con distintos grados de contaminación (Ver figura 4 que muestra los valores de IBPAMP para el sitio 37-ArroMora1 (Aguas abajo del Biocorredor Marcos Paz) y su serie histórica 2010-2018). La particularidad de estos índices bióticos es que combinan propiedades de la asociación de especies, que se encuentran en un lugar, como la riqueza de taxa, la tolerancia / intolerancia a la contaminación junto con la abundancia relativa para generar un descriptor biótico de carácter cuantitativo.

La información provista por los métodos ecológicos fue enriquecida con la ofrecida por los métodos morfológicos, así se analizaron las alteraciones en la morfología de los especímenes de diatomeas (forma, patrones de estriación y alteraciones de los cloroplastos). Esta información permitió identificar el daño sobre la biota que genera la contaminación de carácter tóxico. Para completar el diagnóstico ambiental se realizó una caracterización del hábitat que contempló las condiciones del lecho, las márgenes, la presencia de plantas acuáticas, la presencia de indicadores de contaminación, el grado de conectividad y la naturalidad de los tramos analizados. Esta información fue empleada para obtener el índice de calidad del hábitat de arroyos urbanos USHI (13), que permitió a través de integrar la información cuantificar el estado de la calidad del hábitat de los distintos sitios analizados.

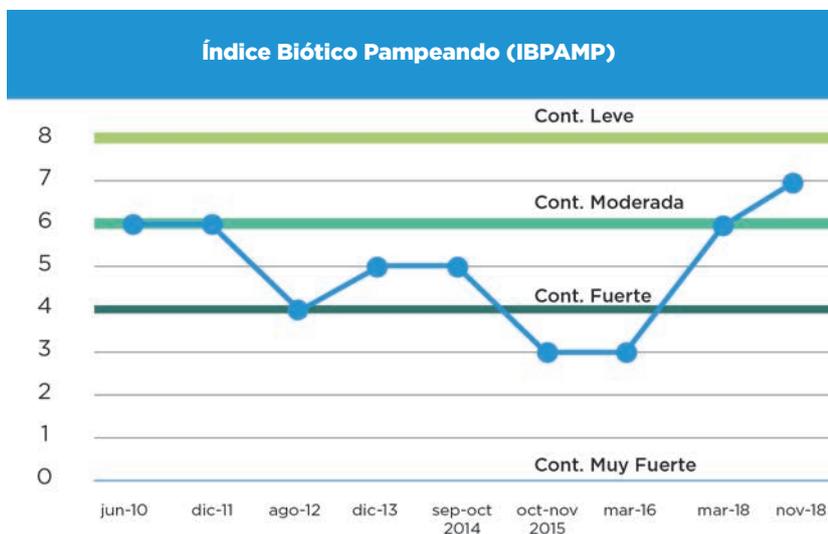


Gráfico 11: Índice Biótico Pampeano (IBPAMP) y valores de su serie histórica en el Sitio 37 - ArroMora 1 (Aguas abajo del Biocorredor Marcos Paz).

El Índice Biótico Pampeano (Gráfico 11), muestra entre los años 2010 y 2018 como la contaminación históricamente fluctúa entre fuerte y moderada para el área de estudio del punto de monitoreo 37 - Arroyo Morales 1.

Una vez consolidado el biocorredor de la Subcuenca del Arroyo Morales, en la localidad de Marcos Paz, se espera poder realizar comparaciones dinámicas acerca de la influencia e impacto en el área de la intervención, de manera de comparar el estado de disminución de la contaminación de las aguas con respecto a los puntos de monitoreo preexistentes aguas arriba y aguas abajo del proyecto.

## 3.4. Componente Aire: Captación de Gases de Efecto Invernadero (Cambio Climático)

### AUTORES

#### ACUMAR

Mg. Carlos Nadra

Ing. Walter Bejar

### 3.4.1 Justificación

Los costos de la sobreexplotación ecológica mundial son cada vez más evidentes a través de la deforestación, la erosión del suelo, la pérdida de biodiversidad o la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera. Esto último conduce al cambio climático y a fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes (14).

**Por esta razón, el cambio climático es el mayor desafío que afronta la humanidad en nuestros días**, que amenaza la producción de alimentos, que conduce al aumento del nivel del mar, que incrementa el riesgo de inundaciones o sequías catastróficas, y que propaga la dispersión de plagas y enfermedades (15).

La incapacidad constante de adoptar medidas urgentes, sumado a las políticas y decisiones cuyas tendencias son la continua degradación ambiental a un ritmo rápido, tienen repercusiones negativas sostenidas y potencialmente irreversibles, sobre los recursos ambientales esenciales y la salud humana, planteando dificultades para toda la sociedad, dando lugar a la extinción de especies, a la pérdida de los medios de vida, al aumento de la mortalidad y a la desaceleración económica; causando certeros conflictos violentos, migraciones en masa y la disminución de la resiliencia social (16).

Por eso es imperioso aplicar medidas urgentes para revertir esas tendencias, restaurar la salud ambiental, recomponer la sanidad humana y reestablecer la paz en el planeta (16).

### 3.4.2 Objetivos

Dentro de los servicios ecosistémicos considerados en el biocorredor de Marcos Paz, se intenta analizar los aportes que generarán como sumidero de carbono<sup>15</sup> y los impactos positivos sobre la calidad de vida de los habitantes.

Con los datos obtenidos se pretende generar herramientas para los decisores políticos a la hora de definir políticas públicas destinadas al desarrollo sostenible para aumentar el bienestar de los ciudadanos y al mismo tiempo reducir su impacto ambiental.

*“La mejora de la gobernanza, de la infraestructura y de los servicios, así como la planificación sostenible del uso de la tierra y las oportunidades tecnológicas, facilitan estilos de vida prósperos, que pueden preservar y recuperar la integridad de los ecosistemas” (16).*

### 3.4.3 Metodología

La metodología utilizada para estimar la absorción de emisiones de una dada

<sup>15</sup>Depósito natural o artificial de carbono, que absorbe el carbono de la atmósfera y contribuye a reducir la cantidad de CO<sup>2</sup> del aire

masa forestal, se determina mediante los cálculos y los parámetros reportados al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), según Procedimiento 3B1aaii – Bosque Cultivado, empleado por la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Presidencia de la Nación (17).

Dentro de la categoría tierras forestales, el cálculo de emisiones para la sub-actividad bosque cultivado se realiza con el método de cálculo de Nivel 2. Dicho nivel requiere información sobre las especies plantadas, el crecimiento y la densidad (basados en datos nacionales, locales y/o de dictamen de experto) (17).

El procedimiento descrito sirve para calcular y reportar al INGEI <sup>16</sup>, para cada actividad de uso de la tierra, determinado para cada uno de los depósitos de carbono (17). Dichos valores se originan de utilizar las fórmulas de cálculo que se describen a continuación.

El incremento anual promedio de la biomasa ( $G_{total}$ ), se calcula multiplicando el incremento anual neto promedio ( $Iv$ ) por el factor de conversión y expansión de biomasa en crecimiento de biomasa aérea (BCEFI) y por la relación entre la biomasa subterránea y la aérea ( $R$ ) (15). Mediante la fórmula N<sup>º</sup>1.

$$G_{total} = \sum [Iv * BCEFI * (1 + R)]$$

Fórmula N<sup>º</sup> 1: fuente 15

El incremento anual neto promedio ( $Iv$ ), se obtiene de utilizar los valores de crecimiento a nivel local (para este caso Provincia de Buenos Aires), dentro de las especies autóctonas.

El factor de conversión y expansión de biomasa en crecimiento de biomasa aérea (BCEFI), se deduce de los de los inventarios forestales por grupo de especie y por provincia o en ausencia de datos locales por medio de la estimación del volumen maderable promedio.

La relación entre la biomasa subterránea y la aérea ( $R$ ), depende de la zona climática donde se encuentra establecida la plantación, que para el caso planteado es templado.

El incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa ( $\Delta Cg$ ), o las capturas producidas por el crecimiento del bosque cultivado se calcula por provincia y grupo de especie, multiplicando la superficie de tierra ( $A$ ) por el crecimiento medio anual de la biomasa ( $G_{total}$ ) y por la fracción de carbono de materia seca ( $CF$ ) (17). Mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta Cg = \sum_{ij} (A_{ij} * G_{total_{ij}} * CF_{ij})$$

Fórmula N<sup>º</sup>2: fuente 15

<sup>16</sup> Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

La fracción de carbono de materia seca (CF), es un valor que se obtiene por defecto de las Directrices 2006 del IPCC<sup>17</sup>, dependiendo de la zona climática.

La superficie intervenida es de 7 hectáreas, donde se plantaron 293 ejemplares leñosos, repartidos en 204 árboles correspondientes a 8 especies y 89 arbustos de 7 especies distintas, además de 83 hierbas latifoliadas de 4 especies diferentes. También 4 kilos de semillas de gramíneas. Con una densidad de 42 especies por hectárea, conforme a la Tabla 6.

Densidad de plantación							
Especies		Cantidad	Unidad	Densidad			
				Parcial	Unidad	Acumulada	Unidad
Leñosas	Árbóreas	204	Ejemplares	29,1	Eje./ha	29,1	Ejem./ha
	Arbustivas	89	Ejemplares	12,7	Eje./ha	41,9	Ejem./ha
No leñosas	Hierbas latifoliadas	83	Ejemplares	11,9	Eje./ha	**	**
	Gramíneas	4	kg	0,57	kg/ha	**	**

Tabla 6: Densidad de plantación de especies nativas (leñosas y no leñosas). Elaboración propia.

Mediante la tabla 7 se resume los valores obtenidos según las fórmulas mencionadas conforme las Directrices 2006 del IPCC, para el total de las especies arbóreas

Valores obtenidos							
Origen	Iv	BCEFI	R	Gtotal	A	CF	ΔCgidad
Unidades	m <sup>3</sup> /ha/año	t ha/m <sup>3</sup> anual	t raíz dm/t dm	t /ha año	ha	t C/dm	t C/año
Tabulado	20	0,6	0,23	14,76	7	0,47	48,6
Estimado	20	1,5	0,23	36,90	7	0,47	121,4
Referencia 15	Tabla 21	Tabla 17 y calculado	Tablas 10 y 18	Calculado	Dada	Tabla 19	Calculado

Tabla 7: Valores obtenidos del incremento anual promedio de la biomasa (Gtotal) y de incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa (ΔCg). Elaboración propia.

Según las observaciones efectuadas en las imágenes satelitales, respecto a la cobertura verde no leñosa sobre el área en estudio, representa un 90 % sobre el total del predio. Esta biomasa posee un gran potencial

<sup>17</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

de sumidero de carbono, convirtiendo hasta 53 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea al año (18).

Además, el suelo en los bosques nativos establecidos genera un gran potencial de captura de CO<sub>2</sub> relacionado a la gran variedad de procesos bioquímicos llevados a cabo por la biota constituyente del mismo. Existen muchos trabajos sobre la incidencia en la captura de CO<sub>2</sub> por parte del suelo en bosques tropicales, si bien la complejidad de procesos bioquímicos que ocurren en suelos es mucho mayor a la que se produce en las especies arbóreas, en términos generales podemos inferir que en relación al componente arbóreo, el suelo tiene la potencialidad de fijar una y media veces al acumulado por aquel (19).

El predio en su conjunto representa una fijación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) total de aproximadamente 436 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea al año considerando una densidad de 42 especies por hectárea, a través de la Tabla 8 se resumen los datos obtenidos.

Captura de CO <sub>2</sub>		
Sumidero	Fijación	Unidad
Leñoso	121,4	Ct C/ha/año
Cobertura verde	53	t C/ha/año
Suelo 1,5 veces	leñoso	182,1
	pradera	79,5
Total	436	t C/ha/año

Tabla 8: Captura de CO<sub>2</sub> . Elaboración propia

Extrapolando a un diseño de bosque de densidad media, por ejemplo, de 150 especies por hectárea (bosque Manta Atlántica registra 443 especies de árboles por hectárea), obtendríamos una fijación de **1.557 Toneladas de CO<sub>2</sub> por año por hectárea.**



Construcción de parcelas experimentales para sembrado de distintas especies vegetales en el biocorredor.