

PROTOCOLO DE MONITOREO



PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

2017

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, los bosques alto andinos y los páramos han sufrido un fuerte deterioro por el cambio de uso del suelo para la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, llegando en algunos casos a la desaparición del bosque andino y páramos. A esta realidad se suman los incendios forestales, que han afectado grandes extensiones de terreno propiciando el cambio de vegetación, la pérdida de suelo y su capacidad de retención del agua.

El Fondo para la Protección del Agua FONAG entre los años 2005 y 2016 a través de su Programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal, ha venido desarrollando proyectos de restauración activa y pasiva con la finalidad de proteger y mejorar la calidad y cantidad del recurso hídrico, de la Cuenca alta del río Guayllabamba y otras cuencas que abastecen de agua al DMQ.

El programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal interviene a través de la Restauración Activa con especies nativas y Restauración Pasiva dependiendo del tipo de uso de suelo, y su estado de degradación, así como cortinas rompevientos y cercas vivas en paisajes de producción agrícola sostenible.

Estas actividades de restauración se han ejecutado en diferentes épocas y sitios de la cuenca alta del Río Guayllabamba, sitios que han sido previamente priorizados y concertados con sus propietarios los cuáles pueden ser comunidades o propietarios individuales, con quienes existe una carta de compromiso a fin de garantizar el mantenimiento y conservación de los proyectos de restauración principalmente de restauración activa.

El grupo de áreas restauradas conformado por alrededor de 78 predios en muchos de los cuáles se ha realizado más de un proceso de restauración con áreas entre 1 y 300 hectáreas, se ubican entre los 2800 y 4200 msnm, principalmente en zonas alto andinas, áreas de interés hídrico susceptibles a impactos de carácter antrópico.

El presente trabajo pretende crear un protocolo de monitoreo que permita caracterizar, diagnosticar el estado actual, y hacer un seguimiento a los procesos de restauración implementados por el FONAG, teniendo en cuenta los factores que han incidido en el desarrollo o posible deterioro de los mismos.

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y dar seguimiento a los diferentes procesos de restauración emprendidos por el Programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal con la finalidad de tener bases suficientes para optimizar los procesos de restauración.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el estado actual de los procesos de restauración y actualizar la base de datos del Programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal.
- Evaluar el desarrollo de cada tipo de plantación y detectar problemas eventuales que afecten el normal desarrollo de la plantación e implementar soluciones de forma oportuna.
- Establecer una línea base en cuanto a cobertura vegetal y propiedades del suelo en futuras plantaciones.
- Conocer la dinámica de la vegetación dentro y adyacente a cada tipo de restauración.

4. CONCEPTUALIZACIÓN

4.1 Restauración ecológica

La sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER), define la restauración ecológica como el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido. En otras palabras la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar.

4.2 Monitoreo

El monitoreo es la recolección sistemática y repetida de datos, observaciones y estudios sobre un área o fenómeno determinado con el fin de caracterizar el estado actual, documentar los cambios que ocurren a lo largo del tiempo y analizar la información necesaria para entender la relación de dichos cambios con las presiones o factores que causan alteraciones en un ecosistema (Vos et al. 2000).

El monitoreo de un área en proceso de restauración se desarrolla para evaluar en qué medida se están cumpliendo los objetivos y las metas que se plantearon al comienzo del proceso (Yoccoz et al. 2001). Para esto se requiere que los proyectos tengan objetivos claros y realistas, metas concretas y un conjunto de indicadores y cuantificadores precisos que permitan medir el avance

de la restauración en el tiempo y tomar las decisiones de gestión pertinentes para hacer posibles ajustes en las medidas de restauración que se implementaron (Herrick 2006).

El monitoreo provee también información sobre el costo-beneficio de la implementación de los proyectos de restauración y estima la eficiencia de la inversión; esto es clave para la toma de decisiones por parte de los propietarios, instituciones, empresas y público en general, para quienes es importante conocer el balance entre las metas de conservar y restaurar, y los beneficios sobre otros sectores de la sociedad (Holmes et al. 2004, Holl y Howarth 2000).

5. ZONA DE ESTUDIO

El ámbito de trabajo del FONAG y por ende del Programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal son las zonas en donde nacen las fuentes de agua que forman los ríos Pisque, Pita y San Pedro que conforma la cuenca alta del río Guayllabamba y en las cuencas altas de los ríos Oyacachi, Papallacta, Chalpi Grande, Tamboyacu, Quijos Alto y Antisana en el lado oriental y en el eje Pichincha-Atacazo: en las cuencas de los ríos Mindo, Cinto y Saloya, en el lado occidental, como muestra la figura 1.

Figura 1. Ámbito de trabajo del FONAG



El ámbito de trabajo del FONAG está determinado bajo la misión de garantizar la cantidad y calidad de agua en las cuencas que abastecen a más de 2 millones 500 mil habitantes y a sus futuras generaciones al Distrito Metropolitano de Quito.

6. METODOLOGÍA

El monitoreo por parcelas se convierte en una técnica confiable que permite conocer aproximadamente características de interés sin que se tengan que evaluar uno a uno los elementos de una población (Tavera, 2004), utilizándose como un componente al momento de realizar estudios de evaluación del estado de conservación de recursos naturales a partir de una línea base. Esta técnica de cálculos determina el grado de conservación a degradación de un área.

Para la recolección de la información de campo se llevaran a cabo visitas directas a todos y cada uno de los predios en los que se ha realizado restauración activa y/o pasiva por el Programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal del FONAG, entre los años 2005 y 2017.

6.1 Indicadores y Cuantificadores

La forma en la que el monitoreo puede dar respuestas sobre el posible éxito o fracaso de un proceso de restauración ecológica es mediante el planteamiento claro de objetivos y metas con plazos definidos. Estas metas deben estar expresadas en indicadores y cuantificadores que sean a la vez informativos y fáciles de medir o estimar.

Una variable o un componente es seleccionado como indicador, cuando su presencia, su ausencia o su fluctuación manifiestan los cambios que están ocurriendo en el ecosistema (Dale y Beyeler 2001). De esta manera, si la evaluación muestra que dichos cambios se alejan de los resultados esperados se toman decisiones para realizar acciones correctivas en el proceso de restauración, que permitan acercarse a los escenarios deseados en el tiempo y el espacio. Cada "valor" del indicador se obtiene mediante mediciones, observaciones o registros que se denominan cuantificadores (LERF 2013). Estos brindan información con unidades específicas, lo que contribuye a determinar la manera en que los datos serán analizados e interpretados con relación al alcance de los objetivos en el proceso de restauración.

Bajo este contexto el Programa de Recuperación de la Cobertura Vegetal se plantea las siguientes metas para cada uno de sus procesos de restauración:

- **Meta 1.** Aumento en la cobertura del suelo con plantas vivas o residuos vegetales. **Indicador:** cambio en la cobertura del suelo. **Cuantificador:** porcentaje de la superficie del suelo cubierta por plantas vivas o residuos vegetales.

- **Meta 2.** Aumentar el porcentaje de cobertura de árboles nativos. **Indicador:** cambio en la cobertura de dosel de árboles nativos. **Cuantificador:** porcentaje de la superficie cubierta por copas de árboles nativos.

De esta forma, el monitoreo permite conocer en qué medida el área restaurada se aleja de la línea base de la implementación para acercarse a las metas de restauración de un ecosistema de referencia.

6.2 Verificar el área actual plantada con respecto al área inicial.

Para efectuar una adecuada evaluación de una restauración es necesario contar con un mapa o levantamiento del área plantada, que permita definir el número de parcelas e intensidad de muestreo a seguir.

Las restauraciones que no hayan sido georreferenciadas en el momento de su implementación entre los años (2005-2012), se realizará el levantamiento de la superficie intervenida y se elaborará los mapas respectivos.

6.3 Estratificación de la plantación

Una vez realizada la geo-referenciación y mapeo del área, el segundo paso es revisar la necesidad de estratificar la plantación en unidades más homogéneas de acuerdo con alguno de los siguientes criterios:

- Diferencia en edad de las plantas sembradas
- Diferencias topográficas (sitios planos, laderas, etc).
- Gradientes altitudinales
- Uso anterior de suelo.

Una adecuada estratificación permitirá obtener subdivisiones del área de restauración en compartimentos más homogéneos, que permitan reducir la variabilidad total existente y por tanto permiten obtener mejores estimados con errores de muestreo más bajos.

6.4 Sistema de Muestreo

Una vez realizada la estratificación el siguiente paso es determinar el número de parcelas que será proporcional al área, es decir que el muestreo se realizará en base al número de estratos existentes, proporcionales al área que cubren dichos estratos.

La siguiente tabla indica el número de parcelas necesarias de acuerdo con el área restaurada en cada proyecto.

Tabla 1. Determinación del número de parcelas por área restaurada

Área del proyecto (ha)	Número de parcelas
1-25	3
26-50	4
61-100	5
101-150	6
151-200	7
201-250	8
251-300	9

Nota: Las parcelas serán colocadas al azar dentro de cada estrato.

Las parcelas son de carácter permanente y de forma cuadrada (10x10m) para un área de muestreo de 100 m² por parcelas delimitadas con estacas de hierro pintadas de color rojo para los vértices primarios y de color azul para los vértices secundarios, siendo los vértices primarios aquellos que esta colocados con dirección al norte y determinan el inicio de la parcela.

Con la ayuda de un GPS se registrarán las coordenadas de todos los vértices (primarios y secundarios), En el vértice primario nor-occidental se colocará una placa de aluminio que determinará el inicio de la parcela.

Sobre esta área se evaluará a través de un formulario (Figura 2.) la vegetación natural existente (herbácea, arbustiva y arbórea) y principalmente los árboles plantados dentro de la parcela. El eje longitudinal de la parcela se localizará en sentido Norte –Sur o Este-Oeste de acuerdo con la orientación de la pendiente. El establecimiento de cada parcela deberá realizarse siempre en dirección al Norte, dentro y no en las cercanías de la periferia de la plantación.

Únicamente se deberán incluir aquellos individuos cuyo centro de su diámetro, se ubique dentro de los límites de la parcela.

7. Parámetros de evaluación

En cuanto al formato, se ha considerado los siguientes parámetros:

7.1 Datos del sitio de Monitoreo

- **Fecha de restauración:** Corresponde la fecha de implementación del proyecto de restauración.
- **Área de restauración:** Total de hectáreas intervenidas por el FONAG
- **Tipo y diseño de restauración:** Especificar si se implementó Restauración Activa, Pasiva o Cortinas Rompevientos, y en cuanto al diseño podría ser Tres bolillo, Marco real, o células y núcleos.
- **Otras referencias:** Densidad de plantación, ríos presentes, tipo de actividades desarrolladas alrededor, cambio de propietario etc.

7.2 Datos de la parcela

- **Nombre la parcela:** Corresponde a letras con números consecutivos que no se podrán repetir.
- **Superficie Monitoreada:** Área que ocupa la parcela permanente
- **Ubicación geográfica:** con coordenadas UTM.
- **Pendiente de la parcela:** con clinómetro se marcará la pendiente de la parcela en porcentaje.
- **Nombre árbol:** Se colocará de preferencia al nombre científico de cada especie monitoreada.
- **Altura total (cm):** Longitud paralela al eje del árbol desde el suelo hasta la parte superior de la copa, usando una cinta métrica.
- **Diámetro (cm):** será tomado con un escalímetro electrónico o cinta diamétrica dependiendo del tamaño de la planta, en la base, a 50 cm de la base o a la altura del pecho 1,3m).
- **Diámetro de Copa (m):** se medirán con cinta métrica, tomando dos medidas en forma de cruz, estos valores se promedian para obtener el diámetro de copa definitivo, la precisión de medición es al centímetro. Por lo tanto los cálculos se aproximarán al centímetro.
- **Estado fitosanitario de la planta:** B = Bueno: Planta vigorosa, con follaje verde, tallo fuerte. R = Regular: problemas decoloración de las hojas, tallo débil, en un 40 a 70% de la planta. M = Malo: Planta enferma, decoloración y caída de hojas mayor al 70% de la planta, sin eje dominante.

- **Mantenimiento de la planta:** se apreciará la base de la planta, la cual debe estar limpia de otras especies que evitan el desarrollo adecuado de la especie plantada. B = Bueno: Base de planta limpia de 70 a 100% de malezas, poda de formación adecuada según objetivo de plantación.

R = Regular: Base limpia de 40 a 69% de malezas, mediana calidad de poda según objetivo de plantación. M = Malo: Limpieza de base de planta menor a 40%, inadecuada poda de formación, según objetivo de plantación.

7.3 Monitoreo de la regeneración natural

Para el monitoreo de la regeneración natural, se realizará una estimación basada en la observación de la presencia y cantidad de las diferentes formas de vida vegetal, es decir el porcentaje y número de las diferentes especies de hierbas, arbustos y árboles que no correspondan a las especies implementadas en el proyecto de restauración. Adicionalmente se registrará el porcentaje aproximado de suelo descubierto dentro de la parcela.

Este ítem también contendrá:

- **Observación general:** Estado del cercado del proyecto, estado fitosanitario, , intervención antrópica etc.
- **Mapeo de vegetación:** Se realizará un mapa de ubicación de tanto de las especies sembradas en el proceso de restauración como de los arbustos provenientes de la regeneración natural

8. Suelo

Se tomarán tres muestras inalteradas de suelo con anillos de Kopecky, para realizar análisis de densidad aparente, tanto al inicio de cada proceso de restauración a manera de línea base, como también en el monitoreo en conjunto con la vegetación.

8.1 Densidad aparente

La densidad aparente relaciona el peso del suelo seco (muestra inalterada) y el volumen ocupado por el mismo. Se toma la muestra de suelo inalterada con un anillo de kopecky, se pesa y registra, luego, se deja secar la muestra durante 24 horas a 105 °C y se pesa nuevamente. Finalmente se lava y pesa el anillo y se procede al cálculo mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_a = \frac{\text{peso seco muestra}}{\text{volumen de la muestra}}$$

Las muestras serán tomadas en Nor-occidente y Sur-este de la parcela, y a una profundidad entre 5 y 30 cm, intentando no sobrepasar el primer horizonte de suelo, y no tomar muestras con cobertura vegetal.

La profundidad y el sitio exacto de muestreo deberán ser registrados en cada parcela, debido a que posteriores muestreos deberán ser tomados a la misma profundidad, pero en distintos sitios.

8.2 Materia orgánica

Se realizará un muestreo simple en las esquinas Nor-occidente y Sur este es decir en los mismos sitios de muestreo para densidad aparente, las muestras serán de 1kg de suelo, la determinación de la materia orgánica se realizará a través del método de Walkley y Black.

8.3 pH

Se seguirá el siguiente procedimiento:

1. Pesado de suelo 10grs., por cada vaso de precipitado.
2. Preparación de diluciones 1:1, 1:2, y 1:5.
3. Agitar por 10 minutos cada muestra con el agitador de vidrio.
4. Calibrado del potenciómetro con las soluciones buffer pH 4.0, 7.0, 10.0.
5. Después de calibrado, colocar el electrodo del potenciómetro en la solución 1:1
6. Esperar por tres minutos o a que de una lectura estable, anotar.
7. Retirar el electrodo y lavar con agua destilada, secar con papel de seda (higiénico).
8. Repetir los pasos 5, 6, y 7 para las soluciones 1:2, y 1:5.
9. Determinar el pH del suelo de acuerdo a las lecturas obtenidas.

9. Frecuencia

Debido a la dinámica de los ecosistemas Alto andinos, en donde las condiciones físico-químicas y climáticas específicas, tales como la baja presión atmosférica, radiación ultravioleta intensa, cambios bruscos de temperatura y los efectos de secado por el viento (Luteyn, 1992), que hacen que las especies vegetales tengan un lento desarrollo, especialmente durante sus primeros años de vida, y conforme a evaluaciones ya realizadas en varios procesos de restauración del FONAG, se considera que se debería realizar el monitoreo al inicio de cada plantación y luego su segundo monitoreo a los tres años desde su establecimiento y posteriormente cada 2 años.

Análisis de la información

La información obtenida en campo se analizará a través de una base de datos en Excel a partir de obtención de parámetros estadísticos se analizará el estado de conservación y el grado de intervención de los predios de acuerdo a su densidad, altura y diámetro de especies plantadas, y el desarrollo de la vegetación natural.

Bibliografía

- Aguilar-Garavito Mauricio y Ramírez Wilson. (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestre, Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Aguirre Francisco. (2009). Evaluación de plantaciones forestales del Proyecto Bosques del Chinchipe, en Perú.
- Choi Y. D. 2004. Theories for ecological restoration in changing environment: toward “futuristic” restoration. *Ecological Research* 19: 75–81.
- Dale V. H. y S. C. Beyeler 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1: 3-10.
- Herrick J. E., G. E. Schumanb y A. Rango. 2006. Monitoring ecological processes for restoration projects. *Journal of Nature Conservation* 14: 161-171.
- LERF (Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal). 2013. Pacto pela restauração da mata Atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo
- Medina Tovar José y Gil Walter. (2011). Evaluación del estado actual de las plantaciones forestales establecidas por corpoguajira en la cuenca del rio cañas, municipio de Dibuya, Guajira
- Mena Vásquez, P., A. Castillo, S. Flores, R. Hofstede, C. Josse, S. Lasso, G. Medina, N. Ochoa y D. Ortiz (Eds.). 2011. Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado. *EcoCiencia/Abya Yala/ECOBONA*. Quito.
- Murillo Olman y Camacho Pablo. (1997). Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas.
- SER. Society for Ecological Restoration International Science y Policy Working Group.2004.
- Tavera H, Sánchez P. 2004. Manual sobre zonificación y planificación para el manejo sostenible de los bosques : Caribe, Colombia
- Vos P., E. Meelis y W. J. Ter Keurs. 2000. A framework for the design of ecological monitoring programs as a tool for environmental and nature management.

- Yoccoz N. G., J. D. Nichols y T. Boulinier. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 446-453.