



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Monitoreo participativo de la reforestación en la cuenca
del río Magdalena, México, D.F.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

JULIO CESAR SALAZAR GARCIA



**DIRECTORA DE TESIS:
M. en C. ALYA RAMOS RAMOS ELORDUY**

2016

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Apellido paterno	Salazar
Apellido materno	García
Nombre(s)	Julio Cesar
Teléfono	5516469341
Universidad Nacional Autónoma de México	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias
Carrera	Biología
Número de cuenta	306194085

2. Datos del tutor

Grado	M. en C.
Nombre(s)	Alya
Apellido paterno	Ramos
Apellido materno	Ramos Elorduy

3. Datos del sinodal 1

Grado	Dra.
Nombre(s)	Lucía Oralia
Apellido paterno	Almeida
Apellido materno	Leñero

4. Datos del sinodal 2

Grado	Dr.
Nombre(s)	Víctor Daniel
Apellido paterno	Ávila
Apellido materno	Akerberg

5. Datos del sinodal 3

Grado	Dra.
Nombre(s)	Mariana
Apellido paterno	Hernández
Apellido materno	Apolinar

6. Datos del sinodal 4

Grado	Dra.
Nombre(s)	Irama Silvia Marisela
Apellido paterno	Núñez
Apellido materno	Tancredi

7. Datos del trabajo escrito

Título	Monitoreo participativo de la reforestación en la cuenca del río Magdalena, México, D.F.
Número de páginas	65 p
Año	2016

“Para mi abuela Carmela, quien me enseñó que la grandeza se encuentra en la humildad.”

Nada es más sagrado, nada es más ejemplar que un árbol fuerte y hermoso. Cuando se tala un árbol y se muestra desnuda al sol su herida mortal, puede leerse toda su historia en el tosco y lapidario disco de su tronco: en sus anillos anuales y en sus cicatrices están descritos con exactitud toda lucha, todo sufrimiento, toda enfermedad, toda fortuna, toda recompensa. Años flacos y años abundantes, agresiones soportadas y tormentas sobrevividas. Cualquier hijo de campesino sabe que la madera más dura y noble es la que tiene los anillos más estrechos y que arriba en la montaña, en constante peligro, crecen las ramas más inquebrantables, las más fuertes y ejemplares.

Los árboles son santuarios. Quien sabe hablar con ellos y sabe escucharlos, descubre la verdad. Ellos no predicán doctrinas ni recetas. Predican, indiferentes al detalle, la originaria ley de la vida.

Hermann Hesse.

“ I used to think the top environmental problems were biodiversity loss, ecosystem collapse and climate change.

I thought that with 30 years of good science, we could address those problems.

But I was wrong.

The top environmental problems are selfishness, greed and apathy and to deal with those, we need a spiritual and cultural transformation.

And we scientists don't know how to do that.”

James Gustave Speth.

“Para que pueda surgir lo posible es preciso intentar una y otra vez lo imposible”

Hermann Hesse.

DEDICATORIA

Desde que era un niño, mis padres me inspiraron a conocer la naturaleza, a no tener miedo de ella, palparla, escucharla y admirar los detalles que hay en cada lugar del cual visitábamos. Cuando tenía quince años me cambié a vivir a una casa cerca de los “Dinamos.” A lo largo del tiempo comenzó a nacer en mi un amor profundo por este bello bosque, algunas veces me preguntaba porque había basura en sus alrededores y adentro del río; me preguntaba por qué no había nuevos árboles creciendo y dónde estaban los venados. Con ello comencé a desear un cambio, dejar mi granito de arena para ayudar a este maravilloso lugar. Gracias a esos días de lectura, caminata por la montaña con amigos y perros, decidí dedicarme al estudio de la vida y realizar mi trabajo de tesis en este bosque de "los dinamos", que para mí, siempre será el patio trasero de mí casa.

Por esto quiero dedicar este trabajo a esos seres grandiosos que admiro con todo mi corazón, por guiarme y acompañarme en el camino de la vida, los cuales me conocen mas que nadie. A mi padre Ramón quien siempre me a mostrado que todo es posible cuando lo quieres de verdad. A mi madre Patricia quien a diario me comparte y muestra su inmenso amor incondicional: ella es una mujer que me muestra la fuerza de la voluntad con ejemplos y la coherencia de sus actos.

A mis hermanos Diego y Marco quienes han sido cómplices de mis travesuras de niño, apoyándome en todo momento, por mostrarse como un espejo de lo que soy y de lo que falta por crecer.

A los seres queridos que he encontrado a lo largo de la vida, Damian, Omar, Beto, Lucia, Mateo, Daniel, Pablo, Carlos, Álvaro, Nabani, Samantha, Shanty, Cipatli, Matis, Arnauld, Sebastian, Jerónimo, Claudio, Daniela, Gala, Wise, Erik y por los que no he nombrado que me han hecho sentir una persona afortunada, rodeado de seres maravillosos, con los que disfruté brutales fiestones, aventuras, días de escalada, caminar en la cuerda floja, viajes de locuras a la playa y hacerme sentir emocionado por todo lo que vendrá más adelante.

A todos los seres quienes han confiado en mi ciegamente, los que me han regalado su valioso tiempo para reír conmigo, de escucharme, de darme un consejo sincero y hacerme recordar que por pequeño que sea un sueño hay que trabajar para lograrlo.

AGRADECIMIENTOS

En especial a la maestra en ciencias Alya Ramos Ramos Elorduy por aceptar ser mi tutora, confiar en mi y darme la oportunidad de ser parte de un proyecto en el que me pude desarrollar profesionalmente en los temas de mi interés y en el sitio donde deseaba trabajar. Por los consejos y enseñanzas sobre la importancia de ser constante y comprometido, por dejarme ser parte de su aprendizaje como investigadora, por mostrarme su cariño y aprecio a lo largo de este proceso.

A los integrantes del taller de Evaluación de los bosques templados del Cinturón Volcánico Transmexicano.

A la M. en C. Yuriana Martínez Orea quien fue un valioso apoyo a lo largo de la construcción del proyecto, por sus valiosos consejos sobre como fundamentar mi proyecto para el estudio ecológico, por sus comentarios constructivos y por su entusiasmo en reconocer la importancia de este tipo de estudios en la ciencia.

Al Dr. Victor Ávila Akerberg por acercarme a los actores locales que me permitieron trabajar con ellos en este proyecto, por ayudarme a realizar los mapas para mi investigación, y mostrarme nuevos horizontes y perspectivas de la vida.

Mis compañeros de taller, Yeimi, Leo, Leticia, Fernanda y Adrián por sus valiosos consejos.

Al laboratorio de Ecosistemas templados quienes fueron de gran apoyo en recomendaciones y material que necesitaba para las salidas de campo.

Lucia Oralia Almeida Leñero por el apoyo incondicional, darme la oportunidad de colaborar en el laboratorio. Por sus valiosas aportaciones en mejorar el proyecto, las salidas de campo, la revisión del escrito y sus comentarios constructivos.

A la Patrulla del Bosque, al señor Chema, Pepe, Toño, Moisés y todos los integrantes del grupo de monitoreo participativo que confiaron en mi, brindaron su amistad y fueron grandes compañeros en la construcción de este proyecto.

A Irama Silvia Nuñez Tancredi, por el apoyo incondicional y las platicas tan enriquecedoras sobre mejorar este tipo de proyectos.

A la Dra. Mariana Henández Apolinar por el aporte de sus consejos y gran conocimiento científico para mejorar el proyecto.

A Omar Caballero Hernández, por el registro fotográfico, Hector, Samantha, Cesar, Leo, Karen y Laura, quienes me acompañaron al campo a realizar las mediciones. Les agradezco por demostrarme que un proyecto de tesis no se construye solo, se necesita de gente con ideas constructivas y disposición para enriquecerla.

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT, IT201415, con el proyecto; Monitoreo participativo de la reforestación, calidad ecológica y restauración de los ríos y arroyos en el bosque de agua con énfasis en la cuenca del río Magdalena, México, D.F.

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 La reforestación como estrategia para la protección y restauración de bosques deforestados	5
1.2 Monitoreo participativo de la reforestación.....	6
1.3. Cuenca del río Magdalena como zona potencial para realizar un monitoreo participativo	9
2. OBJETIVO GENERAL.....	9
2.1 Objetivos particulares	9
3. MÉTODO	10
3.1 Esquema metodológico.....	10
3.2 Área de estudio	11
3.3 Descripción de <i>Abies religiosa</i> (KunthSchitdl, <i>et Cham</i>).....	12
3.4 Actores involucrados en las actividades de reforestación en la cuenca del río Magdalena.....	13
3.5 Conformación del grupo de monitoreo local	14
3.6 Selección del área a reforestar y monitorear.....	14
3.7 Evaluación de la sobrevivencia, tasa relativa de crecimiento y salud de la plantación	17
3.7.1 Análisis de sobrevivencia	17
3.7.2 Análisis de la tasa relativa de crecimiento (TRC)	17
3.7.3 Análisis en la salud de la plantación.....	18
3.8 Análisis de la precisión de las mediciones tomadas por el monitoreo participativo ..	18
3.8.1 Comparación de los promedios mensuales, TRC y calidad de la salud entre las mediciones del monitoreo participativo y el control académico	19
3.9 Análisis del grado y la calidad de la participación durante el proceso de monitoreo participativo	19

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 Sobrevivencia, tasa relativa de crecimiento y salud de la plantación	21
4.1.1 Sobrevivencia.....	21
4.1.2 Tasa relativa de crecimiento TRC.....	24
4.1.3 Salud en la plantación	25
4.2 Precisión de los datos obtenidos por el monitoreo participativo	27
4.2.1 Precisión en la toma de mediciones de altura	27
4.2.2 Precisión en la toma de mediciones de diámetro	29
4.2.3 Comparación entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico en altura y diámetro	31
4.2.4 Precisión en la tasa relativa de crecimiento (TRC).....	35
4.3 Grado de la participación	40
4.3.1 Actores locales que conformaron el grupo de monitoreo	40
4.3.2 Género, edad y nivel de escolaridad de los integrantes del grupo de monitoreo.....	42
4.3.3 Asistencia de los integrantes durante el periodo de monitoreo.....	43
4.4 Calidad de la participación.....	44
4.4.1 Conocimientos y habilidades adquiridas por el grupo de monitoreo.....	44
4.4.2 Reflexión grupal acerca del impacto de acciones que afectan o favorece el establecimiento de una reforestación.	45
4.4.3 Soluciones e impactos a corto y largo plazo planteadas por el grupo de monitoreo	48
4.4.4 Aportación del conocimiento empírico y tradicional al monitoreo participativo	51
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	53
ANEXOS	60

Índice de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1. Características biofísicas, factores antropogénicos que se registraron e instrumentos utilizados.	20
Tabla 2. Porcentaje de sobrevivencia de cada parcela en los 200 individuos monitoreados.	21
Tabla 3. Número de integrantes por tipo de actor local y ocupación dentro de la comunidad involucrados en el grupo de monitoreo participativo.	40
Tabla 4. Intervalo de edad de los integrantes que conforman el grupo de monitoreo.	42
Tabla 5. Soluciones planteadas por el grupo de monitoreo en las reflexiones finales.	49

Figuras

Figura 1 Componentes del proceso integral de reforestación	5
Figura 2. Esquema metodológico	10
Figura 3. Bosque de <i>Abies religiosa</i> con los sitios deforestados visitados, los caminos principales y los puntos muestreados. (Elaboración propia con base en Ávila-Akenberg, 2010).	15
Figura 4. Área seleccionada dividida en dos parcelas para el monitoreo participativo dentro del bosque de <i>Abies religiosa</i> . (Elaboración propia con base en Ávila-Akenberg, 2010).	16
Figura 5. Porcentajes de sobrevivencia de los individuos de <i>Abies religiosa</i> de ambas parcelas en la CRM, durante los 12 meses.	22
Figura 6. Tasa relativa de crecimiento con su desviación estándar de altura total y diámetro de la base del tallo, para los individuos de <i>Abies religiosa</i> de las dos parcelas en la CRM.	24
Figura 7. Promedio mensual en la salud de la plantación en las dos parcelas en la CRM.	26
Figura 8. Promedio mensual y error estándar de altura, del monitreo participativo en la parcela uno, error de medición en el mes de agosto.	28
Figura 9. Promedio mensual y error estándar de altura, del monitoreo participativo en la parcela dos, error de medición en el mes de agosto.	28
Figura 10. Cambio de uso del flexómetro por la regla rígida (Fotografía tomada por Omar Caballero Hernández).	29
Figura 11. Promedio mensual de diámetro y error estandar del monitoreo participativo en la parcela uno, error de medicion en el mes agosto.	30
Figura 12. Promedio mensual de diámetro y error estándar del monitoreo participativo en la parcela dos, error de medición en el mes de agosto.	30
Figura 13. Comparación de promedios y error estándar de altura en la parcela uno, entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico.	32
Figura 14. Comparación de promedios y error estándar de altura en la parcela dos, entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico.	32
Figura 15 Comparación de promedios y error estándar de diámetro en la parcela uno, entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico.	33
Figura 16. Comparación de promedios y error estándar de diámetro en la parcela dos, entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico.	34
Figura 17. Comparación de TRC entre monitoreo participativo y control académico, de altura y diámetro en la parcela uno.	36
Figura 18. Comparación de TRC entre monitoreo participativo y control académico, de altura y diámetro en la parcela dos.	36
Figura 19. Percepción entre monitoreo participativo y control académico de la salud en la plantación, parcela uno.	39
Figura 20. Percepción entre monitoreo participativo y control académico de la salud en la plantación, parcela dos.	39
Figura 21. Frecuencia de asistencia de los integrantes del grupo de monitoreo participativo.	43
Figura 22. Frecuencia de factores antropogénicos que afectan la sobrevivencia y salud de la plantación.	46

RESUMEN

Los bosques templados son proveedores de servicios ecosistémicos en la ciudad de México y presentan gran biodiversidad. Debido a la deforestación histórica y actual, ocasionada principalmente por el cambio de uso de suelo y el crecimiento de la mancha urbana, dichos bosques de la Cuenca del Valle de México han perdido más del 40% de su cobertura forestal. Por otra parte se reconoce la necesidad de incluir a las comunidades en los procesos de manejo y conservación de los bosques, principalmente en países como México, donde más del 70% de las masas forestales del territorio nacional, pertenecen a ejidos y comunidades. En el presente estudio se realizó un monitoreo participativo de la reforestación de *Abies religiosa* en la cuenca del río Magdalena, incluyendo a los actores locales relacionados con los programas de reforestación e integrantes de la comunidad agraria interesados en participar. Se monitoreó, en dos parcelas; la sobrevivencia, la salud de la plantación, así como la altura y el diámetro de los brinzales, con lo que se obtuvo la tasa relativa de crecimiento (TRC). Para conocer la precisión de los datos obtenidos por el monitoreo participativo se hizo una comparación con un control académico entre los promedios y errores estándar de las mediciones. Para conocer el grado de participación se registró la ocupación, edad, género y escolaridad, así como la frecuencia en la asistencia de los integrantes. Para conocer la calidad de la participación se registraron los aprendizajes, las reflexiones grupales, las soluciones planteadas a corto y largo plazo. Después de un año de observación, los 200 brinzales de *Abies religiosa* monitoreados tuvieron una sobrevivencia de 96%, una TRC en términos de altura de 0.1176 cm/día y 0.053 cm/día y del diámetro de 0.01498 y 0.00668 mm/día. Asimismo, se reconoció en buen estado la salud de la plantación. Se observa que la calidad de la mayoría de los datos tomados por el monitoreo participativo son confiables para un estudio científico riguroso. En lo que se refiere al grado de la participación se conformó un grupo de 26 integrantes de actores locales, lo que fortaleció el proceso. Con respecto a la calidad de la participación se observa que los integrantes se capacitaron en habilidades y conocimientos, lo que permitió reflexionar sobre la reforestación y de otras actividades relacionadas con el manejo del bosque, finalmente se plantearon soluciones a corto y largo plazo en relación a los problemas identificados.

ABSTRACT

The temperate forests in Mexico City are important ecosystem services providers due to their high biodiversity. Due to past and current deforestation, caused mainly through the changes in land use and the increase in urbanisation, such forests have lost more than 40% of its forest cover in the rivershed of Mexico's valley. Yet, these changes have also produced the need to involve communities in the processes of management and conservation of forests. This is beneficial in countries like Mexico as more than 70% of the forests of the country belong to communities and communal land use. This study presents the participatory monitoring of the reforestation of *Abies religiosa* in the rivershed of Magdalena river. It includes the study of the relationship of local stakeholders involved in reforestation programs and members of the farming community interested in participating. The monitoring system was conducted on two plots, it evaluated the survival, healthy plantation, as well as the height and diameter of seedlings, so that the relative growth rate was obtained. To obtain data accuracy in the participatory monitoring system, a comparison with an academic control between the means and standard errors of measurement was conducted. The occupation, age, gender and education, and the frequency in attendance of the members was recorded to determine the degree of participation. To establish the quality of participation, apprentice and reflection sessions were held and the short-term and long-term solutions proposed were recorded. After a year of observation, the 200 monitored *Abies religiosa* saplings had a 96% survival; 0.1176 and 0.053 cm/day and the diameter of 0.01498 and 0.00668 mm/day in terms of TRC of height. The plantation was also recognized to be in good health. It is noted that the quality of most of the data collected by participatory monitoring are reliable for a rigorous scientific study. With regards to the degree of participation, 26 members coming from various working groups with different characteristics and roles in the community formed the group and strengthened the process. The evaluation of quality participation demonstrates that the members were trained in skills and this knowledge enabled reflections on the reforestation of the site, as well as other reforestation projects and activities in the river shed of Magdalena river. The research project concludes with proposed short and long-term solutions in relation to the identified problems.

1. INTRODUCCIÓN

En México las regiones de mayor altitud que presentan un relieve geográfico pronunciado, han creado ambientes únicos, no solamente por su importancia biológica y especies endémicas, sino también por su belleza escénica, contribuyendo significativamente con gran parte de la diversidad biológica del planeta (Sánchez *et al.*, 2003). Los bosques templados presentan un clima con una estacionalidad anual marcada y un invierno durante el cual la temperatura cae por debajo de 0°C, asociados a estas condiciones se presenta una vegetación típica asociada a latitudes tropicales. Sin embargo, dada la ubicación geográfica y el relieve que presenta el territorio mexicano, es común observar elementos de la vegetación de climas tropicales en bosques templados (Sánchez *et al.*, 2003). Estos ecosistemas brindan una gran cantidad de servicios ecosistémicos como la provisión de agua, alimento, madera, la regulación del clima, la captura de carbono, la generación de oxígeno, diversidad biológica, belleza escénica, entre otros (Sarukhán *et al.*, 2009; Céspedes y Moreno, 2010).

Gracias a los servicios ecosistémicos que generan los bosques templados, diversas sociedades humanas han podido establecerse en ellos y realizar distintas actividades (Merino, 2004). Sin embargo, factores como el cambio de uso de suelo incluido el crecimiento de la mancha urbana, las actividades agropecuarias, los incendios forestales, las plagas, la extracción clandestina y la pérdida de suelo, han ocasionado su deforestación en México (Velásquez *et al.*, 2002, FAO, 2004; Hernández, 2009).

Diversos estudios sobre la deforestación de los bosques templados en México, han indicado que en la década de 1980 la pérdida fue de entre 370,000 ha (SARH, 1994) y 1,500,00 ha (Toledo, 1990); mientras que para la década de 1990, osciló entre las 320,000-670,000 ha anuales (Maserá *et al.*, 1996; Merino, 2004). Las estimaciones más recientes, que abarca el periodo 2005-2010, sugieren una pérdida de alrededor de 155 mil ha al año, posicionando al país entre los primeros lugares con una de las mayores tasas de deforestación en el mundo (CONAFOR, 2013). Debido a estas tasas de deforestación, México ha perdido más del 50% de sus bosques templados y otros se encuentran en estado de degradación (Maserá *et al.*, 1996; INE 2007; SEMARNAT, 2009).

La mitad de los 50 millones de hectáreas de bosques templados que existen actualmente, se localizan en Chihuahua, Durango y la Faja Volcánica Transmexicana (Céspedes y Moreno, 2010).

Actualmente, una de las estrategias a nivel mundial en la que se trabaja para recuperar y conservar los bosques es la inclusión de las comunidades locales (Fernández-Giménez, *et al.*, 2008; Danielsen *et al.*, 2008). Cabe resaltar que la aplicación de esta estrategia en México resulta ser muy conveniente, ya que más del 70% de los bosques del territorio nacional, pertenecen a propiedades comunales o ejidales (White y Martin, 2002; Antinori y Bray 2005).

Se estima que existen en el país 8,420 comunidades forestales donde se encuentran 8,000 ejidos y comunidades agrarias conocidos como núcleos agrarios, esta situación coloca a México como el segundo país en el mundo con mayor proporción del territorio forestal nacional bajo regímenes de propiedad colectiva (White y Martin, 2002; Merino, 2004). Estas comunidades juegan un papel fundamental en la conservación y manejo de los bosques por lo que es de gran importancia incluirlas en los procesos de manejo y conservación de su territorio (Carabias, 1990; Gómez-Pompa 1992; Halffer, 1994, White y Martin, 2002).

En este contexto, la participación de las comunidades agrarias que se encuentran dentro o en los alrededores de los bosques templados puede ser un eje de las acciones de conservación. Sin embargo, debido a que la participación ha sido escasa o prácticamente nula en la implementación y seguimiento de la mayoría de los programas de manejo o conservación del territorio donde habitan (Del Río *et al.*, 2003), en este contexto, resulta relevante tomar acciones para su implementación y evaluación; de ahí que la presente tesis se centre en este tema.

1.1 La reforestación como estrategia para la protección y restauración de bosques deforestados

La reforestación es una de las estrategias para reducir la deforestación de los bosques templados. Se define como el establecimiento inducido de vegetación forestal, ya sea por siembra directa de semillas o por la plantación de brinzales en terrenos con aptitud forestal (SEMARNAP, 2000; SEMARNAT, 2010; Southworth y Nagendra, 2010). Según la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 2015 (LGDFS), la reforestación tiene como objetivo regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, permitiendo recuperar y desarrollar bosques en terrenos forestales.

Según la SEMARNAT (2010), la reforestación con fines de protección y restauración tiene el propósito de contribuir a la restauración y protección de áreas deforestadas, que presentan erosión del suelo, pérdida de vegetación secundaria y servicios ecosistémicos, ayudando a estabilizar las pendientes, generar barreras, cortinas rompe vientos, retener el bióxido de carbono y captación de agua, este debe ser un proceso integral con sus respectivas etapas (Figura 1; Arriaga *et al.*, 1994; Rodríguez-Salas, 2000; SEMARNAT, 2010).



Figura 1 Componentes del proceso integral de reforestación (modificada de SEMARNAT, 2010).

Al implementar una reforestación de este tipo es fundamental tomar en cuenta el método que va a ser aplicado, el conocimiento de las características ambientales del sitio, el método de siembra, las características de la especie a sembrar y una protección o mantenimiento al área reforestada, siguiendo el desarrollo de los brinzales en campo (INE, 2005).

Un componente fundamental en la evaluación del éxito de una reforestación es el monitoreo, que consiste en llevar a cabo un registro periódico de datos de sobrevivencia e indicadores de la calidad de salud de los brinzales, durante mínimo uno y hasta tres años, ya que una plantación se considera establecida cuando los brinzales han sobrepasado la altura del matorral competidor o la altura máxima del alcance de los herbívoros presentes en el área (SEMARNAT, 2009). El monitoreo se debe realizar de forma mensual o bimestral dependiendo de la especie trasplantada, llevando un registro de la sobrevivencia, el crecimiento y el estado de salud de la plantación (Capeling *et al.*, 1997; Torres y Magaña, 2001; INE 2005). Para realizar el monitoreo es recomendable integrar brigadas de trabajo de 10 a 15 personas cada una, con un responsable designado para organizar y coordinar a los integrantes; además, se recomienda que los actores locales se incorporen desde la planeación y en las diversas actividades de modo que sea participativo el proceso (SEMARNAT, 2010).

1.2 Monitoreo participativo de la reforestación

Los monitoreos participativos han sido muy desarrollados en los últimos años en países como Tailandia, Ecuador, China, Brasil, Indonesia, Nueva Guinea, entre otros, donde los bosques se encuentran bajo regímenes de propiedad colectiva principalmente (Evans y Guariguata, 2008)

Un monitoreo participativo se define como un esfuerzo de colaboración a través del proceso de recoger, analizar y comunicar datos, enfocado a un contexto ecológico de conservación y manejo de sistemas socio-ecológicos o socioecosistemas (Shirk *et al.*, 2012); concepto utilizado para definir los sistemas adaptativos complejos, donde los agentes sociales y biofísicos están interactuando a múltiples escalas temporales y espaciales (Ostrom, 2009). En los monitoreos participativos colaboran científicos, miembros de la comunidad y

aficionados, de manera que permiten adquirir habilidades, nuevos conocimientos y generar procesos reflexivos al interior de las comunidades locales, relacionados a la forma de manejo de sus recursos naturales (Danielsen *et al.*, 2005; Evans y Guariguata, 2008; Shirk *et al.*, 2012).

Asimismo, los monitoreos participativos están fundamentados en la investigación acción participativa que suele promover la generación de capital social, es decir fortalecer las redes de confianza y reciprocidad al interior de las comunidades (Rosa y Encina, 2003; Montañés-Serrano, 2009), en relación con el socioecosistema en el que se encuentran (Shanley y Gaia, 2002; Shirk *et al.*, 2012), además, este tipo de actividad reduce tiempos y costos en la recolección de datos (Evans y Guariguata 2008, Shirk *et al.*, 2012) e incide en la toma de decisiones a escala local, en periodos de tiempo más cortos que en los monitoreos tradicionales (Danielsen *et al.*, 2010). Otro componente fundamental en estos estudios es el manejo adaptativo que consiste en el diseño de una estrategia, su implementación, monitoreo y adaptación para lograr un aprendizaje, muchas veces basado en un conocimiento científico; además de involucrar observaciones sistematizadas, evaluándolas para crear un sistema de conocimiento (Evans *et al.*, 2015).

Algunos autores consideran que al implementar un monitoreo participativo es necesario comenzar con toma de datos sencillos y con técnicas probadas científicamente (Ghate y Nagendra, 2005), además de hacer un registro de las características y elementos particulares de los actores locales involucrados, agregando las discusiones grupales y acciones generadas a partir de los datos obtenidos, estos aspectos comúnmente son nombrados como grado y calidad de participación, con ellos es posible conocer hasta qué punto el programa o proyecto cumple con sus objetivos (Carter, 1996; Shirk *et al.*, 2012).

El grado de participación refleja el interés y compromiso de los actores locales en el proyecto creado, la frecuencia de asistencia al monitoreo y como se estructura el equipo de trabajo, puede ser cuantificado, comparado o estandarizado (Geilfus, 2002; Shirk *et al.*, 2012). La calidad de la participación está relacionada a la capacidad de transformación del monitoreo participativo y el efecto de conservación dentro del socioecosistema, esto va relacionado a

los conocimientos y habilidades que son desarrollados. Surge a lo largo del tiempo, proceso que comienza entre los actores que están participando en el monitoreo (Shirk *et al.*, 2012; Murray-Darling, 2013).

Existen un gran número de experiencias de monitoreos participativos, por ejemplo, aquellos que están dirigidos hacia el monitoreo de la calidad de agua en cuencas, en donde se ha demostrado la similitud en la precisión de los datos tomados entre actores locales y científicos expertos en el tema (Nare *et al.*, 2011; Burgos *et al.*, 2013).

De igual manera se han implementado monitoreos participativos de biodiversidad de aves y mamíferos en los que habitantes locales adquirieron nuevas habilidades y conocimientos acerca de su estado de conservación, lo que ha tenido un gran impacto en la conservación de las reservas ecológicas y ayudó a crear nuevas alternativas para un mejor manejo de los recursos naturales (Becker *et al.*, 2005; Danielsen *et al.*, 2005; Lawrence *et al.*, 2006). Asimismo, se realizó un monitoreo participativo en India, Tanzania y Madagascar, a través de esta iniciativa se ha promovido la reducción de emisiones por deforestación o degradación evitada (REDD+). Estas experiencias han permitido obtener datos científicos y que han sido la base de la toma de decisiones colectivas en torno al manejo de las áreas forestales de las comunidades, en la creación de ANP y en la caracterización de zonas prioritarias para la conservación (Danielsen *et al.*, 2010).

En México existen pocos casos de monitoreos participativos y los existentes han permitido conocer las rutas de migración de mariposas, evaluar la calidad del agua de una cuenca y monitorear de la diversidad de aves y (Burgos *et al.*, 2013); sin embargo, no se han implementado monitoreos participativos en programas de restauración y rehabilitación de bosques, donde las comunidades locales y las instituciones implicadas realicen una evaluación en conjunto, que al llevarlo a cabo puedan reconocer de manera conjunta las fortalezas y debilidades que presentan dichos programas.

1.3. Cuenca del río Magdalena como zona potencial para realizar un monitoreo participativo

Dentro de la Faja Volcánica Transmexicana, se ubica la cuenca del río Magdalena en donde gran parte de su territorio se encuentra bajo régimen de propiedad comunal y proporciona diversos servicios ecosistémicos a diversas zonas en el suroeste de la ciudad de México. Actualmente se trabaja en programas de reforestación anual, realizados por diversas instituciones que tienen fines de restauración y conservación. Implementar un monitoreo participativo de la reforestación en la cuenca del río Magdalena, podría facilitar que los actores locales involucrados, reflexionen sobre cómo se lleva a cabo el proceso en la zona, identificando y analizando las deficiencias y de manera conjunta concilien posibles soluciones. Finalmente se podrán generar datos sobre la sobrevivencia y el crecimiento de los individuos plantados, lo que permitirá evaluar el éxito de sus reforestaciones.

2. OBJETIVO GENERAL

Analizar los alcances de un monitoreo participativo de la reforestación en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México.

2.1 Objetivos particulares

- Obtener la sobrevivencia, la tasa relativa de crecimiento y la salud de la plantación.
- Comparar la precisión de los datos tomados en el monitoreo participativo.
- Conocer el grado y la calidad de la participación durante el proceso de monitoreo participativo.

3. MÉTODO

3.1 Esquema metodológico

En el siguiente esquema (Figura 2), se observan las actividades que fueron realizadas a lo largo del estudio señaladas en color azul, para cumplir los objetivos particulares los cuales están señalados en color verde y con ello el objetivo general señalado en color amarillo.

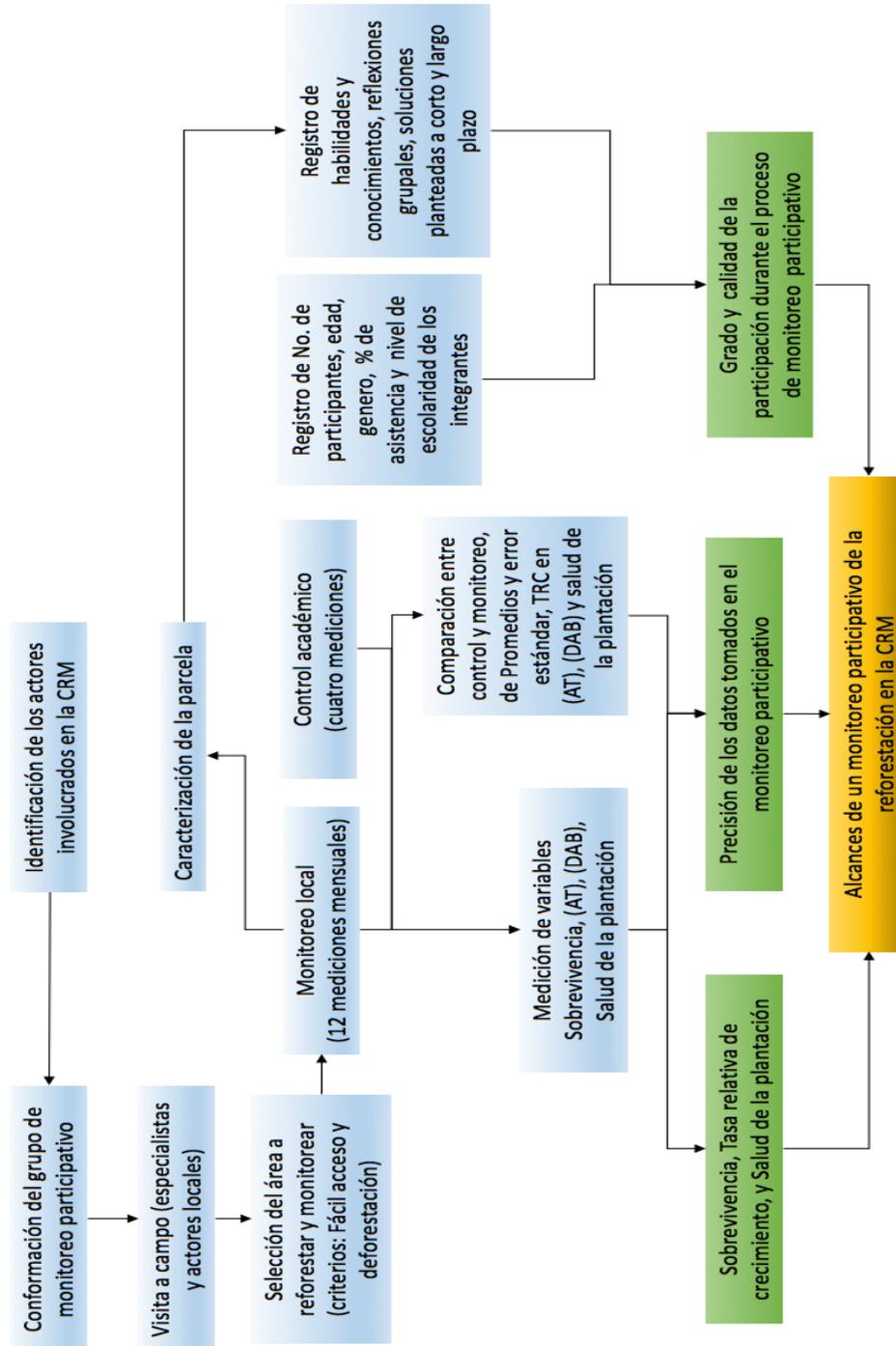


Figura 2. Esquema metodológico.

3.2 Área de estudio

El bosque de *Abies religiosa* también conocido como bosque de oyamel, se localiza entre los 19° 13' 53" y 19° 18' 12" N y 99° 14' 50" y 99° 20' 30" W (Álvarez, 2000; Santibañez-Andrade, 2009) dentro de la cuenca del río Magdalena (CRM). La CRM se ubica en la Sierra de las Cruces, al suroeste de la cuenca de México, dentro de la Faja Volcánica Transmexicana (Álvarez, 2000), ocupa más de 3,000 ha, abarcando parte de las delegaciones Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa (PUEC-UNAM, 2008). Proporciona una gran variedad de servicios ecosistémicos, entre ellos la provisión de agua, la captura de carbono, la generación de oxígeno, el mantenimiento del microclima, entre otros (Jujnovsky, 2012). Sin embargo, tiene una fuerte presión por el crecimiento de la mancha urbana, ya que a partir de la década de 1960 con la construcción de nuevas vías de comunicación y la venta de predios comunales se establecieron nuevos espacios urbanos cercanos a la zona baja, además del establecimiento de asentamientos irregulares dentro del bosque (Ramos y Almeida, en prensa).

El bosque de *Abies religiosa* de la CRM se encuentra principalmente en laderas de cerros y cañadas que se encuentran protegidas contra la acción de vientos fuertes e insolación, en altitudes de 2750 a 3500 ms.n.m; en un clima semifrío y húmedo, con lluvias en verano y precipitación invernal menor a 5%, los climas son más fríos conforme aumenta la altitud (Dobler, 2010; León, 2011). Presenta un área forestal de aproximadamente 1900 ha, se caracteriza por presentar árboles que a veces sobrepasan los 30 m de altura (Ávila-Akerberg, 2002). Está asociado a otras especies como son: *Pinus hartwegii*, *Sambucus nigra*, *Salix paradoxa*, *Buddleia parviflora* y *Alnus jorullensis* (Nava, 2003; Ávila-Akerberg, 2004; Avila-Akerberg, 2010). El estrato arbustivo es abundante en zonas perturbadas a causa de los disturbios naturales y antropogénicos y en éste se presentan *Roldana barba-johannis*, *R. angulifolia* y *Acaena elongata*. En el estrato herbáceo existe la presencia de *Alchemia procumbens*, *Salvia elegans* y *Ageratina mairretiana* (Silva et al., 1999; Nava-López, 2003; Ávila-Akerberg, 2010).

En la CRM, este bosque domina 40% sobre el territorio total de la cuenca, principalmente con un dosel cerrado tiene 34% y 6% de dosel abierto, El área del bosque de oyamel con

dosel cerrado es la que tiene mayor cantidad de carbono almacenado (PUMA, 2011; Leon, 2011), produce el 52% del agua de la cuenca con la mayor captación y escorrentía, lo que la convierte en la zona más importante en cuanto a generación de servicios ecosistémicos (Nava-López, 2006; Jujnovsky, 2012;). A pesar de que es un sitio relativamente bien conservado existen sitios perturbados y quemados por los incendios de 1998, por lo que es importante dar seguimiento y mejorar los programas de conservación y restauración en donde está incluida la reforestación (Santibañez-Andrade, 2009; PUMA, 2011).

Dentro de la CRM muy pocos comuneros se dedican a la agricultura desarrollada para el autoconsumo, la mayor parte de la población local no depende económicamente del bosque, sin embargo casi la totalidad de su superficie presenta títulos de propiedad principalmente por la comunidad agraria Magdalena Atlitic (Ramos, 2008; Ramos y Almeida, en prensa). Entre las principales actividades que se realizan actualmente están las relacionadas con la recreación, ya que la zona es importante para el recreo de los habitantes de la ciudad. Asociada a estas actividades, existe una asociación de comerciantes que se dedica principalmente a la venta de alimentos, que está conformada por comuneros y habitantes aledaños, estos son actores que pueden hacer uso productivo del bosque sin tener el título de comunero (Ramos y Almeida, en prensa).

3.3 Descripción de *Abies religiosa* (KunthSchitdl, et Cham)

También llamado oyamel, abeto, bansú, pinabete y xocolotl, es una especie nativa de México, de crecimiento lento, monoico, de 35 a 40 m de altura, hasta 60 m y diámetro normal de 1.80 m; tiene hojas perennifolias, ápice agudo y córneo, base torcida, de color verde oscuro en el haz y glaucas en el envés; inflorescencias masculinas oblongas, de 12 a 14 mm de largo por 5 mm de ancho, de color violáceo, al principio protegidas por mucha resina; inflorescencias femeninas en forma de conillos subcilíndricos, de 7 cm de largo, con las brácteas rojizas de margen rasgado; los conos maduros son cilíndrico-oblongos, de 10 a 16 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho, casi sésiles; semillas resinosas de 9 a 10 mm de largo por 5 mm de ancho, lisas, de color castaño brillante, el ala mide de 22 a 25 mm de largo por 10 a 15 mm de ancho (Valenzuela *et al.*, 2004).

Para fines de reforestación se recomienda que el desarrollo de esta especie desde la semilla hasta el brinzal, tenga un mínimo de dos años en vivero forestal para poder ser trasplantado y se encuentre dentro de un envase negro de polietileno de 15 x 20 cm (Nava, 1990). El tratamiento indicado antes y durante su transportación al área a reforestar es trasplantarlo durante la época de lluvias, sin pasar de la primera semana de septiembre, seleccionar siempre los brinzales sin enfermedades, libres de plagas y más vigorosos (Nava, 1990). Una vez trasplantado al campo, es necesario hacer un deshierbe en forma de cajete a un metro de diámetro durante los primeros tres años, sin embargo es recomendable dejar plantas que actúan como nodrizas (zacatón o escobilla), que las protejan del sol y las heladas (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; SEMARNAT, 2010).

3.4 Actores involucrados en las actividades de reforestación en la cuenca del río Magdalena

Ramos (en proceso), identificó los actores que están relacionados con los programas de manejo en la CRM. Con base a este trabajo se identificaron diferentes instituciones que están relacionadas con las actividades de manejo y conservación forestal en la CRM entre las que destacan el Departamento de Ecología de la Delegación Magdalena Contreras, la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales (DGCORENA) que depende de la Secretaría del Medio Ambiente del D.F. (SEDEMA) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR); cada una de estas dependencias otorga una remuneración económica ya sea mensualmente o anualmente. Entre las actividades que realizan los actores relacionados a la CRM, se encuentran las brechas contra incendios, barreras de retención del suelo, presas y reforestación anual con fines de restauración y protección (Almeida-Leñero y García-Juárez, 2009). Existen experiencias donde mencionan que estos programas de reforestación se encuentran con problemas como el reforestar con plantas no nativas, en sitios inadecuados y en temporadas donde no es pertinente hacer el trasplante de los brinzales, entre otros (Almeida-Leñero y García-Juárez, 2009; PUMA, 2011;).

3.5 Conformación del grupo de monitoreo local

En este estudio se realizó la conformación de un grupo de monitoreo de la reforestación integrando a los actores locales involucrados en los programas de reforestación de la CRM. El primer acercamiento se realizó en mayo de 2013 con el comisariado de la Magdalena Atlitic, el representante de los comerciantes y con los jefes de las brigadas de reforestación y prevención de incendios de la Delegación Magdalena Contreras y la DGCORENA. Posteriormente, se realizaron dos talleres para informar e invitar a los actores locales que habitan o influyen en la CRM, sobre lo que consiste el monitoreo participativo. El primer taller fue desarrollado el 1º de agosto de 2013 donde acudieron los integrantes de las brigadas de reforestación y prevención de incendios de la Delegación Magdalena Contreras. El segundo taller se llevó a cabo el 13 de agosto de 2013 en el Centro de desarrollo y capacitación ambiental Magdalena Atlitic, donde acudieron comuneros y comerciantes. En estos talleres se explicó en qué consiste el monitoreo participativo de la reforestación (Anexo 1). Finalmente los interesados en formar parte del grupo de monitoreo definieron el comienzo y la periodicidad de éste, siendo el tercer miércoles de mes por un periodo de 12 meses en el cual se llevaría a cabo este estudio. Para el monitoreo participativo la frecuencia en la toma de mediciones en tiempos cortos pueden decir que tan consistentes y fieles son las mediciones que están tomando los integrantes, además de conocer la cercanía entre el rango de error en las mediciones tomadas (Murray-Darling, 2013).

3.6 Selección del área a reforestar y monitorear

Se escogió un área dentro del bosque de *Abies religiosa* para reforestar con base en dos criterios: el grado de deforestación y la cercanía a los caminos principales. El grado de deforestación se identificó con base en el mapa de las zonas prioritarias a reforestar establecida en el segundo informe de medición de indicadores para el rescate de los ríos Magdalena y Eslava (PUMA, 2011). Esta práctica permite contrarrestar la pérdida de suelo y vegetación (SEMARNAT, 2009; PUMA, 2011). Las zonas deforestadas incluyeron únicamente al bosque de *Abies religiosa*.

La cercanía a los caminos se tomó en cuenta para facilitar la participación de los actores locales y con esto mejorar el acceso al área de estudio. Se realizó una visita de campo en mayo de 2013 al bosque de *Abies religiosa* con especialistas en este tipo de bosque y con los

jefes de las brigadas de la Delegación Magdalena Contreras y de la DGCORENA. En el recorrido se identificaron tres zonas deforestadas que se encontraban cercanas a los caminos principales y se georreferenciaron con un GPS (Garmin GPSMAP 62s). Finalmente se hizo un traslape del mapa generado de las áreas deforestadas del bosque de *Abies religiosa*, los caminos principales y los puntos registrados del recorrido y con ello se generó el mapa con las áreas potenciales a reforestar y monitorear (Figura 3).

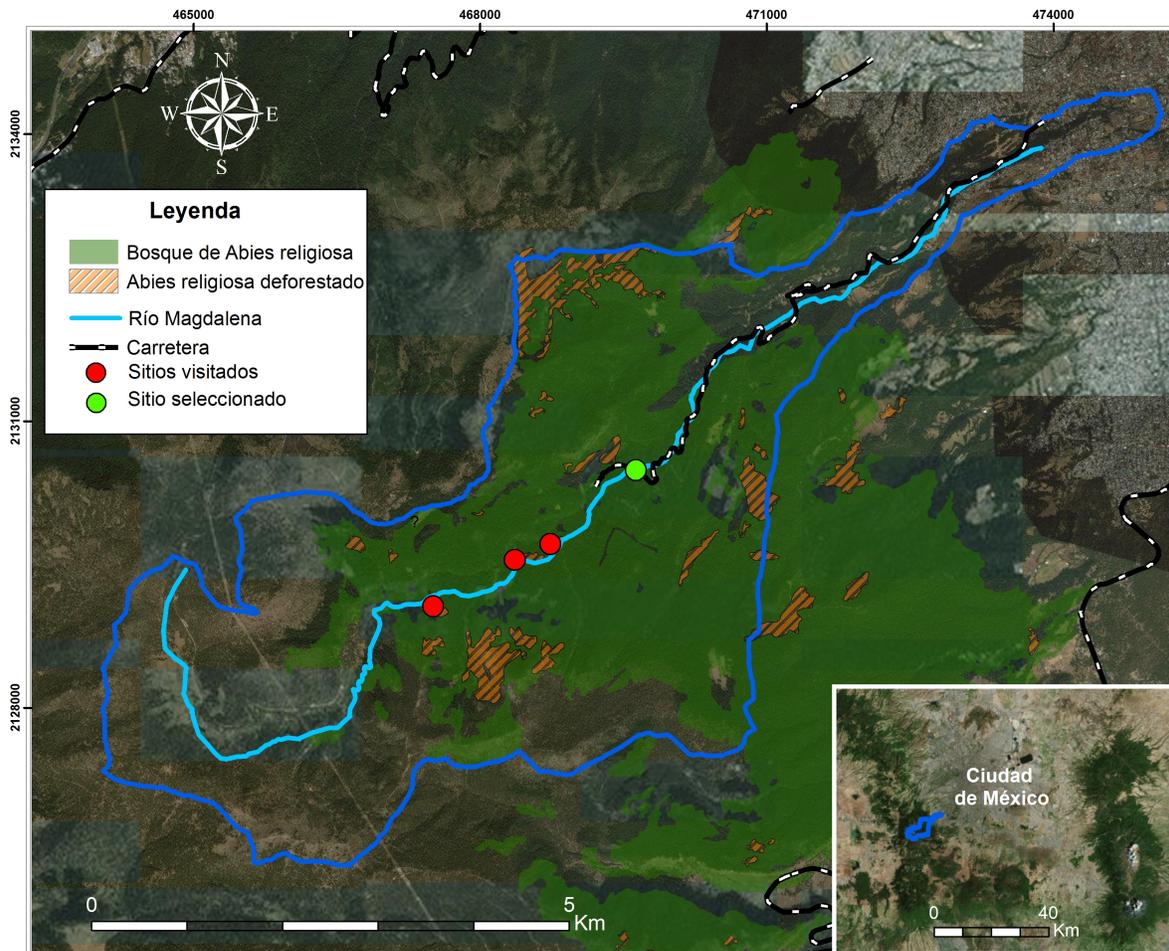


Figura 3. Bosque de *Abies religiosa* con los sitios deforestados visitados, los caminos principales y los puntos muestrados. (Elaboración propia con base en Ávila-Akenberg, 2010).

De los cuatro sitios visitados y marcados, se seleccionó el sitio llamado Límite de Xaloncocotla, localizado entre las coordenadas $19^{\circ} 16' 06.5'' N$, $99^{\circ} 17' 24.7'' O$, con intervalo de altitud de 3046 a 3052 m s.n.m. El área seleccionada fue dividida en dos parcelas. La parcela uno tiene un área de 11 x 14 m, se encuentra sobre una ladera con orientación

noreste y presenta una pendiente de 48°; la parcela dos tiene un área de 18 x 27 m sobre ladera con una orientación noroeste y presenta una pendiente de 57°. Existe presencia de brinzales en pie de reforestaciones de 2012 y años anteriores, plántulas de *Abies religiosa* de regeneración natural; además, presentan pastos amacollados o zacatón, *Acaena elongata*, *Senecio cinerarioides*, y *Buddleia parviflora*, entre otros (Figura 4).

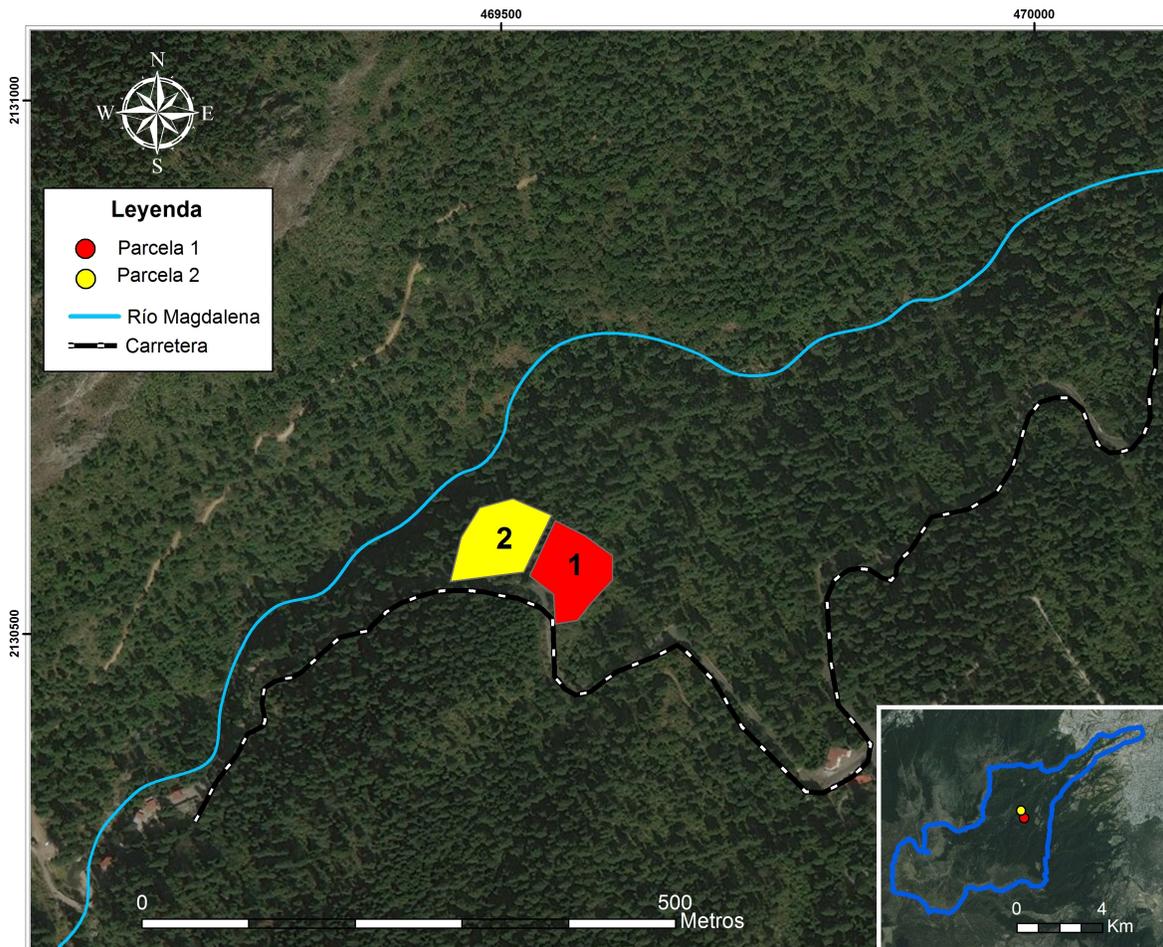


Figura 4. Área seleccionada dividida en dos parcelas para el monitoreo participativo dentro del bosque de *Abies religiosa*. (Elaboración propia con base en Ávila-Akenberg, 2010).

Una vez que se marcaron las parcelas se trasplantaron 200 brinzales de *Abies religiosa* de manera conjunta con los monitores locales, utilizando el método de tres bolillo con una distancia de 2.5 m entre cada individuo. Los brinzales se obtuvieron del vivero forestal Potreritos del Ajusco, con una edad aproximada de tres años. Cada brinjal fue etiquetado con una lámina de aluminio de 6.5 x 2.0 cm, sujetadas con hilo nylon al tallo del brinjal, colocando los números del 1 al 100 en la parcela uno y del 101 al 200 en la parcela dos.

3.7 Evaluación de la sobrevivencia, tasa relativa de crecimiento y salud de la plantación

En cada una de las parcelas reforestadas se llevó a cabo el seguimiento mensual del crecimiento, sobrevivencia y calidad de la salud de los 200 brinzales trasplantados durante un periodo de 12 meses (agosto de 2013 a julio de 2014) (Anexo 2).

Se midió el diámetro a la base del tallo (DAB) con un calibrador Vernier y la altura total (AT) con un flexómetro durante los dos primeros meses, y a partir del tercer mes se cambió por una regla rígida. Estos parámetros se tomaron en cuenta debido a que son los parámetros necesarios para conocer la tasa relativa de crecimiento (TRC) de una plantación (Torres y Magaña, 2001; Sánchez-Velásquez *et al.*, 2011; Castillo-Argüero *et al.*, 2014).

3.7.1 Análisis de sobrevivencia

La sobrevivencia se evaluó mensualmente al contabilizar los brinzales en pie y registrar los individuos muertos. Con base en estos datos de presencia-ausencia se elaboró una gráfica donde muestra el porcentaje de sobrevivencia a través del tiempo de monitoreo.

3.7.2 Análisis de la tasa relativa de crecimiento (TRC)

La tasa relativa de crecimiento (TRC) es la medida principal de análisis de crecimiento y se define como la unidad de biomasa y tiempo (Villar *et al.*, 2004). Para calcular la TRC para diámetro (DAB) y altura total (AT), se tomó el promedio de la medida inicial y la medida final para los 100 brinzales de cada parcela y se aplicó la fórmula de Hunt, (1978) para el tiempo de 11 meses (Sánchez-Velásquez *et al.*, 2011).

TRC= tasa relativa de crecimiento

\ln = logaritmo natural

Cf = diámetro o altura final del brinzal

Ci = diámetro o altura inicial del brinzal

t = número de días

$$TRC = \frac{\ln(Cf) - \ln(Ci)}{t}$$

3.7.3 Análisis en la salud de la plantación

Las características visuales que presentan los individuos establecidos en una plantación, permiten evaluar la calidad de desarrollo o salud de los brinzales (González-Moreno, 2008). En el presente trabajo los elementos considerados para evaluar la salud de los brinzales fueron: la abundancia del follaje, el color de las hojas, el color del tallo y la presencia de plagas. De acuerdo con González-Moreno (2008a) a cada uno de éstos parámetros se les asignó un valor binario.

- Color de las hojas 1=verde 0= no verde
- Follaje 2= abundante 1=medio 0=nulo
- Color del tallo 1=verde 0=no verde
- Enfermedad o plaga 1= ausencia 0=presencia

En este modelo la salud ideal tiene un valor 5, el cual es la suma de los valores más altos de cada cualidad. Cabe señalar que cualquier valor menor a 3 indica una deficiencia de salud (González-Moreno, 2008). Se sumaron los valores de todos los brinzales y se sacó un promedio mensual de cada parcela.

3.8 Análisis de la precisión de las mediciones tomadas por el monitoreo participativo

La precisión es el rango de variación en repetidas mediciones de la misma variable, esta puede ser analizada con la desviación estándar y error estándar y con ellas se compara la diferencia relativa entre las distintas muestras tomadas del mismo sitio y en distintos tiempos (Murray-Darling, 2013). Para conocer la precisión de los datos tomados en el monitoreo participativo, se realizaron cuatro mediciones en donde no participaron los monitores locales (control académico). Se midieron las mismas variables y con los mismos instrumentos en distintos meses del periodo (septiembre, enero, mayo y julio).

Se realizó una comparación de los promedios mensuales y el error estándar con las mediciones altura total (AT) y el diámetro basal (DAB) registradas por los monitores locales, en ambas parcelas. Con ellos se conoció el crecimiento mensual y la diferencia en la precisión

de cada medición tomada mensualmente, observando el error estándar por mes; finalmente se estimó el rango de error de las mediciones y las posibles razones de su comportamiento.

3.8.1 Comparación de los promedios mensuales, TRC y calidad de la salud entre las mediciones del monitoreo participativo y el control académico

Se realizó una comparación de las variables, promedio, el error estándar de los promedios mensuales de la altura total (AT) el diámetro a la base del tallo (DAB), con las mediciones del monitoreo participativo y del control académico. Evans y Gariguata (2008) hacen mención de la prioridad para este tipo de estudios de comparar los resultados entre el monitoreo participativo y un monitoreo académico.

Del mismo modo se realizó una comparación de la tasa relativa de crecimiento (TRC) obtenida a partir de las mediciones de los actores locales y el control, sobre la altura total (AT) y el diámetro a la base del tallo (DAB). Con ello fue posible conocer si existe una diferencia notable de las mediciones y los TRC que fueron obtenidos por el grupo de monitoreo participativo y el control; así como para verificar la confiabilidad de los datos para un estudio científico riguroso.

Finalmente se realizó una comparación con los promedios de la calidad en la salud de la plantación en distintos meses, entre el monitoreo participativo y control. Esto para conocer el aprendizaje y las diferencias de percepción para valorar la calidad en la salud de la plantación,

3.9 Análisis del grado y la calidad de la participación durante el proceso de monitoreo participativo

Para analizar la participación del grupo conformado por los actores locales se midió el grado y la calidad de la participación. Para conocer el grado de participación se registró el número de participantes del monitoreo, se analizó el compromiso en relación al papel que tienen en la comunidad, ocupación, nivel de escolaridad, género y edad de los actores locales, conociendo de qué manera influye en el porcentaje de asistencia dentro del monitoreo participativo (Anexo 3 y 4).

Para obtener la calidad de la participación se desarrollaron nuevos conocimientos y habilidades en el monitoreo participativo, de manera conjunta con los monitores locales, se realizó una caracterización de cada una de las parcelas (Anexo 5; Arriaga *et al.*, 1994; INE 2005). Se registraron las características biofísicas y factores antropogénicos que afectan la reforestación (Tabla 1). Con base en las distintas observaciones de las parcelas se generaron discusiones grupales entre los distintos actores locales sobre los factores antropogénicos que influyen en la sobrevivencia, salud y establecimiento de los brinzales.

Tabla 1. Características biofísicas, factores antropogénicos que se registraron e instrumentos utilizados.

Característica	Instrumento
Orientación de la ladera	Brújula
Pendiente	Clinómetro
Cobertura de los árboles adultos	Visual (porcentual)
Reforestaciones previas	Visual (presencia o ausencia)
Regeneración natural	Visual (presencia o ausencia)
Intensidad de actividad ganadera (excremento, pisadas)	Visual (presencia o ausencia)
Residuos sólidos	Visual (presencia o ausencia)
Visitantes	Visual (presencia o ausencia)
Otros. (fogatas, etc.)	Visual (Presencia o ausencia)

Por otro lado se registró la aportación de conocimientos empíricos y tradicionales al proyecto por parte de los integrantes, las acciones que se plantearon de manera conjunta para dar una solución a corto y largo plazo, generadas a partir de las distintas reflexiones y discusiones al haber identificado los principales problemas del monitoreo y del programa de reforestación que manejan los actores de la CRM (Anexo 6).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Sobrevivencia, tasa relativa de crecimiento y salud de la plantación

4.1.1 Sobrevivencia

De los 200 individuos plantados para el monitoreo participativo, el porcentaje de sobrevivencia a los 12 meses del monitoreo participativo fue de 96%, con un total de 96 individuos vivos en cada una de las parcelas y 4 muertos en cada parcela a lo largo del monitoreo (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de sobrevivencia de cada parcela en los 200 individuos monitoreados.

Parcela	% Sobrevivencia	Vivos	Muertos
1	96	96	4
2	96	96	4
Total	96	192	8

Con estos resultados se puede observar que la reforestación a 12 meses ha sido exitosa para ambas parcelas. En la Figura 5 se observa que la parcela uno presenta la disminución de individuos entre los meses de enero a mayo, mientras que la parcela dos tiene el periodo de septiembre a enero con mas brinzales caídos. Finalmente para el mes de julio se observa un mismo número de individuos sobrevivientes en las dos parcelas.

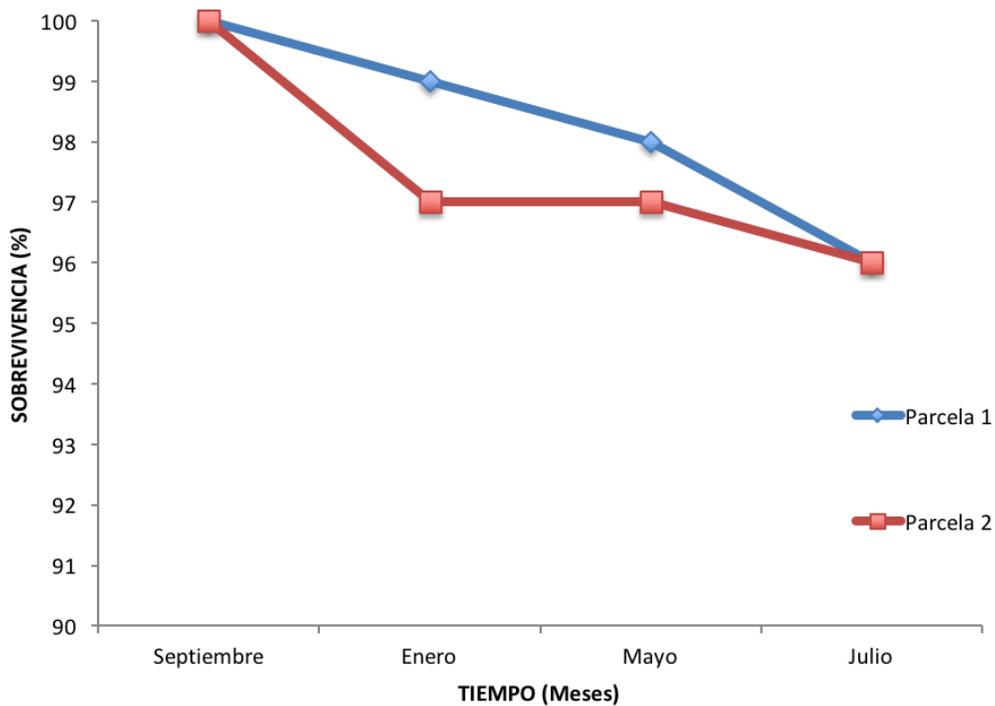


Figura 5. Porcentaje de sobrevivencia de los individuos de *Abies religiosa* de ambas parcelas en la CRM, durante los 12 meses.

Según Harcombe (1987) en una reforestación, los primeros años después de haber sido plantados los brinzales puede existir una severa tasa de mortalidad, debido a la aclimatación y adaptación del brinzal, siendo la etapa donde desarrolla el vigor necesario para la sobrevivencia. Sin embargo, lo que se observa es que los brinzales en ambas parcelas presentaron una tasa muy pequeña de mortalidad, esto puede deberse a que los brinzales provienen de un vivero (Potreritos, Ajusco) donde se encuentran casi con las mismas condiciones ambientales y los individuos tienen un promedio de edad de al menos dos años, esto los hace más resistentes y con mayor vigor para soportar los cambios de clima y posibles plagas. Puede existir un mayor éxito de sobrevivencia de los brinzales si provienen de viveros cercanos con germoplasma de la especie que abunda en el área a reforestar (Arriaga *et al.*, 1994). Por lo tanto la procedencia de los brinzales y la edad puede ser un factor clave en la sobrevivencia en el sitio que serán transplantados.

Cabe mencionar que los casos de mortalidad más notable se observaron en los meses de invierno (diciembre, enero, febrero, marzo) y esto puede deberse a que es cuando ocurren las temperaturas más bajas y las lluvias son escasas, donde el mayor número de brinzales muere por estrés hídrico o térmico (Nieto de Pascual, 2004).

El comportamiento de sobrevivencia de los brinzales en ambas parcelas podría explicarse por distintos factores, entre ellos la similitud de las características biofísicas entre las dos parcelas, donde la mayor diferencia se encuentra en la orientación de la ladera. Sanchez-Velazquez *et al.*, (1991) y Castillo-Agüero *et al.*, (2014), describen que las especies de este género están relacionadas tanto a los ambientes umbrófilos como los heliófilos y tienen un bajo porcentaje de establecimiento en condiciones de luminosidad intensa debido a un aumento en la temperatura del suelo. Sin embargo, existen experiencias donde *Abies religiosa* presenta mayor sobrevivencia en sitios sin vegetación herbácea, aunque no existen diferencias significativas en los sitios con vegetación herbácea (Zetina-Galván, 2010; Blanco-García *et al.*, 2011; Castillo-Agüero *et al.*, 2014).

Otro factor influyente en la sobrevivencia puede ser el cuidado y monitoreo de los brinzales que se le aplica al área reforestada. SEMARNAT (2010) en su manual de prácticas de reforestación señala la importancia del cuidado y mantenimiento de una zona reforestada, entre las prácticas que se mencionan, las podas de brinzales con plagas, chaponeo o control de maleza, fertilización, colocación de guías de crecimiento, elaboración de rótulos de protección, entre otros, actividades que realizaban los monitores locales, ya que al final del monitoreo en las reflexiones grupales discutían sobre la importancia de realizar estas actividades, observando que bajo el conocimiento empírico de este grupo de monitoreo se sabe que los brinzales con cuidados tienen mayor posibilidad a sobrevivir.

Finalmente Castillo-Agüero *et al.*, (2014) mencionan que el trasplante de *Abies religiosa* es exitoso tanto en zonas abiertas o cerradas de estrato arbóreo y que el porcentaje de supervivencia estará por arriba de 70%. Sin embargo es necesario conocer más a fondo la calidad del suelo, las plantas nodrizas que ayudan al crecimiento y la cantidad de luz que reciben los brinzales dependiendo la orientación a la ladera, de esta manera se podría conocer

con mayor exactitud la influencia directa de los diversos factores que están relacionados en la sobrevivencia de los brinzales de *Abies religiosa*.

4.1.2 Tasa relativa de crecimiento TRC

Después de 12 meses de mediciones por parte del monitoreo participativo se observa en la Figura 6 la velocidad diaria de crecimiento en altura de las dos parcelas; en el caso de la altura se observa que la parcela dos presenta una TRC de 0.1176 cm, mientras que la parcela uno tiene una TRC de 0.0653 cm, es decir, existe una diferencia de casi el doble del crecimiento entre la parcela uno y dos. En cuanto a la TRC del diámetro se observa una tendencia similar donde la parcela dos presenta una TRC de 0.01498 y la parcela uno de 0.00668 mm.

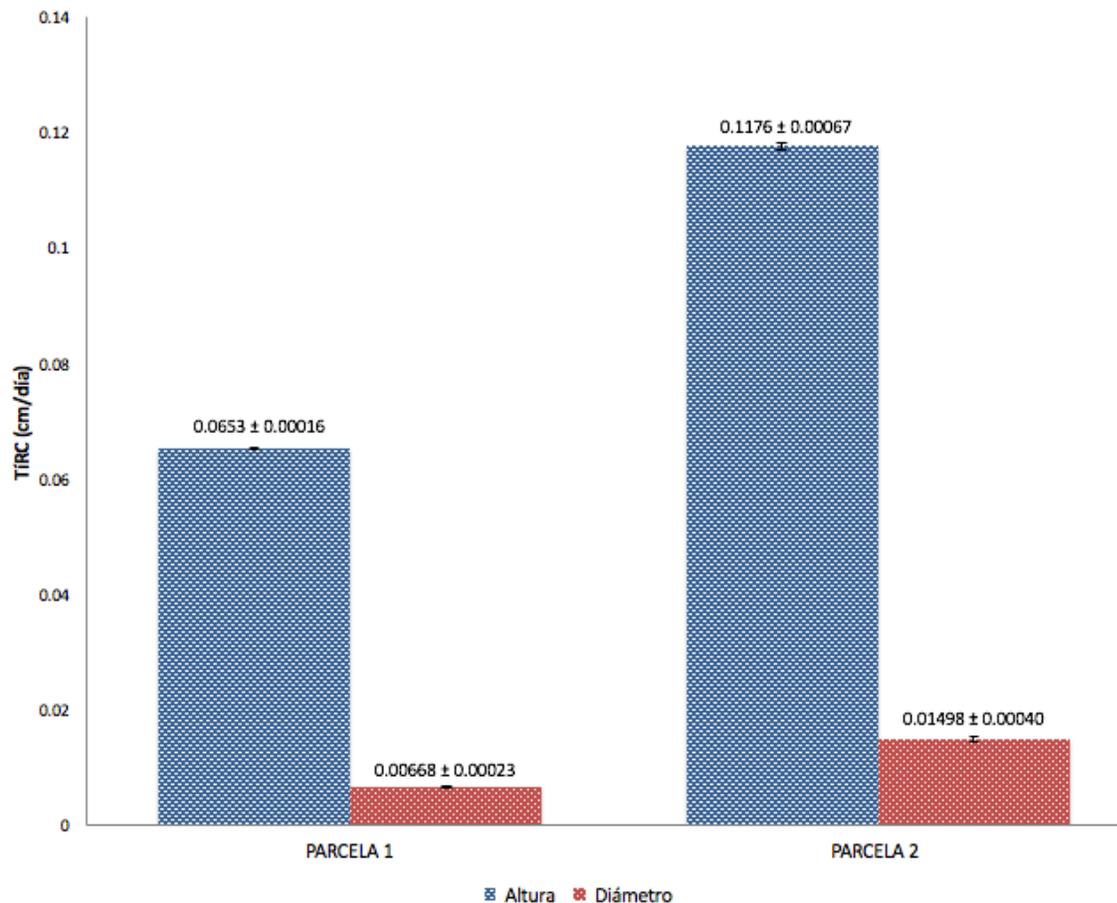


Figura 6. Tasa relativa de crecimiento con su desviación estándar de altura total y diámetro de la base del tallo, para los individuos de *Abies religiosa* de las dos parcelas en la CRM.

La orientación de la ladera puede ser un factor clave del crecimiento entre las dos parcelas ya que la parcela dos con una orientación noroeste y menor cantidad de luz en el día, presenta una mayor TRC que la parcela uno con orientación noreste (con mayor cantidad de luz en el día).

Por otro lado Villar *et al.*, (2004); Viveros-Viveros y Vargas-Hernández (2007) señalan que el comportamiento en el crecimiento puede deberse a que la mayoría de las especies leñosas (*Abies religiosa*) su crecimiento influye con base en la estacionalidad, ya que en el periodo de baja temperatura y heladas, los brinzales entran en una fase de latencia, en la cual el meristemo apical y los meristemos laterales detienen su crecimiento. Normalmente este periodo de latencia se presenta entre los meses de enero a abril coincidiendo con la época más fría, por otro lado en la época de lluvias y humedad se activa el crecimiento y entra en fase exponencial, regularmente es temporada de lluvia que se presenta en entre los meses de junio a octubre.

Finalmente la tasa relativa de crecimiento está modificada por la heterogeneidad biótica y abiótica intrínseca del sitio, así como por la generada por prácticas antrópicas, sumando a que *Abies religiosa* es una especie con crecimiento extremadamente lento, incluso hasta cuando tiene la condiciones adecuadas (Domínguez-Lerena *et al.*, 2001; Zetina-Galván, 2010; Castillo-Agüero *et al.*, 2014).

4.1.3 Salud en la plantación

Se observan los promedios de salud en la plantación, con las dos parcelas evaluadas en los 12 meses de monitoreo (Agosto 2013-Julio 2014). Se observa que a lo largo del tiempo los promedios se mantuvieron entre 4 y 5, es decir la salud de la plantación es buena (Figura 7). Se puede observar que los meses de diciembre, enero y febrero se presenta la salud más baja en ambas parcelas, sin embargo en los meses siguientes aumenta. Se observó con frecuencia caída del follaje de los brinzales en los meses de diciembre a abril, algunas veces con tallo seco y hasta la presencia de posibles plagas en algunos individuos que en la mayoría de los casos no sobrevivieron.

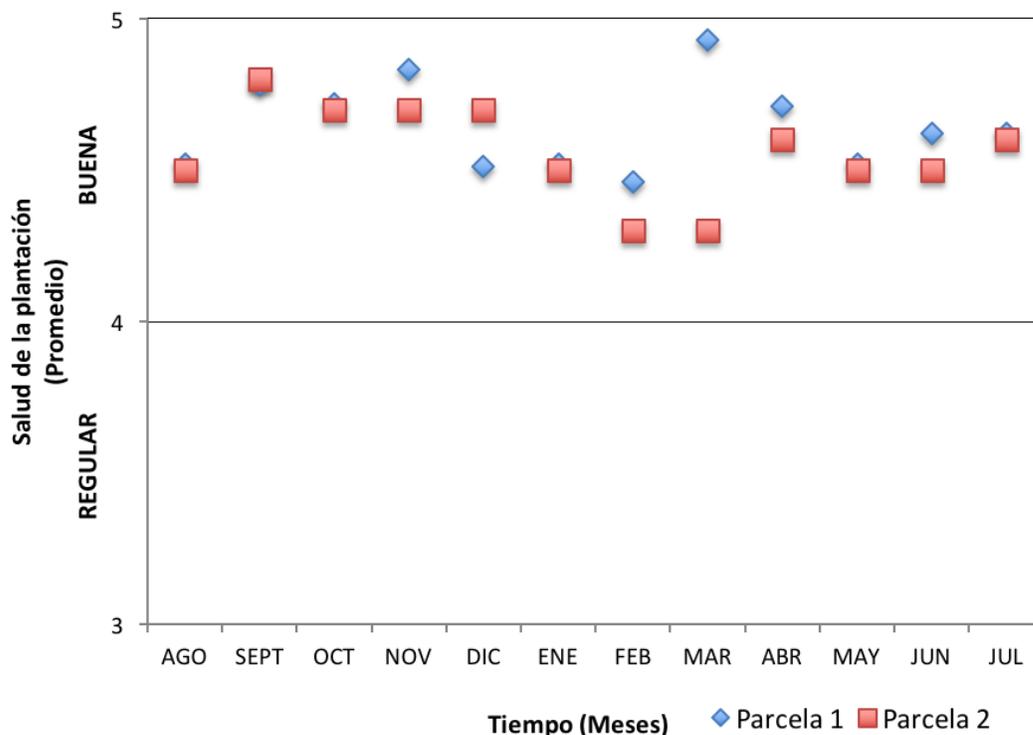


Figura 7. Promedio mensual en la salud de la plantación de las dos parcelas en la CRM.

La salud en la plantación puede estar relacionada con la adaptación a ciertos factores como el clima temporal, el suelo, la resistencia a plagas, el vigor de cada individuo y la procedencia de los brinzales (vivero donde se desarrollaron).

El comportamiento en la salud de la plantación en las dos parcelas (Figura 7) puede deberse principalmente a la aclimatación de los brinzales, periodo en el que sufren un mayor estrés y mueren algunos de ellos. Esta época se encuentra en los meses de enero a abril relacionado a la temporada de heladas y sequías (González-Moreno, 2008).

Otro aspecto relacionado a la salud de la plantación, es el cuidado que llevan los brinzales en el vivero, como la adaptación antes de ser trasplantados, SEMARNAT (2010) menciona que el tiempo adecuado para que la especie sea trasplantada del vivero a campo es entre 18 y 24 meses, trasplantándose como máximo la primera semana de septiembre. Esto puede haber influido directamente, ya que el promedio en edad de los brinzales creciendo en el vivero de potreritos (Ajusco) fue de dos años y medio. Es importante señalar que no se realizó un

estudio de la plaga encontrada en algunos individuos de ambas parcelas, por lo que sería necesario que en estudios próximos se identifique qué especies son para poder tomar acciones concretas.

4.2 Precisión de los datos obtenidos por el monitoreo participativo

4.2.1 Precisión en la toma de mediciones de altura

Los promedios y error estándar de cada una de las mediciones en altura realizadas mensualmente por el grupo de monitoreo participativo en ambas parcelas se observan en la Figura 8 y 9. Tanto en la parcela uno como en la dos para el mes de agosto el promedio de la medición es superior al resto, esto se debe a que fue la primera medición de los brinzales y por cuestiones de logística fueron medidos antes de plantarse, por lo que existe un error de medición para este mes. A partir del mes de septiembre de 2013 hasta julio de 2014 en ambas parcelas el promedio de las mediciones varía, sin alejarse mucho del error estándar, por lo tanto se logra observar que las mediciones muestran un crecimiento general de los brinzales en ambas parcelas.

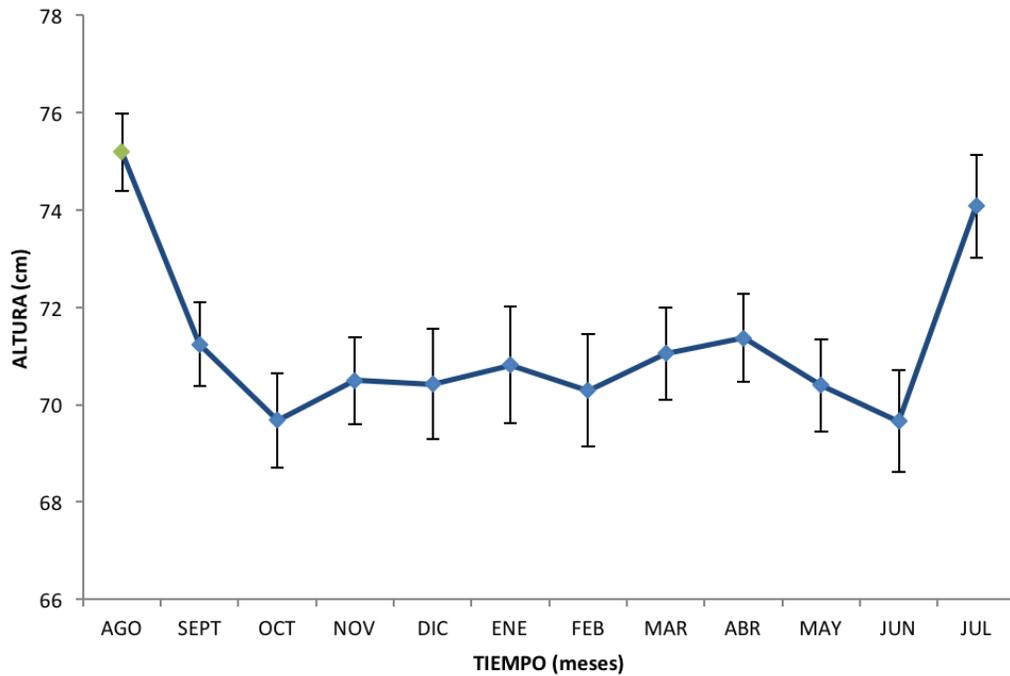


Figura 8. Promedio mensual y error estándar de altura, del monitoreo participativo en la parcela uno, error de medición en el mes de agosto.

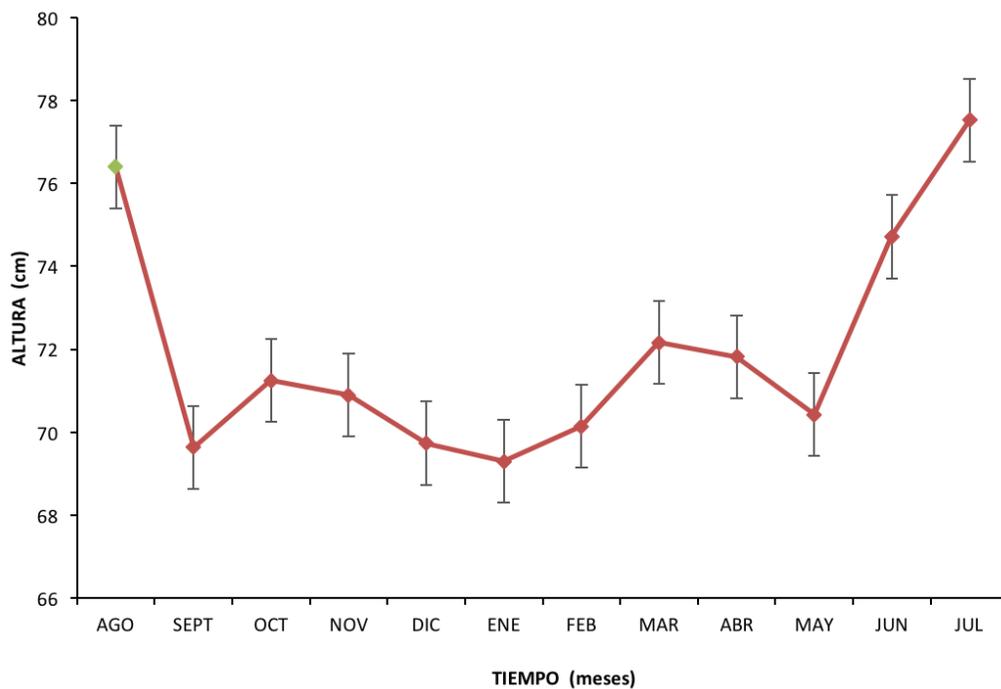


Figura 9. Promedio mensual y error estándar de altura, del monitoreo participativo en la parcela dos, error de medición en el mes de agosto.

Es importante mencionar que partiendo del manejo adaptativo para mejorar el proyecto, a través de las reflexiones grupales, a partir del tercer monitoreo se decidió cambiar el instrumento de medición de altura (flexómetro) por una regla de madera diseñada especialmente para el monitoreo, debido a que el uso del flexómetro resultaba con errores en la medición, esto podría explicar la variación en los promedios de las primeras mediciones (Figura 10).



Figura 10. Cambio en el uso del flexómetro por una regla rígida (Fotografía tomada por Omar Caballero Hernández).

4.2.2 Precisión en la toma de mediciones de diámetro

Las mediciones del diámetro a la base del tallo (DAB) de ambas parcelas presentan distintas variaciones, en las Figuras 11 y 12 se observa que en ambas parcelas la primera medición del mes de agosto hubo un error de logística por lo que la medición no es confiable y en septiembre existe un promedio muy alto, en los meses siguientes se observa una disminución del promedio donde comienzan a estabilizarse las mediciones, es posible visualizar que existe una tendencia de crecimiento muy lento variando solo un milímetro en la medición, el error estándar muestra que los promedios son muy cercanos entre sí.

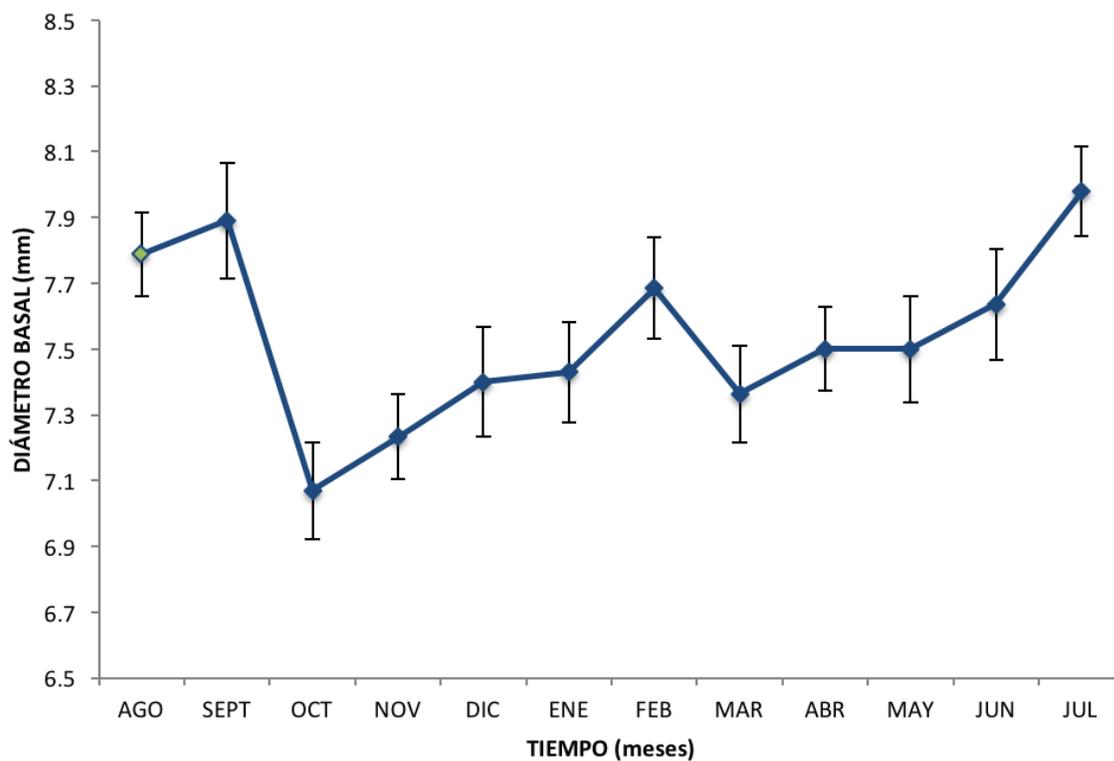


Figura 11. Promedio mensual de diámetro y error estándar del monitoreo participativo en la parcela uno, error de medición en el mes agosto.

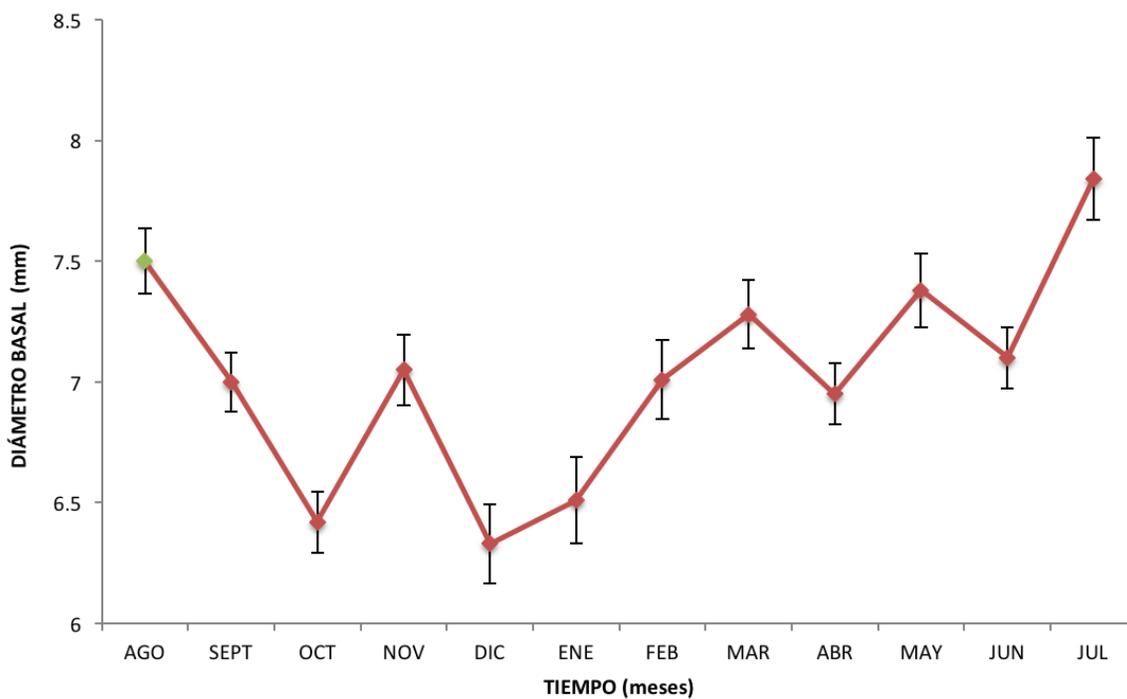


Figura 12. Promedio mensual de diámetro y error estándar del monitoreo participativo en la parcela dos, error de medición en el mes de agosto.

El registro de la medición del diámetro a la altura de la base (DAB) resulta ser menos preciso entre los promedios mensuales obtenidos con las mediciones del monitoreo participativo, esto puede deberse a distintos factores: para el uso del calibrador Vernier se necesita cierta experiencia y los integrantes del grupo de monitoreo no estaban familiarizados con este instrumento, además se necesita de buena vista, por lo que para futuros estudios se recomienda utilizar un calibrador Vernier electrónico, que aunque su precio es más elevado favorecería para obtener las mediciones con mayor exactitud y la lectura sería sencilla para los monitores locales. Por otro lado el crecimiento de *Abies religiosa* es lento los primeros dos o tres años (Castillo-Agüero *et al.*, 2014), por lo que en mediciones mensuales no logra observarse mucho crecimiento, es por esto que sería recomendable realizar esta medición cada 3 meses en el futuro.

4.2.3 Comparación entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico en altura y diámetro

Comparando la parcela uno (Figura 13), se puede observar en la altura que con la medición de septiembre existe una diferencia de 5 cm y el error estándar de ambas mediciones no se empalma. A partir del cambio en el instrumento de medición (flexómetro a regla) se observa que las mediciones son similares y el error estándar es cercano entre los distintos promedios.

En el caso de la parcela dos (Figura 14), los promedios son muy similares y el error estándar se acerca, menos en el mes de enero donde el error estándar no se empalma. Sin embargo las mediciones promedio de septiembre y julio, necesarias para obtener la tasa relativa de crecimiento presentan gran similitud entre ellas.

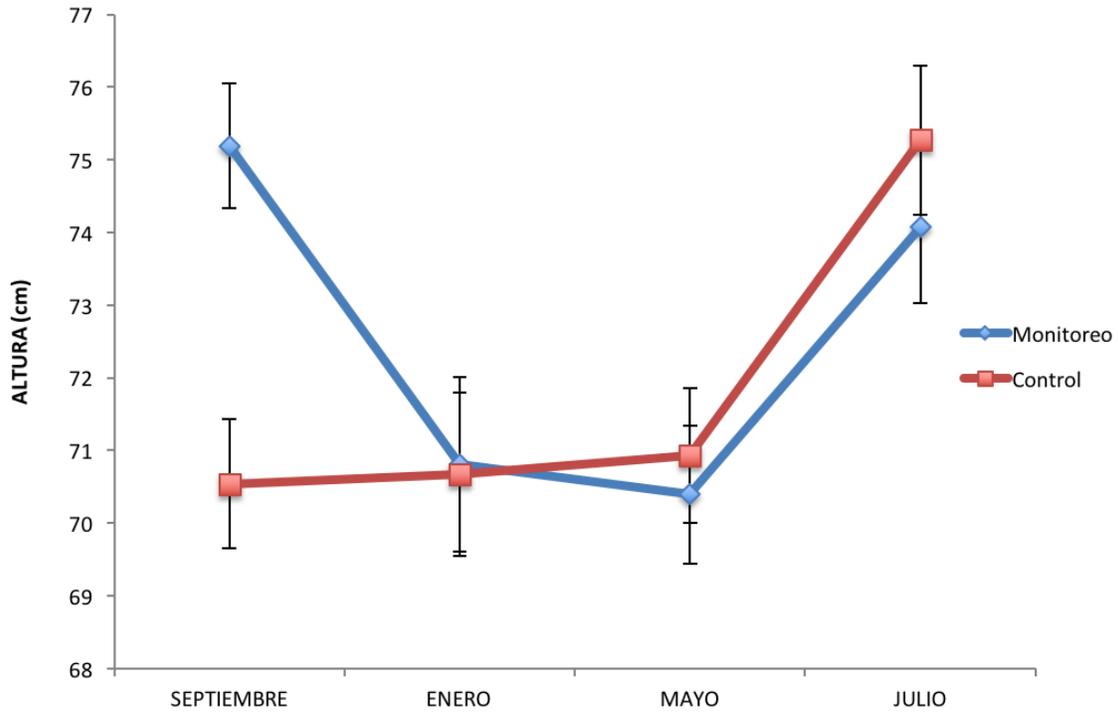


Figura 13. Comparación de promedios y error estándar de altura en la parcela uno, entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico.

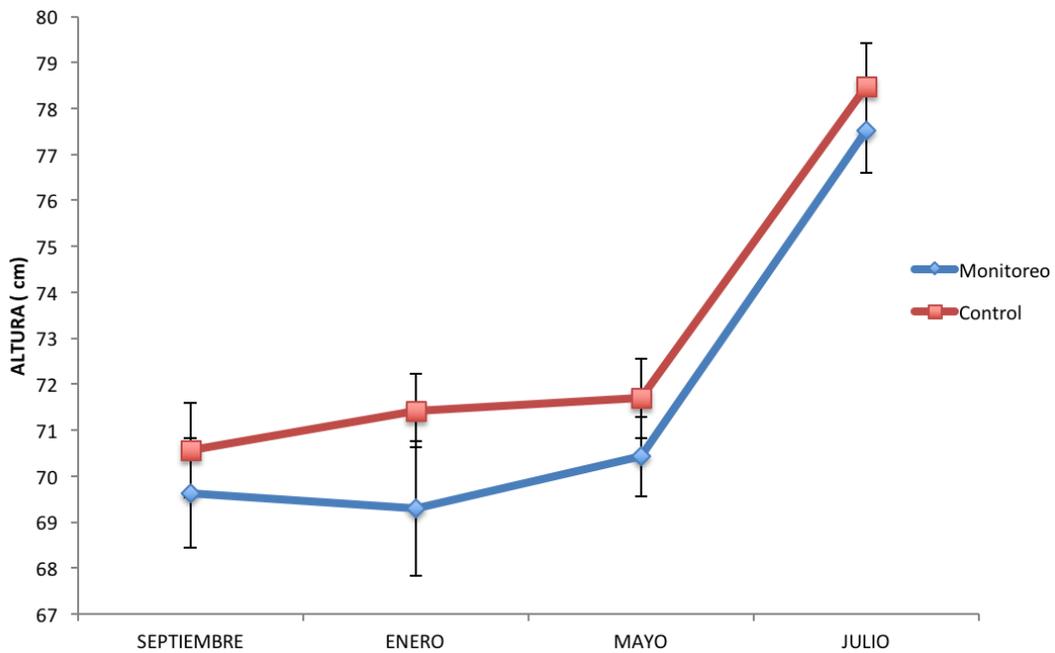


Figura 14. Comparación de promedios y error estándar de altura en la parcela dos, entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico.

Comparando los promedios del diámetro en la parcela uno, existe un comportamiento diferente en ambas mediciones, se observa en los promedios tomados del control, una diferencia muy marcada en los meses de septiembre y enero, por otro lado en los promedios del monitoreo participativo presenta mediciones más estables.

Finalmente solo se observa una tendencia de crecimiento de manera más clara en los promedios del monitoreo participativo (Figura 15).

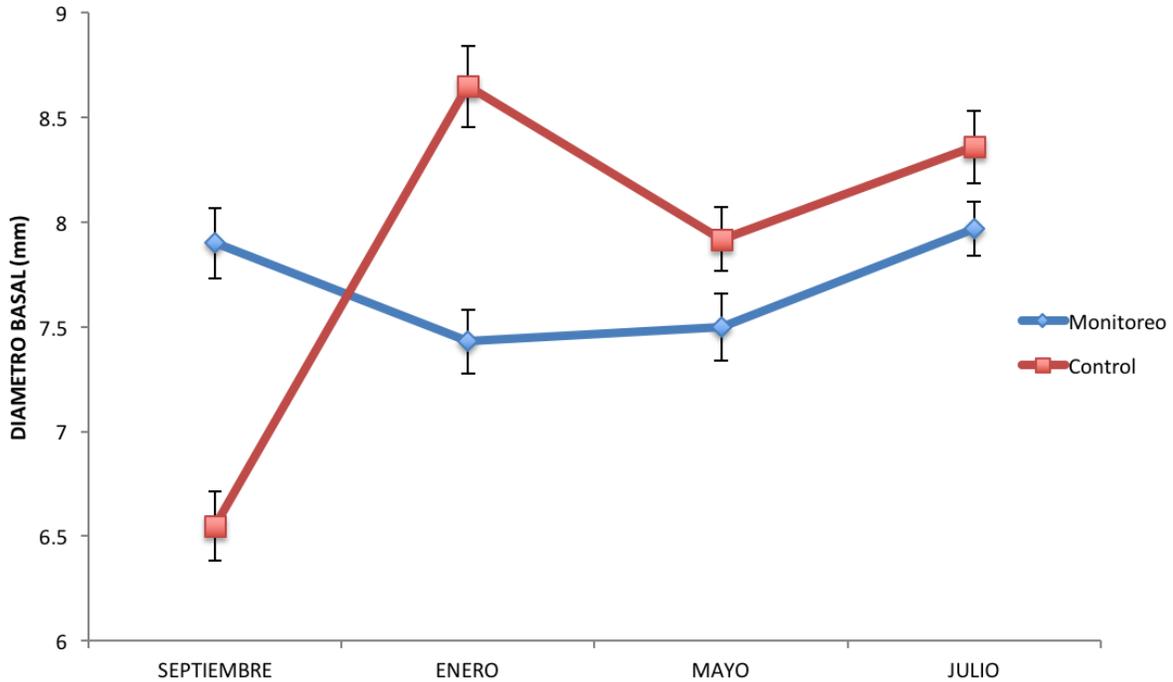


Figura 15 Comparación de promedios y error estándar de diámetro en la parcela uno, entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico.

En la parcela dos se observa que los promedios mensuales y el error estándar entre el control y el monitoreo participativo de los meses de septiembre y enero son muy parecidos sin embargo, en los meses de mayo y julio se alejan (Figura 16). Finalmente se observa una tendencia del crecimiento tanto en el monitoreo como el control.

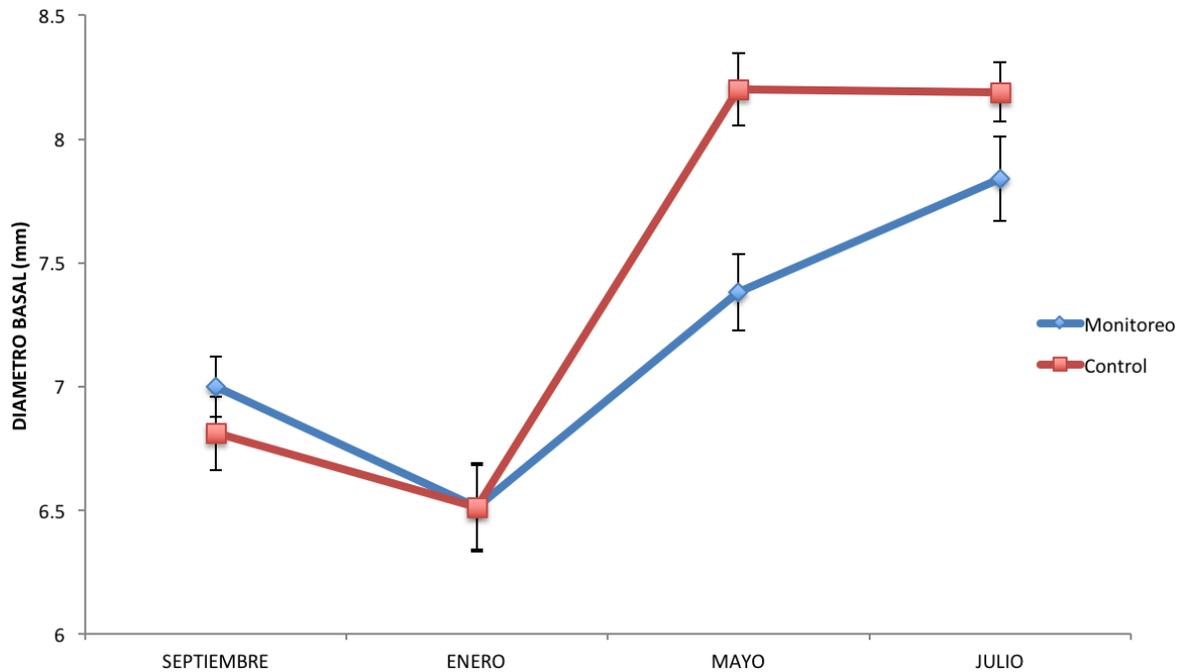


Figura 16. Comparación de promedios y error estándar de diámetro en la parcela dos, entre mediciones del monitoreo participativo y el control académico.

La precisión entre las mediciones del monitoreo participativo en comparación con el control, respecto a la medición de altura de las dos parcelas indica que la estandarización final de las mediciones se podría deber a que hubo aprendizaje en el grupo de monitoreo participativo, la frecuencia del monitoreo y el uso sencillo del instrumento elaborado. Esto hace referencia a lo que mencionan Ghate y Nagendra (2005) y Murray-Darling, (2013), resaltando la importancia de repetir las mediciones en periodos cortos, ya que pueden decirnos qué tan eficiente es el método de medición y cuanta similitud tienen los datos registrados de la misma variable, si las mediciones son parecidas entre sí, tanto el promedio como el error estándar, los datos mostrarán una mayor confiabilidad.

En el caso de la comparación del diámetro, los resultados indican que el proceso de aprendizaje tomó más tiempo para poder estandarizarse en las mediciones, además de acercarse entre las dos, sin embargo aunque parezca que exista una diferencia muy marcada entre los promedios podría ser que no existan significativamente, ya que la diferencia es de décimas de milímetros.

Whitelaw *et al.*, (2003) mencionan que con el tiempo se pueden ir perfeccionando las técnicas y el mejoramiento de los instrumentos para el estudio, en este caso la utilización del

calibrador Vernier tuvo un proceso largo de aprendizaje sobre todo por factores visuales y la familiarización con el instrumento, Por otro lado un factor que podría influir en el error de medición que ocurrió tanto en el control como en el grupo de monitoreo, fue no marcar una línea en la base del brinjal para tener siempre una misma base de medición en la altura y el diámetro, por lo que es recomendable realizar esa marca para próximos monitoreos.

Esto se relaciona con lo que Rosa y Encina (2003), Evans *et al.*, (2015) hablan sobre la importancia de este tipo de trabajos, al desarrollarlos bajo un enfoque de manejo adaptativo, ya que permiten hacer modificaciones metodológicas en el transcurso del estudio a partir de las experiencias y las reflexiones grupales. Esto permite un mayor potencial para generar cambios que permitan mejorar la eficacia del proyecto. En este caso se aplicó en los instrumentos para hacer la medición de altura y diámetro, un cambio propuesto por los integrantes del monitoreo participativo, para optimizar las mediciones.

4.2.4 Precisión en la tasa relativa de crecimiento (TRC)

Para calcular la precisión de la tasa relativa de crecimiento (TRC) solamente se tomaron los datos a partir de septiembre, debido a un error de logística en la toma de datos en el mes de agosto. Con la comparación se observa la confiabilidad de los distintos resultados obtenidos a partir de los datos registrados por el grupo de monitoreo participativo y el control. En el caso de la altura en ambas parcelas (Figura 17 y 18), se observa una diferencia muy pequeña entre las TRC y la desviación estándar. En el caso de la TRC del diámetro se observa en la parcela uno (Figura 17) la tasa relativa de crecimiento generada por el control supera casi tres veces la generada por el grupo de monitoreo, añadiendo que la desviación estándar no se acerca entre cada una de las TRC, esto indica que existe una diferencia muy notable en diámetro en las mediciones tomadas por el grupo de monitoreo de la parcela uno. Sin embargo en el caso de la parcela dos, la comparación de TRC en diámetro (Figura 18), es semejante, no presentan diferencias muy notables por ser en décimas de milímetros y la desviación estándar es similar entre ellas. Finalmente escogieron las TRC de altura y diámetro que se obtuvieron con las mediciones del monitoreo participativo para ser presentadas en los resultados generales del apartado 5.1.2.

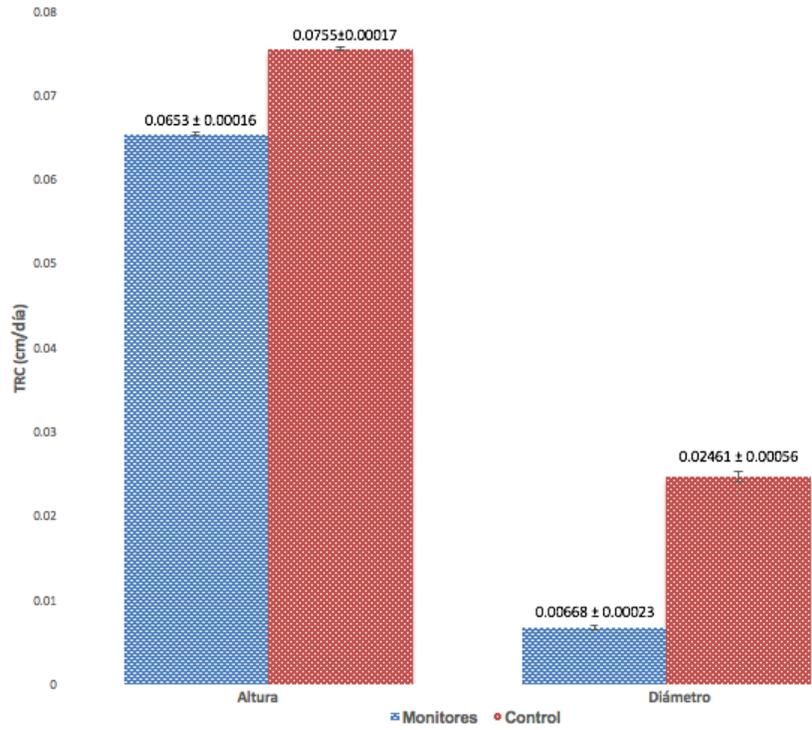


Figura 17. Comparación de TRC entre monitoreo participativo y control académico, de altura y diámetro en la parcela uno.

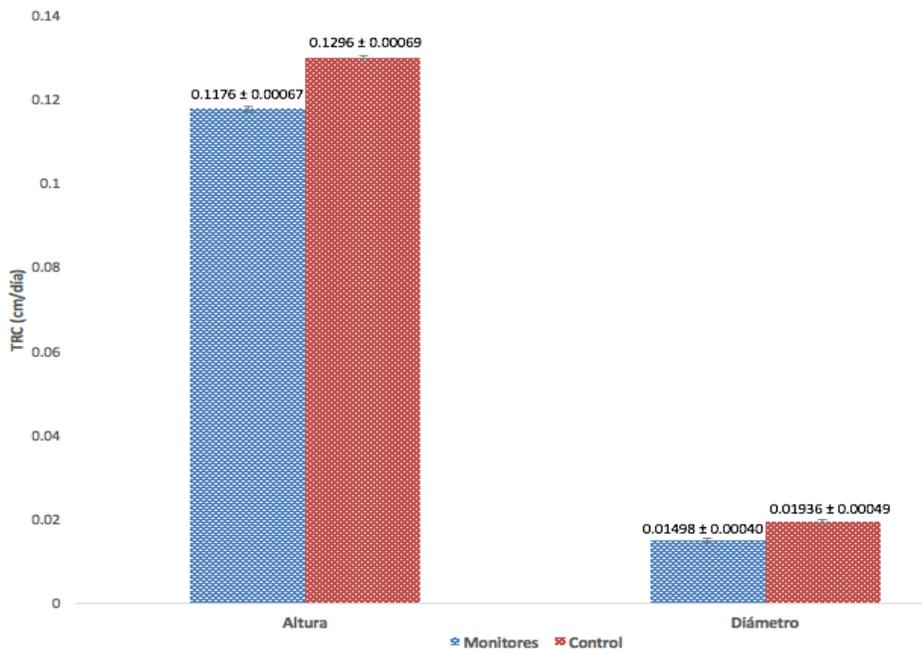


Figura 18. Comparación de TRC entre monitoreo participativo y control académico, de altura y diámetro en la parcela dos.

Los resultados obtenidos en la comparación de las tasas relativas de crecimiento indican que la mediciones en la altura en su mayoría son confiables. Comparando con otro caso de estudio más riguroso muestra un TRC normal, ya que Zetina-Galván (2010) obtiene resultados parecidos en la tasa relativa de crecimiento en altura para *Abies religiosa*.

Las diferencias observadas en la comparación de las TRC en diámetro de la parcela se debieron a la diferente percepción de cómo medir con el calibrador Vernier. Sin embargo como lo marca el INE (2005) siguiendo el monitoreo participativo con la toma de mediciones en por lo menos los próximos tres años, se podrían generar datos más rigurosos, ya con el uso del calibrador Vernier electrónico. Danielsen *et al.*, (2010) mencionan cómo los procesos de monitoreo participativo no siempre producen suficientes datos sólidos que pueden ser utilizados para estudios científicos rigurosos, estos pueden tener problemas con la exactitud, precisión y percepción al inicio del estudio, cuando las personas sin formación profesional comienzan este tipo de estudios, sin embargo con el tiempo los participantes pueden perfeccionar las técnicas utilizadas e instrumentos y con ello mejorar la calidad de los datos.

Finalmente la mayoría de la comparaciones de TRC indican que la calidad de la mediciones son adecuadas para ser presentadas como resultados del estudio, estos datos finalmente más que para ser utilizados a nivel científico riguroso tienen potencial de ser usados para la toma de decisiones en mejoramiento del programa de reforestación, , además dar a conocer esta información a los habitantes que están relacionados con la CRM, el comportamiento del posible crecimiento de la plantación integrando todos los aspectos relevantes del mantenimiento y cuidado de la plantación (Evans *et al.*, 2008).

4.2.5 Comparación de percepción en la salud de la plantación

Como se observa en las Figuras 19 y 20, la percepción entre el monitoreo participativo y el control académico sobre la salud en la plantación presenta promedios similares a lo largo del tiempo en donde ambas parcelas mantienen sus promedios entre 4 y 5 donde se encuentra la categoría de buena salud.

El comportamiento en los resultados de este análisis se puede deber al conocimiento que presenta el grupo de monitoreo participativo en cuanto a la reforestación, se tiene registro que varios de los actores locales que participan tienen más de 15 años trabajando con las reforestaciones, por lo tanto, ellos reconocen muy bien la salud en los brinzales. Shanley y Stockdale (2008) hacen mención a la importancia que tiene tomar en cuenta el conocimiento empírico y tradicional de los grupos de trabajo y valorar la opinión que tienen en la recolección de los datos. Por otro lado, es importante tener un conocimiento básico sobre el estudio que se está haciendo para que todos los integrantes del grupo de monitoreo tengan una idea de cómo hacer el registro de las variables a medir (Whitelaw *et al.*, 2003), en este caso los talleres que se desarrollaron al inicio del estudio, fueron de gran apoyo para el reconocimiento del estado de salud en los brinzales.

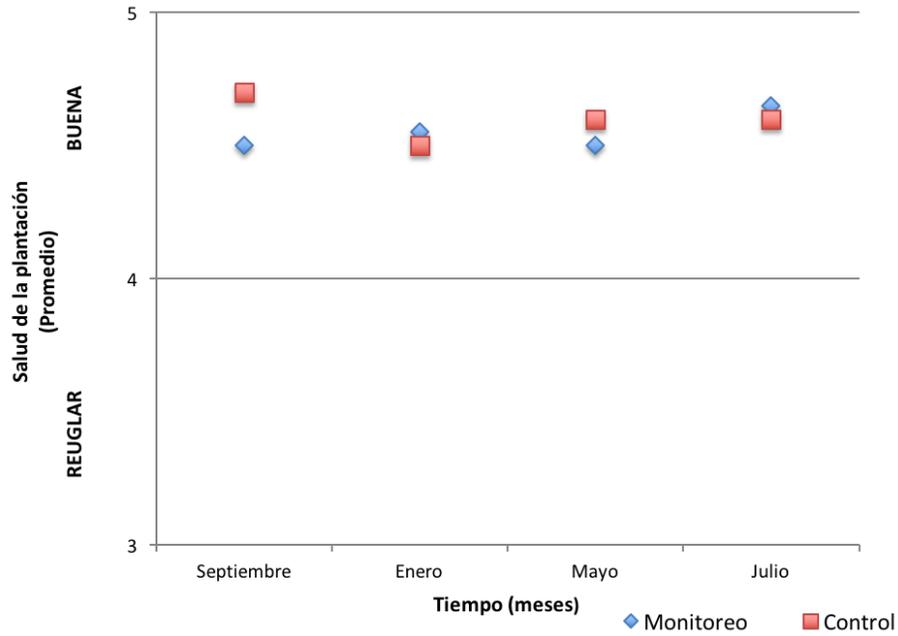


Figura 19. Percepción entre monitoreo participativo y control académico de la salud en la plantación, parcela uno.

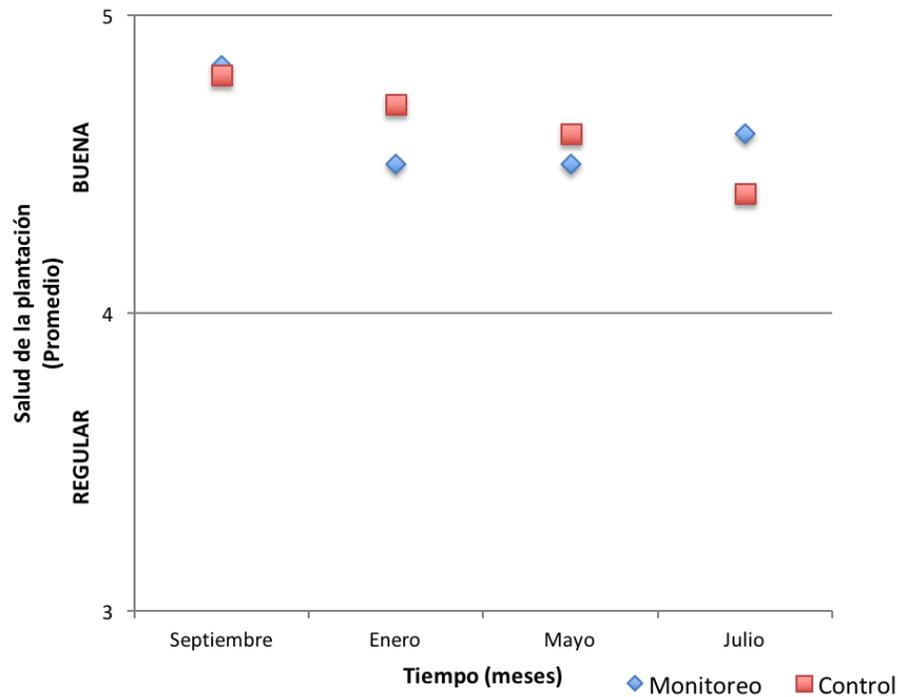


Figura 20. Percepción entre monitoreo participativo y control académico de la salud en la plantación, parcela dos.

4.3 Grado de la participación

4.3.1 Actores locales que conformaron el grupo de monitoreo

Las brigadas o grupos que realizan las actividades de reforestación y mantenimiento del bosque en la CRM, están conformados por comuneros de la Magdalena Atlitic, comuneros de San Nicolás Totolapan (ejido que cuenta con títulos de propiedad en zonas colindantes a la CRM) y residentes cercanos a la CRM que no pertenecen a alguna comunidad agraria.

El grupo de monitoreo participativo se conformó aproximadamente de 26 integrantes (Tabla 3), entre los actores que participaron, fueron los integrantes de las brigadas de reforestación y prevención de incendios que forma parte de la DGCORENA y otra brigada llamada Patrulla del Bosque la cual tiene a integrantes contratados por la Delegación Magdalena Contreras con otros integrantes de la misma brigada los cuales obtienen fondos de la DGCORENA, posteriormente se fueron agregando algunos comerciantes que trabajan dentro de la CRM y habitantes locales. La encargada del Departamento de Ecología de la delegación Magdalena Contreras realizó visitas esporádicas.

Tabla 3. Número de integrantes por tipo de actor local y ocupación dentro de la comunidad involucrados en el grupo de monitoreo participativo.

Tipo de actor local	Del. M. Contreras	DGCORENA	Otro, (Comerciante)
Comunero	2		1
Hijo de comunero	2	3	
Comerciante			2
Habitante local	7	8	1

El proceso de integración de los actores locales al grupo de monitoreo participativo se debe a que los integrantes manifestaron interés por adquirir nuevas habilidades y mayor experiencia. Es importante señalar que se trabajó con estas brigadas debido a que es una

mezcla de diversos actores, como comuneros, hijos de comuneros y habitantes locales, además de que tienen horarios fijos para laborar e incorporaron el monitoreo dentro de sus actividades de trabajo, lo que podría ser un factor clave para permanencia del monitoreo a lo largo del tiempo. Songorwa (1999), Danielsen *et al.*, (2010) y Yamanoshita y Amano (2012) mencionan que si los monitoreos son remunerados la probabilidad de que permanezcan en el tiempo es mayor, una compensación o incentivo económico puede ser un factor que influye directamente en el interés de participar en el estudio, ya que en muchos casos los habitantes de las comunidades propietarias del bosque tienen bajos ingresos económicos. Sin embargo, a pesar de que sería recomendable que todos los participantes obtuvieran una remuneración económica. Songorwa (1999) resalta que en estudios de caso en donde había un incentivo económico para incrementar la participación no funcionó debido a la corrupción y conflictos internos. En este caso de estudio, la participación por incentivo económico deber manejarse como un tema muy delicado ya que existe una relación compleja entre los distintos actores que están involucrados en la CRM y antes de aplicarse es necesario trabajar más en las relaciones de confianza y compromiso, enfocado al manejo de la CRM, es decir profundizar en la construcción del capital social.

Por otro lado sería recomendable que en el futuro se agreguen más actores que no están relacionados en la reforestación, como por ejemplo, un mayor número de comerciantes y habitantes locales, otros tomadores de decisiones, para que exista un reconocimiento sobre la importancia de este tipo de trabajos y se incorporen distintas perspectivas. Evans y Guariguata (2008) reconocen que aumentar la integración de actores locales de distintos grupos de trabajo y distintos sectores genera nuevas vías de comunicación e información.

La cantidad de integrantes en el grupo de monitoreo es fundamental ya que eso puede enriquecer los próximos monitoreos, manteniendo los mismos integrantes suficientemente capacitados para mostrar las habilidades adquiridas a los nuevos interesados en participar en el proyecto. Finalmente las visitas de la persona encargada del área del Departamento de Ecología de la Delegación Magdalena Contreras fomentó el reconocimiento de la importancia del estudio para tener un mayor éxito en el programa de reforestación y la comunicación entre los distintos grupos de trabajo.

4.3.2 Género, edad y nivel de escolaridad de los integrantes del grupo de monitoreo

En la Tabla 4 se presenta las características en relación a la edad y género de los 26 integrantes del grupo de monitoreo participativo, donde se destaca que los integrantes de 46 años en adelante conforman la mayor parte del grupo de monitoreo y la menor se presenta en el intervalo de 26-35 años, siendo solo tres mujeres las que participaron y la con 23 los hombres que participaron en el estudio. Por otro lado el porcentaje del nivel de escolaridad fue de un 40% con educación primaria, 30% educación secundaria, 15% con educación media superior y 15% con educación superior.

Tabla 4. Intervalo de edad de los integrantes que conforman el grupo de monitoreo.

Intervalo de Edad	15-25 años	26-35 años	36-45 años	46 años en adelante
Hombres	4	3	5	11
Mujeres	1	0	1	1
No.	5	3	6	12
Porcentaje	19.2 %	11.5%	23%	46.15%

El grado de participación de la mujer en este estudio fue muy bajo, esto se puede deber a que este tipo de trabajos dentro del bosque son típicamente asociados a los hombres, sin embargo las tres mujeres que participaron, tenían un papel fundamental, con una gran capacidad de adquirir habilidades y organización para la toma de datos, además de presentar mucha experiencia en las reforestaciones. Gasana (2002) menciona el gran potencial que tienen las mujeres al participar en proyectos de reforestación, en la eficacia de trabajo y el nivel de organización, además de reconocer amplias perspectivas en la toma de decisiones. Por otro lado la FAO (2011) reconoce el éxito de la mujer en la gestión en distintos proyectos de desarrollo forestal sostenible en América Latina. En este caso las mujeres fueron valoradas por su gran calidad de trabajo y no existieron diferencias en la distribución de las tareas por el género por lo que es importante fomentar su participación.

La mezcla de distintas edades dentro del grupo de monitoreo ayudó a que fuera una dinámica de trabajo con mucho enriquecimiento en la comunicación de diversos conocimientos, sumando al aumento de diversas perspectivas sobre la manera de participar en el estudio, además de que los integrantes jóvenes tienen el potencial de seguir trabajando en estos

proyectos en los siguientes años y capacitar los nuevos interesados en formar parte del proyecto.

El nivel de escolaridad no tiene relevancia en el estudio, ya que la toma de mediciones era sencilla y no se necesitaba hacer cálculos, ni tener alto grado de escolaridad para el registro de las mediciones, Deutsch *et al.*, (2007) y Burgos *et al.*, (2013) encontraron experiencias similares reconociendo que para muchos de estos estudios no es necesario un alto grado de nivel de escolaridad.

4.3.3 Asistencia de los integrantes durante el periodo de monitoreo

La asistencia al monitoreo varió en todo el periodo, con un promedio de asistencia de 16 integrantes, con el registro de mayor asistencia para el mes de febrero con 23 integrantes y la menor asistencia para el mes de abril con nueve integrantes.

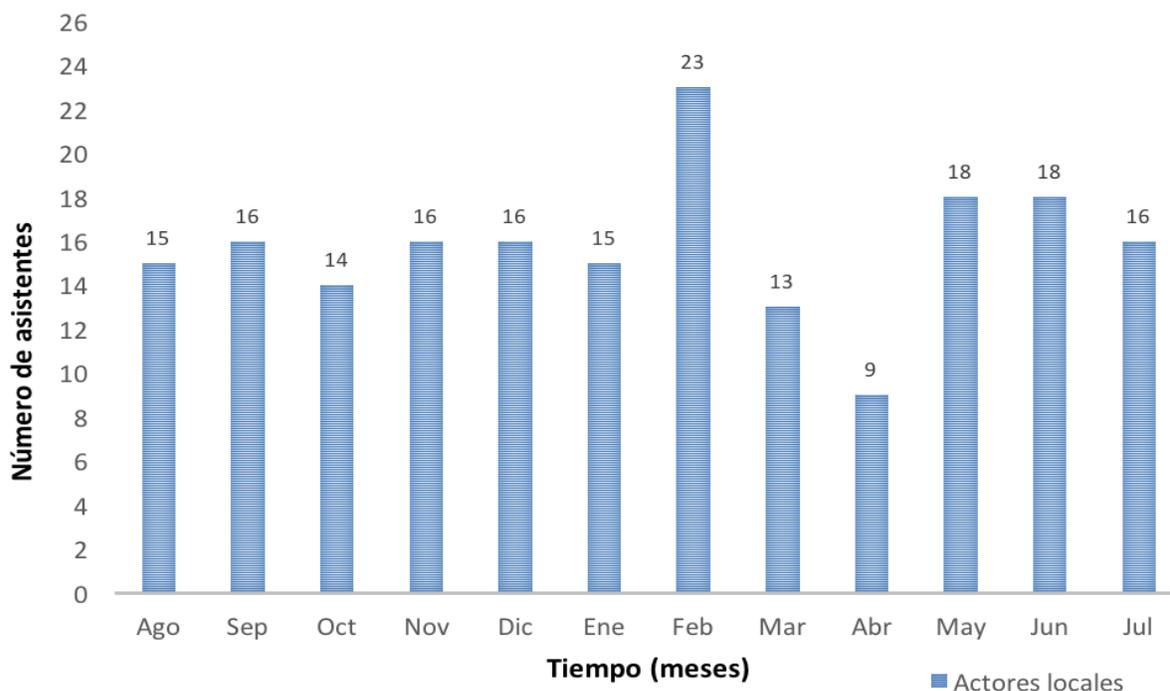


Figura 21. Frecuencia de asistencia de los integrantes del grupo de monitoreo participativo.

El principal factor que influyó en la asistencia de los actores locales que participaron en el monitoreo, es la disponibilidad de tiempo para asistir, dependiendo de sus días laborales y actividades diarias. Programar fechas establecidas mensualmente, permitió a los integrantes una mejor organización de su tiempo personal y finalmente el interés personal de adquirir habilidades y conocimientos.

El criterio de escoger una área deforestada que se encontrara cerca de la carretera principal, fue de gran ayuda para aumentar la asistencia al monitoreo, ya que varios de los participantes que tenían disponibilidad de tiempo, subían en auto particular y los integrantes sin auto propio subían en el transporte de las brigadas de reforestación.

Por otro lado, los meses con menor asistencia no afectaron la dinámica del estudio, ya que con los pocos integrantes que asistieron, se logró tomar las mediciones deseadas, utilizando mayor tiempo para realizarlo.

4.4 Calidad de la participación

4.4.1 Conocimientos y habilidades adquiridas por el grupo de monitoreo

Tal como se presenta en el apartado 5.2 el grupo de monitoreo local adquirió habilidades sobre cómo medir la altura y el diámetro basal de los brinzales, a través del manejo de la regla, el calibrador Vernier y también sobre cómo identificar visualmente características sobre la salud de la plantación. Además, los integrantes mostraron gran interés por obtener nuevas habilidades relacionadas con el registro de las características biofísicas de la parcela, a través del uso de instrumentos como el clinómetro para medir la pendiente, la brújula para medir la orientación y el GPS para medir la poligonal de las parcelas. Es importante resaltar que los participantes reconocieron la importancia de saber usar estos instrumentos tanto para el monitoreo, como también para otras actividades relacionadas con mantenimiento del bosque, además de que en las discusiones resaltaron que sería importante contar con este equipo en los grupos de trabajo. Por otro lado, a partir de las discusiones finales los monitores identificaron el vínculo entre las variables biofísicas del área de estudio, como la cantidad de luz, la calidad del suelo, la pendiente de la ladera y la orientación de la ladera, con la sobrevivencia, el crecimiento y la salud de la plantación. Evans y Guariguata (2008) hacen referencia a la importancia de desarrollar este tipo de conocimientos en los

integrantes del monitoreo para entender las interacciones entre los diferentes factores relacionados al socioecosistema.

La adquisición de conocimientos y habilidades pudo deberse a la frecuencia (mensual) con la que se hacía el registro de las variables de los brinzales y las parcelas; esto a su vez generó un mayor interés por parte de los participantes de seguir adquiriendo nuevas habilidades para generar un currículum que muestre su preparación y capacidad en este tipo de trabajos de conservación del bosque, a su vez los integrantes del monitoreo crearon soluciones para mejorar los problemas encontrados y decidieron continuar con el monitoreo un año más. Lo anterior coincide con lo mencionado por Danielsen *et al.* (2008) donde desarrollar habilidades y conocimientos por los actores involucrados pueden generar un sentido de apropiación del proyecto al formar o tomar parte de las decisiones de éste y por lo tanto que los participantes muestren un mayor interés en continuar, es decir se desarrolla un empoderamiento con el proyecto.

4.4.2 Reflexión grupal acerca del impacto de acciones que afectan o favorece el establecimiento de una reforestación.

A través de las discusiones grupales los integrantes del grupo de monitoreo identificaron factores antropogénicos que afectan la sobrevivencia, crecimiento y salud de la plantación de las parcelas monitoreadas. Se indicó la presencia de ganado, residuos sólidos y visitantes (Figura 23); este reconocimiento es importante debido a que SEMARNAT (2010) menciona la importancia de identificar el posible agente causal del daño a las reforestaciones para posteriormente implementar la protección adecuada al sitio.

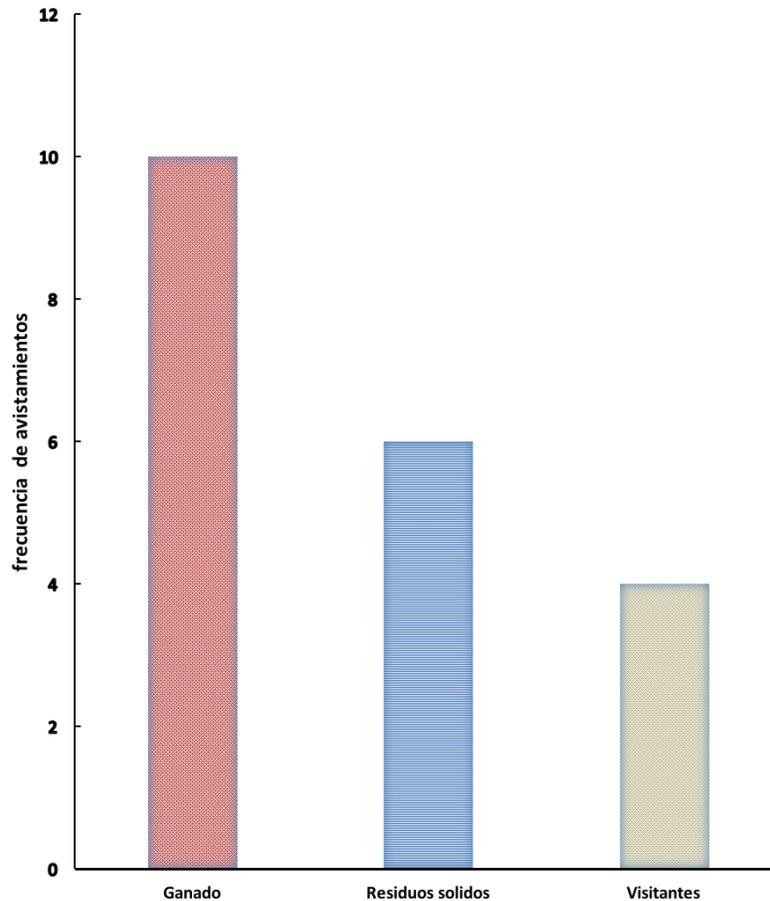


Figura 22. Frecuencia de factores antropogénicos que afectan la sobrevivencia y salud de la plantación.

Para el caso del ganado se observaron heces fecales y pisadas de ganado bovino, incluso brinzales pisados por el mismo. Con base a esto, Ramos (2008), sugiere, considerar la capacidad de carga de la actividad ganadera por tipos de vegetación, además de restringir el paso del ganado al resto de la CRM, ya que son un fuerte impacto para las comunidades vegetales, por lo que recomienda no hacer esta actividad de manera extensiva. Aunque algunas partes de la cuenca no se afecten si existe un ganado controlado, en este caso la ganadería extensiva puede ser un factor que ocasione que muchas de las reforestaciones se vean afectadas. Además la ganadería extensiva en la CRM ha sido un problema importante que se ha presentado desde hace años para los diferentes programas de reforestación ocasionando una disminución en la sobrevivencia de los brinzales. Estos mismos señalan que

los propietarios del ganado no pertenecen a la comunidad Magdalena Atlitic sino al ejido de San Nicolás Totolapan.

En el caso de los visitantes se hicieron algunos registros de su presencia en las parcelas; aunque no se observó ningún brinjal pisado por ellos, están estrechamente relacionados con la presencia de residuos sólidos. Se registró la presencia de baterías, botellas de vidrio, plástico, llantas, latas, entre otros. La presencia de visitantes no suele tener un impacto tan fuerte como la ganadería extensiva, sin embargo puede ser el primer agente causal de la generación de residuos sólidos y la entrada de visitantes al área se debe principalmente q no existen señalamientos dirigidos para informar que es un área reforestada y monitoreada para evitar el paso y con ello el tirar basura.

Además de los factores antropogénicos los participantes identificaron los errores más comunes que se presentan en los diferentes programas de reforestación que se llevan a cabo en toda la CRM, como por ejemplo la ausencia en el cuidado y mantenimiento de las áreas reforestadas de años anteriores, reforestaciones inconclusas y comúnmente los grupos de reforestación al trasplantar los brinzales no recogen las bolsas donde se encontraban los brinzales.

Otro factor es la calidad del suelo en el que realizan las reforestaciones dentro de la CRM. Los participantes comentan que existen suelos muy degradados en los que realizan reforestaciones, y que las dependencias como la Delegación La Magdalena Contreras y la DGCORENA no preparan los suelos antes de ser reforestados. Con base en lo anterior, plantearon la necesidad de monitorear los suelos que están en proceso de degradación para reconocer si es necesario primero restaurarlos antes de reforestar.

Por otro lado, se reconoció la importancia de identificar las plantas que permiten un mejor crecimiento al brinjal, además de no chaponear todo el sitio ya que puede haber una pérdida de suelo y de la humedad del mismo. De igual manera comentaron la necesidad de colaborar con grupos de trabajo que tienen conocimiento y experiencia en reforestaciones, además de preparar el sitio adecuadamente para asegurar un mayor establecimiento de la plantación y realizar brechas contra incendios dentro de éste.

Finalmente, es importante señalar que como parte del proceso de reflexión el grupo invitó a la jefa del Departamento de Ecología de la Delegación Magdalena Contreras y discutieron sobre la falta de apoyo económico al programa y la necesidad de nuevo material e instrumentos para la reforestación (pala, pico, impermeables, botas de trabajo, mapas de la CRM, GPS, brújula, clinómetro, entre otros).

El reconocimiento de las acciones que perjudican o mejoran la calidad de una reforestación es fundamental para este estudio. Existen estudios en India y Madagascar donde el grupo de monitoreo identificó la problemática del mal manejo de los recursos o los programas de conservación que pertenecen a diversos sectores y con base en ello desarrollaron nuevas técnicas o buscaron incentivos económicos para desarrollar el programa adecuadamente (Evans y Guariguata, 2008). Con las reflexiones grupales fue posible mejorar la comunicación entre los actores locales, se creó un dialogo horizontal donde no importaron las estructuras de poder, sin embargo los actores con mayor experiencia y conocimiento de la reforestación de años atrás aportaron más críticas a las debilidades del programa; esto coincide con los estudios hechos por Anil (2004) y Andrianadrasana *et al.* (2005) para monitoreos participativos. Finalmente el grupo presentó gran capacidad de organización y apropiación del proyecto, reconociendo que para lograrlo tiene que existir una continuidad en ello, además reconocieron la carencia de otros estudios como el monitoreo en calidad de suelo y especies de herbáceas que ayudan al crecimiento del brinjal. Es fundamental tomar en cuenta estas reflexiones para continuar el estudio en los próximos años, si no se da un seguimiento a estas ideas existe la posibilidad de que se pierda la iniciativa y con ello posibles estudios de vital importancia.

4.4.3 Soluciones e impactos a corto y largo plazo planteadas por el grupo de monitoreo

A lo largo de los meses de monitoreo, el grupo fue creando diversas soluciones para incrementar el establecimiento de la plantación, esto a partir de la identificación de las carencias y factores que afectan el éxito del programa de reforestación. Las soluciones fueron divididas a corto y largo plazo, las primeras se aplicaron en el mismo periodo de monitoreo y las segundas se plantearon para años siguientes. Es importante señalar que como parte de

las reflexiones grupales, se decidió colocar un cartel en la zona de estudio para informar a la comunidad la existencia del monitoreo participativo de la reforestación, por otro lado decidieron recoger los residuos sólidos encontrados como parte de las actividades mensuales y de acuerdo con SEMARNAT (2010) es de vital importancia realizar este tipo de actividades de protección en las zonas reforestadas. En el caso del ganado que invade la zona reforestada, que pertenece al ejido de San Nicolás Totolapan, el grupo propuso generar canales de comunicación con dicho ejido, para evitar se realice la actividad extensiva y vigilen su ganado para que no pisen los brinzales de las áreas reforestadas.

Tabla 5. Soluciones planteadas por el grupo de monitoreo en las reflexiones finales.

Soluciones a corto plazo	Soluciones a largo plazo
~ Podar los brinzales (plagados y no plagados) para mejorar su crecimiento.	~ Continuar con el monitoreo participativo en el mismo sitio y extenderlo a otros sitios con potencial para ser reforestados.
~ Colocación de un cartel con los escudos de las instituciones, grupos que participaron y con la leyenda “Monitoreo participativo de la Reforestación.”	~ Regar los brinzales en épocas de secas.
~ Conservar las especies de plantas herbáceas que funcionan para conservar suelo y humedad.	~ Capacitar a los interesados que quieren formar parte de las reforestaciones, aplicando las habilidades y conocimientos adquiridos del monitoreo participativo.
	~ Colocación de un cerco para evitar el paso de ganado y visitantes.
	~ Comunicar a otras comunidades la importancia del control de su ganado, para evitar perturbar zonas reforestadas.
	~ Chaponear el sitio reforestado las especies de malezas que impiden que el brinzal crezca.

El monitoreo participativo de la reforestación abrió la oportunidad de generar un espacio para intercambiar conocimiento por parte de los actores locales y la comunidad científica, desarrollando una toma de acciones más incluyente y mejor fundamentada, relacionada al

programa de reforestación y al mejoramiento del estudio. Además, favoreció que los integrantes del grupo de monitoreo expresaran sus puntos de vista sobre la importancia de conservar una buena relación y comunicación entre los grupos de trabajo y la comunidad Magdalena Atlitic para mejorar no solo la reforestación, sino otros programas como el saneamiento del bosque y la recolecta de los residuos sólidos. Evans y Guariguata (2008), Danielsen *et al.*, (2010) y Shirk *et al.*,(2012) consideran que generar este tipo de espacios es fundamental cuando se implementa un monitoreo participativo.

En relación a la solución planteada para coleccionar los residuos sólidos que se encontraban en la zona de estudio fue una medida que se tomó para este periodo de monitoreo, sin embargo para desarrollar un mejor alcance, es recomendable trabajar en diagnósticos participativos con mas actores involucrados dentro de la cuenca para detectar las causas, los lugares donde se están generando los residuos sólidos y prevenir desde el origen la presencia de estos residuos en la CRM.Sin embargo, es importante señalar que es necesario aumentar la diversidad de actores locales de distintos sectores, para enriquecer las perspectivas sobre la problemática identificada, desarrollando acciones que permitan un mejor manejo de la CRM.

Para explicar los cambios que se realizaron en el metodo de medición con los instrumentos utilizados y el potencial de cambio que puede tener para los proximos monitoreos es necesario abordarlo desde el enfoque del manejo adaptativo, esto para obtener mejores resultados en este caso, para este periodo de monitoreo fue para mejorar la calidad en la medición de los datos, pero puede incidir también con otras partes del estudio, esto sucede cuando se toman decisiones a partir de ciertas reflexiones, se implementan y se vuelve a reflexionar sobre los resultados que arrojaron, en concreto es un aprendizaje social sobre las decisiones en el manejo de los recursos (Evans *et al.*, 2015),

Es importante resaltar que se espera que este monitoreo continúe a lo largo del tiempo. Danielsen *et al.*, (2010) hacen mención que a partir de un año el monitoreo comienza a tener un impacto en el manejo del bosque, por lo que los resultados obtenidos en este estudio se verán reflejados en los próximos monitoreos y se recomienda que se continúe haciendo la evaluación de éstos, para saber si es necesario cambiar las acciones para mejorarlo.

4.4.4 Aportación del conocimiento empírico y tradicional al monitoreo participativo

Gran parte de los integrantes del grupo del monitoreo participativo poseen años de experiencia trabajando en obras de saneamiento del bosque y reforestación. Desde el primer monitoreo hicieron actividades que con base en su experiencia, consideraban eran importantes de realizar como por ejemplo cepas con una adecuada profundidad, porque esto influye de manera directa en el crecimiento del brinzal, plantearon eliminar la zarzamora (*Rubus ulmifolius*) que se encuentra cerca de la plantación ya que puede impedir el crecimiento de los brinzales. También comentaron que en ciertas épocas del año, sobre todo en secas, no se recomienda chaponear por que el suelo se vuelve más seco y no ayuda al crecimiento de los brinzales y en épocas de lluvias esta actividad favorece el crecimiento al igual que podar la ramas más inferiores de los brinzales que no tienen hojas. Esto lo apoyan Shanley y Stockdale (2008) que hacen mención sobre la valorización de los conocimientos tradicionales y empíricos en el método científico, lo cual ha sido muy poco observado y valorado, no obstante los actores locales que llevan muchos años interactuando con el ecosistema de manera continua, adquieren conocimiento que muchas veces la ciencia no ha comprobado con su tipo de metodologías. En este estudio el conocimiento empírico y tradicional de varios de los integrantes del grupo de monitoreo fue fundamental porque con base en esto se tomaron decisiones encaminadas a hacer la reforestación más exitosa, es importante considerar que el establecimiento y la calidad de la plantación podría deberse a estas prácticas. Danielsen *et al.*, (2010) hacen mención a que existe una estrecha relación entre el conocimiento empírico y el conocimiento científico en los monitoreos participativos lo que puede aportar una mejor comprensión de los fenómenos naturales, es por esto que se recomienda que en los próximos estudios se haga un análisis a profundidad sobre el conocimiento empírico que posee el grupo de monitoreo participativo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El monitoreo participativo de la reforestación contribuyó con el desarrollo del establecimiento de la plantación de *Abies religiosa* mediante el estudio de la evaluación de los brinzales, aplicando técnicas científicas y participativas locales.

La sobrevivencia de la plantación fue la misma para ambas parcelas ya que las características biofísicas son muy semejantes; en el caso de la tasa de crecimiento relativo sí presentó diferencia.

Se logró conocer la tasa relativa de altura y diámetro para un año, mediante las mediciones registradas por los integrantes del grupo de monitoreo, aseverando que los datos tomados por el grupo pueden ser usados para la toma de decisiones locales relacionado al mejoramiento de la reforestación. Sin embargo, para conocer si un grado de certeza con mayor detalle si existen diferencias significativas en la precisión de los datos tomados por el monitoreo participativo y el control académico, es recomendable hacer una prueba de z y anova para TRC y los promedios mensuales.

Los actores involucrados lograron reconocer la importancia de participar en estos estudios para conocer la relación que existe entre un proyecto científico y los programas de conservación del bosque, además se crearon soluciones locales con base a los problemas identificados con el programa de reforestación dentro de la CRM.

Para el seguimiento del monitoreo en los próximos años, es fundamental incluir una mayor diversidad de actores locales y de los distintos sectores para enriquecer las distintas perspectivas y conocimientos, además de crear indicadores de evaluación en términos de confianza y colaboración con otras instituciones, y ver el impacto a nivel social.

Para tener un mayor alcance sobre el conocimiento ecológico del estudio, es necesario incrementar las variables ecológicas a estudiar, añadir una comparación de tratamientos, siempre y cuando realizarlo no implique altos costos y sean métodos ensayados científicamente.

Para obtener mejores resultados en la reforestación como programa de conservación en la CRM, es necesario seguir trabajado en los próximos años en el fortalecimiento del capital social, entre la comunidad e instituciones, mediante el monitoreo participativo y otras estrategias.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ~ Almeida-Leñero, L. y S. García-Juárez. 2009. Hacia una propuesta de educación ambiental en la comunidad de la Magdalena Atlitica, Distrito Federal. En: Castillo, A. y E. González. (Coords). Educación ambiental y manejo de ecosistemas en México. México. Pp. 265
- ~ Álvarez, K. 2000. Geografía de la educación ambiental: algunas propuestas de trabajo en el bosque de los Dinamos, Área de Conservación Ecológica de la Delegación Magdalena Contreras. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- ~ Andrianadrasana, H., Randriamahefasoa, J., Durbin, J., Lewis, R. y J. Rarsimbazafy. 2005. Participatory ecological monitoring of the Alaotra wetlands in Madagascar. *Biodiversity and Conservation* Vol. 4: Pp. 2757-2774
- ~ Anil, C.N. 2004. Participatory 3 Dimensional Modeling for ecological monitoring in mountainous areas. ICIMOD/IFAD Partnership Programme.
- ~ Antinori, C. y D. Bray. 2005. Community forest enterprises as entrepreneurial firms: economic and institutional perspectives for Mexico. *World Development* Vol. 33 (9): Pp. 1529-1543.
- ~ Arriaga, V., Cervantes, C., y A., Vargas. 1994. Manual de reforestación con especies nativas. INE. México. Pp. 179
- ~ Ávila-Akerberg, V. 2002. La vegetación de la cuenca alta de río Magdalena: un enfoque florístico, fitosociológico y estructural. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. Pp. 86
- ~ Ávila-Akerberg, V. 2004. Autenticidad de los bosques en la cuenca alta del río Magdalena. Diagnóstico hacia la restauración ecológica. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, UNAM, México. Pp. 90
- ~ Ávila-Akerberg V. 2010. Forest quality in the southwest of Mexico City: assessment towards ecological restoration of ecosystem services. *Culterra*, Band 56, Institut für Landespflege. University of Freiburg, Germany. Pp 167
- ~ Becker, C., Agreda, A., Astudillo, E., Costantino, M. and P. Torres. 2005. Community-based monitoring of fog capture and biodiversity at Loma Alta, Ecuador enhance social capital and institutional cooperation. *Biodiversity and Conservation*. Vol.14. Pp. 2695-2707.
- ~ Blanco-Garcia, A., Sáenz-Romero C., Martorell C, Alvarado-Sosa P Y R. Lindig-Cisneros. 2011. "Nurse-Plant and Mulching Effects on Three Conifer Species in a Mexican Temperate Forest." *Ecological Engineering*. Vol. 37. (6) . Pp. 994-98
- ~ Burgos, A., Páez, R., Carmona, E. and H. Rivas. 2013. A systems approach to modeling Community-Based Environmental Monitoring: a case of participatory

- water quality monitoring in rural Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol.185. Pp.10297–10316
- ~ Capeling, S., Benbouali, A., Brewka B. y D. Djibril. 1997. Monitoreo y evaluación orientados a la obtención de resultados: Manual para los administradores de programas. OESP-UNDP. Nueva York.
 - ~ Carabias, J. 1990. Hacia un manejo integrado. *Ciencias*. No. 4. Pp. 75-81
 - ~ Carter, J. 1996. Recent approaches to participatory forest source assessment. Overseas Development Institute, London, UK.
 - ~ Castillo-Argüero, S., Martínez-Orea, Y. y G. Bajas-Guzmán. 2014. Establecimiento de tres especies arbóreas en la Cuenca del río Magdalena, México. *Botanical Sciences*. Vol.92 (2). Pp. 309-317
 - ~ Céspedes, S. y Moreno, E. 2010. Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*. Vol. 2. (2). Pp.5-13
 - ~ Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2013. Pierde México 155 mil ha por deforestación cada año. Boletín 39. [En línea] URL. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/4517Pierde%20M%C3%A9xico%20155%20mil%20ha%20por%20deforestaci%C3%B3n%20cada%20a%C3%B1o.pdf>
 - ~ Danielsen, F., Burgess, N. and Balmford, D. 2005. Monitoring matters: Examining the potential of locally- based approaches. *Biodiversity and Conservation* Vol. 14. Pp. 2507-2542
 - ~ Danielsen, F., Burgess, M., Balmford, A., Donald, P., Funder, M., Jones, J., Alviola, P., Balete, D., Blomley, T., Brashares, J., Child, B., Enghoff, M., Fjeldsá, J., Holt, S., Hübertz, H., Jensen, A., Jensen, P., Massao, J., Mendoza, M., Ngaga, Y., Poulsen, M., Rueda, R., Sam, M., Skielboe, T., Hill, G., Jorgensen, E. and D. Yonten. 2008. Local Participation in Natural Resource Monitoring a Characterization of Approaches. *Conservation Biology*. Pp. 1-12.
 - ~ Danielsen, F., Skutsch, M., Burgess, N., Jensen, P., Karky, B., Lewis, R., Lovett, J., Massao, J., Ngaga, Y., Phartiyal, P., Poulsen, Singh, S., Solis, S., Soresen, M., Tewari, A., Young, R., and E. Zahabu. 2010. At the heart of REDD: a role for local people in monitoring forest? *Conservation Letters*. Pp. 10
 - ~ Del Río, G., Hernández, E., Muñoz, A. y G. Sánchez. 2003. Participación y organización comunitaria, un requisito indispensable en la conservación de los recursos naturales. El caso de los ecosistemas templados de montaña. En: Sánchez, O., Vega, E., Peters, E y V. Monroy (Eds.). *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. INE. México. Pp. 259-271
 - ~ Deutsch, W. G., Reutebuch, E. G., and S. Ruíz-Cordoba. 2007. Validity and applications of citizen volunteer water-quality data: a case from Alabama. *Water Resource IMPACT*. No.9. Pp. 6–20.

- ~ Dobler, C. 2010. Caracterización del clima y su relación con la distribución de la vegetación en el suroeste del D.F., México. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Pp. 50
- ~ Dominguez-Lerena, S., Villar S.P., Fuertes L. y Peñuleas R.J.L. 2001. ¿Puede la profundidad de plantación afectar la calidad fisiológica y al desarrollo en campo de los brinzales de *Pinus halepensis*? *Actas del III Congreso Forestal Español*. Vol. 3. Pp. 49-54
- ~ Evans, K. y M. Guariguata. 2008. Monitoreo participativo para el manejo forestal en el trópico. CIFOR. Indonesia. Pp. 56
- ~ Evans, K., Larson, M., Mwangi, E., Cronkleton, P., Maravanyika, T., Hernández X., Müller, P., Pikitle, A., Marchena, R., Mukasa, C., Tibazalwa, A. y A. Banana. 2015. Guía práctica de manejo adaptativo y colaborativo (ACM) y mejora de la participación de la mujer. Bogor, Indonesia: CIFOR. Pp. 58
- ~ Fernandez-Gimenez, M., Ballard, H. y V. Sturtevant. 2008. Adaptive management and social learning in collaborative and community-based monitoring: a study of five community-based forestry organizations in the western USA. *Ecology and Society*. Vol.13 (2). Pp. 4
- ~ [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art4/>
- ~ Gasana J. 2002. El programa de reforestación y el género. OIMT Actualidad Forestal Tropical. Vol.10 (4). Pp. 5-7
- ~ Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. IICA. San José, Costa Rica. Pp. 277.
- ~ Ghate, R. y H. Nagendra. 2005. Role of monitoring in institutional performance: Forest management in Maharashtra, India. *Conservation and Society* 3: 509-532.
- ~ Gómez Pompa, A. 1992. La conservación de la biodiversidad tropical: Obligaciones y responsabilidades. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO, México. Pp. 259-267
- ~ González-Moreno, B. 2008. Evaluación de reforestación en el parque nacional Malinche, Tlaxcala, México. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Pp. 70
- ~ Halffter, G. 1994. Conservación de la biodiversidad y áreas protegidas en los países tropicales. *Ciencias*. No.36. Pp 186-195.
- ~ Harcombe, P. A. 1987. Tree Life Tables. *Bio-Science*. Vol. 37. (8). Pp 557- 568
- ~ Hernández, R. 2009. Estudio poblacional de *Furcraea parmentieri* (Agavaceae) en bosques templados del suroeste del Distrito Federal, México. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. Pp. 78
- ~ Hunt R. 1978. *Plant Growth Analysis*. E. Arnold, Londres.

- ~ Instituto Nacional de Ecología (INE). 2005. Aspectos a considerar en la reforestación. INE-SEMARNAT. [En línea] URL.
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/21/aspectos.html>
- ~ Instituto Nacional de Ecología (INE). 2007. Transformación de los Sistemas Naturales de México. [En línea] URL.
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/43/dos.html#top>
- ~ Jujnovsky. J. 2012. Propuesta para la evaluación del servicio ecosistémico de provisión de Agua: El caso de la Cuenca del Río, Magdalena, México, D.F. Tesis de Doctorado. Posgrado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. UNAM. México. Pp.122
- ~ Lawrence, A., Paudel, K., Barnes, R. and Y. Malla. 2006. Adaptive value of participatory biodiversity monitoring in community forestry. *Environmental Conservation*. Vol. 33. Pp. 325–334.
- ~ León, D. 2011. Distribución espacial de la propiedades físico-químicas de suelo, y su relación con diferentes variables ambientales en los bosques de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa* en la cuenca del río Magdalena, D.F. Tesis de licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Pp. 118
- ~ Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación, 26 de diciembre de 2005. México.
- ~ Masera, O. 1996. Desforestación y degradación forestal en México. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. *GIRA*. Pátzcuaro. No. 19. Pp 16-18
- ~ Merino, L. 2004. Conservación o Deterioro. Instituto Nacional de Ecología. México. pp. 321
- ~ Montañés-Serrano, M. 2009. Metodología y técnica participativa: Teoría y práctica de una estrategia de investigación participativa. Editorial UOC, Barcelona, 184 pp.
- ~ Murray-Darling Basin. 2013. Community Monitoring Toolkit. [En línea] URL.
http://www.naturalresources.sa.gov.au/files/sharedassets/sa_murray-darling_basin/volunteers/community-monitoring-toolkit-full-gen.pdf.
- ~ Nare, L., Odiyo J., Francis J. and N. Potgieter. 2011. Framework for effective community participation in water quality management in Luvuvhu Catchment of South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*. Vol. 36. Pp 1063–1070
- ~ Nava, D. 1990. Pérdida de la viabilidad de *Abies religiosa*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. México, D.F.
- ~ Nava-López, M. 2003. Los bosques de la cuenca alta del río Magdalena, D.F., México. Un estudio de vegetación y fitodiversidad. Tesis de licenciatura de Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 64 pp.
- ~ Nava-López, M. 2006. Carbono almacenado como servicio ecosistémico y criterios de restauración, en el bosque de *Abies religiosa* de la cuenca del río Magdalena, D.F.

Tesis de maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, UNAM, México. Pp. 70

- ~ Nieto de Pascual Pol., M. C. del C. 2004. Regeneración del oyamel (*Abies religiosa* (HBK) Schltdl. et Cham.) bajo condiciones naturales y controladas. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias UNAM. Pp. 142
- ~ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2004. Informe Nacional-México. (Versión 04), [En línea] URL. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/006/
- ~ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2011. Mujeres y desarrollo forestal sostenible. [En línea] URL. <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/229371/>
- ~ Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science (New York, N.Y.)*, Vol. 325 (5939). Pp.419-422
- ~ Programa Universitario de Estudios Sobre la Ciudad (PUEC-UNAM). (2008). Plan Maestro de Manejo Integral y Aprovechamiento Sustentable de la Cuenca del río Magdalena. SMA-GDF, UNAM
- ~ Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA). 2011. Medición de indicadores base para el rescate de los Ríos Magdalena y Eslava. Informe final presentado por el Programa Universitario del Medio Ambiente, UNAM, a la Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal. S.M.A., U.N.A.M., México. Pp. 83
- ~ Ramos, A. 2008. Propuesta de reclasificación y zonificación participativa de la Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras, Distrito Federal, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Biología ambiental, Facultad de Ciencias. UNAM. Pp. 35-45
- ~ Ramos, A. y L. Almeida. En prensa. Características histórico-culturales, tenencia de la tierra y esfuerzos de conservación en la cuenca del río Magdalena. Las prensas de la Facultad de Ciencias.
- ~ Rodríguez-Salas, D. 2000. Evaluación dasométrica de una plantación forestal en la presa tejocotal en el Estado de Hidalgo. Tesis de licenciatura (Ingeniero Forestal) UACH, DiCif o Chapingo, México. Pp. 69
- ~ Rosa, M. y J. Encina. 2003. Haciendo metodología al andar. En: Encina, J., Ángeles, M., Fernández M. y M. Rosa, (Coords). Práxis participativas desde el medio rural. IEPALA. España. Pp. 89-168
- ~ Sánchez, O., Vega, E., Peters, E. y O. Monroy. 2003. Conservación de ecosistemas templados de montaña en México. INE. México. Pp.13
- ~ Sánchez-Velásquez, L., Domínguez-Hernández, D., Pineda-López, M. and R. Lara-González. 2011. Does *Baccharis conferta* Shrub Act as a Nurse Plant to the *Abies religiosa* Seedling? *The Open Forest Science Journal*. Vol. 4. Pp.67–70.

- ~ Santibañez-Andrade, G. 2009. Composición y estructura del bosque de *Abies religiosa* en función de la heterogeneidad ambiental y determinación de su grado de conservación en la cuenca del río Magdalena México, D.F. Tesis Maestría. Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- ~ Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberon, J., Dirzo, R., Llorente, J., Halffter, G., Gonzalez, R., March, I., Mohar, A., Anta, S y J. De la Maza. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 9-11
- ~ Secretaria de Agricultura y Recursos Hídricos (SARH). 1994. Inventario Forestal Periódico
- ~ Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2000. Texto Guía forestal. Subsecretaria de Recursos Naturales. Dirección General Forestal, México. Pp. 127-159
- ~ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Restauración de Ecosistemas Forestales. Guía básica para comunicadores. México. Pp. 12-14
- ~ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Prácticas de reforestación. Manual Básico. pp. 59
- ~ Shanley, P. and G. Gaia. 2002. Equitable ecology: collaborative learning for local benefit in Amazonia. *Agricultural Systems*. Vol. 73. Pp. 83-97
- ~ Shanley, P. and M. Stockdale. 2008. Traditional knowledge, forest management, and certification: A reality check. *Forests, Trees and Livelihoods*. Vol. 18. Pp. 55-68.
- ~ Shirk, J., Ballard, H., Wilderman, C., Phillips, T., Wiggins, A., Jordan, R., McCallie, E., Minarchek, M., Lewenstein, B., Krasny, K. and R. Bonney. 2012. Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecology and Society*. Vol. 17. No. 2. Pp. 29
- ~ Silva, L.C., F.J. Romero, A. Velázquez y L. Almeida-Leñero. 1999. La vegetación de la región de montaña del sur de la cuenca de México. En: Velázquez, A. y F.J. Romero (eds.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la cuenca de México. UAM, SMA. DF, México. Pp. 351
- ~ Songorwa, A. 1999. Community-Based Wildlife Management (CWM) in Tanzania: Are the Communities Interested?. *World Development*. Vol. 27. No. 12. Pp. 2061-2079.
- ~ Southworth J. and H. Nagendra. 2010. Reforestation: Challenges and themes in Reforestation Research. En: Nagendra, H. and J. Southworth (Eds). *Reforesting Landscape*. USA. Pp. 377

- ~ Toledo, M. 1990. La ganaderización y la destrucción biológica y ecológica de México. En: Leff, E. (Coord.), Medio ambiente y desarrollo en México. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias de la UNAM, México.
- ~ Torres, J. y O. Magaña. 2001. Evaluación de Plantaciones Forestales. Editorial Limusa. México.
- ~ White, A. y A. Martin. 2002. ¿De quién son los bosques del mundo?. Forest Trends. Washintong, DC. Pp.42
- ~ Valenzuela, R., Raymundo, T. M. R. Palacios. 2004. Macromicetos que crecen sobre *Abies religiosa* en el Eje Neovolcánico Transversal. *Polibotánica*. México. Núm. 18. Pp. 33-51
- ~ Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM.
- ~ Velázquez, A., Mas, J. F., Díaz J. R., Mayorga R., Alcántara P.C., Castro R., Fernández, T., Bocco G., Ezcurra E. y J. L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* Vol. 62. Pp. 21-37
- ~ Villar, R., Ruiz-Robledo, J., Quero, J., Poorter, H., Valladares, F. y T. Marañón. 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. Capítulo 7 en: *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Vallardes, F. 2004. Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF. S.A. España. Pp. 191-227
- ~ Viveros-Viveros, H. y Vargas-Hernández J.J. 2007. Dormancia en yemas de especies forestales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Vol. 13. Pp. 131-135.
- ~ White, A. and A. Martín. 2002. Who Owns the Worlds Forest? *Forest Tenure and Public Forest in Transition*. Forest Trends, WASHINGTON, D.C
- ~ Whitelaw, G. Vaughan, H., Craig, v., Atkinson, D. 2003. Establishing the Canadian Community Monitoring Network. *Environmental Monitoring and Assesment*. Vol. 88. Pp. 409-418
- ~ Yamanoshita, M. and M. Amano. 2012. Capability development of local communities for Project sustainability in afforestation/reforestation clean development mechanism. *Miting Adapt Glob Change*. Vol. 17. Pp. 425-440
- ~ Zetina-Galván, J. 2010. Crecimiento y supervivencia de *Abies religiosa* (H.B.K) Schltdl. & Cham. Bajo diferentes tratamientos de cobertura vegetal, en San Nicolás Totolapan, D.F. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. Pp. 71

ANEXOS

Anexo 1. Contenido de los talleres informativos que se impartieron a los actores locales

1	Proceso integral de una reforestación	Información general del proceso integral de la reforestación cuales son sus componentes y como se desarrollan.
2	Importancia de monitorear una área reforestada	Proceso de monitoreo para evaluar el éxito de una reforestación, variables a medir para obtener la sobrevivencia, la tasa relativa de crecimiento y salud de la plantación, tomando en cuenta el área elegida y sus características ambientales.
3	Características y objetivos de un monitoreo participativo	Se expuso la finalidad del monitoreo participativo, como la obtención de los datos, análisis de las causas de una problemática relacionada con lo que se monitorea, reflexiones, aprendizajes grupales y toma de decisiones a partir de los resultados obtenidos.

Anexo 3. Formato de datos personales del monitor

FICHA DE DATOS PERSONALES DEL MONITOR

Fecha: _____

Nombre _____

____ Edad _____

Comunero () Hijo de comunero () Otro (especificar) _____

Tel. casa _____ Celular _____

Dirección de correo electrónico _____

Grado de escolaridad _____

Ocupación actual _____

¿La actividad a la que se dedica es fija o por temporadas? _____

Si la actividad es fija especificar los días de la semana que trabaja y el horario

Días de la semana _____ Horario _____

Si la actividad es por temporadas especificar _____

Anexo 4. Formato de campo para evaluar la toma y registro de datos del grupo de monitoreo

Formato de evaluación en la toma y registro de datos (Facilitadores)

Actividad	Nombres de los monitores
Puntualidad (+5 min después)	
Puntualidad (5-10 min después)	
Puntualidad (10-20 min después)	
Puntualidad (más de 10 min)	
Reconocimiento de la parcela y ubicación de los brinzales	
Toma de mediciones (Sin dudas, no es necesario orientarlo)	
Toma de mediciones (Con dudas, es necesario orientarlo)	
Toma de mediciones (Mala toma de mediciones, permite poca o nula orientación)	
Registro en los formatos de campo	
Liderazgo	

Anexo 5. Formato de campo para el registro de la caracterización en la parcela

CARACTERIZACIÓN DE LA PARCELA

Fecha _____ Hora de inicio _____ Hora de término _____

No. de hoja de formato _____

No. de Parcela _____

Número de personas que participan _____

Nombres de las personas que llenan el formato _____

Orientación de la ladera _____ Pendiente _____ Cobertura de los árboles 0-29%() 30%-59%() +60%()

Observaciones

Reforestaciones previas Sí () No ()

Regeneración natural Sí () No ()

Ganado Sí () No ()

Residuos sólidos Sí () No ()

Visitantes Sí () No ()

Zacatón Sí () No ()

Otro Sí () No ()

Otro Sí () No ()

Nombres de las plantas que se observan _____

Observaciones

Anexo 6. Formato de campo para el registro de reflexiones y acciones grupales

Formato de reflexiones y acciones (Facilitadores)

Fecha _____

Número de personas que acudieron al monitoreo _____ Personas que asistieron sin previo aviso _____

Los participantes perciben y comentan sobre alguna perturbación que hay en el sitio de reforestación	Si (formaron un grupo y comentaron las perturbaciones que existen y sus posibles razones.) ()	No (no hay actitud para formar un círculo de discusión y no comentan las perturbaciones posibles) ()
En el caso de que la respuesta anterior fuera sí, anotar cuáles		
Comentarios de los participantes sobre el crecimiento de los brinzales	Si Los participantes formaron un grupo y se formó un círculo de discusión donde se analizaron los posibles factores que benefician o perjudican el crecimiento de los brinzales, ya sea ambientales o antropogénicas ()	No No se formó un grupo o se formó pero no se analizaron los factores que benefician o perjudican el crecimiento de los brinzales, ya sea ambientales o antropogénicas ()
En el caso de que la respuesta anterior fuera sí, anotar cuáles		
¿Los participantes reflexionan sobre el impacto de las acciones de las que la comunidad podría ser responsable?	Si Se discutieron que actividades están afectando el crecimiento de los brinzales o la muerte de éstos y si las realizan ellos mismos u otros comuneros ()	No No se discutieron las actividades que están afectando el crecimiento de los brinzales o la muerte de éstos y si las realizan ellos mismos u otros comuneros. ()
En el caso de que la respuesta anterior fuera sí, anotar cuáles		
¿Los participantes reflexionan posibles soluciones que sirvan para mejorar el crecimiento de los brinzales?	Si () Discuten posibles soluciones y plantean cómo llevarlas a cabo para las próximas reforestaciones	No () no se discutió en grupo las posibles soluciones para las próximas reforestaciones
En el caso de que la respuesta anterior fuera sí, anotar cuáles		
¿Hubo un proceso de reflexión final por parte de los participantes?	Si () Reflexión grupal donde se discutió como fue la distribución del trabajo, equidad en la actividades y el rol de actividades	No () No reflexionaron en grupo, la distribución del trabajo, equidad en la actividades y el rol de actividad
Si la respuesta anterior fue sí, especificar qué tema se abordó		