

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO

NARRO

“UNIDAD LAGUNA”

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**DISEÑO METODOLÓGICO DE RESTAURACIÓN VEGETAL DE UNA ÁREA
AFECTADA POR LA EXPLOTACIÓN DE PIEDRA CALIZA**

POR:

EMMANUEL REYES RAMIREZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO

DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

“UNIDAD LAGUNA”

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS
PRESENTADA POR:

EMMANUEL REYES RAMIREZ

Elaborada bajo la supervisión del comité de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

Héctor Madariaga

ASESOR PRINCIPAL

DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

ASESOR

ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR

MC. JOSÉ LUIS RÍOS GONZALES

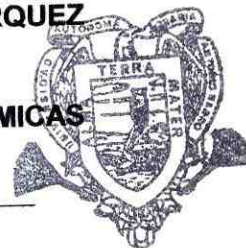
ASESOR

MC. HUGO AGUILAR MARQUEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Víctor Martínez Cueto

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

ABRIL 2008

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

“UNIDAD LAGUNA”

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

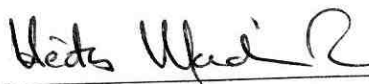
TESIS

**DISEÑO METODOLÓGICO DE RESTAURACIÓN VEGETAL DE UNA ÁREA
AFECTADA POR LA EXPLOTACIÓN DE PIEDRA CALIZA**

PRESENTA

EMMANUEL REYES RAMIREZ

PRESIDENTE DEL JURADO

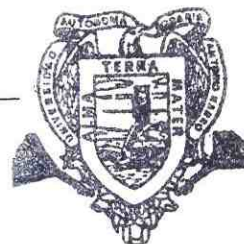


DR. HÉCTOR MADINAVETIA RÍOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

“UNIDAD LAGUNA”

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS
PRESENTADA POR:

EMMANUEL REYES RAMIREZ

Elaborada bajo la supervisión del comité de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

PRESIDENTE



DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

VOCAL


ING. JOEL LIMONÉS AVITIA

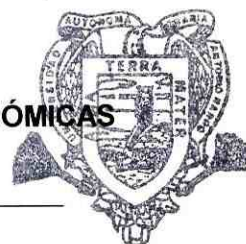
VOCAL


MC. JOSÉ LUIS RÍOS GONZALES

VOCAL SUPLENTE


MC. HUGO AGUILAR MARQUEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

DEDICATORIAS

A DIOS.

A Dios por estar a mi lado enseñándome el buen camino, el saber que cuando lo necesite estuvo a mi lado. Por permitir lograr una carrera y darme la oportunidad de estar con las personas que más quiero.

A MIS PADRES: por que sin ellos yo no estaría aquí, gracias por ser en todo momento mi apoyo y mis fuerzas para seguir adelante. Les dedico este trabajo con todo mi cariño ya que son el ejemplo de mi vida, por que me han inculcado buenos principios y por haberme dado un regalo muy valioso en mi vida... mis estudios. LOS QUIERO MUCHO

A MIS HERMANOS: al igual que mis padres ustedes son unas personas muy importante en mi vida y se que siempre voy a contar con ustedes. LOS QUIERO MUCHO.

A MIS TIOS, PRIMOS Y SOBRINOS: por brindarme su cariño y apoyo en todo momento. LOS QUIERO MUCHO.

Para una persona muy especial para mí:

MI ABUELITA:

Concepción Salazar Zavala que en paz descansa por todos sus consejos y cariño que me dio. LA QUIERO MUCHO.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente y ante todo, le agradezco a Dios por haberme dado la vida, por haberme guiado y cuidado durante todos estos años, por que me ayudo en los momentos difíciles y gracias a él logre salir adelante mi principal propósito desde que ingrese a esta Universidad, concluir mis estudios superiores satisfactoriamente, también quiero agradecerle el haberme dado unos padres y hermanos maravillosos que me han ayudado en todo momento, a ti **Señor Gracias.**

A MI "ALMA TERRA MATER", Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por darme cobijo durante casi 5 años de estudios, permitiéndome formar parte de esta gran familia estudiantil y por brindarme las herramientas suficientes para afrontar mi vida profesional.

AMIS PADRES:

Jorge Reyes Ruiz y Concepción Ramírez Salazar, por su total apoyo, comprensión, paciencia y sobre todo por haber confiado en mi, por que gracias a ellos pude concluir mis estudios.

AMIS HERMANOS:

Jorge Reyes Ramírez, María Magdalena Reyes Ramírez y Rey Luis Reyes Ramírez por haber estado conmigo en todo momento.

A MI ESPOSA E HIJA:

Maria del Carmen Pacheco Hernández, Nahomi del Carmen Reyes Pacheco por todo el apoyo incondicionalmente y paciencia que me brindaron para lograr salir a delante en terminar mi tesis, Por ser una familia hermosa las amo besos y abrazos.

A MIS ASESORES:

Al Dr. Héctor Madinaveitia Ríos, gracias por haberme guiado en el proceso de elaboración de mi tesis, por sus muy buenos y acertados consejos que me brindo, gracias por su amistad.

Al Ing. Joel Limones Avitia, gracias ingeniero, por todo su apoyo en la realización de esta tesis, por sus conocimientos compartidos y sobre todo por su amistad.

M. C. José Luís Ríos González, gracias por haber aceptado ser mi colaborador, por su amistad, por sus consejos y sugerencias que me sirvieron de mucho para llevar a buen termino el desarrollo de mi tesis.

M.C. Hugo Aguilar Márquez, gracias por el apoyo recibido durante el trayecto de mi carrera profesional y sobre todo por su amistad y sus consejos para el desarrollo de esta tesis.

A mis compañeros de clases gracias por haber formado parte de mi vida en la escuela.

A MIS AMIGOS Y AMIGAS:

Juan Legorreta Becerril, Iván Gabriel de la O, Horacio Martínez Colorado, Daniela Martínez Sánchez, Mayra Azucena Meras Acosta, Ramiro Cruz Montes, Alejandro Coutiño Montoya, Gerardo Velásquez Valdez, gracias por su amistad y por haber estado conmigo todo este tiempo.

ÍNDICE

INDICE.....	i
INDICE DE CUADROS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INTRODUCCION.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
JUSTIFICACION.....	4
OBJETIVOS.....	6
REVISION DE LITERATURA.....	7
Restauración Ecológica.....	7
Sucesión Ecológica.....	10
Limitantes de la Investigación.....	11
Vegetación del predio.....	14
Fauna.....	15
Muestreos de la Vegetación.....	16
MATERIALES Y METODOS.....	20
Evaluación del componente Vegetal.....	20
Trabajo de Gabinete.....	20
Trabajo de Campo.....	20
Establecimiento del Diseño Metodológica de Restauración Vegetal.....	22
Indicadores del Sistema Ambiental.....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
Evaluación del componente Vegetal.....	28
Aspectos a considerar en la propuesta del establecimiento del Diseño de Restauración.....	37
Propuesta para la Restauración ecológica.....	39
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFIA.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Impactos identificados, medidas de mitigación y observaciones efectuadas en el predio del ejido Francisco Villa en la carretera Cd. Lerdo a Nazareno, Dgo.	25
2	Principales especies vegetales observadas en el cerro Cuesta de Medina, y su uso. Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango. Noviembre de 2007.	30
3	Número de plantas promedio /ha y número de plantas en las 15 ha, de las principales especies halladas en el cerro Cuesta de Medina. Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango. Noviembre de 2007.	32
4	Número de plantas promedio /ha y número de plantas en las 15 ha, y 7.5 ha de las principales especies halladas en el cerro Cuesta de Medina. Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango. Noviembre de 2007.	34
5	Propuesta Metodológica para la Restauración Vegetal en el cerro Cuesta de Medina. Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango. Noviembre de 2007. Noviembre de 2007.	41

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue diseñar un modelo metodológico de restauración para áreas afectadas por la explotación de piedra caliza en la modalidad de minería a cielo abierto en el cerro Cuesta de Medina, Ejido Francisco Villa, Municipio de Lerdo Durango. Se presentan las principales especies observadas en el predio la razón principal por las que fueron tomadas en cuenta es por que son perennes de vida larga que al ser destruida como consecuencia de la explotación de piedra caliza, su ausencia ocasiona la perdida de hábitat y nichos ecológicos que son necesarios para otras especies debido a esto es necesario que los tratamientos de restauración que se llevan acabo sean efectuados propagando estas especies. La vegetación que se muestrearon fueron el cardeche se utiliza como medicina, el sotol es utilizado para la realización de bebidas alcohólicas, candelilla es utilizada como cera, sangre de grado es utilizada como uso medicinal, vara prieta utilizada medicina, biznaga es medicinal, colorantes, zacate chino sirve como forraje y materia orgánica, lechuguilla es utilizada para fibras, canastos, vestidos, redes, petates, zacate navajita es una gramínea controlada y sirve como materia orgánica, maguey es utilizada para fibras textiles, bebidas alcohólicas, ornamentales. Se muestrearon 8 sitios al azar el total fueron 800m² se puede observar que hay un total de 1297 individuos de las 9 especies principales, el numero de plantas promedio / hectáreas es de 10, 376 y el numero de plantas en 7.5 hectáreas hay un total de 77, 820 y el numero de plantas en 15 hectáreas hay un total de 155,640. Se realizó una propuesta metodologica para la restauración vegetal en el cerro Cuesta de Medina.

I.- INTRODUCCIÓN

Cada vez es más notoria la preocupación de la humanidad por los recursos naturales, como constituyentes fundamentales de la vida sobre la tierra, ha hecho que el hombre empiece a crear mecanismos que le permitan, regenerar completamente los ecosistemas degradados, por lo menos si acelerar de alguna manera los procesos naturales de recuperación.

Debe tenerse en cuenta que en ecosistemas afectados de forma directa o indirecta por acciones antrópicas, se hace necesaria la toma de medidas y acciones tanto sociales como económicas y políticas, dando un enfoque científico y técnico en procura de la rehabilitación y restauración de áreas naturales buscando la reactivación de dinámicas que logren llevar el conjunto hacia estados más evolucionados y por tanto resistentes. Identificando las especies que podrían ingresar dentro del proceso de sucesión natural en el área de influencia afectadas por las actividades humanas, se pretende estimular la re-vegetalización natural, que permita de una forma rápida el establecimiento de nuevos individuos con fines de llevar el área degradada a etapas sucesionales más avanzadas, que con el correr del tiempo y la regulación de sus características tiendan al clima.

De 114 millones de hectáreas de extensión continental con que cuenta nuestro país, alrededor de 64 millones de hectáreas están cubiertos por áreas semidesérticas (IDEAM, 1997). Otro tanto por bosques y otro tanto por estepas, etc. La gran diversidad de ecosistemas forestales sustenta en gran Proporción la "megadiversidad" de la nación, la cual representa el 10 % de la Biodiversidad mundial. (Colciencias, 1999).

La implementación de un modelo de restauración ecológica de la vegetación del tipo del semidesierto, dependerá de su estado sucesional y del tipo de vegetación que lo rodean; por esta razón, se plantea cierta metodología y estrategias que acordes con la situación del área, son empleadas para proveer a los factores medio ambientales como serían el suelo, el clima y la vegetación, las condiciones optimas para que se lleve a cabo una reconstrucción, sino completa del entorno, lo más cercana posible a sus características iniciales. Planteándose ésta como una fase de investigación con fines de restauración de cualquier tipo de áreas afectadas por la actividad humana, dando así continuación a un proceso natural (Lozada *et al.*, 2006).

Existen grandes diferencias en la capacidad de respuesta de áreas altamente cubiertas de vegetación, como serían los bosques naturales, y las áreas de baja vegetación, como las zonas áridas. Ewel (1980) las tasas de recuperación son menores cuando las condiciones ambientales de temperatura, precipitación y la calidad de los suelos son extremas. Se debe tener en cuenta que el impacto ecológico negativo asociado a la intervención antrópica durante el periodo de intervención en el área de afectación por las actividades del hombre, deja un saldo alto de extensas áreas desprovistas de estratos arbóreos y coberturas vegetal que de flora del semidesierto podrían pasar a ser áreas desérticas extensas, impidiendo así también la regeneración del ecosistema original.

(Cantillo *et al.*, 2005).

La restauración total de una superficie que ha sido alterada por una explotación vegetal no es posible, pues el espacio abierto difícilmente podrá recuperar el perfil original del terreno, además de que ya no tendrá solución la pérdida del hábitat para las especies que lo ocupaban originalmente. Por ello, la única alternativa es de carácter compensatorio, es decir, más que restaurar se intenta rehabilitar la zona afectada de forma que el suelo adquiera las propiedades mínimas para albergar vida animal y vegetal, que aunque se quisiera, no se podrá emular su ambiente primitivo (García, 1980).

El presente trabajo de investigación está enfocado a cumplir con las metas impuestas por las autoridades responsables del medio ambiente del país, para restaurar de forma paulatina la vegetación que se vea afectada por cualquiera tipo de actividades que sea realizada por el hombre, intentando acelerar dicho proceso en sus etapas iniciales y sobre todo, en las zonas vegetales más degradadas. Llevar a cabo la restauración de zonas importantes afectadas por la actividad humana, sin duda representa grandes beneficios ambientales, ya que al devolverle al área afectada su estructura y funciones originales, los bienes y servicios que está ofreciera, pueden sin duda influir en el desarrollo de las mismas. En los cerros de baja cubierta vegetal o en aquellos ubicados en áreas cercanas a zonas desérticas o semidesérticas, la heterogeneidad espacial puede entenderse como el resultado de perturbaciones cuyos efectos en las comunidades bióticas y ecosistemas varían de acuerdo con su magnitud, intensidad y tasa de ocurrencia. (Cantillo *et al.*, 2005).

II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.- JUSTIFICACIÓN

El diseño metodológico de restauración vegetal de un área afectada por la explotación de piedra caliza, además de la problemática hídrica global, cabe anotar que, la biodiversidad como factor de suma importancia para el ecosistema, se verá afectada en grandes proporciones, lo que directamente se relaciona con la extinción y la falta de conocimiento sobre los ecosistemas como unidad biológica que ofrecerá ventajas competitivas. (Cantillo *et al.*, 2005).

Los factores ambientales que producen tasas tan bajas de regeneración en las tierras medias, son la poca producción de semillas y su baja dispersión (Ewel, 1980), así como la baja tasa de transpiración debido a la atmósfera saturada que inhibe el crecimiento y las intensidades de luz, muy bajas debido a la continua presencia de nubes (Corlett, 1987).

El contenido relativamente bajo de nutrientes del suelo en comparación con sitios de tierras altas o más bajas, también puede ser la causa de la baja tasa de crecimiento de las zonas semidesérticas o desérticas. Debido a que el presente trabajo de investigación basa su conocimiento y desarrollo en una temática tan reciente y poco estudiada como la restauración ecológica en áreas semidesérticas, el conocimiento que aportará pretende servir de base para iniciar trabajos de restauración en áreas afectadas por actividades humanas de cualquier índole. (Ewel 1980).

Es por tanto importante mantener y recuperar las áreas de vegetación. Sin embargo, el rendimiento sistemático y ecológico de esta, es menguado puesto que las condiciones actuales de la sucesión que tienen, son limitadas por condiciones del medio, para lo cual se pretende llevar a cabo investigaciones, planteamientos y estrategias que lleguen a la formulación de restauraciones aplicables en su mayoría a las actividades antropogénicas, para así facilitar el trabajo de recuperación del sistema de restauración de vegetación de áreas afectadas, al llevarlo paulatinamente a una mayor evolución fitosociológica y a la eficiencia que debe concernirle a un ecosistema con estas características. (Cantillo *et al.* 2005),

III.- OBJETIVOS

3.1.- General

Diseñar un modelo metodológico de restauración para áreas afectadas por la explotación de piedra caliza, en la modalidad de minería a cielo abierto, en el cerro Cuesta de Medina del Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango.

3.2.- Objetivo Específico.

- ❖ Analizar el planteamiento y desarrollo de un proyecto de restauración de la vegetación y conocer los aspectos relacionadas con la ejecución de dicho proyecto.
- ❖ Identificar la vegetación principal que potencialmente es afectada por las actividades de explotación. Las causas que han provocado su degradación y los principales métodos de evaluación de las comunidades vegetales.
- ❖ Conocer las principales técnicas de restauración de la vegetación y en función de qué criterios deben ser seleccionadas.
- ❖ Desarrollar la metodología para la recuperación de la cubierta vegetal de dicha áreas y llevar a cabo su implementación.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA

4.1.- Restauración ecológica.

La restauración ecológica, es sinónimo de sucesión asistida (o regeneración asistida). La restauración ecológica es el restablecimiento artificial, total o parcial de la estructura y función de ecosistemas deteriorados por causas naturales o antrópicas. La restauración ecológica, opera por medio de la inducción de transformaciones ambientales, lo que implica el manejo de factores físicos, bióticos y sociales. Suele definirse la restauración como una táctica empleada para devolver áreas degradadas a su condición natural (Schreckenberg *et al.*, 1990, citado por Salamanca, 2000).

La situación actual de explotación de los recursos naturales en el mundo corresponde a un panorama de sobreexplotación y contaminación, de tal forma que en muchos países ya se considera un factor limitante para un buen desarrollo sustentable. Lo anterior, orilla a buscar formas de incrementar la eficiencia en el uso de los recursos naturales, para impactar en aquellos aspectos donde el efecto del rescate del recurso, tanto en cantidad como en calidad, sea el mayor posible. (Braun, 1979).

La vegetación nativa, con sus productos comerciales y no-comerciales, ha sustentado el desarrollo de los sectores productivos, ha brindado además servicios ambientales a todos sus pobladores.

Es lamentable que en sitios donde aún existe tan importantes tipos de vegetaciones, se encuentren hoy en día severamente deteriorados y contaminados, situación que favorece el riesgo de que desaparezcan especies nativas de inigualable valor, en este territorio durante todas las épocas de la historia se han extraído especies arbustivas de los diversos tipos de vegetación de tipo matorral xerófilo, pastizal semidesértico, mezquitera, agave y últimamente la biznaga. (SEMARNAT, 2004, Blanco *et al.*, 2000; SARH, 1994; Guerrero, 1998).

Es desalentador conocer que durante mucho tiempo se ha explotado irracionalmente la gran biodiversidad de las especies que componen la vegetación nativa del estado y, esa diversidad biológica se ha mermado aún más con políticas de reforestación que inician en el siglo XX, las cuales dan preferencia al uso de especies de y, a la plantación de grandes extensiones con una sola especie vegetal. Esta agresión a la biodiversidad y las pocas acciones para restaurar zonas deterioradas, han traído como consecuencia el actual desequilibrio ecológico, como la alteración del ciclo del agua, la infertilidad de los suelos y el casi exterminio de la fauna silvestre, entre otros. (Strange, 1990; Velasco, 2000; Kuo, 2001; Wiersum, 2005; FEA y Holmar 2006).

La tecnología utilizada en la minería durante siglos se basó en el uso intensivo de madera, resina, leña y carbón extraídos de la vegetación nativa (arbustivas de mezquiteras, bosques de pinos y encinares), situación que dio origen al actual paisaje desertificado del sureste del estado de Durango.

Por otro lado, la urbanización y la creciente demanda de alimentos, propiciaron la apertura de grandes extensiones de tierra para agricultura y ganadería. Este cambio en el uso del suelo implicó otra disminución del área cubierta por vegetación nativa (pastizal semidesértico y selva baja caducifolia) y afectó la hidrología de grandes áreas del estado, sobre todo cuando se construyeron grandes presas para extender la superficie con agricultura de riego. Esta situación provocó la actual concentración de la agricultura de temporal y agostaderos en 1.8 millones de hectáreas (60 % de la superficie estatal, que son 3.05 millones de hectáreas) en su mayoría infértiles, expuestas (SARH, 1994; SEMARNAT, 2004) a un alto riesgo de siniestros climatológicos y parte de ellas abandonadas. La humanidad ha utilizado a través del tiempo diversas especies de arbustivas nativas multipropósito, esencialmente para la obtención de productos comerciables y no-comerciables (que incluyen los ambientales); sin embargo, hace apenas 30 años se iniciaron proyectos de investigación y de plantaciones con diseños agroforestales.

La opinión de diversos expertos coincide en que esta práctica podría ser una alternativa para el manejo de recursos naturales y una opción para reducir la pobreza; considerando que las instituciones gubernamentales apoyen consistentemente plantaciones agroforestales en zonas marginadas, donde los pobladores organizados puedan mejorar las condiciones de los ecosistemas terrestres frágiles, para generar tanto productos comerciales o de subsistencia como para resguardar los servicios ambientales que podrían beneficiar a otras poblaciones. (CATIE, 1984; Rochelau, 1988; Challenger, 1998; FAO, 2003)

4.2.- Sucesión ecológica

La sucesión ecológica es el proceso de desarrollo del ecosistema que conduce a una mayor productividad, biomasa, complejidad, estabilidad y control del ambiente por los seres vivos. La sucesión se caracteriza por el reemplazamiento de unas especies por otras en un lugar a través del tiempo. La sucesión, entonces, puede definirse como una serie de cambios del ecosistema en un área dada, que conduce progresivamente hacia una estructura y composición más complejas de la comunidad. (Holdridge, 1978).

La sucesión puede ser primaria, cuando ocurre sobre un sustrato desnudo, como en el caso de rocas, islas recién formadas. En estos casos la sucesión es el paso de un ambiente físico en su totalidad, afectado por las condiciones circundantes, hasta uno con características netamente bióticas. (Matteucci y Colma, 1982).

La sucesión secundaria es la que se da en ecosistemas perturbados, comenzando por los remanentes de vegetación que la perturbación ha dejado. Ocurre en diversas situaciones, tales como incendios forestales, talas o caídas de árboles.

En general, cualquier adecuación que haga al ambiente más favorable para otra especie que para sí misma, constituye una facilitación y un atributo dinamogénico de la especie facilitadora, pues impulsa la sucesión. Todas estas estrategias pueden ser copiadas por el hombre dentro de técnicas de restauración para la inducción física, química o biótica de la sucesión.

(Matteucci y Colma, 1982)

4.3.- Limitantes de la Investigación.

Debe tenerse en cuenta que es notoria la falta de investigaciones y experiencias que contemplen y analicen situaciones y condiciones similares a las encontradas en una área determinada. Por esto se puede decir que el comportamiento sucesional y la restauración de este tipo de ecosistemas en esta franja altitudinal no han sido muy documentadas desde el punto de vista ecológico en nuestro país. Uno de los factores limitantes de mayor importancia en el logro de los objetivos de una investigación de este tipo, sin duda alguna es el tiempo, debido a que los resultados, aunque guiados por los investigadores, se han de obtener en grandes lapsos de tiempo, pues la dinámica sucesional es la que determina el grado de restauración al que han de llegar las áreas afectadas por la actividad humana. Como es lógico, en experimentos que han de llevarse a cabo en el campo, no se pueden controlar toda una serie de variables medioambientales y climáticas que pueden influir en el comportamiento de las especies a propagar; esto puede generar sesgos en el momento de la obtención de resultados cuantificables.

La alteración es cualquier pérdida tanto funcional o estructural del ecosistema a consecuencia de una perturbación. Los ecosistemas maduros pueden ser alterados en diversos grados, cambiando el uso del suelo y ocasionando la transmutación en terrenos agrícolas o de estos en tierras marginales, lo que impulsa la alteración de nuevos ecosistemas vírgenes para satisfacer las demandas de poblaciones crecientes. Lozano (1996).

La restauración de ecosistemas deteriorados abarca todo el proceso inverso a la alteración, siendo una actividad humana en apoyo al restablecimiento de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema. (Andrade, 1993).

Lo esencial de la rehabilitación es el restablecimiento de los procesos ecológicos esenciales que permiten que el ecosistema se mantenga y regenere por su cuenta en un tiempo adecuado. La restauración de ecosistemas deteriorados abarca todo el proceso inverso a la alteración, siendo una actividad humana en apoyo al restablecimiento de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema. Lo esencial de la rehabilitación es el restablecimiento de los procesos ecológicos esenciales que permiten que el ecosistema se mantenga y regenere por su cuenta en un tiempo adecuado. (Van Dobben, 1980).

La sucesión, en teoría, puede llegar hasta una etapa en que la energía-agua nutrientes disponibles y la capacidad de adecuación de las poblaciones ya no pueden producir más cambios en el ambiente y las poblaciones adaptadas al medio finalmente producido se auto reemplazan, manteniéndose indefinidamente, lo cual se conoce como clímax de la sucesión. Sin embargo, también puede ocurrir, y de hecho es frecuente, que una intensa y prolongada perturbación, degrade las condiciones ambientales hasta el punto en que el ecosistema ya no puede regenerarse. López *et al.*, (sin publicar).

Otro factor importante a tomar en cuenta a la hora de hablar de restauración de zonas semidesérticas es la fuerte competencia que se va a dar entre el pasto y los árboles a establecer, tanto por nutrientes como por la luz del sol.

En algunas ocasiones se pueden observar pastos que crecen en cepas, las cuales facilitan que algunas especies leñosas se adapten a crecer en un nuevo ambiente,

pero en otras ocasiones predominan otras especies de pasto altamente competitivas, que crean una especie de "colchón", por acumulación de biomasa en el suelo, que muchas veces puede ser una de las causas que dificulta o inhibe el crecimiento de los árboles. (UNESCO, PNUMA, FAO, 1980).

En las áreas que se dejan abandonadas por las actividades del ser humano, se inicia una sucesión reestructuradora. Paralelamente se regenera el suelo mediante el incremento del contenido de humus, a través de la entrada de bioelementos desde la atmósfera, de enriquecimiento de nitrógeno por leguminosas, del enraizamiento más profundo, de la fijación de los nutrientes en la biomasa que impide mayores pérdidas. En casos extremos en que la explotación ha sido persistente durante mucho tiempo, la extracción de nutrientes ha sido tan grande o bien la erosión tan intensiva, se produce una degradación irreversible del suelo.

Es preciso distinguir entre dos factores negativos para el desarrollo del proceso de restauración como son los tensionantes y los limitantes. (Sarh, 1994).

Los limitantes son aquellos factores que se hallan en cantidad o concentración inferiores a las que el ecosistema requiere para su desarrollo que indican que el desarrollo de la vegetación (o del ecosistema) depende de la disponibilidad del factor que se halla en menores proporciones con respecto a la demanda.

Los tensionantes son los factores que en el ecosistema son introducidos restringiendo la entrada de energía a éste impidiendo de esta forma los procesos lógicos esenciales. (Brown & Lugo, 1994).

4. 4. Vegetación del predio.

De acuerdo a los estudios de tipos de vegetación de México, (Rzedowski, 1978) el tipo de vegetación presente en el área pertenece al desierto Chihuahuense, denotándose de manera mas especifica es el matorral xerofilo y de acuerdo a la carta de suelo INEGI G13 y 15 se trata de matorral desértico microfilo en las partes bajas y matorral desértico rosetofilo en las laderas y parte alta de la sierra.

La vegetación en el área, corresponde al tipo de clima seco factor que asociado con el suelo presentes en el área, da como resultado un tipo de vegetación xerofila, concretamente la vegetación imperante en la superficie del proyecto, pertenece al tipo de matorral microfilo desértico, con presencia de especies micrófilas inermes y subinermes y especies rosetófilas.

El matorral desértico microfilo, fisonómicamente se caracteriza por sus elementos arbustivos y herbáceos con hojas pequeñas.

Este matorral se subdivide en:

Matorral inerme; caracterizado por estar formado en más de sus elementos arbustivos y especies sin espinas como son: *Larrea tridentata*, *Florenxia cernua*, *Ambrosia dumosa*.

Matorral espinoso; comunidad integrada por más del 70 % de plantas espinosas. Las especies mas comunes de esta comunidad son; *Prosopis spp*, *Mimosa biuncifera*, *Acacia farnesiana*, *Acacia amentácea*, *Opuntia leptocaulis*, *Opuntia rastrera*.

Matorral subinerme; es una comunidad integrada por las plantas espinosas e inermes, cuya proporción de unas a otras es mayor de 30 % y menor de 70 %.

En las partes de las pendientes de las sierras y en las laderas de las lomas, predominan los matorrales rosetofilos. Su composición florística, se caracteriza por la presencia de especies herbáceas que presentan la disposición de sus hojas en forma de roseta y que generalmente se encuentran agrupadas. Se presentan como especies mas comunes: *Agave lechuguilla*, *Agave striata*, *Hetchia glomerata*, *Agave asperrima*.

Estos dos tipos de matorral, son los que tienen mayor tolerancia a las condiciones de sequía, drenaje deficiente y salinidad del suelo, su distribución es discontinua y generalmente presenta un estrato inferior perenne formado por gramíneas y estrato con formado por palmas.

La fisonomía de la vegetación está determinada por el estrato superior que varía de 1 a 2 m de alto. Lo domina o codomina el mezquite (*Prosopis glandulosa*), junto con el huizache (*Acacia farnesiana*) o uña de gato (*Acacia greggii*) siendo en las partes bajas o planas dominado por el desarrollo de diversos cultivos.

Los matorrales xerófilos, considerados en conjunto, son quizá de las comunidades menos afectadas por las actividades del hombre, consecuencia lógica de las condiciones climáticas imperantes que por lo general no son favorables ni al desarrollo de la agricultura, ni al de una ganadería intensiva y el aprovechamiento de las plantas silvestres es así mismo limitado.

4. 5. FAUNA

La fauna de la zona es diferente en cuanto a diversidad de las especies florísticas de la zona; debido a la fragilidad y más que otra causa la misma simplicidad del

ecosistema indica una diversidad faunística baja y relaciones interespecíficas simples.

El sistema orográfico, topográfico y la diversidad florística presentes en esta zona determina de manera directa la diversidad faunística del área de influencia del proyecto.

Con la intención de determinar de manera precisa el efecto del proyecto sobre la fauna del lugar se realizaron diferentes actividades tanto bibliografía, como de campo, siendo esta última que arroja los datos exactos.

En lo referente a fauna silvestre en el periodo se puede determinar que las especies mayores utilizan el predio únicamente como pasadores y áreas de locomoción alternas, esto debido a que actualmente se desarrollan actividades antropogénicas y han ocasionado el desplazamiento de las mismas.

Sin embargo, la avifauna y algunos roedores menores, que en estas circunstancias no necesariamente son desplazadas, ya que se acostumbran en cierto grado al ruido y a la convivencia con el hombre, se prevé que por el tipo de explotación estas especies a la larga busquen otras áreas de las que rodean al área del proyecto.

4.6. Muestreos de la vegetación

Para evaluar vegetación se emplean las siguientes metodologías;

- Análisis total de la comunidad (censos)
- Toma de muestras.

Técnicas de muestreo

- Métodos con parcelas
- Métodos sin parcelas

Métodos con parcelas

Técnica del cuadrante:

- tamaño y forma
- cuadrados
- cuadrantes en cinta (transectos)

Pasos esenciales en el muestreo.

Para la realización de muestreos se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Reconocimiento de las comunidades vegetales en campo.
- Establecimiento de las subareas o segmentos de vegetación correspondientes a cada comunidad.
- Definición de los parámetros o estadísticos de la vegetación que serán medidos o registrados.
- Numero, tamaño y forma de las muestras que serán tomadas.

Requisitos del muestreo

- Dos condiciones son importantes para el muestreo de vegetación:
- Tamaño de la muestra
- Área mínima de muestreo (curva área-especies).

Determinación del tamaño de la muestra

- Relación del número de veces que una densidad (conteo de individuos) o frecuencia de registro (cuadrantes) debe ser repetida.
- Tamaño de muestra entre el 5 al 10 % de la superficie total

Características de las muestras

- Deben ser lo suficientemente grandes para contener a todas las especies que pertenecen a la comunidad vegetal.
- El hábitat debe ser uniforme dentro del área de muestreo.
- La cobertura de las plantas debe ser lo más homogéneo posible.

Área mínima de muestreo promedio para diferentes comunidades.

Bosques	200—500 M ²
Vegetación arbustiva	50—200 M ²
Pastizales	50—100 M ²
Matorrales bajos	10—25 M ²

Parámetros de las comunidades vegetales

Densidad: número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.

Densidad relativa: densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Individuos de una especie}}{\text{Total de individuos}} \times 100$$

Frecuencia: número de muestras en las que se encuentra una especie.

Frecuencia relativa: es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia del total de especies.

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de muestras con la especie}}{\text{Número de muestra total}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Frecuencia total de las Especies}} \times 100$$

Dominancia: es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área cubierta o área basal}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

V.- MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área de estudio. El proyecto se ubica en el ejido Francisco Villa en la carretera Cd. Lerdo a Nazareno, Dgo. Teniendo como punto de referencia al cerro conocido como Cuesta de Medina. La ubicación exacta del banco de material de piedra caliza, se localiza a 600 metros derivación derecha del kilómetro 10+000 de la carretera estatal Cd. Lerdo – Nazareno

La superficie total del predio es de 150,000.00 m² (15 ha) y la superficie donde se pretende llevar a cabo la explotación de la piedra caliza, tiene una superficie de 75,168.381 m² (7.5 ha). Por lo que se puede determinar que el porcentaje de área a explotar es del 50 % de la superficie total del predio.

5.1. Evaluación del componente vegetal

Para hacer esta evaluación el trabajo se dividió en dos fases:

a) Trabajo de gabinete

Se analizó información sobre cartografía INEGI G13 y 15 correspondiente a la de usos del suelo y se tuvieron en cuenta estudios relacionados con la caracterización de la vegetación y la restauración ecológica de igual forma se ahondó en el estudio de análisis estadísticos y de ordenación de la vegetación con el fin de obtener fases sólidas para correlacionar los resultados obtenidos al final del proyecto.

b) Trabajo de campo

Se seleccionaron áreas susceptibles a muestrear dentro de la matriz básica de vegetación que había sido objeto de perturbación. Mediante el correspondiente

análisis de cartografía, fotografías aéreas y visitas de reconocimiento a la zona, se determinaron las zonas susceptibles a ser muestreadas, por lo que se seleccionaron únicamente 185 hectáreas que son las que tiene el cerro Cuesta de Medina, para ubicar en ellas las parcelas de muestreo sincrónico y de tratamientos.

La técnica de muestreo de vegetación fue muestreo al azar en parcelas, en donde se considera que cada punto del territorio tiene la misma probabilidad de ser muestreada, sin estar condicionado por puntos anteriores.

Los puntos de muestreo utilizadas fueron de dimensiones fijas de 10 m X 10 m. Formando un sitio de 100 m². Se levantaron 8 muestras con dimensiones fijas, considerando las normas mínimas para la elaboración de estudios, se consideró una intensidad de muestreo del 1.0 %.

Los parámetros cuantitativos evaluados fueron: dominancia, densidad y densidad de plantas por hectárea que se obtuvo por la siguiente fórmula:

$$D = (n) (j) / T$$

Donde: D = Densidad de plantas por hectárea.

n = Número de individuos por especie por cada sitio.

j = Número de sitios.

T = Tamaño del sitio.

Los parámetros cualitativos medidos fueron: abundancia con las siguientes categorías: baja, media y alta; distribución con las categorías: aislada, media y completa; vigor con las categorías malo, regular, bueno y alto; y regeneración malo, regular y bueno.

Se hizo el cálculo de la media aritmética para cada una de las especies localizados en el área de muestreo del predio.

Dentro de los tipos de vegetación anteriormente descritos, ninguna de las especies anteriormente descritas que tiene importancia para las etnias o grupos locales por lo que estas no caen dentro de las plantas que se consideran como de interés comercial.

De igual manera dentro de las especies de vegetación existentes en el área del proyecto, la biznaga se localiza dentro de las especies vegetales bajo régimen de protección legal, lo anterior de acuerdo a lo consultado dentro de la Normatividad Ambiental y otros ordenamientos aplicables.

El resto de la vegetación existente en el área, no caer dentro de las especies que pudieran considerarse como vegetación que se encuentra en peligro de extinción.

5.2. Establecimiento del diseño metodológico de restauración vegetal

Con el objetivo de reducir los impactos negativos al ecosistema se hizo un diseño para restaurar áreas afectadas por la explotación de piedra caliza, se les pidió y obligó a la empresa encargada de hacer la explotación de la piedra caliza la realización de tratamientos para rehabilitar las áreas dañadas, usando ejemplares de plantas que más fueron dañadas por la explotación.

Diseño para restaurar ecosistemas dañados. No se tomó en cuenta que variables ambientales afectan de manera sustancial y directa el comportamiento de los tratamientos por ser llevados a cabo en campo abierto. Por esta razón se hace imposible controlar las condiciones presentes en el medio.

Teniendo en cuenta lo anterior, la diversidad de tratamientos que se implementaron arrojaron resultados variados con diferentes tendencias.

Tratamientos. Una vez identificadas las comunidades presentes en el área de estudio y las condiciones predominantes en su entorno, se inició la implementación de los ensayos de tratamientos para incentivar el proceso de sucesión de las diferentes parcelas seleccionadas teniendo en cuenta los tensionantes y limitantes que impiden el establecimiento de las especies.

Los tratamientos contemplaron cambios en la cobertura del suelo y el uso de prácticas culturales como la aplicación de fuego. De esta forma se pretendió generar cambios en las características físico – químicas, microedáficas y microclimáticas del suelo. Se siguieron los siguientes tratamientos:

1. Tratamiento testigo (sin alterar la cobertura herbácea presente). En este tratamiento, la cobertura vegetal presente, sin importar cual sea su composición florística, fue dejada intacta para observar su comportamiento en el tiempo.
2. Tratamiento quema controlada de la cobertura herbácea. La quema controlada es uno de los tratamientos más riesgosos por la complejidad que involucra el manejo del fuego. De igual forma ofrece resultados muy importantes. Este tratamiento se debe efectuar con la mayor precaución posible ya que la falta de control de la situación puede ocasionar graves daños a la cobertura cercana a la zona en la que se realizó la quema. Por tal motivo se realizó la poda de todo el material vegetal presente en un área circundante de un metro del perímetro del área útil de la parcela.

3. Tratamiento eliminación o corte (roza) manual de la capa de vegetación herbácea. Para establecer de forma correcta las parcelas de este tratamiento se realizó un corte manual de todo material vegetal presente en un área circundante de un metro en el perímetro del área útil de la parcela con la finalidad de evitar la interferencia de la misma en la obtención de resultados. La eliminación se hizo mediante el uso de herramientas cortantes como machetes.

Adicionalmente estos fueron combinados con otros tres tratamientos, que fueron aplicados a cada uno de los anteriores, estos consistieron en:

1. Dispersión de semillas al voleo.
2. Siembra de semillas por cubrimiento superficial de suelo
3. Sin implementar ninguna particularidad.

Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales negativos.

Con el propósito de reducir el impacto del deterioro ambiental de las áreas restauradas se les pidió y obligó a los empresarios que llevaron a cabo las siguientes:

Medidas de prevención. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y reestablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causa con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

En el Cuadro 1 se visualizan los impactos identificados y las medidas de mitigación que se deben cumplir por parte de la empresa, así como observaciones que se recomiendan para que el efecto negativo sea reducido significativamente.

Cuadro 1. Impactos identificados, medidas de mitigación y observaciones efectuadas en el predio del ejido francisco villa en la carretera Cc Lerdo a Nazareno, Dgo.

Impacto identificado	Medida de mitigación	Observaciones
Emisiones de partículas sólidas por las actividades de nivelación y movimiento de tierras durante la preparación del acceso al Área del proyecto terreno y tráfico de vehículos por la acción de tolvaneras y vientos fuertes.	Se prevé la irrigación al suelo, previa al área del diseño, así en las áreas donde se nivelara y prepara el terreno se podrá minimizar la emisión de partículas.	Se recomienda usar agua residual preferentemente de alguna de las plantas tratadoras instaladas en torreón.
	Todos los trabajadores que participen en esta fase deberán de usar mascarillas contra polvos y partículas suspendidas.	Se deberá de vigilar a los contratistas para que proporcionen evidencias de esta acción.
Emisiones de gases de combustión por la operación de motores de combustión interna en la maquina pesada y que usan combustible diesel.	Se recomienda obtener del proveedor de combustible el certificado de contenido de azufre del combustible diesel. Se deberá contar con el certificado de control de emisiones de los motores de combustión interna de la maquina pesada usada en esta etapa.	Pedir este certificado a PEMEX o al proveedor del combustible. Este análisis lo realizan unidades verificadoras del autotransporte federal y se recomienda realizarlo 2 veces al año.
Emisión de ruido por la operación de la maquina pesada durante la fase de preparación de el terreno.	Todos los trabajadores que participen en esta fase deberán de usar elementos que proporcionen protección auditiva para minimizar el impacto a la salud del personal ocupacionalmente. Expuesto.	Se deberá de vigilar a los contratistas para que proporcionen evidencias de esta acción.

5.3. Indicadores del sistema ambiental

Se hizo un análisis de los indicadores críticos y relevantes del sistema ambiental. El sistema ambiental, es definido como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Indicadores ambientales críticos. Se definieron de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora y fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Indicadores ambientales relevantes. Se determinaron sobre la base de la importancia que tiene en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones ambientales previstas. Los indicadores definidos fueron:

Especies de difícil regeneración. Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificación de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Daño ambiental. Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daños a los ecosistemas. Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico. Estos daños se pueden ubicar tanto dentro del cerro Cuesta de Medina como en los ecosistemas vecinos

Daño grave al ecosistema. Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave. Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales ocasionados por la explotación que ocasionarían la destrucción, el aislamiento, contaminación o la fragmentación de los ecosistemas.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Evaluación del componente vegetal

De acuerdo a la cartografía analizada del ecosistema, el tipo de vegetación que predomina en el cerro Cuesta de Medina, corresponde a los que son propios del Desierto Chihuahuense de manera mas especifica es el matorral xerofilo, se trata de matorral desértico microfilo en las partes bajas y matorral desértico rosetofilo en las laderas y parte alta de la sierra (Rzedowski, 1978).

La vegetación en el área, corresponde al tipo de clima seco factor que asociado con el suelo presentes en el área, da como resultado un tipo de vegetación xerofila, concretamente la vegetación imperante en la superficie del proyecto, pertenece al tipo de matorral microfilo desértico, con presencia de especies micrófilas inermes y subinermes y especies rosetófilas. Dentro de la cual se localizan las siguientes especies:

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE LOCAL
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora.
<i>Agave asperima</i>	Magüey.
<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de grado.
<i>Euphorbia antysiphilitica</i>	Candelilla.
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal Duraznillo.
<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajillo.
<i>Bouteloua barbata</i>	Zacatillo.
<i>Hamatocactus</i>	Biznaga.
<i>Yucca treculeana</i>	Palmilla.

En el Cuadro 2 se presentan las principales especies observadas en el predio, la razón principal por las que fueron tomadas en cuenta es por que son perennes de vida larga, que al ser destruidas como consecuencia de la explotación de la piedra caliza, su ausencia ocasiona la pérdida de hábitat y nichos ecológicos que son necesarios para otras especies, debido a esto es necesario que los tratamientos de restauración que se lleven a cabo sean efectuadas propagando estas especies. En cuanto a uso que se les da a estas especies, se puede ver que el orégano se utiliza como condimento, esencias químicas de perfumería, el cardencha se utiliza para la realización de medicina y ornamental, el tasajillo se utiliza como medicina, el sotol es utilizado para la realización de bebidas alcohólicas, candelilla es utilizada como cera, sangre de grado utilizado como uso medicinal, vara prieta utilizado como medicina, biznaga es medicinal, colorante, forraje, zacate chino sirve como forraje y materia orgánica, lechuguilla es utilizada para fibras, canastos, vestidos, redes, petates, gobernadora es utilizada como uso medicinal y estéticos, zacate navajita es una gramínea controlada y sirve como materia orgánica, maguey, es utilizada como fibras textiles, bebidas alcohólicas, ornamentales.

Cuadro 2. Principales especies vegetales observadas en el cerro Cuesta de Medina. y sus uso. Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango. Noviembre de 2007.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	Usos
Orégano	<i>Lippia berlandieri</i>	Condimenticia, esencias químicas de perfumería
Cardenche	<i>Opuntia imbricada</i>	Medicinal, ornamental
Tasajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Medicinal
sotol	<i>Dasyilirion spp</i>	Bebida alcohólica
candelilla	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	Se utiliza como cera
sangre de grado	<i>Jatropha dioica</i>	Medicinal
vara prieta	<i>Cordia parvifolia</i>	Medicinal
biznaga	<i>Hamatocactus</i>	Medicinal
zacate chino	<i>Bouteloua ramosa</i>	Forraje materia orgánica
lechuguilla	<i>agave lechuguilla</i>	Fibras
gobemadora	<i>Larrea tridentata</i>	Medicinal
zacate navajita anual	<i>Bouteloua barbata</i>	Forraje materia orgánica
Maguey	<i>agave aspérma</i>	Ornamentales, fibras

En el Cuadro 3 se presenta las especies observadas en el predio se puede ver que la especie mas abundante es la candelilla y la menos abundante es la biznaga y las palmillas con una mayor densidad podemos ver que la candelilla tiene mayor densidad y la menor densidad es la biznaga y las palmillas, la mayor abundancia es la candelilla y las menores abundancia son gobernadora, nopal duraznillo, tasajillo, zacatillo, biznaga, y la que tiene mayor cobertura es la candelilla, y la de menor cobertura es la biznaga y las palmillas, y la especie con mayor vigor es la candelilla y las especies con menor vigor es la biznaga y las palmillas, y la que tienen mayor regeneración es la gobernadora, maguey áspero, cardeche y las palmillas y las especies con poca regeneración son nopal duraznillo, candelilla, tasajillo, zacatillo y la biznaga y podemos observar que hay un total de 1297 especies y que la candelilla presenta la mayor cobertura con casi 70 %.

Cuadro 3.

Número de plantas promedio /ha y número de plantas en las 15 ha. de las principales especies halladas en el cerro Cuesta de Medina. Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango. Noviembre de 2007.

Especie	Densidad Número de individuos	Abundancia	Cobertura %	Vigor	Regeneración
Gobernadora	51	baja	3.93	bueno	Bueno
Maguey áspero	142	media	10.94	bueno	Bueno
Cardenche	124	media	9.56	bueno	Bueno
Nopal duraznillo	10	baja	0.77	regular	regular
Candelilla	899	alta	69.31	alto	regular
Tasajillo	37	baja	2.85	regular	regular
Zacatillo	24	baja	1.85	regular	regular
Biznaga	5	baja	0.38	bueno	regular
Palmillas	5	Baja	0.38	bueno	Bueno
Total	1297		99.97		

Abundancia. El análisis de la abundancia demuestra la variación del número de especies e individuos por especies presentes en cada una de las etapas serales identificadas.

De esta forma se identificó el comportamiento de algunas de las más importantes especies en el desarrollo del proceso sucesional. El número de individuos por cada especie depende en gran medida de su gremio ecológico y de la etapa seral en la que se ubique.

Es evidente que el número de especies y el número de individuos de las especies pioneras va decreciendo en relación con el avance del estado sucesional lo que se refleja de igual manera en la disminución de su biomasa superficial. Las poblaciones de especies de estados sucesionales más avanzados se va incrementando a medida que transcurre la sucesión partiendo de muy bajas abundancias para posteriormente crecer en número y llegar a desplazar a otras especies de etapas iniciales. La complejidad que alcanzan los diferentes estados sucesionales en relación con el tiempo de desarrollo de cada etapa es claramente definible si se analiza de forma detallada la abundancia.

En el Cuadro 4 se pueden observar las especies principales con valores de densidad por hectárea, la especie con mayor densidad es la candelilla y la especie con menor densidad es la biznaga y las palmillas y el número de plantas con mayor promedio es la candelilla y con menor promedio es la biznaga y las palmillas, se observa que la densidad de las especies en 15 ha es mayor la candelilla y la menor densidad es la biznaga y las palmillas, el número de especies promedio es de 10,376 y número de plantas en 7.5 hectáreas hay un total 77820, y número de plantas en 15 hectáreas hay un total 155,640.

Cuadro 4. Número de plantas promedio /ha y número de plantas en las 15 ha, y 7.5 ha. de las principales especies halladas en el cerro Cuesta de Medina. Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango. Noviembre de 2007.

Especie	No. De plantas promedio / Ha.	No de plantas en 7.5 ha	No. De plantas en 15 Ha.
Gobernadora	408	3060	6,120
Maguey	1136	8520	17,040
Cardenche	992	7440	14,880
Nopal duraznillo	80	600	1,200
Candelilla	7192	53940	107,880
Tasajillo	296	2220	4,440
Zacatillo	192	1440	2,880
Biznaga	40	300	600
Palmillas	40	300	600
Total	10,376	77820	155,640

Dominancia. Como resultado inicial puede verse la dominancia de Candelilla (*Euphorbia antisiphilica*). La dominancia de estas especies en amplias zonas del cerro de la Cuesta de Medina hace muy difícil la incursión de otras especies que logran incorporarse a esta fuerte sinergia mediante la propagación de su banco de semillas, la que aun sin ser una precursora fuerte de la sucesión compite con las otras especies desplazándolas en algunas zonas de extensión importante.

Características Biofísicas. Las características biofísicas de las parcelas obedecen a un comportamiento climático regional y localizado, determinando un microclima en las parcelas pertenecientes a cada serie.

Información Comparativa. El número de especies por unidad de área es similar al de otros estudios realizados en otras zonas, no obstante es notorio el cambio de la vegetación con la altitud, las condiciones ambientales y el grado de intervención antrópicas.

La fauna desempeña un papel importante en el proceso evolutivo de cualquier ecosistema y en el desarrollo del proceso sucesional que se gesta constantemente en la búsqueda de la estabilidad posterior a las perturbaciones. En este tipo de sistemas y especialmente en aquellos que han sido degradados como resultado del uso inadecuado del suelo la fauna presente es sin duda uno de los componentes del ecosistema con mayor influencia en el comportamiento de modelo sucesional que se ha evaluado en el transcurso de la investigación. La fauna es una de las variables de mayor importancia en el desarrollo de sinergias ecológicas y relaciones causales. Por tal razón, el comportamiento que esta presente a lo largo del gradiente serico encontrado determina la dirección que tomará el ecosistema frente a la estabilidad de trayectoria.

El clima juega un papel determinante en el desarrollo del proceso sucesional ya que de este depende la velocidad con que se efectúan los procesos necesarios para lograr establecer las condiciones necesarias para que la vegetación recupere su presencia en las áreas donde se encuentran dominando especies invasoras.

Las bajas temperaturas predominantes tanto en la época húmeda a lo largo del día y en la temporada seca en las noches son las que determinan la baja temperatura de ciclaje de los nutrientes y su baja disponibilidad, en tanto los metabolismos son ralentizados y los procesos vitales se efectúan a una menor velocidad por lo que el crecimiento es lento aun en zonas con buenas condiciones edáficas. Todas estas variables ligadas al ajuste evolutivo propio de las especies determinarán pautas de asociación muy distintas a las que se encontraban inicialmente en el ecosistema antes de ser degradado por lo que las estabildades finales pueden ser muy distintas a las iniciales o a las que presenta el remanente del cual parte el proceso de sucesión natural. Esto infiere cambios fisiológicos y de comportamiento en la fauna en respuesta a los efectos directos e indirectos de las perturbaciones producto del constante cambio en las variables del sistema.

Caracterización Estructural

Asociación. Esta asociación se caracteriza por la excesiva uniformidad en cuanto al número de especies presentes en su interior y por la conformación estructural de los individuos presentes en ella. Esta dominada por especies de alta adaptabilidad y gran distribución local, lo que determina aun más su participación en el proceso evolutivo del sistema.

Dentro de dicha asociación las relaciones fitosociológicas que se gestan son sencillas pero revisten de gran complejidad en el tiempo. Las especies presentes en ella son sumamente competitivas y adaptadas a su entorno.

Análisis de los factores. A través del análisis de factores se pudo ratificar la relación que existe entre diferentes variables del suelo, las características inter-

asociaciones y la presencia o ausencia de características facilitadoras del proceso sucesional. La pendiente, como ejemplo, determina en gran medida los patrones espaciales de la capacidad de recuperación y la posible diversidad en ciertos parches de vegetación localizados en dichas zonas. La diferencia entre factores no es muy clara en lo referente a las características químicas de suelo, lo que es lógico al pensar que dichos factores están asociados a una marcada regionalidad del suelo. Los factores de degradación afectan al mismo punto la totalidad de los suelos desprovistos de una cobertura vegetal; por esta razón se descarta la implementación de tratamientos que contemplen la aplicación de algún tipo de químico, ya que los suelos susceptibles a ser revegetalizados y restaurados se encuentran en capacidad de establecer una vegetación de tipo arbórea. De igual forma, este análisis permite comprobar la necesidad de asistir el proceso sucesional modificando las condiciones físicas del suelo, las que sí determinan en gran medida la evolución de la sucesión, ya que estas sufrieron inicialmente cambios pronunciados por el erróneo uso del suelo en actividades de pastoreo

6.2 Aspectos a considerar en la propuesta del establecimiento del diseño de restauración

Los aspectos que se consideraron para proponer el diseño de restauración fueron:

Análisis de las características biofísicas. La ubicación de las parcelas objeto de los tratamientos obedeció a patrones establecidos al azar por lo que cada una, ubicada dentro de las características zonales (bloques), poseía unas determinadas características biofísicas intrínsecas dentro de las cuales existe un gradiente casi imperceptible debido a la falta de cobertura vegetal en algunas de ellas. Esto hace

que la vegetación se exprese obedeciendo a factores muy localizados como el microclima o las características del suelo ligadas a asociaciones hídricas y edáficas. El suelo en las diferentes parcelas se encuentra en un proceso de recuperación de su estructura, que inició hace cinco años en los que ha dejado de ser objeto de prácticas antrópicas (pecuarias).

Logística de aplicación. La aplicación a partir de diseño experimental implicaba adicionalmente combinar los tratamientos con otros tres, que serán multiplicado en cada uno de los anteriores, estos consistían en dispersión de semillas al voleo, siembra de semillas, y sin implementar ninguna particularidad como testigo, lo cual implicaba la recolección de material germinable dentro del cerro de la cuesta de Medina, por lo cual se procedió a la búsqueda de muestras idóneas de un volumen adecuado proporcional al tamaño de la parcela objetivo, con el objeto de comprobar la efectividad del material existente para la replicación de ecosistemas maduros en zonas degradadas.

Capacidad de recuperación. Las diferentes parcelas presentan un gradiente diferente de recuperación, encontrando un asocio principal a la distancia de otras fuentes semilleros o la presencia de herbáceas cercanas a la aplicación de la parcela, sin embargo este factor fue atenuado con un metro de borde proporcional de barrera, en el cual se intentó amortiguar los factores incidentes cercanos a las parcelas tratadas; en parcelas de roza, la recuperación fue mucho más acelerada, sin embargo este hecho, impide la llegada de individuos de carácter arbustivo o arbóreo.

La aplicación de fuego, constituye un mejor elemento de igualación de condiciones para las especies vegetales presentes en el área de incidencia, ya que este tratamiento hace más lento el proceso de recuperación de pastos y herbáceas, dando un mayor tiempo al establecimiento y desarrollo de semillas de especies arbustivas y arbóreas; así mismo la aplicación de tratamientos de fuego, modifica algunas características del suelo que son favorables a las especies de pastos, este hecho se vio acentuado en la aplicación de estos tratamientos en las zonas uno y tres, en las que los factores de cercanía de fuentes semilleras y pendientes pronunciadas respectivamente apoyaron en la germinación de semillas en estado de latencia. Este hecho genera una baja diversidad al analizar la parcela en una escala temporal mayor, puesto que las características de las semillas pertenecen a pocas especies con posibilidad de propagación en las mencionadas zonas, lo que conlleva a la necesidad de combinar estos tratamientos con la preplantación de especies importantes en seres medias pero con semillas de tipo recalcitrante.

6.3. Propuesta para la restauración ecológica.

En el Cuadro 5 se presenta la propuesta metodológica que se considera como la mejor para que se aplique en el ecosistema objeto de estudio. Si se aplica estrictamente, los impactos negativos se verá reducidos significativamente.

Importancia de los resultados. Sobre la base de los resultados y las experiencias realizadas en el cerro la cuesta de Medina, se proponen los lineamientos de un protocolo de restauración ecológica que ayude a reactivar el proceso de sucesión de las áreas afectadas. Con enfoques conservacionistas, este promueve el resurgimiento de una cobertura forestal más compleja y con

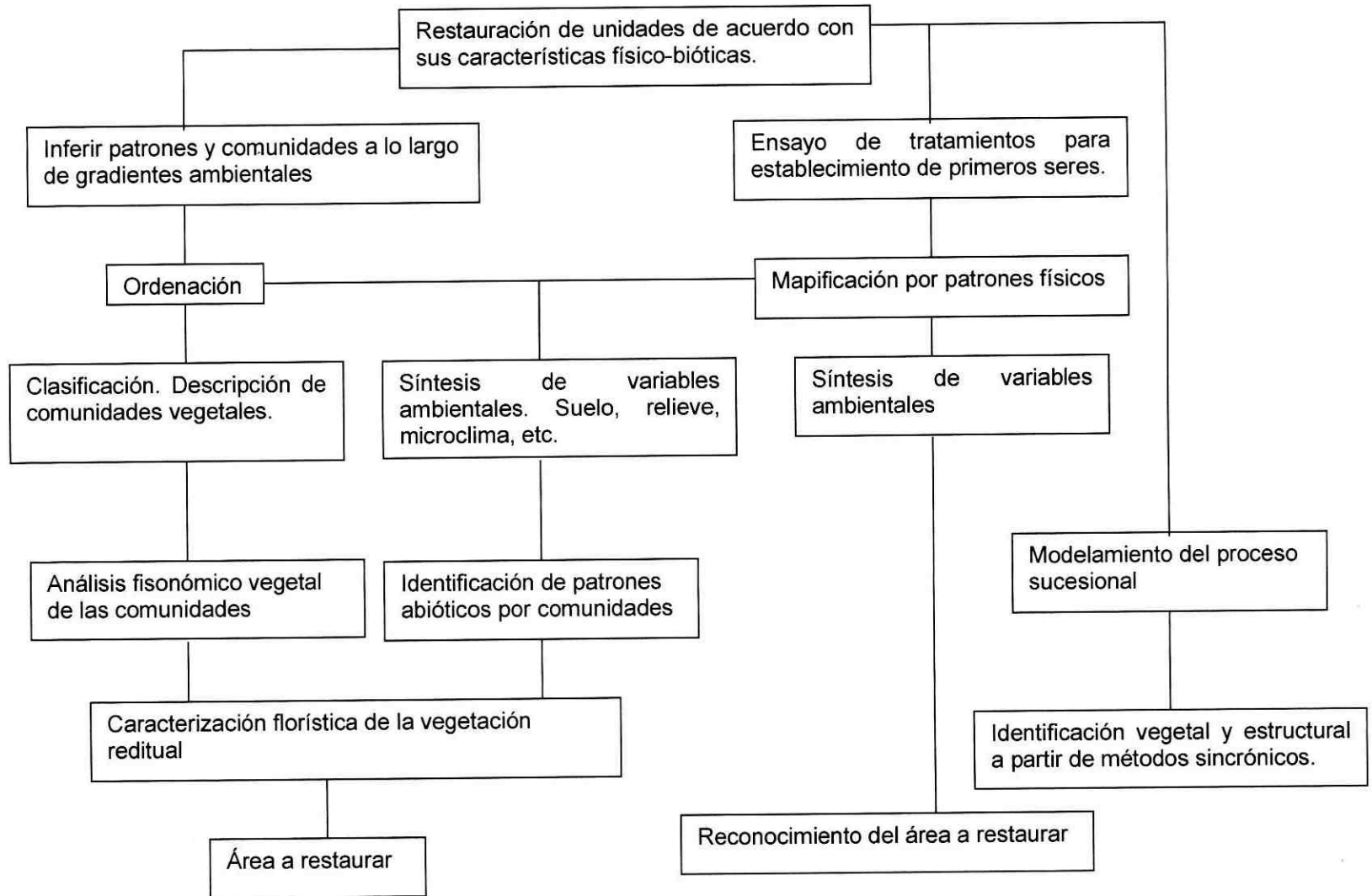
relaciones fitosociológicas más desarrolladas. De esta forma, este trabajo se convierte en una herramienta básica para la restauración de ecosistemas en condiciones similares como resultado del proceso de concientización de las entidades gubernamentales y privadas en el mejoramiento de la calidad ambiental.

Especies Importantes para la restauración vegetal

Candelilla, maguey áspero, cardeche, gobernadora, tasajillo, zacatillo, nopal duraznillo, biznaga, las palmillas, lechuguilla.

CUADRO 5

7. Propuesta Metodológica para la Restauración Vegetal en el cerro Cuesta de Medina. Ejido Francisco Villa Municipio de Lerdo Durango. Noviembre de 2007. Noviembre de 2007.



VIII. CONCLUSIONES

El lograr diseñar un protocolo de restauración depende básicamente del modelo metodológico-investigativo y del análisis de este como principio fundamental en la práctica de las técnicas y propuestas allí consignadas. Para llegar a un correcto desarrollo de la zona, se deben incluir los factores sociales que están en constante interacción con el medio generando una verdadera restauración ecológica socialmente sostenible en el cerro de la Cuesta de Medina. Los mejores tratamientos de manejo sobre gramíneas invasoras que permiten el establecimiento de especies pioneras y facilitan la recuperación de las áreas degradadas son la implantación de especies pertenecientes a las diferentes asociaciones encontradas en el estudio florístico.

La implementación debe hacerse en las etapas serales intermedias o finales, en los momentos sucesionales convenientes y con los espacios adecuados. Junto con la implementación de recomendaciones técnicas este tipo de prácticas permitirán generar la evolución sucesional propuesta; de igual forma, en condiciones muy especiales y no bajo una comprobación estadística, la implementación del fuego puede romper la dominancia del banco de semillas germinable y mejorar las condiciones de suelo para el establecimiento de estas especies en latencia.

La base de la restauración de los cerros de piedra caliza esta determinada por la aplicación combinada de varios factores. Dichas variables incluyen entre otros, la aplicación del conocimiento para identificar las características de la restauración asistida, la interdisciplinaridad y el compromiso institucional para armonizar el escenario tendencial de lo ambiental con el escenario social y la aplicación de prácticas técnicas de sustentación y apoyo al proceso sucesional de manera viable tanto económica como ambientalmente.

BIBLIOGRAFÍA

- Anuario estadístico del estado de Durango. Instituto Nacional de Estadísticas Geográficas e Informática. Edición 2001. México. D. F.
- Andrade. G. 1996. Biodiversidad, Conservación y Uso de los Recursos Naturales. Fescol. Bogota Colombia. Revista del Sistema de Parques Nacionales (1) 1: 7-10.
- Braum. B.y.J. 1979. Fitosociología bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales Editorial Blume. España. Pp. 107.
- Brown. A. y .A. Lugo. 1990. Tropical Secondary Forest. Journal Of. Tropical Ecology. 84: 549-562.
- Blanco. 2000. Agroforestería y Desertificación *in*: funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. San José, Costa Rica P. 157-187.
- Cantillo. 2001. Diversidad y Caracterización Florística y Estructural de la Vegetación en la zona de captación de aguas de la microcuenca. Bogota Colombia. 19 (3): 465-478.
- Corlett.R.T.1987. post-fire sucesión on mt. Wilhelm, paupa New Guinea. Biotropica. 28 (3): 345-355.

- Colciencias. 1990. Ciencias del medio Ambiente y Hábitat. Plan estratégico. 1990-2004. programa nacionales de ciencias y tecnología. Bogota Colombia. 20 (2) 101-144.
- Del Río. F. 1983. Fundamentos y técnicas para medir la Vegetación. Manual ESAZ-UJED. Venecia Durango,
- Ewel.J.1980. Tropical Sucesión Manifold Routes To Maturity Biotropica. Fundación Friedrich Ebert de Colombia. p. 53-58
- García, E.1980. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de koppen México. D. F. UNAM. P. 245.
- Guerrero. J. 1998. Conociendo el Estado de Guanajuato. 3^{er}grado Trillas, México .D.F. Pp.191-192.
- Holdrigdge.L.1978. Ecología Basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 34-56.
- IDEAM. 1997. Instituto de Hidrológica, Meteorología y estudios Ambientales. Informe anual de actividades. Bogota Colombia. p. 43-61
- Inventario Nacional Forestal. 1994. Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre de México. D. F. Pp. 59.

Ley forestal y su Reglamento. 20 de mayo de 1997. Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México. D. F. Pp. 165.

López, H. O. Montenegro y A. Sin publicar. Aspectos Ecológicos de las pequeña Especies en la Reserva Biológica Manuscrito no Publicado. Fundación Natura. Bogota Colombia. Editorial Carrera. Vol. II, Pp. 270.c

Lozada. 2006. Diseño Metodológico de Restauración de la Reserva Forestal Carpatos. Bogota Colombia. P 250.

Lozano, G. 1996. Notas sobre Biodiversidad. Instituto de Ciencias Naturales Bogota, Colombia. P. 71.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. 1ª Edición Editorial Limusa, México. D.F. Pp. 57-71- 348-356-362.

Semarnat. 13 de Diciembre 1996. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección.al Ambiente. Capitulo VI. Pp.104.

Semarnat. 2002. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficiales mexicanas NOM-059-ECOL-2001. Protección Ambiental- Especies Nativas de

Salamanca. 2000. protocolo Distrital de Restauración Ecológica Convenio DAMA-Fundación Bachaqueros. Bogota Colombia. 7: 1563-1575.

Sarh. 1994. semamat. 2004. Inventario Forestal periódico del Estado de Guanajuato, Celaya.Gto. México. D.F. P. 73.

UNESCO, PNUMA, FAO.1980. Ecosistema de los Bosques Tropicales. 1ª Edición, Editorial Omega. Madrid, España. Pp 37-59.

Velasco M.H. 2000. Sobrevivencia en los Semidesiertos Mexicanos. AGT Editor. ITESM-Campus Monterrey. Monterrey. N.L. México. D.F. Pp 58-80.