Reforestación con especies nativas en la mixteca oaxaqueña

Ingeniero Antonio Plancarte Barrera

Elite (*Alnus acuminata*)
en una barranca de La Providencia, Santiago Tilantongo

La impresión de este documento
ha sido posible por el apoyo de

FUNDACIÓN MERCED

Publicación gestionada por la

Fundación Comunitaria Oaxaca

Regalos de la vida

La naturaleza te dará prácticamente todo lo que requieres para superar las dificultades y los errores en la vida; sin embargo, tienes que mostrar agudeza en ella y utilizar armónicamente todos tus sentidos, sin limitaciones o barreras personales. Si hasta en los peores desiertos del mundo existe vida ¿Por qué razón no sería posible encontrar las especies más capaces, para adaptarse a las áreas degradadas? Reza el refrán que donde hubo fuego, cenizas quedan. En consecuencia, si sobre estas áreas y condiciones existió vegetación, la podrá haber, si nos tomamos la molestia de hacer la mejor elección de los organismos con estas cualidades, y acompañarlos con un poquito o mucho trabajo. Esto es, con estrategia, en la cual no pueden faltar el conocimiento y la contribución de la experiencia de los dueños de los territorios de interés.

Ingeniero Antonio Plancarte Barrera

Agradecimientos

Se agradece a Proyecto Mixteca Sustentable A.C. el apoyo y la confianza brindados para llevar a cabo la presente tarea, en el afán de mejorar el desempeño de las obras de restauración en la región Mixteca de Oaxaca, así como la contribución de dichas obras a la mejora de las condiciones sociales, económicas y ambientales de las comunidades en la región.

Se agradece el apoyo brindado por los siguientes compañeros y amigos, para obtener la información requerida:

Ing. Samuel Caudillo Caudillo
Ing. Bernardo García Ortiz
T.F. Mario Bolaños Méndez

Del Ing. Bernardo García Ortiz se agradece las imágenes proporcionadas, procedentes de Santa María Cuquila, relacionadas con los ensayos de elite y jarilla.

Imagen de portada:
Reforestación con elite (*Alnus acuminata*)
en San Antonio, Santiago Tilantongo.

Reforestación con especies nativas en la mixteca oaxaqueña

Ingeniero Antonio Plancarte Barrera

Proyecto Mixteca Sustentable AC

Gustavo Sánchez Benítez
Coordinador General

Formación
LDG Enrique Montes Hernández

Fotografías
Ing. Antonio Plancarte Barrera
Ing. Bernardo García Ortiz
Enrique Montes Hernández

Contenido

Presentación / 4

1. Introducción / 5
2. Objetivo de este documento / 6
3. Metodología usada para la elaboración de este documento / 6
4. Resultados / 7
5. Alternativas con especies nativas / 37
6. Discusión de los resultados / 69
7. Conclusiones / 76
8. Recomendaciones / 77
9. Anexo fotográfico/ 79

Renuevos naturales de ramón (*Cercocarpus fothergilloides*) aledaños a una reforestación de la misma especie en El Carmen, Tilantongo.

Presentación

Esta publicación es el resultado de una experiencia de reforestación con especies nativas en el marco de un proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), realizada entre 2011 y 2015 en la Región Mixteca del estado de Oaxaca, ejecutada por la CONANP y WWF y teniendo como agencia implementadora al PNUMA. Posteriormente se le ha dado continuidad por medio de Proyecto Mixteca Sustentable A.C.

En 2015, como producto de una relación profesional muy aleccionadora, el Proyecto GEF facilitó los medios para que el Ing. Antonio Plancarte Barrera elaborara un documento que ayude a demostrar la necesidad de dar impulso a la restauración y reforestación con especies nativas, si se quiere tener éxito en tan importante empresa, mucho más en una región con tantas necesidades al respecto.

Ante la falta de apoyo y entendimiento por parte de las autoridades ambientales federales y estatales, se han impulsado algunos viveros comunitarios en los que se produce planta para reforestar a partir de semillas colectadas en los mismos lugares que se siembran. Tanto en el marco del Proyecto GEF como ahora en las acciones que emprende la organización Proyecto Mixteca Sustentable A.C., se ha dado seguimiento a la producción de planta nativa para desarrollar actividades de restauración y reforestación en la Mixteca de Oaxaca y en pequeñas áreas se ha demostrado la viabilidad de esa política.

Lo anterior porque la especie que la política oficial ha privilegiado para reforestar en la Mixteca es el *pinus greggii*, aun cuando las mismas comunidades han solicitado planta adecuada a las características de su región, sus usos y especies nativas. En nuestra experiencia, los viveros que se han establecido para la producción y siembra de especies nativas, con apoyo de recursos del GEF, de la Alianza WWF-FCS, de la Fundación Merced, la Fundación ADO, la Fundación Comunitaria Oaxaca y DEMEX, y con la asistencia técnica de Proyecto Mixteca Sustentable, están dando buenos resultados en comunidades como San Martín Huamelúlpan, Santiago Tilantongo, Santa María Cuquila y Santa María Tiltepec, entre otras.

Este texto escrito por el Ing. Plancarte en 2015 tiene vigencia y será muy útil para los técnicos forestales y las mismas comunidades interesadas en recuperar sus territorios y manejar especies adecuadas y útiles para el sostenimiento de su modo de vida, así como los beneficios que brindan los ecosistemas, o para fortalecerlos y obtener a futuro una mejor producción de resina de pino, como ya lo están haciendo algunas comunidades de la Mixteca Alta de Oaxaca.

Agradecemos a la Fundación Merced el financiamiento otorgado para hacer posible la divulgación de este texto, que es sin duda una contribución a la promoción del desarrollo sustentable en la Mixteca y otras zonas con características similares en el estado y el país. Pero en general es una lección teórico-metodológica que resultará muy útil para cualquier persona que pretenda emprender reforestación y restauración con responsabilidad, bases científicas y con mucho sentido común.

Proyecto Mixteca Sustentable A.C.

1. Introducción

Todo trabajo de reforestación importante, de restauración o de plantaciones forestales comerciales, debe partir del análisis de las condiciones de los terrenos por reforestar, restaurar o plantar, con el propósito de conocer qué factores ambientales, físicos, bióticos y químicos interactúan sobre las áreas de interés. También se debe tener un objetivo claro de lo que se persigue con los trabajos por realizar, considerando que los recursos financieros disponibles siempre son limitados y resulta necesario hacer eficiente su uso. Con el conocimiento de las áreas de interés uno se puede dar a la tarea de buscar, hasta localizar, áreas con importantes similitudes en los principales factores de nuestras áreas de interés, y valorar las especies ahí presentes, para así determinar su utilidad conforme a nuestro objetivo y condiciones generales. Otra vía es el conocimiento de los requerimientos ecológicos de cada especie de interés, para compararlos con las condiciones que ofertan nuestras áreas por reforestar, restaurar o plantar. Esta tarea permite afinar los criterios para seleccionar las especies con mayores posibilidades de éxito para alcanzar nuestro objetivo deseado.

Los principales factores a considerar en este proceso son: la altitud de las áreas de interés, su latitud, la precipitación media anual y su distribución; la temperatura media anual (máxima y mínima), el fotoperiodo y el tipo de suelo (textura, estructura y pH). A grandes rasgos, del suelo es importante conocer si se trata de suelos pesados (ricos en arcillas), si son arenosos, su drenaje, la fertilidad de los mismos y una idea general sobre su pH.

En cuanto a la temperatura es fundamental conocer el periodo de heladas y las temperaturas mínimas extremas; en tanto que sobre la precipitación se requiere conocer su valor medio anual y su distribución en el año. De alguna manera con los niveles de altitud se asocian inversamente los valores de temperatura y presencia o ausencia de heladas, factor determinante en la distribución y fructificación de muchas especies. La latitud desempeña otro factor importante a considerar, debido a que a mayor latitud se registran importantes diferencias en el fotoperiodo, así como una reducción en la temperatura, debiendo compensar el movimiento de las especies para no distorsionar su ritmo de crecimiento y adaptación deseada.

Existe una infinidad de estudios e información sobre el particular, misma que debe consultarse para poder hacer una selección más acorde a las condiciones de interés por restaurar o plantar y, consecuentemente, tener mucho mayores probabilidades de éxito en los trabajos de reforestación.

Adicional a los trabajos de selección de especies, hay que tener presente que de cada especie, se registran suficientes poblaciones o procedencias, que habitan en condiciones muy variadas o muy particulares, a las cuales se han adaptado con el paso de cientos, miles y millones de años, diferenciándose entre sí como pequeñas razas o ecotipos, que se han diferenciado genéticamente del resto de otras poblaciones, conocidas comúnmente como procedencias, por sus cualidades muy particulares. Esto es, poblaciones o procedencias adaptadas a sitios con mayores altitudes, con bajos niveles de precipitación; a zonas muy húmedas, o bien a suelos con un pH elevado, unas con mayor y otras con menor capacidad de crecimiento. A manera de ejemplo, algunas poblaciones de Pinus greggii del norte del país (Coahuila y Nuevo León), crecen apenas una tercera parte en altura en comparación con otras poblaciones de la misma especie del estado de Querétaro. Estas diferencias llegan a superar por mucho las diferencias en crecimiento existentes entre especies dentro del mismo género.

El conocimiento del proceso de selección de especies y procedencias forestales, debe ser al agrónomo y forestal una herramienta fundamental como los técnicos responsables de los trabajos de reforestación y restauración y de establecimiento de plantaciones forestales. Por otra parte, la selección de especies nativas es otra opción, ya que éstas tienen la garantía de estar plenamente adaptadas a las condiciones de interés.

2. Objetivo de este documento

Promover un uso más eficiente de los recursos públicos, asignados con fines de restauración a la región Mixteca de Oaxaca.

Impulsar procesos de restauración más seguros en el largo plazo, y de mayor beneficio para los propietarios y poseedores de los territorios en la región.

Aprovechar de mejor manera la riqueza de especies forestales nativas de Oaxaca, en los procesos de restauración en la Mixteca.

Mostrar un procedimiento sencillo y ampliamente conocido, para la selección de especies con propósitos de reforestación y restauración de áreas degradadas en la región.

3. Metodología usada para la elaboración de este documento

Se revisaron diferentes áreas con trabajos de reforestación realizados en diferentes años en la región Mixteca de Oaxaca, con el propósito de contar con un panorama claro sobre las especies mayormente utilizadas en dichos trabajos. Se puso especial atención al estado de desarrollo de las especies reforestadas, sobrevivencia, estado de salud, adaptación y se obtuvieron algunas conclusiones a nivel de las especies utilizadas.

Entre otras áreas reforestadas se revisaron las de las comunidades siguientes: Magdalena Zahuatlán, Santiago Tilantongo, San Pedro Tidaá, San Francisco Nuxaño, Magdalena Yodocono, San Mateo Etlatongo, Santiago Amatlán, San Bartolo Soyaltepec, Santa María Nativitas, San Juan Bautista Coixtlahuaca, Tepelmeme Villa de Morelos, Concepción Buena Vista, Tlacotepec Plumas, Santiago Ihuitlán Plumas, San Francisco Teopan, San Mateo Tlapiltepec, Teotongo, San Juan Bautista Teposcolula, Santo Domingo Yanhuitlán, San Cristóbal Suchixtlahuaca, San Miguel Tequixtepec, San Martín Huamelúlpam, Magdalena Peñasco, San Mateo Peñasco, Santa María Yosoyúa, San Pablo Tijaltepec y Santa María Cuquila.

Para soportar lo expuesto para la condición de cada especie encontrada, se documentó con imágenes cada condición localizada. Se visitaron las áreas con el acompañamiento de por lo menos un testigo y por lo menos cuatro técnicos forestales con buen conocimiento de la región Mixteca, así como de los procesos de restauración de áreas degradadas.

Los trabajos de revisión de las áreas de distribución natural, y condiciones ambientales sobre las cuales se distribuye el Pinus greggii, se obviaron en este proceso, dado que el autor cuenta con el conocimiento de prácticamente todas las localidades donde se distribuye la especie en los estados de Nuevo León, Coahuila, Querétaro, San Luis Potosí e Hidalgo, por haber realizado colectas de semilla sobre dichas áreas, así como haber establecido ensayos de procedencias con esta especie desde 1988.

4. Resultados

Los trabajos de reforestación en la Mixteca de Oaxaca, contrarios a la diversidad cultural y riqueza biológica de recursos en la entidad, se caracterizan por la predominancia de *Pinus greggii* Engelm., una especie exótica utilizada indiscriminadamente en diversas condiciones ambientales: desde zonas subtropicales como Constancia del Rosario, hasta zonas frías donde su desarrollo es prácticamente nulo, pasando por zonas secas carentes de suelo y con muy baja capacidad de retención de humedad. Así, existen áreas plantadas donde un importante número de individuos registra problemas claros de desadaptación, desaprovechando el alto potencial de otras especies nativas, cuya principal cualidad es su plena adaptación en la región.

Negar el valor de las especies nativas en los trabajos de reforestación y restauración en la región Mixteca, equivale a ignorar el papel de la naturaleza a lo largo de millones de años con la depuración de especies en la región; el conocimiento generado sobre la selección de especies y procedencias, la experiencia y toda lógica en este tipo de procesos. Si bien es cierto que *Pinus greggii* es una especie precoz, con altos niveles de producción de conos y semillas fácilmente cosechables, ésta no es la razón primordial a considerar para seleccionarla y promoverla como la panacea para la restauración de las zonas degradadas en la región, dado que adolece de importantes cualidades que contrarrestan sus limitadas virtudes. Por ejemplo, también *Pinus oaxacana*, una especie nativa con importantes bosques en la región, es una especie precoz, con producción abundante de conos y semillas, además de adaptada naturalmente a la región, con mucho mejores cualidades que *Pinus greggii*.

Hábitat de *Pinus greggii*

El *Pinus greggui* habita naturalmente en algunas localidades o procedencias en los estados de Nuevo León y Coahuila en la parte norte de México, entre las que se puede citar Las Placetas, Cañón de Caballos, Puerto Los Conejos, Los Lirios y Jamé, con altitudes que van de los 2400 a 2650 msnm., y precipitación media de unos 600 mm anuales, sobre suelos con pH de ligeramente ácido a neutro, o ligeramente alcalino.

Más hacia el centro-norte del país, esta especie se distribuye en los estados de Querétaro, San Luis Potosí e Hidalgo, en localidades como La Parada, El Madroño y hacia el norte de El Lobo en Querétaro; Laguna Seca, El Piñón, Las Trancas, Maguey Verde, Molango y delante de Lolotla, en Hidalgo, así como en diversos sitios en las cercanías de Ahuacatlán de Jesús hacia Xillitla, S.L.P. Vale precisar que también existen algunas pequeñas poblaciones hacia Pinal de Amoles y varias rancherías hacia el sur y norte de Jalpan de Serra, Querétaro, sin embargo, se trata de reforestaciones realizadas a partir de 1978. Hacia la zona centro-norte del país (Querétaro, San Luis Potosí e Hidalgo), la precipitación incrementa sensiblemente, superando los 700 mm anuales, pudiendo alcanzar unos 1200 mm en el caso de Molango y cercanías de Lolotla, con suelos notablemente más ácidos y menor altitud, desde unos 1200 hasta muy cerca de los 2000 msnm.

En la zona norte el *Pinus greggii* puede tolerar temperaturas bajas, lugares donde llegan a registrarse algunas nevadas durante los inviernos de los años más fríos, en tanto que para Ahuacatlán de Jesús, Molango y Lolotla habita condiciones de bosque mesófilo de montaña; para La Parada, El Madroño, Laguna Seca y El Piñón habita condiciones subtropicales secas y hacia Las Trancas y Maguey Verde las condiciones corresponden a bosque de clima templado.

De los tres párrafos anteriores ya se puede inferir con relativa facilidad que *Pinus greggii* es muy variable genéticamente hablando, simplemente por la diversidad de condiciones ambientales que habita y tolera, habiéndose adaptado a ese tipo de condiciones. En consecuencia, debe tenerse presente esa variación natural de la especie para poderse recomendar con fines de reforestación o plantación para determinadas condiciones particulares, cualesquiera que éstas sean. De lo contrario, los resultados pueden ser desastrosos y altamente variables.

Las poblaciones o procedencias de *Pinus greggii* del norte del país se diferencian físicamente con suma facilidad de aquellas procedentes de la parte centro-norte del país, por su follaje más corto, más oscuro y de mayor rigidez (hojas más gruesas), así como por sus conos más cortos. En crecimiento, de un ensayo de procedencias realizado en Lomas de San Juan, Chapingo, México, se obtuvo que las procedencias del norte apenas crecen una tercera parte de las procedencias del centro-norte, ensayadas bajo condiciones similares. Es decir, esas diferencias entre el norte y centro-norte de México, para Pinus greggii, corresponden a diferencias genéticas entre poblaciones o procedencias para esta especie, dignas de considerar con fines de reforestación y plantación.

Por otra parte, ante la sequía registrada en 1991 en el centro del país, todas las procedencias del centro-norte de México murieron en su totalidad en el ensayo; en tanto las procedencias de *Pinus greggii* del norte, su apariencia fue normal: follaje de color verde intenso, sin señal alguna de estrés por la sequía ocurrida; otra cualidad y diferencia genética entre procedencias para esta especie, producto de su adaptación a zonas más secas.

Las áreas de interés por restaurar en la Mixteca y en cualquier otro lugar de Oaxaca, ofrecen determinadas condiciones de suelo (pH, textura, estructura, fertilidad, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, de retención de humedad y microorganismos), altitud, temperatura, precipitación, fotoperiodo, distribución de la precipitación. De igual manera, las diferentes especies toleran y habitan ciertas condiciones ambientales en el medio en que han evolucionado. De manera que para el éxito de los trabajos de reforestación y restauración, debe haber una buena coincidencia o similitud entre las principales condiciones que ofrecen los sitios por restaurar, con las condiciones que tolera y demanda cada especie de interés por seleccionar. En la medida que esta tarea se realice cuidadosamente, se estará cerca del éxito en el objetivo deseado, o viceversa.

Tan sencillo como lo siguiente: Si un habitante costeño cambia de residencia a las montañas, se estresará por frío; en tanto que un habitante de las montañas, de moverse a la costa, se estresará por el calor. Las plantas durante un periodo prolongado fuera de sus condiciones favorables, terminan debilitadas y se vuelven susceptibles al ataque de plagas y/o enfermedades que pueden terminar con su vida; o bien, su patrón de desarrollo puede sufrir alteraciones diversas.

Por otra parte, una especie llevada a un hábitat donde no tiene depredadores naturales, puede convertirse en plaga; en tanto que si encuentra depredadores en ese nuevo medio, puede no contar con las defensas necesarias para sobrevivir. Ejemplos en la vida real existen muchos: los sapos introducidos en Australia para el control del escarabajo de la caña de azúcar; los chivos introducidos en las islas de Guadalupe y Cedros en el pacífico de México; los nopales introducidos en Australia, donde se convirtieron en un verdadero problema para su control.

Experiencias de reforestación

Todo trabajo serio o extenso de reforestación, restauración o plantación, hace obligado el proceso de selección de especies y procedencias con mayores posibilidades de adaptación a los sitios de interés, proceso ampliamente documentado en el mundo entero, para seleccionar aquellas que ofrezcan su mejor adaptación y desarrollo. En este proceso, las especies nativas normalmente llevan las mejores ventajas, por su adaptación probada en las zonas de interés.

Los ensayos de especies y procedencias, son la herramienta mediante la cual se determina la adaptación de las especies y procedencias a las zonas de interés donde éstos se llevan a cabo, o se establecen. Representan un instrumento clave para no ir a ciegas en los trabajos de reforestación o de plantaciones; y lo más importante radica en que muchas veces dichos ensayos ya se han establecido con anticipación, lo cual resulta muy valioso; pero no debe ignorase este tipo de trabajos.

Sobre el particular, hay que destacar que en la Mixteca de Oaxaca ya existen ensayos de procedencias de *Pinus greggii* establecidos desde 1997, localizados en Tlacotepec Plumas y Magdalena Zahuatlán; sin embargo, se han ignorado esos resultados en los trabajos de producción de planta y reforestación en la región, predominantemente de la misma especie. También existen ensayos de *Pinus oaxacana* que permiten valorar la superioridad de esta especie sobre *Pinus greggii* en diversos aspectos; sin embargo, igual se ha ignorado esa información en los trabajos de reforestación realizados.

Hay que precisar que no se trata de decir que una determinada especie es la solución para todo. No. Lo que debemos tener bien claro es que las especies nativas son las mejor adaptadas a su zona o región; que existen especies propias prácticamente para casi toda necesidad y condición, y que muchas o varias especies comparten ciertas cualidades similares, pero siempre habrá una mejor que la otra para cierta condición en particular.

También hay que reconocer que existen áreas con condiciones en la Mixteca en las cuales ni el *Pinus oaxacana*, ni el *Pinus greggii*, cuentan con cualidades que puedan tolerar esas

condiciones; sin embargo, existirán otras especies para esas condiciones, solo basta con ser un poquito observador del medio de interés, porque ahí están las respuestas. Solo hace falta realizar algunas pruebas o ensayos, para que si algo llega a fallar, no resulte una pérdida de importancia.

Lo peor que se puede hacer, es negarse la oportunidad de probar otras especies en la región, porque negarse equivale a evidenciar desconocimiento, falta de información y de preparación; no obstante, el conocimiento empírico de los campesinos puede ser de utilidad en tales circunstancias.

¿Alguien recuerda aquel viejo procedimiento para conocer el pH del suelo, a base de papel tornasol y una solución de suelo, con la escala de Munsell? Así de simple resulta un breve análisis de suelo para determinar si el suelo donde habitan las especies de interés, se asemeja en pH con el de los suelos de los sitios de interés por plantar. Para los datos de precipitación, temperatura y altitud, sobran fuentes de información en la actualidad.

Otro procedimiento de importante utilidad es la coloración de los suelos, destacando que los suelos calichosos normalmente poseen un pH alcalino, considerando que los pinos, en su mayoría, prefieren y habitan normalmente sobre suelos con pH ácido. De modo que ese tipo de suelos no resulta normalmente favorable para muchas especies de pino, sobre todo para aquellos de interés maderable.

México y Oaxaca cuentan con una importante riqueza de especies vegetales, con la cual se puede satisfacer la mayor parte de las necesidades con propósitos de restauración en la región Mixteca. Por ejemplo, para las zonas con menor precipitación, se cuenta con mezquite, con algunas acacias, con jarilla, con chamizo, agaves diversos, nopales, palmeras y diversas cactáceas ya en caso extremo. Para condiciones de suelos delgados y pedregosos existen oportunidades en algunas especies de encinos y ramón, una especie muy promisoria y con importantes bondades para la producción de leña de alto poder calorífico, así como con importante capacidad de rebrotes de tocón, de raíz, así como de abundante producción de semilla.

Otras posibilidades, poniendo la vista fuera del estado, se encuentran diversas opciones entre los pinos piñoneros, que aun con su lento crecimiento, encierran importantes cualidades para la restauración de zonas en condiciones difíciles, a las cuales están adaptados. Estas especies, ofrecen dos cualidades adicionales de gran importancia: la producción de semillas comestibles (los piñones), así como la posibilidad de producción de arbolitos de navidad hacia el largo plazo, no demandando importantes trabajos de formación mediante podas con ese propósito. Este producto puede ser el resultado de trabajos de aclareo de las áreas restauradas hacia el largo plazo, como una medida silvicultural de los propios trabajos de restauración. Entre esas especies se pueden mencionar: *Pinus cembroides*, *P pinceana*, *P culminicola*, *P discolor* y *P maximartinezii*; todas ellas originarias del norte del país. En el caso particular de *Pinus maximartinezii*, se podrían combinar los esfuerzos de restauración con los de conservación, dado el estado de la especie. Estas especies, por su distribución natural hacia las zonas semiáridas del norte de México, están plenamente adaptadas a condiciones de suelos delgados, pobres en materia orgánica y con baja precipitación.

Prácticamente en todas las comunidades existe el *Pinus greggii* reforestado, sin el menor análisis, en todo tipo de suelos y condiciones de altitud y precipitación revisados, desde unos 1200 hasta a 2460 msnm. La siguiente especie reforestada en importancia numérica de sitios plantados es *Pinus oaxacana*, una especie nativa propia de la región; sin embargo, en superficie es abrumadora el área reforestada con *Pinus greggii*.

Existen algunas áreas plantadas inicialmente con *Pinus oaxacana*, correspondientes al periodo de cuando inició a intensificarse el proceso de reforestación en la región; con resultados muy satisfactorios, indicando que es la especie con mejores oportunidades para los trabajos de restauración en la Mixteca; sin embargo, nadie se preocupó de procurar esa continuidad con la especie ni valoró esos resultados. De igual manera, existen dos ensayos de procedencias con *Pinus greggii* establecidos en 1997 en la región, del que tampoco valoraron sus resultados, como para realizar un trabajo mucho más ordenado de reforestación y restauración con esta especie.

Hay que decir claramente que ni *Pinus oaxacana*, ni mucho menos *Pinus greggii*, son la panacea para los trabajos de reforestación y restauración en la Mixteca de Oaxaca, debido a la gran variedad de condiciones altitudinales, de suelos, temperatura y de precipitación que ofrece la región. Sin embargo, una importante superficie de las áreas por restaurar ofrece condiciones más favorables para *Pinus oaxacana*, que para *Pinus greggii*.

De otra importante superficie sus condiciones más generales pueden ser adecuadas para especies mucho más rústicas, como pudieran ser los encinos (*Quercus spp.*), ramón (*Cercocarpus fothergilloides*), o hasta plantas arbustivas muy ruderales como proceso de acondicionamiento de dichas áreas, como podrían ser la jarilla (*Dodoneae viscosa*), chamizo (*Baccharis spp.*), el maguey (*Agave spp.*), o, por qué no, hasta los pinos piñoneros, por su amplia adaptación a condiciones de suelos pobres y baja precipitación anual. Otra especie que resulta de interés es el tepehuaje (*Lysiloma sp.*), ampliamente adaptada en la región de la Mixteca, así como el elite para la protección de taludes y área con efectos de exceso de humedad estacionalmente, entre otras.

Figura 1. Primeras reforestaciones con *Pinus oaxacana* en Santiago Tilantongo, Nochixtlán, Oaxaca, de unos 19 años de edad, con diámetro normal de 30 a 50 cm.

Figura 2. Primeras reforestaciones (ensayos de *Pinus greggii* en Oaxaca, 1997), con la colaboración del INIFAP.

Figura 3. Primeras reforestaciones con *Pinus oaxacana* en la Mixteca (1997), con la colaboración del INIFAP.

De esas primeras reforestaciones con *Pinus greggii* y *Pinus oaxacana*, realizadas con la contribución del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en la Mixteca, se puede apreciar lo siguiente: a) un poco más altura en *Pinus greggii*; b) mayor diámetro normal en *Pinus oaxacana*; c) mayor cantidad de materia orgánica (hojarasca) sobre el suelo bajo las áreas plantadas con *Pinus oaxacana*; d) efectos de desadaptación de *Pinus greggii* en la región, manifestados a través del fenómeno de "cola de zorra", que por cierto se ha incrementado notablemente en prácticamente todas las reforestaciones más recientes revisadas; e) inicio de afectación por defoliadores en *Pinus greggii* y, f) mayor vigor y dominancia apical en *Pinus oaxacana*.

Con la información generada de los ensayos del INIFAP, donde también participó personal técnico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se pudo afinar el proceso de selección de especies, cuando menos entre *Pinus oaxacana* y *Pinus greggii*; además de la correspondiente a procedencias; sin embargo, no se aprovechó esta oportunidad. Por otra parte, la gran variación natural que presenta *Pinus greggii* entre procedencias ya era bien conocida. Los ensayos de especies y procedencias tienen la finalidad de evitar errores importantes en los resultados a largo plazo, en los trabajos de reforestación y plantaciones forestales, así como de hacer eficientes las inversiones; máxime cuando se trata de procesos para desarrollarse durante un largo tiempo en la región.

Figura 4. Misma imagen que la figura 1 de Pinus *greggii*, tomada en 2008. Nótese el Maguey muerto bajo las ramas de los árboles sobre la imagen 1, después de 7 años.

Figura 5. Diámetro de arbolado de *Pinus greggii* plantado en 1997. Tlacotepec Plumas, Oaxaca. Capa de ocochal delgada sobre el piso.

Figura 6. Diámetro de *Pinus oaxacana*, plantado en 1997, Tlacotepec Plumas, Oaxaca.
Nótese la gruesa capa de ocochal sobre el suelo.

Considerando el papel o efecto del diámetro de un árbol sobre el volumen maderable del mismo, además de la aportación de materiales orgánicos al piso, con fines de protección y restauración, no hay margen para argumentar lo contrario: la especie más promisoria en la región es *Pinus oaxacana*. Misma condición de terreno, mismo año de plantación. Se confirma en este ensayo lo que muchos autores recomiendan: el uso de las especies nativas, por su adaptación probada al medio. Con las especies nativas el riesgo de fracaso se reduce sensiblemente en los trabajos de reforestación, restauración y plantaciones. Otras especies exóticas deberán probarse siempre y cuando ofrezcan cualidades que valga la pena probar en los ensayos. Para poder apostar contra los materiales ya conocidos en la región. De lo contrario, ese riesgo resulta innecesario de correr.

Debe agregarse que la madera de *Pinus greggii* es muy ligera, de bajo peso específico y baja resistencia mecánica al esfuerzo, cualidades que en nada favorecen su elección como la principal especie utilizada en la región de la Mixteca, para los trabajos de reforestación y restauración de áreas degradadas, emprendidos a lo largo de un número importante de años en que se vienen desarrollando.

Figura 7. Efecto de "cola de zorra", por falta de adaptación de *Pinus greggii* a las condiciones de la Mixteca de Oaxaca. San Mateo Etlatongo.

El efecto "cola de zorra"

Los efectos de "cola de zorra" persiguen a una considerable proporción de individuos de *Pinus greggii* en la mayoría de sitios reforestados revisados, correspondientes a diferentes edades; en cambio, sobre *Pinus oaxacana* este tipo de efecto es raro, debido a su buena adaptación en la región. Otro elemento favorable para *Pinus oaxacana* en los trabajos de reforestación y restauración en la región.

Para hacernos entender sobre el fenómenos de "cola de zorra", así como cualquier campesino de la Mixteca sabe cuándo sembrar y cuándo cosechar sus cultivos, por la distribución de las lluvias y las heladas, así los individuos de *Pinus greggii*, por el cambio en la temperatura en su medio natural, han aprendido cuándo deben dejar de crecer y entrar en reposo, hasta una mejor condición de temperatura para volver a desarrollar. Sin embargo, como la temperatura les sigue siendo favorable para crecer en su nuevo medio, por haberse movido considerablemente al sur, la planta no para de crecer, apareciendo ese fenómeno anormal de brotes largos y sin ramas, que con el paso del tiempo normalmente los conduce a la muerte, producto de su desadaptación al medio.

Figura 8. *Pinus greggii* con efecto de "cola de zorra" en Magdalena Yodocono, Oaxaca.

De la imagen sobre la figura 8, puede apreciarse que la mayor parte de los individuos visibles presentan ese crecimiento anormal (conocido técnicamente como "cola de zorra"), condición que de inmediato refleja los problemas que enfrenta el *Pinus greggii* para adaptarse a esas condiciones, por estar habituado a desarrollarse en condiciones diferentes en su medio natural.

El *Pinus greggii* es una especie de crecimiento periódico estacional, es decir, presenta 3, 4 y hasta 5 verticilos por año, lo que significa que crece en varios periodos o ciclos, descansando alternadamente. En la Mixteca, en cambio, por las condiciones ambientales presentes, está modificando ese patrón de crecimiento, condición que lo hace formar ese patrón anormal de desarrollo, mismo que no podrá tolerar por demasiado tiempo.

Ese mismo efecto se repite en San Francisco Teópan, en San Mateo Tlapiltepec, en Teotongo, San Miguel Tequixtepec, Santa María Nativitas, Tlacotepec Plumas, San Pedro Tidaá y Santo Domingo Yanhuitlán, entre otras. Se trata prácticamente de una generalidad sobre el comportamiento de la especie en la región.

Inmediatamente al lado de la reforestación anterior, existe otra de *Pinus oaxacana*, separada solamente por una brecha, que no registra este problema, con toda seguridad por la adaptación que presenta esta especie a las condiciones más generales de la región. Es cierto que *Pinus oaxacana* registra menor altura en esta reforestación; sin embargo, también hay que precisar que, en buena medida, la mayor altura de *Pinus greggii* de debe al propio efecto de "cola de zorra", resultado de una elongación irregular y anormal en altura de planta o árbol, producto de condiciones ambientales diferentes a las existentes en su medio natural.

Por otra parte, no puede haber comparación en crecimiento entre una especie con desarrollo normal, contra otra con problemas de "cola de zorra", debido a que la lógica en tal proceso nos estaría arrastrando directamente al fracaso. Toda especie no adaptada a un medio, simplemente debe descartarse en cualquier proceso de reforestación, restauración o plantación comercial.

Figura 9. *Pinus greggii* con efecto de "cola de zorra" en Tepelmeme Villa de Morelos, Oaxaca.

Figura 10. *Pinus oaxacana* reforestado y desarrollando al lado de *Pinus greggii*, en Tepelmeme Villa de Morelos, pero sin el efecto de "cola de zorra", con excelente vigor.

Figura 11. Otro efecto abundante más de "cola de zorra" registrado en *Pinus greggii*, introducido en la región Mixteca de Oaxaca.

Entre las imágenes de las figuras 9 y 10, así como entre 10 y 11, solo media una angosta brecha.

Figura 12. Acercamiento del problema de "cola de zorra" registrado por *Pinus greggii*, introducido en la región Mixteca de Oaxaca.

El "efecto de cola de zorra" surge normalmente cuando las especies de coníferas se mueven artificialmente, de su ambiente natural, a un ambiente más favorable en condiciones de temperatura. Es decir, se llevan de un ambiente más frío a otro de mayor temperatura. De tal manera que cuando una especie se mueve de condiciones de mayor altitud, a zonas más bajas, aparece ese tipo de anormalidad en el crecimiento de los árboles, por el incremento en la temperatura del nuevo ambiente.

Lo mismo sucede cuando se mueve una especie latitudinalmente en importante magnitud, de norte a sur, debido a que las temperaturas sufren un efecto de reducción con el aumento en la latitud. Es decir, el Pinus greggii se ha movido de latitudes mayores o similares a los 21° norte en Querétaro o Hidalgo, hasta latitudes cercanas a los 18° norte en Oaxaca (tres grados de diferencia), sin compensar debidamente con altitud la reducción en latitud. En consecuencia, los individuos con "cola de zorra" se han confundido en su crecimiento, al no registrar las bajas temperaturas que deben inducir a sus primordios vegetativos y yemas a detener su crecimiento, para entrar en reposo con la llegada del invierno. Es así que un crecimiento periódico estacional se transforma en un crecimiento continuo anormal, que con el tiempo provocará la muerte de esos árboles.

Otro efecto de Pinus greggii registrado en la Mixteca y en el estado de México, es un proceso de envejecimiento prematuro, que aparece cuando un considerable número de árboles, alcanzando apenas los 8 a 12 metros de altura, acorta la longitud de sus entrenudos, hasta que aparece su muerte descendente, o bien deja de crecer en altura.

Figura 13. Árboles de *Pinus greggii* con 18 años de plantados en la Mixteca de Oaxaca, envejecidos y ya prácticamente sin crecimiento en altura.

Figura 14. Otra imagen con el mismo problema de envejecimiento de Pinus *greggii* en la Mixteca de Oaxaca, con 18 años de edad.

Pero los males para *Pinus greggii* en la Mixteca todavía no han terminado. Muchos autores han documentado los mayores problemas y riesgos asociados con las especies exóticas cuando se introducen a un nuevo ambiente, donde éstas no tienen depredadores naturales, como el caso de los nopales introducidos en Australia, donde en un corto periodo de años invadieron un territorio de más de 100,000 millas cuadradas a manera de una verdadera plaga; o bien de los sapos introducidos en ese mismo continente, para el control del escarabajo de la caña de azúcar, que se convirtieron en plaga también. En la Isla de Guadalupe y Cedros en México, con la introducción de cabras y gatos que se volvieron salvajes, se ha causado un daño terrible sobre varias especies nativas, poniendo en riesgo de extinción a diferentes especies vegetales y animales, preocupación grave al interior del Convenio sobre Diversidad Biológica, del cual México es un país signatario.

Plagas forestales

En algunas localidades reforestadas con *Pinus greggii* en la Mixteca se empieza a registrar el ataque de insectos defoliadores que, de no monitorearse o controlarse, pueden detonar importantes problemas sanitarios a futuro en la región, por tratarse de una especie a la que *Pinus greggii* no pudiera estar adaptado, dado que se trata de una especie exótica en la región y en el estado de Oaxaca.

Figura 15. Daño causado por un defoliador sobre *Pinus greggii* en reforestaciones realizadas en la Mixteca de Oaxaca.

Figura 16. Registro de la presencia de un defoliador (larvas de insecto), alimentándose del follaje de *Pinus greggii* en la Mixteca de Oaxaca

Aun cuando son pequeñas las poblaciones de larvas encontradas, debe tenerse en cuenta que se trata de una especie exótica en la región, y que de tratarse de una especie no experimentada en daños por *Pinus greggii* en su zona de distribución natural, no dejará de ser de importante riesgo.

En los bosques naturales de *Pinus greggii* en Querétaro se han registrado importantes afectaciones por descortezador (*Dendroctonus sp.*), que por su nivel de daños ocurridos hacia 2002, hacen suponer que esta especie es altamente susceptible al ataque del gusano descortezador. Los registros precisos deben estar en manos de la Reserva Ecológica de la Sierra Gorda, con sede en Jalpan de Serra, Querétaro.

En el estado de México el *Pinus greggii* introducido ha resultado afectado masivamente por un ácaro sobre fuste y ramas (chupador), conocido como pulgón lanígero, cuyo daño se reconoce fácilmente por una especie de algodoncillo dejado sobre las zonas afectadas, así como un residuo meloso que se torna oscuro tiempo después del daño. Este tipo de afectaciones es común sobre árboles que han perdido la dominancia en crecimiento en altura (árboles envejecidos).

Sobre el área donde se registró la presencia del defoliador en la Mixteca, se aprecia una baja sobrevivencia de los trabajos de reforestación, condición que deja abierta la posibilidad de daños anteriores por dicha especie, para su consideración en términos de revisión y monitoreo de las áreas de interés.

Para *Pinus oaxacana* en las zonas revisadas el panorama es mucho más alentador que para *Pinus greggii*; de hecho, hay que reconocer que los esfuerzos de los señores Aarón Cruz Santiago y Fidel Cruz Pablo, de Santiago Tilantongo, así como otras personas, son toda una escuela con *Pinus oaxacana*, y con otras especies. El autor conoce bien la teoría, y parte de la práctica; ellos son 100% prácticos; ellos son personas admirables por todo su trabajo, su mística, su esfuerzo y toda su sencillez.

Figura 17. Misma especie de defoliador en estado larvario, alimentándose del follaje de *Pinus greggii*, reforestado en la región Mixteca de Oaxaca.

Otras zonas igual muy importantes con trabajos de reforestación con *Pinus oaxacana*, que confirman la necesidad de fortalecer los esfuerzos de restauración en la Mixteca con esta especie, se localizan en San Francisco Nuxaño, Santiago Amatlán, sobre la pista hacia Coixtlahuaca, Tepelmeme Villa de Morelos, San Juan Teposcolula, Tlacotepec Plumas, Magdalena Peñasco y Magdalena Zahuatlán, entre otras localidades.

Este aspecto de *Pinus oaxacana*, con mejores posibilidades que *Pinus greggii* para la región de la Mixteca, ya se ha comentado con personal técnico de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) Gerencia Oaxaca, el presente documento da cuenta de ello.

Trabajos de restauración

La imagen de la figura 18 corresponde a 2008, un trabajo de apenas 4 o 5 años de realizado en El Progreso, Santiago Tilantongo, sobre bordos construidos para frenar los problemas de erosión sobre tierras cultivadas y por cultivar. El ejemplar de *Pinus oaxacana* por ellos plantado, luce simplemente soberbio, sobre tierras marginales parcialmente deslavadas por la lluvia.

Nótese el intercalado de maguey tobalá (*Agave potatorum*), conocido en la región como papalomé, sobre los bordos, ya en estado de madurez para la producción de mezcal del mismo nombre, producto del ingenio de esos grandes hombres de Santiago Tilantongo. De esta experiencia ya se pueden apreciar dos grandes aspectos: la necesidad de incluir diferentes especies en los procesos de restauración en la región, así como la estrategia para acortar los tiempos para sacar un beneficio de los esfuerzos personales de la restauración, entre el mediano y largo plazo: la cosecha del maguey. Por otra parte, es bien conocida la tolerancia de los agaves a las zonas difíciles de restaurar, por razones de precipitación y condición de suelos.

Figura 18. Dos de los principales autores de los trabajos de restauración con *Pinus oaxacana* en la Mixteca de Oaxaca.

Figura 19. Los mismos árboles de *Pinus oaxacana* de la figura 18, siete años después.
Progreso, Tilantongo, ya todo un bosque en camellones.

Figura 20. Desarrollo de *Pinus oaxacana* a 4 o 5 años de establecido sobre bordos.
Progreso, Santiago Tilantongo, Oaxaca, 2008.

Figura 21. *Pinus oaxacana* 2008 y 2015, respectivamente, Progreso, Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Pinus oaxacana y la restauración

Figura 22. Con este tipo de esfuerzos y *Pinus oaxacana*, no solo se está restaurando, sino asegurando el uso del suelo y el futuro de Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Una importante sinergia que ha faltado en el proceso de restauración en la región Mixteca de Oaxaca, ha sido la falta de intercambio de experiencias entre comunidades con diferentes procesos de restauración, donde aquellas con mayores avances y mejores experiencias, pudieran transmitir a muchas otras el conocimiento generado y las estrategias para mejorar sus propios procesos. En este sentido fue el interés de Proyecto Mixteca Sustentable A.C. para difundir y transferir este tipo de experiencias sobre el proceso de restauración de Santiago Tilantongo, con la inclusión de especies nativas en sus trabajos de restauración, cuyos primeros frutos comienzan a observarse en Santa María Cuquila, San Martín Huamelúlpam y San Sebastián Tecomaxtlahuaca en la Mixteca.

Por otra parte, ha faltado generar los mecanismos que pudieran permitir aprovechar directamente la experiencia del grupo de expertos reforestadores y restauradores desarrollado en Santiago Tilantongo, como protagonistas directos de este tipo de procesos en otras comunidades en la región, garantía segura del éxito en este tipo de iniciativas.

Otra excelente experiencia en trabajos de restauración con *Pinus oaxacana*, se localiza en San Francisco Nuxaño, un trabajo con altos niveles de sobrevivencia, con buen espaciamiento y muy buen desarrollo tanto en diámetro, como en altura de árboles. Cuando se observa este tipo de resultados, con una especie nativa, no se entiende la razón o sentido del por qué el giro o cambio en la principal especie a promover con propósitos de restauración en la región. Vale la pena que las instancias de gobierno se hagan esta pregunta y se den a la tarea de los análisis correspondientes, con el propósito de corregir el rumbo de las acciones. Hay que anticipar que *Pinus oaxacana* presenta periódicamente importantes niveles de floración y producción de conos y semillas en la región Mixteca (2011, 2013 y 2015, consecutivamente). De manera que no podrá haber excusa que pueda relacionarse con la disponibilidad de semilla para esta especie. Proveedores locales de semilla, tampoco es un problema, dado que existe la experiencia y de no haberlos, que no es el caso, se pueden desarrollar capacidades y habilitar.

Sobre este tipo de condiciones, de áreas restauradas, ya se puede percibir el ambiente de un bosque, con una importante capa de material orgánico protegiendo el suelo, con la presencia de hongos silvestres; así como con la falta de escurrimientos hídricos, infiltrada la precipitación y el trinar de las aves bajo este nuevo bosque. Una importante zona de recreación para la comunidad, que demanda de buenos trabajos de silvicultura a través de podas y ligeros aclareos, para la conducción de ese nuevo bosque.

Figura 23. Otra excelente experiencia de reforestación con *Pinus oaxacana* en San Francisco Nuxaño, Oaxaca, de unos 14 años de edad.

Figura 24. Excelente capa de ocochal para la protección del suelo y restauración con *Pinus oaxacana*, en San Francisco Nuxaño, Oaxaca, de unos 14 años de edad.

En el año 2010 hubo un curso taller internacional que entre otros componentes cubrió el tema de restauración, habiendo coordinado un módulo el Biól. Marco Antonio González, quien amablemente se interesó en que se le apoyara con alguna experiencia de comunidades en Oaxaca en ese componente. Se sugirió que podía ser la de Santiago Amatlán, una Agencia de Nochixtlán, Oaxaca. Entre otros participantes acudieron representantes de Cuba, Puerto Rico, Haití, Guatemala, Honduras, Brasil y al menos de 5 países más. Durante el recorrido de campo por las zonas en proceso de restauración todos los comentarios de los participantes fueron positivos y de admiración por su esfuerzo y aciertos; los integrantes del Comisariado no daban crédito a sus logros. Al finalizar el recorrido vino la comida y algunos mezcalitos, el Comisariado hizo un reconocimiento a todos los visitantes por la importante distinción de su comunidad para realizar el evento, y prácticamente con las lágrimas en los ojos expresó en corto: "*¿Me podría decir qué hicimos para haber merecido tan importante distinción? No llevamos muchos años trabajando por la restauración; pero esto nos motiva a redoblar esfuerzos! Nunca pensamos que nos podría visitar gente de tantos países en nuestra pobre comunidad…!*"

Los trabajos de reforestación y restauración continuaron con *Pinus oaxacana* en Santiago Tilantongo, pudiéndose apreciar las obras de los diferentes años. Es importante destacar que en esta comunidad existen personas distinguidas que a lo largo de unos 19 años, han plantado cada uno de ellos entre 30 mil y 50 mil plantas; entre esos nombres se puede mencionar a los señores Aarón Cruz Santiago, Fidel Cruz Pablo y Salomón López Gutiérrez, de El Progreso, San Antonio y El Socorro, entre otros, hombres que prácticamente se han entregado en vida a los trabajos de restauración por su comunidad, de aquellos que hacen honor al dicho de "descansar, haciendo adobes". Para esos distinguidos y grandes seres humanos, va nuestro humilde reconocimiento ante la falta de una mejor oportunidad para hacerles el reconocimiento público que a pulso de su esfuerzo se han ganado.

También habrá que recordarlos como actores clave en aquel proceso de la distinción del Sr. Jesús León Santos, como el Goldman mexicano, distinguido con ese reconocimiento gracias al papel de estos grandes hombres, y otros de los cuales ignoro sus nombres, de Santiago Tilantongo y sus diferentes Agencias. Para todos ellos, toda nuestra admiración, respeto y distinción.

Figura 25. Recuerdo de aquella visita a Santiago Amatlán, Nochixtlán, Oaxaca, sobre áreas en proceso de restauración con *Pinus oaxacana*, de unos 8 años de edad.

Figura 26. Otra muestra más del trabajo del Sr. Aarón Cruz Santiago, sobre trabajos de restauración con *Pinus oaxacana*, de apenas unos 6 años de edad. El autor dijo que de 4.

Sobre el bordo se pueden apreciar tres plantas de hojosas apenas intercaladas, que corresponden a un trabajo de enriquecimiento de especies, realizado con *Alnus acuminata*, por su buen resultado sobre otras áreas avanzadas en el proceso de restauración. Hay que precisar que el área de restauración no se localiza cercana a alguna cañada o arroyo, sino que se trata del filo de una loma, por aquello de algunas falsas creencias sobre las especies del género *Alnus*.

Sobre la figura 27 se puede apreciar nuevamente la inclusión de especies con interés en su aprovechamiento hacia el mediano y largo plazo en los trabajos de restauración (*Agave potatorum*); pero, lo más valioso, la estabilidad que brindarán las obras de restauración a las tierras cultivadas o en proceso de rehabilitar para la agricultura: los árboles de *Pinus oaxacana* vivirán de los bordos y les darán soporte; los bordos a su vez propiciarán el desarrollo de las plantas del *Agave* y no permitirán los escurrimientos hídricos ni la pérdida de suelo por erosión hídrica, brindando seguridad a las tierras agrícolas y la producción de alimentos; los agaves permitirán un ingreso entre los 6 y 8 años de plantados y hasta un poco antes, con la venta de la hoja para los preparadores y vendedores de barbacoa en Nochixtlán. Esta es una de las mejores alternativas para los procesos de restauración en la región de la Mixteca de Oaxaca.

Figura 27. Parte de la obra magistral del Sr. Aarón Cruz Santiago, un gran amigo, de Progreso, Santiago Tilantongo, Oax., de escasos 6 años de realizada, con *Pinus oaxacana*.

Sobre uno de los costados de la supercarretera Nochixtlán – Coixtlahuaca, se localiza otra interesante área restaurada con *Pinus oaxacana*, de aproximadamente 18 a 20 años de edad, sobre la cual nuevamente se pueden valorar los atributos de esta especie con propósitos de restauración, que debieran prevalecer en las obras de restauración con las condiciones favorables para esta especie en la región de la Mixteca. No obstante las condiciones originales, producto de la degradación de esas tierras, las respuestas de la especie se pueden considerar muy satisfactorias: buena cobertura de copas, notable aportación de materiales orgánicos al suelo, mejoramiento de las condiciones de hábitat para el establecimiento de otras especies, aceptable desarrollo en altura y muy buen diámetro normal de árboles; además de ser una especie nativa y en plena producción de conos y semillas, formando prácticamente un pequeño bosque.

Pero el trabajo de los directamente involucrados en los procesos de restauración de áreas degradadas en la Mixteca de Oaxaca, radica en que tienen que estar atentos desde la elección u oferta de las áreas de interés por restaurar, la selección de las especies y hasta de las procedencias más indicadas para la consecución de las semillas requeridas y la producción de planta necesaria (tipos de envase, sustratos, micorrizas y calidad de planta). Por ejemplo, hasta ahora con toda seguridad se desconoce la procedencia de la semilla y las áreas plantadas con dichas semillas en la región, de manera que si algunas reforestaciones con *Pinus greggii* resultan de interés, por su desarrollo, adaptación, conformación, entre otras, con toda seguridad que se ignora la procedencia precisa de ese material para propósitos de uso futuro.

Figura 28. *Pinus oaxacana* restaurando áreas degradadas camino de Nochixtlán a Coixtlahuaca, sobre un costado de la supercarretera Oaxaca-Cuacnopalan.

Por otra parte, ya se expuso que una sola especie no puede ser la panacea para los procesos de restauración de áreas degradadas en la región, ni sería prudente hacerlo. De manera que deben tenerse siempre presentes las condiciones propias de cada sitio de interés por restaurar, para elegir "correctamente" las especies con mayores probabilidades de éxito sobre dichas condiciones. En este tenor resultan de suma importancia las condiciones relacionadas con la existencia de suelo y tipo de suelo sobre las áreas de interés, para elegir las especies con el temperamento más acorde con dichas condiciones.

Nótese por ejemplo que *Pinus oaxacana* no desarrolla satisfactoriamente sobre suelos extremadamente delgados, con baja fertilidad y con serias dificultades para la retención de humedad (agua de lluvia); sin embargo, tales condiciones y el tiempo sobrevivido en dichas condiciones, permiten conocer su importante resistencia o nivel de tolerancia existente en la especie. De manera que tampoco es una especie que lo pueda todo. Este resultado permite definir que para ese tipo de condiciones no es *Pinus oaxacana* lo que se debe reforestar.

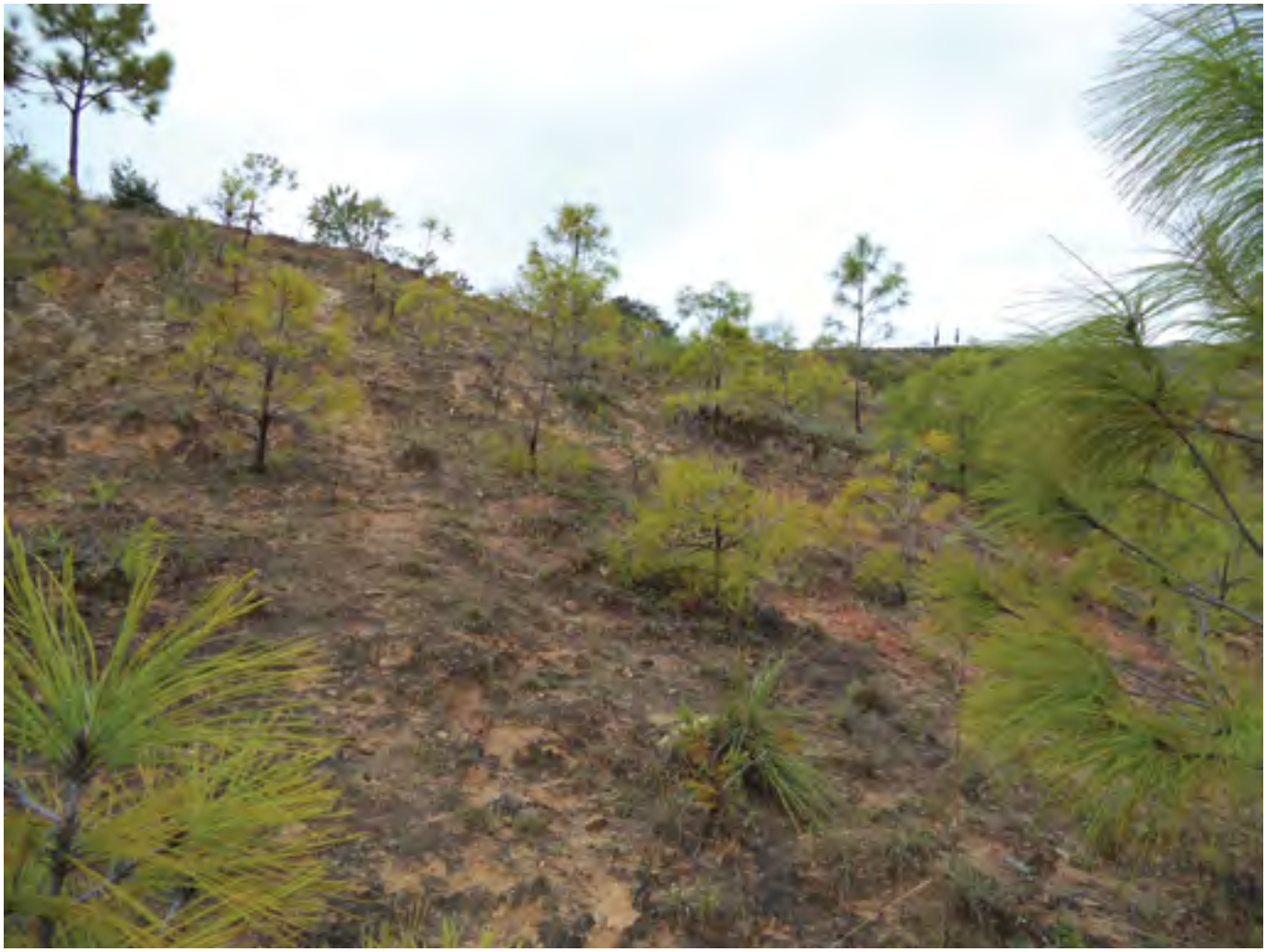

Figura 29. *Pinus oaxacana* reforestado hace unos 10 años sobre "suelos" delgados, pobres en nutrientes y con muy baja retención de humedad. Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Pero también sobre ese tipo de condiciones *Pinus greggii* tampoco las tolera, dado que en condiciones un tanto mejor o igual, no desarrolla, probablemente por algún efecto de deficiencias de drenaje en el suelo. No obstante, las tierras son prácticamente de uso agrícola (Figura 30).

Para ese tipo de condiciones de terrenos, tiene que haber el conocimiento necesario sobre una importante gama de especies con posibilidad de reproducirse y utilizarse para los trabajos de reforestación y restauración, así como la importante sensibilidad de los responsables de las labores de producción de planta en los viveros. No todo lo puede hacer *Pinus greggii*, como hasta ahora viene imperando en la producción de planta. Máxime sin el conocimiento sobre la variación natural que ofrece esta especie en su distribución natural, ni las medidas necesarias de compensación por movimientos importantes en la latitud con la especie. Téngase presente que la madre naturaleza es sabia y perfecta, que ha distribuido a las especies conforme a sus requerimientos ambientales y que, para moverlas arbitrariamente, cuando menos tenemos que hacer una buena imitación de ella.

En todo ese proceso de producción de planta de *Pinus greggii* en la Mixteca, los más beneficiados han sido los comerciantes de semillas y los productores de planta forestal para esas obras de restauración. Se ha llegado a confundir, convenencieramente, los objetivos del proceso de restauración con las facilidades para la consecución de las semillas y la producción de planta. De igual manera, el papel de los técnicos responsables de las obras de restauración y reforestación, ha sido deficiente, teniendo que aceptar materiales indebidos para sus obras, sabiendo además que, cuando reclaman, son señalados entre los operadores de los programas gubernamentales que apoyan ese tipo de actividades.

Un agricultor siembra siempre su maíz y frijol no por falta de otras opciones de semilla, sino por el conocimiento que tiene sobre sus semillas y por la adaptación de las mismas al medio en que las cultiva normalmente. No obstante, nunca está exento de daños por heladas, por falta o exceso de lluvias. De modo que ¿Por qué razón debe apostarse prácticamente todo en el proceso de restauración de la Mixteca a prácticamente una sola especie?

Figura 30. *Pinus greggii* de unos 5 años de reforestado, sobre suelos sensiblemente planos, con muy baja sobrevivencia. San Francisco Nuxaño, Oaxaca.

En el proceso de revisión de las áreas propuestas para restaurar por los propietarios, resulta clave la observación de las condiciones de las mismas por parte de los técnicos responsables de la asesoría técnica de cada obra. De esa buena observación depende la selección de la especie más promisoria para dichos propósitos. Claro está que debe tenerse el conocimiento necesario sobre una importante gama de especies. Sin embargo, cuando esa observación no se realiza, terminan aceptando cualquier especie que se les ofrezca o entregue, cargando sobre sus conciencias los resultados de sus errores. Para las condiciones de la imagen de la figura 33, ni duda cabe que una buena especie para la restauración de esta área, es la jarilla. Otra especie con importantes posibilidades de éxito, es el ramón.

Figura 31. *Pinus oaxacana* reforestado sobre un área carente de suelo, prácticamente sobre pura roca, unos tres años después de plantado en la Mixteca de Oaxaca.

Figura 32. Nótese el perfil de suelos.

Figura 33. *Pinus greggii* reforestado sobre suelos delgados y de condición un tanto calichosa. Nótese la presencia de jarilla totalmente verde sobre el terreno, sin preparación.

Figura 34. *Pinus greggii* tratando de sobrevivir sobre suelos delgados y pedregosos en la Mixteca.

Figura 35. *Pinus greggii* con muy bajos niveles de sobrevivencia sobre suelos calichosos en la Mixteca de Oaxaca, después de varios años de plantado.

Con las últimas cinco figuras, se debe entender que existen áreas en la Mixteca de Oaxaca que no son aptas para reforestar con *Pinus greggii* o *Pinus oaxacana*. Entendido esto, ya será una importante lección aprendida. Lo segundo será observar a la naturaleza sobre esas áreas, o simplemente conocer lo que vienen haciendo los pobladores de Santiago Tilantongo, e imitarlos.

En la Mixteca existen buenas capacidades para la producción de planta; de manera que para quien disponga de los recursos destinados a las obras de restauración con trabajos de reforestación, no debe ser preocupación la producción de planta de las especies requeridas, no de aquellas que le requieran producir. Esta situación ha sido una de las causas más importantes para haber dejado de producir *Pinus oaxacana*, y entrar a la producción predominantemente de *Pinus greggii*. Para aquel que le quede alguna duda sobre el particular, simplemente solicite y consiga los datos de producción de planta, por especie para la región. Si algunos productores desconocen los procedimientos para propagar algunas especies nativas de interés para la restauración, por así demandarlo las condiciones de las áreas de interés, la calidad de las obras por realizar no tiene por qué depender de los caprichos de ciertos productores de planta. Esta tiene que ser una de las primeras fallas de operación a corregir de raíz. De otra manera, el resultado promedio de las obras de restauración siempre tenderá a la mediocridad, por ignorancia.

5. Alternativas con especies nativas

Nunca perdamos de vista que las especies nativas, siempre van adelante en las decisiones de selección de especies y procedencias con propósitos de reforestación y plantación de árboles. Su adaptación al medio es bien conocida y esta es la razón.

En la región de la Mixteca existe una especie muy interesante que parece tolerar las condiciones de suelos pobres y de tipo calichoso, sobre los cuales es de suponerse un pH alcalino, por la presencia o abundancia de carbonatos de calcio. Esa especie es conocida como ramón (*Cercocarpus fothergilloides*), muy común sobre taludes de terrenos calichosos y con mucha piedra, o sobre cortes de terreno en carreteras.

El ramón posee importantes cualidades favorables para los procesos de restauración sobre zonas fuertemente degradadas; tiene la capacidad de rebrotar a partir de sus raíces y de la base del tallo cuando se le corta, así como de amacollar de manera importante a partir de la base de los arbustos. Su madera es dura, se utiliza como leña para diversas funciones domésticas y su madera posee un alto poder calorífico. Pareciera una especie que le agrada la mala vida.

Figura 36. Arbusto de ramón (*Cercocarpus fothergilloides*) donde ha sobrevivido hasta 7 meses sin lluvia al año, Magdalena Peñasco, Oaxaca.

Figura 37. Arbusto de ramón, habitando sobre tepetate y material parental, con importante amacollamiento de rebrotes.

El hábitat natural de esta especie cubre una gama importante de condiciones ambientales en la región de la Mixteca, desde zonas secas, hasta otras de importante humedad ambiental. Altitudinalmente cuando menos cubre un rango entre los 1700 y 2500 msnm, su talla más común es de arbusto; sin embargo, alcanza la altura de pequeño árbol. Su distribución es amplia en México, desde algunos estados del norte como Nuevo León y Coahuila, incluido Oaxaca. Se trata de una especie pionera sobre ambientes perturbados, cualidades que la vuelven de importante interés con propósitos de restauración. En Santiago Tilantongo le han encontrado sus buenas cualidades para la restauración y la han estado reproduciendo con esa finalidad. Sobre la imagen de la figura 38 se le puede apreciar colonizando aquellos espacios que no pudieron ser reforestados con *Pinus oaxacana* para la restauración de áreas degradas, o que bien no prosperó dicha reforestación; espacios caracterizados por la ausencia de suelo y condiciones calichosas de terreno. En las condiciones más complicadas de terreno se le puede apreciar totalmente verde y vigorosa en temporada de secas, indicador de su buena adaptación y resistencia a condiciones degradadas o fuertemente perturbadas.

Figura 38. Arbustos de ramón en desarrollo sobre condiciones de escaso suelo, baja retención de humedad y condición calichosa de suelo, en perfecto estado de salud. Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Observadas y conocidas las cualidades del ramón, Proyecto Mixteca Sustentable A.C. lo ha promovido como una especie interesante para propósitos de restauración y los primeros trabajos de reforestación son muy alentadores en ese sentido. De manera que puede ser una de las especies con mayores capacidades para tolerar aquellas condiciones donde no ha prosperado *Pinus oaxacana* ni *Pinus greggii*, por su mayor tolerancia a la falta de suelos, a las condiciones alcalinas de suelo y a la baja capacidad de retención de humedad. Por otra parte, esas buenas cualidades del ramón se combinan con las propias en términos de capacidad de rebrote cuando se corta, de raíz para la colonización de espacios abiertos, así como con su poder calórico cuando se utiliza como leña combustible y cualidad de amacollamiento.

Con el conocimiento generado en Santiago Tilantongo sobre el ramón, Proyecto Mixteca Sustentable A.C. lo introdujo en ensayos sobre áreas calichosas de Santa María Cuquila, y hasta ahora los resultados son muy satisfactorios.

La floración y producción abundante de semilla es otra cualidad importante en el ramón, además de ser una especie precoz, pudiendo llevar la producción de planta en vivero un periodo de 8 meses.

Figura 39. Reforestación de un año sobre un área desnuda de suelo calichoso, en Santiago Tilantongo, donde pese a las condiciones del terreno, la sobrevivencia de ramón es alta. Reforestar pinos ordinarios en estas condiciones, no es nada razonable.

Nótense las condiciones de suelo sobre el área de reforestación con ramón en Santiago Tilantongo, Oaxaca; sobre la superficie del suelo se forma una capa prácticamente impermeable a la precipitación, que impide la infiltración y facilita el escurrimiento superficial. Las plantas de ramón, a un año de reforestadas, no muestran signos claros de estrés. Hay que mencionar que el ramón registra un periodo inicial de crecimiento lento; sin embargo, una vez que fortalece su sistema radical, inicia un importante crecimiento en altura. Sobre algunas plantas ya se puede apreciar el efecto de ramificación que caracteriza a la especie, prácticamente desde el nivel del suelo.

En el acercamiento anterior se puede apreciar perfectamente las condiciones de suelo existentes, donde ni las gramíneas han prosperado en su establecimiento. No obstante téngase presente que en Santiago Tilantongo hace más de 15 años que prohibieron la cría de caprinos. Expuesto en otras condiciones, las dos imágenes anteriores muestran claramente las terribles condiciones para el éxito de los trabajos de reforestación sobre las mismas; sin embargo, todo apunta a que el éxito deseado se conseguirá con el uso del ramón, y en menos de dos años se podrá confirmar este resultado. El vigor de planta apreciado sobre el acercamiento de la imagen de la figura 40 así lo indica, y se confirma sobre la imagen de la figura 41.

Por otra parte, sobre algunas áreas donde viene desarrollando el ramón con *Pinus oaxacana*, todo apunta a que el desarrollo del ramón viene favoreciendo al desarrollo del pino, esta es la apreciación de los reforestadores de la comunidad; de ahí su interés por la especie. Este efecto probablemente pueda estar asociado a la ruptura del suelo o tepetate con el sistema radical agresivo del ramón. Ellos creen que puede tratarse de una especie fijadora de nitrógeno en el suelo, además de su aportación de materia orgánica al suelo mediante el follaje eliminado.

Figura 40. Acercamiento de una planta de ramón de poco más de un año de reforestada en Santiago Tilantongo, Oaxaca. Nótese el tallo líder de la planta, más cuatro o cinco ramificaciones desde la base de la planta.

Figura 41. Planta de ramón a poco más de un año de plantada, sobre suelos calichosos y pedregosos, con excelente vigor y capacidad de crecimiento. Santiago Tilantongo, Oax.

La madre naturaleza es muy sabia: al paso del tiempo va diseñando en los organismos vivos las formas, las estructuras, los contenidos genéticos y las estrategias necesarios para sobrevivir en todo tipo de ambientes, incluidos los existentes en la Mixteca de Oaxaca. Ella ha realizado su imperfeccionable labor. Queda al hombre hacer lo propio, para alcanzar los objetivos deseados. Pero ello demanda planear, exigirse y exigir con los demás, olvidando cualquier argumento o excusa para realizar sus tareas y conseguir sus propósitos.

En verdad que causa una importante satisfacción ver organismos desarrollarse satisfactoriamente, sobre sitios que no cualquier grupo de organismos puede tolerar, debido al grado de deterioro existente en los suelos presentes. Pero es mucho más satisfactorio saber que un grupo de expertos de Santiago Tilantongo, han sido los autores de este importante proceso de observación y experimentación que apenas inicia, y que Proyecto Mixteca Sustentable A.C. está tratando de llevar y expandir en otras comunidades en la región.

Queda la tarea para que instancias como la Comisión Nacional Forestal (Conafor) analicen los resultados de su programa de restauración en la región; el papel de cada especie utilizada y retome aquellas abandonadas o no incluidas en este tipo de procesos, para su consideración en la escala debida. En este proceso las comunidades y ejidos de la Mixteca tendrán que jugar un papel relevante, en lo concerniente a la selección de las especies de interés para sus obras de restauración, buscando diferentes objetivos en dichos trabajos.

Es cierto que las autoridades agrarias en la región de la Mixteca desconocen realmente las características de *Pinus greggii*, por tratarse de una especie exótica con la que no han convivido como con sus especies nativas. También es cierto que se trata de personas tranquilas en general, que confían en las recomendaciones de las instituciones, así como en sus técnicos asesores sobre dicha especie. No obstante, no corregir ese tipo de fallas, equivaldrá a jugar con esa confianza y con su falta de conocimiento en relación a la especie de pino más ampliamente reforestado en la región de la Mixteca hasta ahora.

Por lo sucedido, también es altamente probable que los técnicos asesores de las obras de restauración, desconozcan sobre el hábitat natural de *Pinus greggii*, así como de las necesidades de compensación para equilibrar el cambio de latitud con el movimiento de la semilla de dicha especie, y poder lograr con ello el desarrollo de individuos normales de la misma en la región de la Mixteca. Lograr la adaptación de esta especie a la región, no es complicado para conseguir árboles sin el efecto de cola de zorra; sin embargo, las cualidades de su liviana madera y su baja resistencia, permanecerán en mayor medida, resultando apenas modificables con una buena estrategia silvícola.

Figura 42. Taludes con suelos pobres y baja retención de humedad, ocupados por arbustos de ramón. Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Figura 43. Acercamiento de tallos múltiples, efecto común en los arbustos y pequeños árboles de ramón.

Otra especie nativa con amplias potencialidades de uso en los trabajos de restauración en la Mixteca, sobretodo combinada para mejorar la composición de los nuevos bosques, que bien puede acompañar a Pinus oaxacana, preferentemente sobre suelos sin problemas por exceso de calcio, es el elite o Alnus acuminata, conocida en otras áreas del país y de Oaxaca, como Aile, Palo de águila y Tepamo, que por cierto tiene excelentes cualidades para leña combustible, por la ausencia de sustancias que resultan picantes a los ojos durante el proceso de combustión, con buen poder calorífico, un poco quebradizo, pero muy suave para su corte y rajado.

Para muchos técnicos el elite es propio de zonas riparias o de vegetación de galería; sin embargo, algunas especies de este género pueden habitar formando masas puras bajo el dosel de bosques de pino, con alturas que superan los 20 m donde los suelos y la humedad le son favorables; sin embargo, las experiencias de Santiago Tilantongo con el elite, nos demuestran que las posibilidades de uso de esta especie son mucho más amplias. Hay que destacar igual, que tienen a esta especie considerada como fijadora de nitrógeno al suelo, favoreciendo el desarrollo de las especies acompañantes.

Considerando el rápido crecimiento del elite, en Santiago Tilantongo primeramente plantan al Pinus oaxacana, y una vez que el desarrollo de esta especie ya es avanzado, intercalan las plantas de elite, como se muestra en la figura 44 a continuación.

Figura 44. Intercalado de plantas de *Alnus acuminata* con *Pinus oaxacana* de unos 6 años de edad. Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Nuevamente hay que destacar que la plantación de elite en Santiago Tilantongo se viene realizando fuera de las áreas de influencia de escurrimientos hídricos, condición que habitan naturalmente algunas especies de *Alnus*. La imagen de la figura 44, así como la de la figura 45, pertenecen a zonas localizadas lejos de todo escurrimiento de agua y sobre las partes altas de lomerío; sin embargo, se podrá apreciar que el desarrollo de esta especie es impresionante en tales condiciones. También hay que decir que la especie de *Alnus* con presencia a orillas de arroyos en la Mixteca, corresponde a *Alnus acuminata* (elite), la misma que se viene plantando fuera de esa condición de hábitat particular.

Figura 45. Elite (*Alnus acuminata*) de 16 meses de plantado. Obra del Sr. Aarón Cruz Santiago (acompañado del Ing. Bernardo García Ortiz.), Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Figura 46. Producción de planta de *Alnus acuminata* en vivero en Santa María Cuquila, Oaxaca, a iniciativa de Proyecto Mixteca Sustentable A.C, transfiriendo la experiencia y resultados obtenidos en Santiago Tilantongo con esta valiosa especie. Imagen de Bernardo García O.

Figura 47. Ensayo de elite (*Alnus acuminata*) para fijación de taludes en Santa María Cuquila, a un año de establecidos, con excelente sobrevivencia y crecimiento. Imagen de Bernardo García O.

De toda especie es de suma importancia poner atención a las condiciones donde éstas se desarrollan de manera natural, pues de esas condiciones es donde es posible inferir su respuesta esperada al utilizárseles en trabajos de reforestación o plantación sobre las áreas de interés. Si las condiciones de las áreas por plantar se asemejan de manera importante a las que habitan esas especies en su medio natural, la respuesta puede ser muy favorable. Ese movimiento de especies no puede ser el resultado de una simple ocurrencia, sino en imitación del papel de la naturaleza.

Por otra parte, los taludes producto de los procesos erosivos, así como las orillas de escurrimientos temporales o intermitentes, normalmente presentan acumulaciones importantes de humedad temporal, gozando el elite de esa adaptación a condiciones de abundante humedad, y hasta de encharcamiento temporal de agua. Por ello la favorable respuesta de esta especie en Santa María Cuquila; esa condición en particular no es fácilmente tolerada por las especies de pino, mismas que prácticamente todas ellas en México, son intolerantes a las deficiencias en drenaje de los suelos.

En esta comunidad también se aprovecha la importante regeneración natural que ofrece el elite hacia las cercanías de los arroyos, registrando densidades similares a las de un almácigo, de donde se extraen a manera de desahijado, se desarrollan en vivero y se llevan a reforestación con fines de restauración. Un excelente trabajo y resultado de estas experiencias en esta comunidad, basadas algunas de ellas en el trabajo de Santiago Tilantongo.

Figura 48. Revisión de las primeras experiencias con elite en Santa María Cuquila, Oax., a dos años de realizadas las pruebas. Arbolitos con cerca de 4 m de altura. Imagen de Bernardo García O.

Para Santiago Tilantongo también se encontraron excelentes resultados con la plantación de elite sobre taludes de terreno, superando notablemente el desarrollo de *Pinus oaxacana* sobre mejores condiciones de suelo. De la figura 49 se puede apreciar la excelente combinación que puede resultar conjuntar ambas especies, plantando el elite después de avanzado el desarrollo de *Pinus oaxacana*, dados los ritmos de crecimiento tan diferentes entre ambas especies.

Figura 49. Excelente acompañamiento de *Alnus acuminata* con *Pinus oaxacana*, en San Antonio, Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Otro grupo importante de especies de interés con propósito de restauración lo constituyen los encinos, de los cuales en la Mixteca el encino amarillo (*Quercus sp.*) tiene grandes preferencias como leña combustible, de apariencia complicada para ese propósito. También con frecuencia a esta especie se le encuentra en las zonas de transición en condiciones de suelos pesados, abundante pedregosidad y no exactamente ricos en nutrientes. Pocos viveros propagan los encinos; sin embargo, hay quienes se ocupan de esas tareas, entre otros, los grandes restauradores de Santiago Tilantongo y un vivero localizado en Ocotlán de Morelos en Valles Centrales.

Los encinos, al igual que dos especies ya presentadas (ramón y elite), tienen la ventaja de rebrotar cuando se les corta, de emitir rebrotes de raíz y la producción continua de frutos una vez que alcanzan la madurez; además de la caída de las hojas durante el invierno y su recuperación hasta inicios de la primavera, condición que puede brindar a estas especies una importante ventaja sobre las áreas degradadas, al reducir con la pérdida de su follaje la transpiración y pérdida de agua durante la mayor parte del periodo de secas, uno de los factores más críticos para la sobrevivencia de las reforestaciones sobre las áreas degradadas. Una vez que existe la experiencia para la propagación de los Encinos, no hay motivos para que este grupo de especies permanezcan al margen de los trabajos de restauración, con la excepción de casos muy particulares, como el de Santiago Tilantongo.

La mayor diferencia entre la producción de planta de encino en viveros, radica en la condición de las semillas, por tratarse no de una semilla convencional u ortodoxa, sino de semillas recalcitrantes, que siempre deben mantener un importante contenido de humedad para poder mantener su viabilidad.

Figura 50. Germinación de *Quercus* en vivero. Las bellotas se levantan del sustrato durante la germinación.

Una información valiosa de conocer, relacionada a los *Quercus*, de acuerdo con las experiencias del Señor Aarón Cruz Santiago, de Santiago Tilantongo, es la gran variación en la respuesta en crecimiento de este grupo de especies después de plantadas. Sin embargo, sus grandes ventajas bien valen la pena, por su resistencia y tolerancia a suelos muy delgados y con altos niveles de pedregosidad, donde otras especies no toleran ese tipo de espacios.

Varias especies del género *Quercus* son vivíparas, en las cuales la germinación de las semillas inicia antes del desprendimiento de éstas del árbol madre, cayendo al piso con la radícula ya elongada. Esta condición hace necesario que la siembra de las semillas en vivero se realice prácticamente desde el momento de su recolección, con el propósito de no afectar el proceso de germinación y el buen resultado en la producción de planta. De igual manera debe cuidarse la profundidad de la semilla durante la siembra, dado el tamaño de la misma y sus implicaciones para la emergencia de la plántula. El resto, ya es el pan de cada día de los viveristas.

Figura 51. *Quercus sp*. de poco más de un año de plantado. Imagen tomada a mediados de otoño. Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Sobre la imagen de las figuras 51 y 52 es posible observar los efectos del otoño sobre las hojas de las plantas de *Quercus*, anunciando su defoliación ante la pronta llegada del invierno. Esta condición favorecerá en la planta la evasión de la mayor parte de la temporada de secas del año siguiente, para asegurar la sobrevivencia de las plantas y su mejor establecimiento. Una importante estrategia de muchas especies, producto del proceso de adaptación de las mismas a su medio. Esta es la gran ventaja del uso de especies nativas en los trabajos de reforestación, en comparación con el uso de especies exóticas.

Los encinares, por tratarse mayormente de especies caducifolias en bosques de clima templado, aportan cada año importantes cantidades de follaje al piso, formando suelos ricos en nutrientes, mismos que en diferentes estados del país tienen importante demanda para la jardinería por su alto contenido de materia orgánica y liberación de ácidos húmicos; sustancias bien conocidas por sus diferentes efectos para la floración de plantas de ornato, así como para la coloración de frutos en la horticultura, producto de la descomposición de la materia orgánica que a su vez mejora las propias cualidades del suelo.

Figura 52. Planta de Encino de 3 años de edad, anunciando la caída de sus hojas, por la cercanía del invierno. Santiago Tilantongo, Oax.

La inclusión de los encinos en obras de restauración de suelos en la Mixteca de Oaxaca, es una actividad obligada, considerando que se trata de los últimos ejemplares arbóreos sobre importantes extensiones de terreno, en los cuales se ha cambiado el uso del suelo, por agricultura y ganadería; pero también por la persecución de este grupo de especies por sus cualidades más deseables para la producción de leña y carbón. Todavía en algún hotel de Nochixtlán, las sábanas de las camas suelen tener el rico e inconfundible olor a humo de leña de encino; no obstante, los encinares ya se localizan a importante distancia de esta población. Lo mismo sucede en el buqué de algunos mezcales, donde su esencia en parte es producto del humo de la leña de encino, impregnada durante la cocción de la piña del maguey en los hornos, calentados a base de leña de encino.

Figura 53. Planta de *Quercus* de casi dos años de edad, quebrada, pero rebrotando de la base, virtud de este grupo de especies. El Socorro, Santiago Tilantongo, Oax.

Cuando se diseña y echa andar un programa de restauración, el objetivo y propósito nunca puede ser simplemente restaurar el área. Todo proceso que implique la plantación y cultivo de árboles no puede ni debe limitarse a ese simple propósito; se tiene que pretender mucho más en ello, en la medida de lograr el primer objetivo. De acuerdo con los resultados obtenidos del presente ensayo, para conocer lo relacionado con el uso de especies en la restauración de la Mixteca de Oaxaca, salta a la luz que no ha habido otros objetivos de los trabajos realizados asociados a la restauración; por ello el uso indiscriminado de *Pinus greggii* en la mayor parte de áreas con procesos de reforestación y restauración en la región.

Sabemos de antemano, y de sobra, que un área restaurada, cuando se logra ese propósito, no será para contemplarse; por ello la necesidad de considerar otros objetivos en este tipo de procesos. Por ejemplo, es posible aseverar que hay una importante inversión realizada en estos esfuerzos en la región; sin embargo, no se observaron trabajos o actividades relacionadas con el seguimiento y manejo de las áreas avanzadas en los trabajos de restauración; esto es, aclareo y podas, cuando menos. Existen algunas pequeñas áreas donde se observaron incipientes trabajos de poda, pero muy defectuosos, sin la asesoría o capacitación mínima requerida.

Figura 54. Planta de *Quercus* de tres años de edad, desarrollando satisfactoriamente sobre terrenos ricos en gravilla.

Con las herramientas actuales para la elaboración de cartografía digital, además de toda la información disponible, resulta de suma facilidad desarrollar un efectivo programa de restauración en la Mixteca, facilitando desde la programación de áreas, la producción de planta y especies, hasta los sitios más favorables para su producción, orden de trabajos, etc. Por otra parte, una zonificación forestal de la región facilitaría notablemente la selección de especies para cada condición en particular, utilizando para ello tan solo las variables de altitud, precipitación y tipo de suelos.

Figura 55. *Quercus* de 8 años de plantado, uno de los ejemplares con mejor desarrollo en diámetro y altura. Santiago Tilantongo, Oaxaca. Hay ejemplares con tan solo 70 cm de altura. Sin embargo, la especie lo amerita en el largo plazo.

El *Pinus devoniana* (*P. michoacana*) es otra especie con importante tolerancia a las zonas perturbadas; pero no en extremo. Es propia de bosques de transición, y cuando las zonas de interés por restaurar aun cuentan con un poco de suelo, esta especie es promisoria. No obstante su lento crecimiento durante los primeros años, una vez habiendo asegurado su establecimiento, puede recuperar el tiempo perdido en desarrollo en altura y diámetro normal.

Figura 56. *Pinus devoniana* reforestado entre *Pinus oaxacana*, San Francisco Nuxaño, Oaxaca.

El *Pinus devoniana* posee la estrategia evolutiva que una vez plantado, o naturalmente establecido en el terreno, primeramente busca afianzar su amplio sistema radical en el suelo, sin manifestar desarrollo visible en altura, excepto un engrosamiento de su tallo, para posteriormente iniciar su desarrollo en altura y diámetro. Este periodo puede llevarle hasta tres años en tal condición. Sin embargo, cuando puede tolerar las condiciones en que fue establecido, consigue los individuos más vigorosos entre las especies de pinos mexicanos en reforestaciones y plantaciones; dicho vigor, acompañado de su largo y grueso follaje, por el cual en muchos lugares del país lleva el nombre común de pino real.

Se trata de una de las especies de pino mexicanas con mayor resistencia a problemas de plagas forestales como los descortezadores (*Dendroctonus spp.*), constituyendo esta propiedad una importante cualidad para la especie y con fines de restauración. En varios pueblos de la Mixteca el *Pinus devoniana* es una especie ampliamente utilizada para la elaboración de festones, como adornos para sus fiestas patronales, además de aromatizante del ambiente, por el contenido de resina en su follaje. El follaje producido por esta especie es abundante y de una lenta descomposición sobre el suelo, cualidad favorable para la protección de suelos sobre áreas degradadas. Su follaje verde suele ser utilizado para la elaboración de artesanías en Michoacán, y recientemente en la Mixteca.

Figura 57. Reforestación con *Pinus devoniana*, camino de Nochixtlán a San Juan Bautista Coixtlahuaca, con aceptable desarrollo para restaurar áreas degradadas. Con unos 18 a 20 años de edad.

Figura 58. Otra muestra de *Pinus devoniana* de unos 12 años, para la restauración de áreas degradadas en la Mixteca de Oaxaca, con aceptable desempeño para la restauración.

Figura 59. Espécimen de *Pinus devoniana*, nativo, vs *Pinus greggii*, introducido con problemas de cola de zorra, al fondo. Mixteca, Oax.

Sobre la marcha de los trabajos de revisión de las áreas con trabajos de reforestación y restauración, realizados en la Mixteca, se localizaron estos especímenes en El Socorro, Santiago Tilantongo, correspondientes a *Pinus douglasiana*, que por su hábitat en masas puras, o bien sobre bosques de transición degradados, así como por la condición de su desarrollo sobre la imagen, la hacen suponer otra especie con ese interés.

Figura 60. *Pinus douglasiana* en zonas restauradas en El Socorro, Santiago Tilantongo, Oaxaca. Sentado y con su hijo en hombros, el Señor Salomón López Gutiérrez, autor de las obras de restauración.

Una especie silvestre que con frecuencia se rechaza en las obras de restauración de suelos, debido a que otras especies de ese mismo género se han domesticado, y utilizado ampliamente con fines industriales para la elaboración de bebidas alcohólicas, es el maguey papalomé (*Agave potatorum*), especie altamente indispensable para sostén y formación sucesiva de bordos, con el propósito de reducir gradualmente la pendiente del terreno, así como la capacidad de arrastre del agua de escorrentía y la erosión de suelos. Se trata de una especie que debe promoverse con ese propósito, además de su valor para la generación de ingresos, por ser una especie totalmente silvestre que apenas se comienza a cultivar. Esta medida puede contribuir, además, con propósitos de conservación para una especie que a lo largo de muchas décadas se ha venido aprovechando en Oaxaca, sin restricciones, para la elaboración de uno de los mejores mezcales de Oaxaca: el mezcal Tobalá.

Se trata de una técnica de restauración y conservación de suelos desarrollada hace un importante número de años por algunas culturas del centro de México y parte de la meseta del Anáhuac, retomada e impulsada de manera importante por el Colegio de Postgraduados de Chapingo con el mismo propósito; pero con otras especies de *Agave*. No olvidemos la resistencia de los agaves a las condiciones de suelos pobres y con limitada precipitación, cualidad favorable a los propósitos de restauración.

Figura 61. Maguey papalomé (*Agave potatorum*), especie utilizada en San Antonio Tilantongo, Oaxaca, con fines de restauración, como parte de una estrategia para la generación de ingresos a mediano y largo plazo.

Sobre las primeras áreas donde se probó el uso del maguey papalomé sobre bordos, con propósitos de restauración, ya varios de ellos se han aprovechado, y otros tantos se encuentran en proceso de floración y producción de semilla, demostrando que esta especie silvestre, también puede contribuir de manera significativa en los trabajos de restauración en la Mixteca de Oaxaca.

La reforestación con maguey papalomé (*Agave potarorum*) es una actividad perfectamente compatible con la agricultura en Santiago Tilantongo, Oax., con la oportunidad de fortalecer las capacidades de los restauradores para continuar con tan ingrata labor en la región más pobre de Oaxaca, con los más altos indicadores de expulsión de mano de obra, por la falta de oportunidades de empleo e ingresos en el estado con la mayor diversidad cultural de México y de los más biodiversos de toda la República Mexicana.

Figura 62. Bordo para obras de conservación de suelos reforestado con maguey papalomé (*Agave potatorum*). Progreso, Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Para zonas por restaurar donde existe una alta demanda y necesidad de leña combustible, además de limitada precipitación, otra especie arbustiva de interés es la jarilla (*Dodoneae viscosa*), que además de su buena adaptación a suelos pobres, es de rápido crecimiento e importante amacollamiento desde sus etapas iniciales de desarrollo, que para el reforzamiento de bordos resulta muy interesante. Esta especie también se ha iniciado a reproducir y reforestar en Santa María Cuquila, Oax., llevada a iniciativa de Proyecto Mixteca por el conocimiento de su utilización en otras comunidades como Santiago Tilantongo. Se trata de una especie que normalmente habita zonas degradadas, por lo que se puede considerar como una especie oportunista. Los resultados hasta ahora son muy alentadores.

Figura 63. Planta de jarilla (*Dodoneae viscosa*) de menos de tres meses de plantada. El Socorro, Santiago Tilantongo, Oaxaca.

En algunos pueblos de Oaxaca, alejados de las sierras de bosques de encino o pino-encino, la jarilla desempeña un importante papel para la provisión de leña combustible, cubriendo así diversas necesidades domésticas en los hogares del medio rural, motivo por el cual Proyecto Mixteca Sustentable A.C. consideró a esta especie como estratégica, para promover obras de restauración de áreas degradadas, así como para la producción de leña combustible, significa Santa María Cuquila un caso de este tipo de comunidades en la Mixteca de Oaxaca.

Figura 64. Jarilla (*Dodoneae viscosa*) plantada para retención de bordo, con menos de 2 años de plantada, iniciando la producción de semilla. Santa María Cuquila, Oaxaca. Imagen de Bernardo García O.

Existe otro grupo de especies que normalmente son pioneras de los procesos de sucesión natural sobre terrenos abandonados por la agricultura, que anteceden al establecimiento de las coníferas. Este grupo de especies pertenecen al género *Baccharis*, conocidas en Oaxaca como chamizos, cuya talla corresponde normalmente a pequeños arbustos, que también pueden hacer la función de producción de leña y muy propios para la protección de bordos de obras de conservación de suelos, así como de linderos entre parcelas de cultivo y rellenos de caminos, de manera que también resultan de interés para trabajos de restauración y producción de leña para algunas comunidades en condiciones críticas, como muchas de la región Mixteca. Una de estas especies se ha propagado y se usa en las reforestaciones en Santiago Tilantongo y Santa María Cuquila, y todo apunta a que se trata de *Baccharis heterophylla*, misma que ramifica profusamente desde la base de la planta madre, propiciando una buena cobertura de suelos, pese a su limitada talla. Esta especie bien se puede utilizar en las primeras etapas de restauración de áreas muy degradadas, como la primera medida para modificar las condiciones de suelo y su formación, antes de utilizar otras especies de porte arbóreo.

Figura 65. Planta de chamizo (*Baccharis heterophylla*) de tres meses de plantada, en El Socorro y Progreso, Santiago Tilantongo, Oaxaca.

Esta misma especie también se ha iniciado a reforestar en Santa María Cuquila, Oax., con resultados preliminares muy alentadores para la restauración, sobre zona donde otras especies han encontrado importantes dificultados para su establecimiento, combinada con ramón y jarilla.

Entre otras especies con posibilidades para trabajos de reforestación en la Mixteca se encuentra una del género *Juniperus*, propia de importantes bosques de transición en la región, cuya madera es altamente apreciada para la elaboración de muebles, así como para postes en construcciones domésticas o cercos de terrenos; sin embargo, hay que desatacar que se trata de un grupo de especies de muy lento crecimiento y limitada capacidad para la formación de suelos.

Figura 66. Planta de enebro (*Juniperus sp*), reforestada en El Socorro, Santiago Tilantongo, Oax., que por cierto lleva buen crecimiento a cuatro meses de plantada.

Se comentó con anterioridad que cuando se realiza una selección cuidadosa de especies y procedencias, para un propósito determinado, como es el caso de la restauración, normalmente se puede encontrar un importante número de especies con importantes posibilidades para obtener un buen resultado en las obras de interés. Por ejemplo, en la Mixteca existe cuando menos una especie del género *Lysiloma* (*Lysiloma divaricata*), mejor conocida como tepehuaje, que ofrece importante tolerancia a condiciones perturbadas y de limitada retención de humedad, que hasta ahora no se ha probado en las obras de restauración de suelos en la región, y valdría la pena incluirla. La distribución natural de esta especie en la región ha sufrido de importantes pérdidas de hábitat, pudiendo recuperar parte del mismo en las obras de restauración de áreas degradadas en la región.

Figura 67. Planta de tepehuaje en plena temporada de secas y totalmente verde, sobre un área erosionada en la Mixteca de Oaxaca.

Figura 68. Palma sombrero (*Brahea dulcis*), a 6 meses de afectada severamente por un incendio forestal. Mixteca, Oaxaca.

La *Brahea dulcis* o palma sombrero, es una especie que puede ser muy interesante para algunas comunidades en particular, plenamente adaptada en la región, que podría ser aprovechada en el mediano y largo plazo, para la elaboración de diferentes artesanías (sombreros, tapetes y manteles). Además de resistente a suelos pobres y zonas perturbadas, es una especie altamente resistente al fuego. Con ella se podrían reforzar los bordos para la retención de suelos y la formación de terrazas sucesivas en la Mixteca.

Otras especies de pinos utilizadas para esos ambientes secos, son los pinos piñoneros del norte del país, que pueden ser otra importante opción por su amplia adaptación a suelos delgados, limitados en nutrientes y resistentes a bajos niveles de precipitación. No obstante su lento crecimiento, el *Pinus cembroides* podría ofrecer en el largo plazo, la producción de piñón para el consumo humano directo, o bien para la elaboración de dulces como el jamoncillo, para su comercialización. Como producto del manejo de las áreas restauradas con esta especie, se podría producir arbolitos de navidad con muy pocas prácticas de conformación, por el lento crecimiento de la especie, para comercializar en la región.

Figura 69. Espécimen de *Pinus cembroides*, perdido entre las áreas en restauración en Santiago Tilantongo, Oaxaca.

El *Pinus maximartinezii* es otra especie de pino piñonero, originaria del Cañón de Juchipila, Zacatecas. Es la especie con mayor tamaño de piñón en México, y se encuentra bajo status de protección. De manera que con fines de conservación y restauración, algunas áreas de la Mixteca pudieran ser un refugio importante para la conservación de esta especie, de gran interés ornamental, alimenticio y de conservación.

Figura 70. Espécimen de *Pinus maximartinezii*, plantado en la Mixteca, en perfecto estado de salud y en plena producción de conos.

Finalmente, es posible que después de muchos años de discusión sobre el uso de especies exóticas para los trabajos de reforestación en México, no nos hemos podido sacudir ese tipo de errores, de los cuales todavía quedan diferentes reminiscencias en la Mixteca de Oaxaca, que tal vez una imagen nos permita recordar tanto tipo de errores cometidos con semejantes acciones.

Figura 71. Detrás, un indeseable ejemplar de *Casuarina equisetifolia*, una especie australiana ampliamente plantada en México, sin éxito. Al frente, *Pinus oaxacana*, una especie mexicana, a 8 años de reforestada, totalmente exitosa en la Mixteca.

6. Discusión de los resultados

Conforme a los resultados encontrados de los trabajos de reforestación y restauración realizados en la región de la Mixteca de Oaxaca, hay mucho por discutir; sin embargo, tampoco se trata de abusar sobre el tema. De manera que este componente se abordará concretamente sobre dos o tres aspectos centrales solamente.

El tiempo ha dado y dará la razón a *Pinus oaxacana* como una mejor especie para propósito de restauración en la Mixteca, en comparación con *Pinus greggii*. La diferencia obedece a la adaptación de la primera en la región. Esta afirmación resulta del comportamiento individual de cada especie en cada sitio de plantación individual, así como del resultado donde ambas comparten el mismo espacio.

Figura 72. Ejemplares de *Pinus Oaxacana* intercalados con *Pinus greggii* en áreas con trabajos de restauración en Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca. La dominancia de la primera especie es clara sobre la segunda.

Sobre otro sitio donde ambas especies se combinaron, con pocos ejemplares de *Pinus oaxacana* entre *Pinus greggii*, la respuesta de la primera se vuelve a confirmar sobre la segunda, en la misma comunidad de Santo Domingo Yanhuitlán, Oax. Como ya se expuso en el apartado anterior, también en los ensayos de Tlacotepec Plumas, donde el *Pinus greggii* registra un poco más de altura, el *Pinus oaxacana* registra mejor diámetro, mayor vigor y mejor aportación de materiales orgánicos sobre el suelo, para su protección y mejoramiento en el proceso de restauración.

El *Pinus greggii*, además de los daños que comienza a registrar por el defoliador en la región Mixteca, en Yanhuitlán se encontró otro daño que registra la especie en su hábitat natural en El Madroño, Jalpan, Qro., causado por un hongo, que ahora abre la posibilidad de la aparición de esta enfermedad con la introducción de la semilla de esta especie a la región. Esto, considerando que la vegetación natural sobre las áreas plantadas en esta comunidad no corresponde a bosques de pino, donde pudiera estar presente dicha enfermedad. Hay que decir que este daño pudiera estar causado por alguna especie de *Fusarium*, transmitido por semillas o plántulas contaminadas, o en su defecto transmitido por esporas transportadas por insectos hasta los individuos infestados.

Figura 73. Mejor desempeño de *Pinus oaxacana* entre *Pinus greggii*. Los arbolitos de *Pinus greggii* se marcaron, para su diferenciación. Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca.

Con la introducción de especies exóticas ha sido común la aparición de plagas y enfermedades forestales en los nuevos ambientes. Un problema ampliamente documentado en México y en muchos otros países del planeta. Las experiencias se encuentran ampliamente documentadas.

La adaptación de *Pinus greggii* a la región Mixteca se puede lograr sin mayores dificultades; sin embargo, este proceso demanda de algunos trabajos y actividades por desarrollar. No obstante, los problemas asociados con su calidad de madera y resistencia permanecerían prácticamente sin mayores cambios. Para adaptar a esta especie o ciertas procedencias a la región, tiene que compensarse su reducción en latitud, con un incremento en altitud. Por ejemplo, si se realiza el trabajo de una minuciosa revisión o evaluación sobre las áreas reforestadas con esta especie, se encontrará una tendencia de mayor efecto de cola de zorra sobre las zonas reforestadas de menor altitud, producto de una condición más favorable de temperatura sobre el crecimiento. Contrariamente, hacia las zonas reforestadas de mayor elevación, este efecto será menor.

Pero este trabajo demandará del conocimiento de las fuentes de semilla utilizadas en cada caso. Hay que tener en cuenta que si algunas procedencias de la semilla provienen de zonas de menor altitud, si se les ubica en lugares más altos en la región, entonces los arbolitos sufrirán por efectos de frío, o hasta de heladas, y no desarrollarán normalmente, pudiendo ser esta la razón de los resultados de los trabajos de reforestación realizados en San Martín Huamelúlpam y Santa María del Rosario.

De los sitios de reforestación con mayor altitud revisados se encuentra el localizado en las cercanías de Yucudaá, seguramente propiedad de la comunidad de San Juan Teposcolula, con una altitud de unos 2460 msnm, y coordenadas 17°34´17.65” y 97°24´25.80”, donde los

Figura 74. Árbol enfermo de *Pinus greggii* sobre área reforestada en Santo Domingo Yanhuitlán, Oaxaca, afectado sobre el fuste.

problemas de cola de zorra sobre *Pinus greggii* son menores. De hecho, sobre esta reforestación valdría la pena hacer una revisión y valoración del área y de las condiciones generales del arbolado, para ver la posibilidad y conveniencia de desarrollarse como un rodal semillero, para la producción de semilla de *Pinus greggii* ya probada a ese tipo de condiciones, como una señal de sus mejores capacidades de adaptación, producto de una mejor compensación para la especie.

Lo ideal para dicha reforestación sería contar con la información sobre la procedencia exacta de la semilla utilizada en estos trabajos; información fundamental para la Conafor para poder utilizar una mejor procedencia de *Pinus greggii*, así como para compensar con mayor claridad las fuentes de semilla utilizadas de esta especie.

No hacer esos pequeños esfuerzos y tareas, significa continuar dando palos de ciego en los proceso de restauración por continuar en la región Mixteca. Sin embargo, esta problemática, que no es exclusiva de esta región, sino de importantes zonas de Oaxaca y de varios estados del país. Se trata de un problema coyuntural que compete resolver a los más altos niveles de decisión de instituciones financiadoras. No tomar esta determinación, solo refleja ignorancia y falta de interés en mejorar los resultados de los programas nacionales, así como de reducir problemas de contaminación de recursos, de riesgos y daños por plagas y enfermedades forestales. Por otro lado, significa la complacencia de las autoridades estatales y su participación directa en esta gama de fallas y errores imperdonables, obrando a costa de la ignorancia o falta de información de las autoridades agrarias y administrativas de los pueblos dueños y poseedores de los recursos y los territorios. ¿Dónde están los técnicos del gobierno federal y estatal, en la orientación y decisiones en todo este proceso? La Mixteca de Oaxaca, una región todavía con importante riqueza natural, además de su riqueza cultural, no merece este tipo de decisiones y errores, que muy tarde reconocerán. Hay que apelar a una mejor voluntad, sensatez y conocimiento para hacer de mejor manera las cosas en la región.

Figura 75. Reforestación de *Pinus greggii* con menores problemas de cola de zorra, localizada hacia Yucudaá (coordenadas antes citadas).

Figura 76. Otra vista de la misma área reforestada.

Para considerar una procedencia de *Pinus greggii* adaptada a la región de la Mixteca, en una reforestación se tendrá que apreciar la mayoría de los árboles desarrollando con el siguiente fenotipo, sin problemas de cola de zorra.

Figura 77. Ejemplar de *Pinus greggii* con buena adaptación en la Mixteca de Oaxaca. Santo Domingo, Yanhuitlán. Márgenes derecho e izquierdo, ejemplares con cola de zorra, débiles y sin futuro.

Especies como el ramón y el maguey papalomé, entre otras, no pueden estar al margen de las obras de restauración en la región Mixteca. Negarles esa oportunidad, es negarse a sí mismo la importante posibilidad de mucho mejores resultados en las obras por realizar. Si sobre el ramón se sospechaba de su capacidad para mejorar las condiciones para el desarrollo de otras especies, de acuerdo con las observaciones de Santiago Tilantongo, en la imagen de la figura 78 se comprueba la capacidad y agresividad de esta especie para modificar y transforma el medio.

Figura 78. Planta de ramón de apenas 1.6 m de altura, desarrollando naturalmente sobre suelos calichosos, entre tepetate y roca, fracturando dicha condición con su desarrollo de tallo y radical.

Por la agresividad del ramón, una especie pionera capaz de desarrollar sobre las peores condiciones de suelo y rocas, es común de observarse sobre áreas fuertemente perturbadas, prácticamente en ausencia de suelo y con limitadas capacidades para la retención de humedad, como en los cortes de roca y tepetate en las carreteras, siendo de las primeras especies que sobre dichas condiciones se pueden establecer y prosperar. Además de sus bondades ya expuestas de rebrote, amacollamiento de rebrotes y alto poder calorífico para leña combustible, ampliamente utilizada y requerida en la región Mixteca.

Figura 79. Ramón colonizando cortes cercanos a la verticalidad sobre prácticamente pura roca, mostrando sus bondades y capacidades para la restauración.

Figura 80. Habrá perdido ya la mitad de su vida; pero los propósitos de sobrevivir en condiciones difíciles, ¡nunca! Planta de Ramón. Magdalena Peñasco, Tlaxiaco, Oax.

7. Conclusiones

La mayor superficie reforestada en la Mixteca de Oaxaca, con fines de restauración, se ha realizado con *Pinus greggii*, una especie exótica nativa del centro norte y norte de México.

Prácticamente en todas las áreas reforestadas con *Pinus greggii*, esta especie presenta considerables problemas de desadaptación a las condiciones de la Mixteca, manifestando este problema con el efecto de cola de zorra.

La desadaptación de *Pinus greggii* en la Mixteca se debe a la falta de compensación de la reducción en latitud, con altitud, al bajar dicha especie desde los estados de Hidalgo y Querétaro, con unos 21° Norte, a cerca de 18° de latitud Norte en la Mixteca.

Con toda seguridad no ha existido control de las fuentes de semilla o procedencias en las obras de reforestación y restauración realizadas en la Mixteca. De tal manera que si alguna de ellas no presentara el problema referido, se desconocería dicha procedencia.

La conclusión anterior significa que, después de unos 12 años de trabajos de reforestación en la Mixteca, se ha desperdiciado la oportunidad de contar, a estas alturas, con importante información sobre las fuentes de semilla utilizadas.

El *Pinus greggii* ofrece una importante variación natural entre procedencias, misma que no se ha aprovechado en el proceso de obras de restauración de suelos en la Mixteca de Oaxaca.

De los trabajos de revisión de algunas áreas reforestadas con *Pinus greggii*, se registraron pequeños daños por un defoliador sobre esta especie, así como el efecto de resinosis. Se trata de las primeras señales de alerta, para revisión de las áreas plantadas y oportuna información.

Diferentes reforestaciones revisadas pueden confirmar la superioridad de *Pinus oaxacana* sobre *Pinus greggii* en la Mixteca de Oaxaca.

Prácticamente se dejó de plantar *Pinus oaxacana* sobre importantes áreas donde esta especie está plenamente adaptada en la región, perdiendo con ello importantes oportunidades para las comunidades.

Existen especies nativas valiosas para propósitos de restauración de áreas degradadas en la Mixteca, como el ramón, los encinos, el maguey y la palma sombrero, que prácticamente han carecido de interés en este proceso; no obstante, su resistencia y adaptación a la región.

Existen áreas donde *Pinus greggii* no ha desarrollado después de seis o siete años de plantado a 2300 msnm, en San Martín Huamelúlpam y Santa María del Rosario, Oaxaca.

De continuar plantando *Pinus greggii* como la especie predominante en la región, prácticamente se está haciendo un monocultivo con las obras de restauración, significando tal error un importante riesgo.

No se ha aprovechado el potencial de restauración que ofrece *Cercocarpus fothergilloides* para los trabajos de reforestación en la región Mixteca, así como para la producción de leña combustible.

Se ha ignorado la información generada por los ensayos de procedencias de *Pinus greggii* establecidos en Tlacotepec Plumas y Magdalena Zahuatán, en la Mixteca.

El programa de restauración de la Conafor en la región, refleja limitaciones importantes en los principales espacios de decisión de dicha institución a nivel central, relacionados con la falta de conocimiento y de una estrategia clara para la restauración en la Mixteca.

8. Recomendaciones

Debiera dejarse de plantar *Pinus greggii* en la Mixteca; o bien, bajar sensiblemente los volúmenes de planta de esta especie en las obras de restauración en la región.

Cualquier plantación de *Pinus greggii* en la Mixteca, deberá estar soportada en el conocimiento de la variación racial que presenta la especie en su área de distribución natural, así como en las propias condiciones de las áreas por plantar, con el propósito de reducir los efectos de desadaptación observados.

Todas aquellas áreas por reforestar y restaurar, que resulten favorables para *Pinus oaxacana*, deberán restaurarse con esta especie en el región, por tratarse de una especie nativa, adaptada, con buen desarrollo y calidad de madera conocida.

Es prudente promover la mezcla de especies en los trabajos de restauración por realizar, como lo ha venido haciendo la comunidad de Santiago Tilantongo.

Debe impulsarse el uso de especies como el Maguey papalomé en los trabajos de restauración, dado que puede favorecer notablemente los esfuerzos de las comunidades en el proceso de restauración en el mediano y largo plazo. Téngase en cuenta que se trata de una especie silvestre y nativa de la región.

Para aquellas comunidades que cuentan con la tradición del tejido de la palma sombrero, y que actualmente carecen de este importante recurso, se recomienda incluir esta especie en sus trabajos de restauración en la región. Para las comunidades con necesidades de leña combustible, se hace obligado incluir especies como el ramón, la jarilla, el elite y el chamizo en sus obras de restauración.

Por los resultados con el ramón, elite y jarilla sobre taludes en Santiago Tilantongo y Santa María Cuquila, se recomienda el uso de estas especies para la fijación de taludes en otras comunidades, así como para el suministro de leña combustible, asociadas a los procesos de restauración

Es recomendable impulsar el manejo de las áreas reforestadas que han iniciado el cierre de copas, mediante trabajos de aclareo y podas, capacitando previamente a las comunidades propietarias de los terrenos.

Debe realizarse una zonificación de las zonas de interés por restaurar en la Mixteca, en función de altitud, precipitación y tipo de suelos, que oriente la selección de las especies en los trabajos de restauración por realizar.

Una zonificación de *Pinus oaxacana* en la región sería altamente deseable, con los mismos criterios que para las zonas de restauración, para definir las fuentes de semilla de mayor utilidad en las obras de restauración en la Mixteca de Oaxaca.

Los conocimos en una oficina de gobierno en 1996, con la ayuda de dos grandes mujeres, ahora con doctorado: Jutta Blauer y Heidy Absjorsen; platicamos un rato, expusieron sus ideas y les ofrecimos nuestra confianza en su proyecto, así como el compromiso de buscar los apoyos requeridos; para esas fechas no se contaba ni con recursos, ni con programas de apoyo en la SEMARNAP. Nos dimos una cita y nos despedimos. Llegada la fecha no aparecieron, ni algunos meses después. Enviamos un mensaje y nos citaron en la parroquia de Nochixtlán, con un grupo de mujeres y de niños. Ellos muy callados, nosotros tranquilos y con la mente abierta. Se adivinaba su nerviosismo. Meses después conseguimos poquitos recursos, y se los canalizamos, en cumplimiento a nuestro compromiso; pero sobre todo a la confianza que nos inspiraron. Así nació el pequeño programa de producción de planta y reforestación de Santiago Tilantongo. Así nació y creció nuestra relación de trabajo, que desarrolló nuestra amistad con Aarón y Fidel. Con el tiempo, platicando, resultó que su nerviosismo inicial, era temor y desconfianza total con personal del gobierno.
Aarón y Fidel, dos grandes hombres que pasarán a la historia, por todo su esfuerzo, trabajo e ideas para la restauración de Santiago Tilantongo (Templo del Cielo: Huahi Andehui), cuyo florecimiento de la cultura Mixteca se remonta al siglo XI y XII d C en esta localidad.
Para ellos, todo nuestro reconocimiento.

Ingeniero Antonio Plancarte Barrera

9. Anexo fotográfico

Árbol de encino, soportando los embates del hombre por la sobrevivencia.

Planta de ramón, desarrollándose donde no prosperó *Pinus greggii*, rompiendo el tepetate sin la ayuda del hombre. Obra ejemplar de la naturaleza digna de conocer y reproducir.

Siempre habrá una alternativa para cubrir una necesidad, donde muchas especies no lo puedan hacer.

Fallas importantes de sobrevivencia de *Pinus greggii* sobre suelos calichosos y defectos de los trabajos de reforestación.

Limitantes claras de *Pinus greggii* a ciertas condiciones de suelo y falta de retención de humedad.

Planta de ramón, exhibiendo sus cualidades propias para triunfar.