

Informe final* del Proyecto CJ047
Elaboración del proyecto técnico: Recuperación y conservación de suelos mediante presas de control de azolves en la Cuenca de Burgos

Responsable:	Dr. Héctor Rodríguez Rodríguez
Institución:	Universidad Autónoma de Tamaulipas Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias
Dirección:	Centro Universitario Victoria "López Mateos" CP 87149. Cd. Victoria Tam.
Correo electrónico:	hrodriguez@uat.edu.mx
Teléfono/Fax:	(834)3181718
Fecha de inicio:	Julio 15, 2004
Fecha de término:	Diciembre 14, 2004
Principales resultados:	Proyecto técnico, informe final
Forma de citar** el informe final y otros resultados:	Rodríguez Rodríguez, H. 2004. Elaboración del proyecto técnico: Recuperación y conservación de suelos mediante presas de control de azolves en la Cuenca de Burgos. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJ047. México, D. F.
Resumen:	<p>La erosión de suelos en la Cuenca de Burgos, es un problema ambiental que se está acelerando debido a las obras de exploración y producción realizadas por PEMEX, para la extracción y conducción de gas. Una manifestación de la erosión, es la de tipo hídrica a través de cárcavas. El objetivo del presente proyecto es realizar prácticas de restauración y conservación de suelos, que permitan controlar y/o estabilizar el proceso de la erosión hídrica en cárcavas, así mismo fomentar la participación de los productores en estas prácticas.</p> <p>Los trabajos de conservación, consistirán en construir 400 presas de control de azolves y reforestar con dos especies nativas, una longitud de 15 km en taludes de las cárcavas restauradas. Estas obras son de fácil y rápida construcción, usando materiales baratos y de fácil disponibilidad, como piedra, estructuras de postes de madera, malla ciclónica, las cuales se establecerán después de hacer una medición de la cárcava (largo, pendiente y capacidad de escurrimiento). Se pretende que en dichas obras, los productores beneficiados participen en su implementación requiriendo los mismos, una capacitación teórica y práctica. La evaluación del proyecto, estará basada en mediciones del volumen y superficie de suelo recuperado, así como en el nivel de participación de los productores.</p>

- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
- ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.



**COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS
COORDINACIÓN DEL PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN AMBIENTAL**

FORMATO PARA LOS PROYECTOS TÉCNICOS

Convocatoria: **Cuenca de Burgos**

DATOS GENERALES			
1) Título del proyecto			
Recuperación y conservación de suelos mediante presas de control de azolves, en la cuenca de Burgos			
2) Nombre de la organización, asociación, institución o dependencia gubernamental en la que se llevará a cabo el proyecto (
Universidad Autónoma de Tamaulipas (Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias)			
3) Dirección de la institución			
Centro Universitario Victoria "López Mateos" CP 87149. Cd. Victoria Tam.			
4) Nombre del responsable del proyecto		Héctor Rodríguez Rodríguez	
5) Título		Doctor	
6) Puesto en la institución		Profesor de Carrera	
12) Nombre del corresponsable		Américo Rendón Dueñez	
13) Zona donde se llevarán a cabo las medidas de restauración	Marque con una X	Zona	Ubicación
		Zona I	Polígono donde coinciden la Cuenca de Burgos con la Región Terrestre Prioritaria Matorral Tamaulipeco del Bajo Río Bravo (RTP-75). Zona con UMAS ya establecidas.
	X	Zona II	Polígono que incluye una parte central de la Cuenca de Burgos. Zona con alta afectación por actividades de PEMEX, con actividad agropecuaria y gran pérdida de suelos y de cobertura vegetal.
		Zona III	Polígono donde coinciden la Cuenca de Burgos con la Región Terrestre Prioritaria Laguna Madre (RTP-83), la Región Marina Prioritaria Laguna Madre (RMP-44) y las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves Laguna Madre (AICA-67) y Delta del Río Bravo (AICA: 235).

14) Sitio del trabajo (Nombre(s) de la(s) localidad(es), municipio(s), estado)	Sitio 1 Alfredo V. Bonfil Aniceto López Salazar Tlaxcala de Xicotencatl Nuevo San Francisco Escuadrón Doscientos uno No. 1 Orégano.
	Sitio 2 Localidades: General Anacleto Guerrero Francisco Villa Todos ellos del Municipio de Reynosa Tamaulipas

15) Lista de las principales acciones propuestas para la restauración del sitio y de los beneficios tanto ambientales como socioeconómicos locales y regionales, esperados.

Para llevar a cabo los objetivos se tienen consideradas las siguientes acciones:

I) Caracterización de los sitios de trabajos. Dimensión de las cárcavas; longitud, ancho, pendiente, profundidad; estimación del flujo superficial usando la ecuación de Manning y determinación de las principales características físicas y químicas del suelo.

II) Talleres teóricos prácticos a productores. Capacitación sobre técnicas de recuperación y conservación de suelos.

III) Aislamiento de la cárcava. El propósito de esta acción es detener el proceso que provoca el aumento de la cárcava.

IV) Recuperación o estabilización de la cárcava. Esta acción comprende dos fases:

- a) Recuperación
- b) Estabilización de la cárcava

V) sistema de reforestación con dos especies leguminosas nativas. Consiste en realizar una reforestación en taludes de las cárcavas.

VI).Evaluación de resultados. Recuperación de volúmenes de suelo, y áreas beneficiadas y grado de participación de los productores

VII). Presentación de resultados. Elaboración de la memoria técnica, cartografía y documento de difusión.

16) Monto del financiamiento para la ejecución del proyecto técnico (IVA incluido).

\$1,366,025.60

17) Duración del proyecto (para la ejecución del proyecto técnico)

24 meses

18) Resumen del trabajo propuesto (extensión no mayor de media cuartilla)

La erosión de suelos en la Cuenca de Burgos, es un problema ambiental que se está acelerando debido a las obras de exploración y producción realizadas por PEMEX, para la extracción y conducción de gas. Una manifestación de la erosión, es la de tipo hídrica a través de cárcavas. El objetivo del presente proyecto es realizar prácticas de restauración y conservación de suelos, que permitan controlar y/o estabilizar el proceso de la erosión hídrica en cárcavas, así mismo fomentar la participación de los productores en estas prácticas.

Los trabajos de conservación, consistirán en construir 400 presas de control de azolves y reforestar con dos especies nativas, una longitud de 15 km en taludes de las cárcavas restauradas. Estas obras son de fácil y rápida construcción, usando materiales baratos y de fácil disponibilidad, como piedra, estructuras de postes de madera, malla ciclónica, las cuales se establecerán después de hacer una medición de la cárcava (largo, pendiente y capacidad de escurrimiento). Se pretende que en dichas obras, los productores beneficiados participen en su implementación requiriendo los mismos, una capacitación teórica y práctica. La evaluación del proyecto, estará basada en mediciones del volumen y superficie de suelo recuperado, así como en el nivel de participación de los productores.

19) Palabras clave (máximo 8)

Restauración de suelos.
Manejo de cárcavas.

20) Objetivos (Claramente relacionados con los de esta convocatoria)

Objetivo general:

Establecer medidas de restauración y conservación de suelos, que permitan controlar el proceso de la erosión en cárcavas, así como promover la participación de los productores para llevar a cabo dichas medidas.

Objetivos específicos:

- Construir presas de control de azolve, que permitan controlar el proceso de la erosión en cárcavas, causadas por las obras de exploración y producción de PEMEX
- Fomentar la participación de los productores en prácticas de restauración de suelos, mediante talleres y construcción de las presas de control de azolve.

- Establecer en los sitios restaurados un sistema de reforestación con dos leguminosas nativas, para mejorar el control de la erosión, así como para darle un uso sustentable a las áreas recuperadas.

21) Antecedentes que fundamenten y justifiquen el proyecto técnico (especificar si existe algún grado de avance y logros obtenidos)

PEMEX está aprovechando las oportunidades que ofrece la Cuenca de Burgos para duplicar la producción actual de gas natural no asociado en esa región y obtener mil millones de pies cúbicos por día adicionales hacia el año 2006, con el propósito de atender la demanda creciente del energético en el noreste del país. Sin embargo la remoción de la cubierta vegetal en el intenso programa de perforación de pozos, construcción de plantas de recolección, y bombeo, apertura de caminos e instalación de ductos, han propiciado que el proceso de la erosión del suelo se acelere. Con base a la experiencia de trabajo en esa zona, la formación de las cárcavas se distribuyen en toda el área de estudio, ya que al momento de la realización de las obras mencionadas, no se contempló alguna obra de protección del suelo, por lo que con la presencia de las lluvias se ha acelerado el proceso de erosión y el deterioro del ecosistema.

De acuerdo con FAO (1984), la erosión del suelo es causada por factores naturales (climáticos y topográficos) y humanos. Cuando predominan éstos últimos, se dice que la erosión es inducida o acelerada, y se da a través del uso y manejo de la tierra por el hombre, fundamentalmente por sus efectos en la cubierta vegetal. La influencia del hombre sobre la erosión es compleja, no muy entendible ni cuantificable; sin embargo se han determinado algunos factores socioeconómicos que influyen en la erosión como son: la presión demográfica, tenencia de la tierra, falta de información técnica, dificultad para admitir innovaciones y mal ingreso de las actividades primarias. Parte de lo anterior sucede en la Cuenca de Burgos, donde las medidas de conservación son prácticamente nulas, además son áreas de temporal donde los suelos tienen problemas de fertilidad.

Por otro lado, el conjunto de prácticas utilizadas para combatir la erosión constituyen la restauración y conservación de suelos. Para diseñar una buena estrategia es necesario conocer ambos tipos de factores; los agentes físicos de la erosión y los requerimientos socioeconómicos de los usuarios de la tierra.

Una cárcava es producida por la socavación repetida sobre el terreno debida al flujo incontrolado de los escurrimientos superficiales. La presencia de cárcavas en un terreno indica un grado avanzado de erosión, ya que por lo general éstas se inician después de que una gran parte del suelo superficial ha sido arrastrado a causa de una fuerte erosión laminar. Al iniciarse el proceso de la formación de cárcavas, se presenta el estado de zanjeado incipiente, o sea aquel en el que cárcava empieza a notarse sobre el terreno, debido que el agua que escurre tiende a concentrarse para formar pequeñas corrientes o canalillos que poco a poco convergen entre sí, para a dar origen a otros de mayor anchura y profundidad.

El punto crítico que da origen a una cárcava, se caracteriza por una concentración del escurrimiento superficial debido a causas diversas, dentro de las principales se tienen las siguientes:

1. Lluvias fuertes que caen sobre suelos desprovistos cubierta vegetal.
2. Concentración de las aguas de lluvia en depresiones naturales.
3. Falta de protección en los caminos y veredas.
4. Ruptura de una terraza ocasionada por un alto volumen de agua.
5. Desbordamiento o ruptura de un canal.
6. Cambio brusco de una cubierta vegetal, o de uso de la tierra.

En la cuenca de Burgos uno de los factores que ocasiona la erosión de suelos, es la deforestación provocada por las obras que está realizando PEMEX. Como fue demostrado en un trabajo realizado por la Universidad Autónoma de Tamaulipas en el año 2003, donde se cuantificó el volumen de madera removida, tomando como base los coeficientes en $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ obtenidos en los muestreos de campo, para las cuatro clases del Inventario Forestal Nacional (Cuadro 1), definidas para la estimación de la afectación maderable en los años 2001 y 2002.

Cuadro 1. Clases forestales utilizadas para cuantificar el volumen de madera removida

Número	Clase forestal
1	Mezquital (incluye huizachal)
2	Mezquital (incluye huizachal) con vegetación secundaria
3	Matorral espinoso tamaulipeco
4	Matorral espinoso tamaulipeco con vegetación secundaria

Las estimaciones revelan que se removieron 388 ha de cubierta forestal, con un volumen de 9117.21 m^3 de madera (Cuadro 2), en este caso no se cuantificaron los caminos de acceso y brechas sísmicas, donde la superficie desforestada puede ser hasta diez veces más de la cantidad estimada. Por lo que se considera que lo anterior es un factor que provoca que la erosión del suelo se acelere y rompa el equilibrio del ecosistema.

Cuadro 2. Volumen de forestal removido por PEMEX

Tipo de obra	Año	Volumen m^3
Pozos	2001	3278.17
Estaciones	2001	72.55
Líneas	2001	1869.64
SUBTOTAL		5220.36
Pozos	2002	2452.41
Estaciones	2002	17.46
Líneas	2002	1426.98
SUBTOTAL		3896.85
TOTAL		9117.21

El mismo estudio mostró que la especie mas afectada en éste proceso, fue el mezquite (Cuadro 3), ya que en todas estimaciones realizadas constituyó el mayor volumen removido, así por ejemplo para las afectaciones por pozos significó el 65%, del total removido, algo similar sucedió en el caso de las estaciones de recolección y gasoductos, por lo cual es necesario considerar un análisis de sostenibilidad de ésta especie.

Cuadro 3. Estimación de volúmenes de afectación por pozo y tipo de vegetación ($m^3 ha^{-1}$).

Tipos De Vegetación	Pozos (1)	Sup. Afectada ha. (1)	Volumen m^3ha^{-1} R.T.A	Volumen total removido M^3 R. T. A.
Año 2001				
Matorral Espinoso Tamaulipeco	35	35	17.46	611.10
Matorral Espinoso Tamaulipeco con veg. Secundaria	12	12	6.76	81.12
Mezquital (incluye Huizachal)	53	53	48.33	2561.49
Mezquital (incluye Huizachal) con veg. Secundaria	1	1	24.46	24.46
Vegetación Halofila y Gipsofila	4	4	0.00	0
SUBTOTAL	105	105		3278.17
Año 2002				
Matorral Espinoso Tamaulipeco	61	61	17.46	1065.06
Matorral Espinoso Tamaulipeco con veg. Secundaria	37	37	6.76	250.12
Mezquital (incluye Huizachal)	21	21	48.33	1014.93
Mezquital (incluye Huizachal) con veg. Secundaria	5	5	24.46	122.30
Vegetacion Halofila y Gipsofila	18	18	0.00	0
Subtotal	142	142		2452.41
Total	247			5730.58

1.- Datos proporcionados por PEMEX.

22) Localización geográfica en que se circunscribe el trabajo (especificar las coordenadas de los vértices del polígono del(os) sitio(s) donde se realizará el trabajo, utilizando alguno de los dos formatos siguientes) y superficie total (sección 4.3 e, del instructivo para presentar proyectos técnicos)

Sitio 1		
Vértice	X (longitud)	Y (latitud)
1	551077.5146	2852248.30
2	556976.6169	2848127.35
3	556974.9315	2842666.47
4	556383.3358	2840837.75
5	550458.9515	2840839.43
6	550381.4205	2848156.01

Superficie sitio 1: 5783.821 ha
datum utilizado: WGS84

Sitio 2		
Vértice	X (longitud)	Y (latitud)
1	553000.4582	2836927.65
2	551862.6188	2836895.60
3	549779.251	2836871.56
4	549578.9271	2836991.76
5	549835.3416	2838073.51
6	551982.8131	2838281.84
7	552992.4452	2838386.01
8	553000.4582	2839996.61
9	554995.6835	2840012.64
10	554987.6706	2839235.38

Superficie sitio 2: 821.139 ha.
datum utilizado: WGS84
Superficie total 6604.96 ha

23) Descripción detallada del(os) sitio(s) elegido(s) para llevar a cabo los trabajos. (Características biológicas, geofísicas, hidrográficas y socioeconómicas necesarias para lograr el éxito de medidas de restauración)

Características fisiográficas.

La zona norte de Tamaulipas comprende una de las tres provincias Fisiográficas, del Estado, llamada Grandes Llanuras de Norteamérica. Se extiende de norte a sur, desde las provincias políticas canadienses de Alberta y Saskatchewan, hasta el norte de México, en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Atravesando el centro de Estados Unidos de América. Dentro del territorio de México integra la subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, que limita la norte con el río Bravo, al oeste con la Sierra Madre Oriental y al sureste con la Llanura Costera del Golfo Norte.

La geología dominante de la zona de estudio, son rocas sedimentarias del terciario, sensiblemente onduladas, con un relieve suave semejante a una penillanura. Las unidades litológicas la integran principalmente una secuencia de lutitas y areniscas, que están dispuestas en forma de franjas paralelas a la línea de la costa, las cuales forman un monoclinial que cruza al oriente, con un sistema de fallas normales con orientación norte-sur.

Climatología.

El clima se encuentra regulado por factores físicos y de tipo estacional; entre los factores físicos se tiene su ubicación geográfica, y su colindancia con el Golfo de México. En los estacionales se tiene: la influencia de las tormentas

tropicales y los frentes fríos. La influencia de cada uno de estos factores y su interacción es determinante en la conformación y variabilidad del clima, así como para el desarrollo de las diversas actividades a realizar en la Cuenca de Burgos

En general, el 60%, de la superficie el clima es: BSI (h') W'' (e). Seco estepario, el menos seco de los Bs, la temperatura media anual es mayor de 22° C y la del mes más frío menor de 18°C, régimen de lluvias en verano con una corta sequía intraestival y extremoso.

El 40%, de su superficie, es: BSO (h) hw'' (e'). Seco estepario, el más seco de los Bs, la temperatura media anual es mayor de 22° C y la del mes más frío menor de 18° C, el régimen de lluvias en verano con una corta sequía intraestival y muy extremoso.

Fenómenos meteorológicos extremos.

Por las características climatológicas e hidrológicas los principales fenómenos meteorológicos que se presentan en la zona de estudio son los siguientes:

Sequías. Es un fenómeno común que se presenta en la zona, en los meses de mayo, y junio, de forma más atenuante en julio y agosto.

Heladas. Se presentan durante la temporada invernal y derivan principalmente de la invasión de grandes masas de aire frío procedente de las regiones polares, cuya acción es continua y por varios días, son ejemplos las heladas ocurridas en diciembre y enero de 1983 y 1984 y las de diciembre y enero de 1989 y 1990.

Granizo. Durante los meses de abril a junio y en menor medida en octubre y noviembre, es común la presencia de granizo. Este fenómeno es motivado por el choque de masas de aire cálido y frío, así como por corrientes de aire ascendente, presentándose como tormentas con viento fuerte, alta intensidad de precipitación en áreas restringidas.

Ciclones Tropicales. Anualmente, y principalmente en los meses de septiembre y octubre, se tiene el riesgo de ser afectado por los ciclones tropicales que se entran por el Golfo de México y el mar Caribe, recibiendo abundantes precipitaciones que acompañan su paso, ya sea por su penetración directa al estado o indirectamente al penetrar por estados vecinos o tan solo por su paso frente a sus costas.

Vegetación

En los sitios de trabajo sobresale la presencia del matorral desértico tamaulipeco, principalmente en las unidades de suelos Xerosol y Castañozem, aunque su proporción es muy variable, estando substituido en gran medida por áreas abiertas a la agricultura bajo condiciones de temporal especialmente en la unidad de suelos Vertisol. El matorral tamaulipeco se comparte con Texas, entidad donde se encuentra más perturbado. Este tipo de vegetación mantiene

cerca de 60 especies de plantas y varias de vertebrados con diferente status de riesgo para su conservación (amenazadas, en peligro o vulnerables). También se presentan superficies cubiertas con mezquiales cuya altura es variable dependiendo sobre que tipo de unidad de suelos se localicen, sobresaliendo los que se desarrollan en los suelos Vertisoles que tienen alturas hasta de 6 m.

Matorral Espinoso Tamaulipeco

Comunidad vegetal arbustiva caracterizada por la dominancia de elementos espinosos, caducifolios una gran parte del año o afílos (sin hojas) algunos de ellos. Se desarrolla en una amplia zona de transición entre el matorral desértico micrófilo, el matorral submontano el mezquital y la selva baja espinosa del Noreste de la republica. Actualmente se encuentra en diferentes condiciones de perturbación, que posiblemente es en gran parte de carácter secundario, algunas de las principales especies son *Prosopis glandulosa* (Mezquite), *Acacia rigidula* (Gavia), *Acacia farnesiana* (Huizache), *Cercidium macrum* (Retama).

Estrato Arbóreo (Especies Maderables). En este tipo de vegetación se identificaron especies maderables que presentan características para determinar un volumen (Cuadro 4). En el anexo 1 se describen algunas de las especies identificadas

Cuadro 4. Especies del Matorral Espinoso Tamaulipeco.

Nombre común	Nombre científico
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i>
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>
Gavia	<i>Acacia rigidula</i>
Cenizo	<i>Leucophyllum frutescens</i>
Chapote	<i>Diospyros palmeri</i>
Cuajillo	<i>Acacia berlandieri</i>
Retama	<i>Cercidium macrum</i>
Ebano	<i>Pithecellobium ebano</i>

Estrato Arbustivo. En este estrato se identificaron varias especies las cuales se caracterizan por no tener, un tallo definido (Cuadro 5).

Cuadro 5. Especies del estrato arbustivo.

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i>	Uña de gato	<i>Zanthoxylum fagara</i>
Nopal	<i>Opuntia engelmannii</i>	Coyotillo	<i>Karwinskia humboldtiana</i>
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Vara dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>
Granjeno	<i>Celtis pallida</i>	Palillo	<i>Croton cortesianus</i>
Guayacán	<i>Guaiacum angustifolia</i>	Chapote	<i>Diospyros palmeri</i>
Tasajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Huajillo	<i>Acacia berlandieri</i>
Panadero	<i>Forestiera angustifolia</i>	Bisbirinda	<i>Castela erecta</i>
Pita	<i>Yucca treculeana</i>	Cruceto	<i>Randia obcordata</i>
Gavia	<i>Acacia rigidula</i>	Ceron	<i>Phyllostylon brasiliense</i>
Cenizo	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Retama	<i>Cercidium macrum</i>

Información socio económica

Según el censo de 2000, en la zona de estudio existían, 382 personas de las cuales 203 eran hombres y 179 mujeres. La población económicamente activa, eran 101 personas que equivale al 26.4% del total la población, la mayor parte de ellos se dedicaron al sector secundario, como empleados de compañías que fueron contratadas por PEMEX, en la construcción de caminos, o como obreros en la extracción del gas, las personas dedicadas al sector primario se relacionaron en actividades de agricultura bajo condiciones de temporal, siendo el cultivo del sorgo es más importante, también parte de ellos estuvieron dedicados a la ganadería principalmente en condiciones de agostadero y en la actividad terciaria las personas estuvieron orientadas principalmente al comercio por medio de pequeñas tiendas de abarrotes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Personas ocupadas de acuerdo a sector económico

Sector	Número de personas	%
Primario	35	34.7
Secundario	51	50.5
Terciario	15	14.8
Total	101	100

Suelos

Los suelos de los dos sitios de trabajo están integrados por cuatro asociaciones de suelos (según la clasificación FAO/UNESCO, SPP-INEGI, 1983), en este caso se realizó en campo una verificaron de dichas unidades dominantes, por medio de una descripción de sus principales características físicas y del paisaje, utilizándose para dicho fin una barrena de caja, tabla de colores munsell, agua oxigenada al 6% (H₂O₂) y ácido clorhídrico al 10% (HCl), para evaluar la reacción en cuanto al contenido de la materia orgánica y carbonatos de calcio respectivamente (Figura 1).



Figura 1. Material utilizado para la verificación de las características de los suelos, en los sitios de trabajo.

Sitio 1.

Comprende cinco comunidades ejidales y una propiedad privada, siendo las siguientes: Alfredo V. Bonfil, Aniceto López Salazar, Tlaxcala de Xicotencatl, Nuevo San Francisco, Escuadrón doscientos uno No. 1 y el Orégano. Las unidades de suelo dominantes son las siguientes; Xerosol, Vertisol y Rendzina, las cuales se describen a continuación:

Xerosol. Se caracterizan por tener una capa superficial de tono claro y pobre en humus, debajo de la cual hay un subsuelo rico en arcillas, el régimen climático donde se forman los Xerosoles tienen una evaporación potencial que sobrepasa a la precipitación durante la mayor parte del año, infiltrándose poca agua en el suelo. Por lo común, las poblaciones microbianas son escasas. El contenido de materia orgánica en la superficie del suelo es bajo. Las reacciones físicas y químicas importantes son esencialmente las mismas que las de las regiones húmedas. Sin embargo, debido a las cantidades limitadas de agua disponible en el perfil, esas reacciones son relativamente menos intensas. Como resultado de ello, los suelos heredan gran parte de su morfología de los materiales originales, la falta de lixiviación deja a los perfiles con un contenido elevado de bases.

La característica más notable es la capa de acumulación de carbonatos o "caliche". En general, se supone que hay bicarbonato de calcio que desciende por el perfil y que se precipita en CaCO_3 , cuando se detiene el flujo de infiltración y se pierde por la evaporación del suelo. Existen capas no consolidadas de caliche, llamadas horizontes cálcicos generalmente contienen más de 15 % de carbonato de calcio, se encuentran a profundidades crecientes al incrementarse las precipitaciones pluviales. Por otra parte, comúnmente se encuentran capas endurecidas o "petrocálcicas".

La pendiente superficial varía de 1 a 3 %, con lomeríos suaves, sin pedregosidad superficial, la erosión se presenta en forma laminar y cárcavas, parte de la tierra está orientada a la agricultura y ganadería (sorgo y pastos inducidos), bajo condiciones de temporal.

La vegetación natural esta constituida diversas áreas de matorral espinoso tamaulipeco. En el punto descrito (Figura 2), se identificaron las siguientes especies: *Prosopis glandulosa* (mezquite) *Acacia farnesiana* (huizache), *Opuntia engelmannii*, (nopal) *Yucca treculeana* (pita) *Opuntia leptocaulis* (tasajillo) *Leucophyllum frutescens*, (cenizo), *Celtis pallida*, (granjeno), *Acacia berlandieri*, (huajillo), y *Zanthoxylum fagara* (uña de gato).

El suelo presenta un horizonte superficial A₁ cuya profundidad es de 30 cm, de textura franco arcillosa, presenta abundantes raíces con diámetros que varían de 1 a 5 mm, sin pedregosidad (Figura 3), reacción ligera al HCl lo que denota una neutralización de los carbonatos de calcio, por la mineralización de la materia orgánica, en esta capa se mostró la reacción ligera al H₂O₂, (un contenido aproximado de 1% de materia orgánica).

Entre los 30 y 60 cm, hay poca presencia de raíces con un diámetro aproximado de 3 mm, la textura es media, con cierta presencia de arena, sin pedregosidad, con reacción moderada al HCl lo que indica la presencia de CaCO₃, la reacción del H₂O₂, es apenas perceptible por lo que los niveles de materia orgánica son muy bajos (< 1%), esta capa presenta compuestos sólidos de CaCO₃ de color blanco.

Después de los 60 cm, el suelo presenta características similares al horizonte C, ya que el color es café claro, tiene una textura arcillosa, sin presencia de raíces, no existiendo pedregosidad, con fuerte reacción al HCl, lo que significa un alto porcentaje de CaCO₃ (entre 15 y 20%), la reacción del H₂O₂, es nula indicando la ausencia de materia orgánica, presenta manchas de color blanco y concreciones de igual color lo que indica su origen sedimentario



Figura 2. Vegetación natural sobre la unidad de suelos Xerosol.



Figura 3. Unidad de suelos Xerosol.

Vertisol. Término que proviene del latín *vertere*, invertir; connotativo de movimiento de la superficie del suelo, presentan grietas anchas y profundas en la época de sequía, son muy duros, arcillosos y masivos, presentan colores negros y grises. Son suelos derivados de aluviones arcillosos, por lo que contienen porcentajes altos de arcillas en todo su perfil. La característica más común es una desecación estacional del suelo. Los patrones de precipitaciones pluviales que se asocian a los vertisoles se relacionan con una estación seca, cuya duración en la zona de estudio varía de dos a tres meses. Una característica común es una reacción básica (alcalina). Los materiales originales incluyen rocas sedimentarias calcáreas, y aluviones, los valores de

pH de los perfiles van de 7.2 a 8.5; el contenido de materia orgánica es bajo (>1.5%), el contenido de carbonatos varía de 0.5 a 30 %.

De acuerdo con la descripción realizada, la pendiente del suelo es menor del 1%, (plana), sin pedregosidad superficial, la erosión se presenta en forma laminar y pequeños canalillos. Su uso actual esta orientado principalmente a la agricultura (sorgo), bajo condiciones de temporal, existiendo pocas áreas con vegetación natural las especies más comunes son: *Prosopis glandulosa* (mezquite) mesquite, (altura máxima de 5 m), *Acacia farnesiana* (huizache) y *Helianthus annuus* L (polocote o girasol silvestre), que es una maleza del cultivo del sorgo.

El suelo tiene una profundidad mayor de un metro, presenta un horizonte Ap que se le considera como la capa arable cuya profundidad es de 15 cm, de textura arcillosa, presenta abundantes raíces de diámetro fino (por ser una área dedicada al cultivo), sin pedregosidad, reacción ligera al HCl lo que denota una neutralización de los carbonatos de calcio.

La profundidad del horizonte A₁, varía de 15 a 60 cm, el cual se encuentra compactado por el paso de la maquinaria, es de textura arcillosa, presenta escasas raíces, sin pedregosidad, con reacción fuerte al HCl lo que denota una alta cantidad de CaCO₃ (entre 15 y 20%), la reacción del H₂O₂, es ligera estimándose que tiene un porcentaje bajo de materia orgánica (menor 1%), se tiene la presencia de manchas blanca (sales de carbonato), concreciones menores de 2 mm de origen calizo.

La profundidad de 60 a 80 cm, presenta características del horizonte C, tiene una textura arcillosa, nula presencia de raíces, sin pedregosidad, con fuerte reacción al HCl lo que denota una alta cantidad de CaCO₃ (entre 15 y 20%), la reacción del H₂O₂, es nula lo que revela la ausencia de materia orgánica, presenta manchas de color blanco y concreciones de igual color lo que indica su origen sedimentario



Figura 4. Uso actual de la unidad de suelos Vertisol.



Figura 5. Verificación de las propiedades de la unidad de suelos Vertisol.

Rendzinas. El nombre de ésta unidad de suelos, proviene del polaco rzedzic, connotativo del ruido que hace el arado cuando se labran suelos pedregosos superficiales, son poco profundos sobre piedra caliza, presentan una capa superficial rica en materia orgánica. Presentan un solo horizonte, (0–15 cm),

con reacción ligera al H_2O_2 , lo que significa que tiene un moderado porcentaje de materia orgánica (2%), la textura al tacto es franco arcillosa, la estructura es granular (suelos con buena estructuración), con un elevado contenido de pedregosidad con diámetros que varían de 4 a 5 cm.

La pendiente varía de 5 a 15 %, (lomeríos), con afloramientos rocosos superficiales (lajas), la erosión se presenta en forma acelerada en cárcavas y en forma laminar, principalmente a un lado de los caminos y brechas construidas por PEMEX (Figura 6).

Su uso actual está limitado como agostadero o solamente son áreas con vegetación natural de tipo arbustiva, estos suelos se presentan distribuidos en la parte norte de la zona de estudio. Las principales especies son las siguientes: *Acacia farnesiana* (huizache), *Opuntia engelmannii*, (nopal) *Opuntia leptocaulis* (tasajillo), *Leucophyllum frutescens*, (cenizo) y *Celtis pallida*, (granjeno)



Figura 6. Unidad de suelos Rendzina.

Sitio 2.

Comprende las comunidades de Francisco Villa y General Anacleto Guerrero. Las unidades de suelos son: Castañozem, Vertisol y Xerosol, éstos dos últimos ya fueron descritos en el apartado anterior.

Castañozem. Estos suelos presentan las siguientes características: la textura es arcillosa, son suelos profundos (mayor de 2 m), presentan poca arena, de consistencia dura a media en seco y blanda en húmedo, con acumulación de carbonato de calcio en el subsuelo.

La pendiente varía entre el 1 y 5 %, son áreas con lomeríos, sin pedregosidad superficial, la erosión se presenta en forma laminar y cárcavas, su uso actual esta orientado a la agricultura de temporal y ganadería.

En el área descrita (Figura 7) se observaron las siguientes especies: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Acacia farnesiana* (huizache), *Opuntia engelmannii*, (nopal) *Opuntia leptocaulis* (tasajillo), *Leucophyllum frutescens*, (cenizo), *Celtis pallida*, (granjeno), y pastos inducidos como el (*Cenchrus ciliaris* L.) zacate buffel.

Estos suelos están altamente degradados por las obras de PEMEX, principalmente por apertura de brechas, instalación de tuberías que han modificado las condiciones naturales, presentandose cárcavas con longitudes que varían de 100 a 300 m de y profundidades de 0.8 a 1.0 m

El suelo presenta un horizonte superficial A₁ (Figura 8), cuya profundidad es de 27 cm, de textura arcillosa, la estructura es bloques subangulares, presenta abundantes raíces con diámetros que varían de 1 a 3 mm, sin pedregosidad, reacción fuerte al HCl lo que manifiesta una alta cantidad de carbonatos de calcio, con una reacción ligera al H₂O₂, (un contenido aproximado de 1% de materia orgánica).

Entre los 27 y 54 cm, se presenta el horizonte B, tiene poca presencia de raíces con un diámetros aproximados de 2 mm, la textura es arcillosa, con una estructura de bloques angulares, sin pedregosidad, con fuerte reacción al HCl, la reacción del H₂O₂, es apenas perceptible por lo que el nivele de materia orgánica es bajos (< 1%), esta capa presenta compuestos sólidos de CaCO₃ de color blanco y con manchas del mismo color.

Después de los 54 cm, se presenta un horizonte C, endurecido, de color gris claro, tiene una textura arcillosa, sin presencia de raíces, no existiendo pedregosidad, con una reacción fuerte al HCl, lo que significa un alto porcentaje de CaCO₃ (entre 15 y 20%), la reacción del H₂O₂, es nula lo que indica la ausencia de materia orgánica, presenta manchas de color blanco y concreciones de igual color lo que revela su origen sedimentario



Figura 7. Panorámica general de la unidad de suelos Castañozems.



Figura 8. Unidad de suelos Castañozems.

24) Indicar cuáles son las afectaciones al (los) sitio(s) provocadas por las actividades de PEMEX (o cuál será la influencia ecológica indirecta, por ej. al trabajar en cuencas altas, sobre áreas afectadas por PEMEX)

En los dos sitios de trabajo están afectados en forma directa, por las obras realizadas por PEMEX, siendo éstas las siguientes: pozos, caminos, brechas sísmicas, estaciones de recolección de bombeo y gasoductos.

Caminos. Las compañías contratadas por PEMEX, han construido una serie de caminos de acceso, donde la mayor parte de éstos están revestidos por caliche y grava, lo que propicia que en épocas de lluvia el flujo superficial tenga una mayor velocidad y se dirija hacia los terrenos adyacentes, siendo las más afectadas aquellas áreas dedicadas a la agricultura.

Gasoductos. La mayor parte de ellos van enterrados bajo el suelo, el problema que ocasionan es debido a que al momento de hacer la zanja, colocar el tubo y tapanla con tierra, alteran el nivel de agregación del suelo, y cuando se presentan lluvias con cierta intensidad y se combina con la pendiente se propicia la remoción del suelo.

Pozos y estaciones de bombeo. Por norma se desmonta una superficie que varía de una a dos hectáreas, se realizan excavaciones y posteriormente se construye una plantilla de caliche la cual es apisonada, además tiene un nivel topográfico superior con respecto a los terrenos adyacentes, lo que propicia que en épocas de lluvias el agua tienda más a escurrir que infiltrarse, por lo que en primera instancia se forman canalillos y posteriormente cárcavas que a través del tiempo se van haciendo más grandes, invadiendo terrenos dedicados a la producción agropecuaria o con vegetación natural.

Brechas sísmicas. Aunque no existen grandes movimientos de suelos y solo se remueve la vegetación natural, en este caso el problema radica cuando éstas son construidas en dirección a la pendiente, principalmente en zonas con lomeríos lo que propicia la formación de canalillos y cárcavas.

25) Si se van a llevar a cabo varias medidas de restauración ecológica (UMAs, reforestación, recuperación de suelos, etc.), indicar la extensión que tendrá cada una (área que cubrirá del total del sitio donde se trabajará) y el área de influencia que tendrán las medidas de restauración (si es sólo una medida indicarlo en el punto 15).

Se pretende construir 400 presas de control de azolve, para la estabilización de cárcavas, considerando la pendiente y las características físicas de los suelos, se estima una separación entre presas de 60 a 80 m, lo que equivale a una longitud promedio de 25 km.

Al tener controlada la salida del azolve dentro del cauce de la cárcava, se tendrá un efecto positivo en el control sobre el arrastre de partículas del suelo dentro del área de escurrimiento de la microcuencuena, se estima que cada cárcava tiene un efecto positivo de 500 m por cada lado, por lo que se controlará en forma directa una superficie de 2,500 ha.

Realizar una reforestación en una longitud de 15 km a intervalos de 6 m, por ambos lados de la cárcava con una cantidad de 5000 plantas. Con una superficie equivalente de 450 ha.

26) Descripción de los beneficios tanto ambientales como socioeconómicos locales y regionales, esperados (beneficios que se enlistan en el punto 15 de este formato).

Al controlar la erosión hídrica, permitirá que la velocidad del flujo disminuya lo cual propiciara los siguientes beneficios:

- Disminuye el arrastre del suelo fértil del área dañada.
- Reduce el azolve de los vasos de almacenamiento, naturales localizados en la parte baja de la cuenca.
- Impide el depósito o acumulación de suelos infértiles acarreados de las zonas erosionadas sobre los terrenos fértiles situados en las partes bajas.
- Controla las socavaciones en los caminos.
- Favorece una mayor infiltración de agua al suelo y como consecuencia exista un aumento del nivel de humedad aprovechable.
- Aumenta el área útil de cultivo y, por consiguiente, los rendimientos por unidad de superficie.
- Aumenta el valor de la tierra.
- Incorpora las áreas restauradas al proceso de producción o bien la superficie con vegetación natural para que puedan ser sustentablemente explotadas.
- La construcción de las obras de restauración por los mismos productores, les permitirá un mayor ingreso económico. Así como tener las herramientas técnicas para que posteriormente ellos mismos, sean quienes realicen las prácticas de conservación de suelos

27) Descripción detallada de las técnicas y métodos (descripción detallada y clara de cómo se realizarán cada una de las acciones del punto anterior, para garantizar la obtención de los objetivos del trabajo)

I). Caracterización de los sitios de trabajo. Después de seleccionar los sitios de trabajo se identificarán las principales características de las cárcavas como son: longitud, ancho, profundidad y pendiente. Lo que permitirá estimar la capacidad volumétrica de la cárcava, por medio de la ecuación de Manning, que está basada en la rugosidad de las paredes y la plantilla, ésta se expresa de la siguiente manera:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V: velocidad media del flujo, m/seg

R: radio hidráulico de la sección, m
S: pendiente de la línea de energía, m/m
n: coeficiente de rugosidad de Manning.

La capacidad volumétrica expresada en m³/seg (Q), será:

$$Q = \frac{A}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde: A, es el área de la sección por donde pasa el flujo, expresada en m².

Para determinar el área de la sección transversal se medirá el ancho de la sección de la cárcava con un nivel fijo y cinta métrica, a diferentes profundidades lo largo de la sección. El volumen por unidad de tiempo total que pasa por la sección se obtiene como la suma de los caudales parciales (Figura 9)

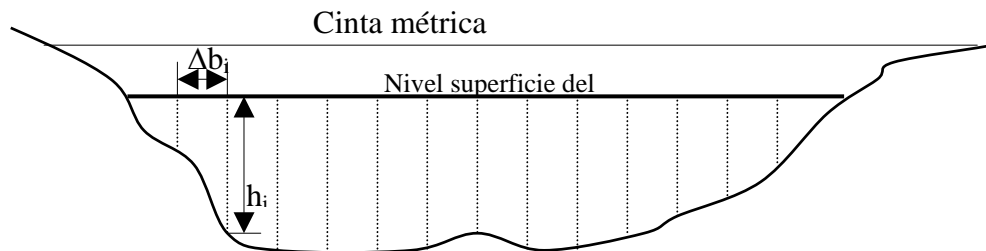


Figura 9. Secuencia de medición de la sección transversal de la cárcava.

En cada una de las cárcavas se tomará una muestra de suelo compuesta para su caracterización física química, lo que permitirá establecer su calidad, las muestras serán secadas al aire libre, tamizadas a través de una malla de tres milímetros y homogeneizadas para su análisis en el laboratorio. Las determinaciones básicas que se harán son las siguientes

- Porcentaje de partículas (Textura), por el método de Bouyoucus.
- Densidad aparente. Se obtendrá a través del método de la parafina
- Reacción del suelo (pH). Por medio de pasta de suelo saturada con un potenciómetro Corning.
- Contenido de sales (C.E). Se determinarán en el extracto de saturación mediante el puente de conductividad.
- Materia orgánica.

II).Talleres teóricos prácticos a productores. Con el propósito que los mismos productores tengan las herramientas técnicas para que participen en el proyecto y en un futuro ellos sean los responsables de la conservación y rehabilitación de suelos en la zona, en cada una de las comunidades donde se realicen las obras de restauración, se impartirá un taller. Éste consistirá en mostrar las diversas técnicas de conservación de suelos, como es la medición, materiales, costos, tipos de presas, diseño trazo y construcción de presas.

III). Aislamiento de la cárcava: El propósito de esta acción es detener el proceso que provoca el aumento de la cárcava; es decir, que el agua continúe

erosionando la plantilla y desestabilice los taludes. Para llevar a cabo el aislamiento se utilizara cualquiera de los dos siguientes procedimientos de acuerdo a las condiciones físicas del sitio.

a). Desviar el agua el agua en forma permanente hacia otros desagües que de antemano han sido protegidos, para realizar lo anterior es necesario tener la opción de un desagüe a donde conducir el flujo.

b). El uso de estructuras específicas para el control de la cabeza de la cárcava. La mas común es la protección con piedras, para construir este tipo de estructura es necesario suavizar previamente la cabeza de la cárcava, proporcionándole taludes convenientes cuya pendiente puede ser de 30 a 40 grados, generalmente irá acompañada de una presa de control de azolve, situada precisamente en el pie de la cárcava.

IV). Recuperación y estabilización de la cárcava. Dependiendo del estado de la cárcava y de la relación costo/beneficio se podrá optar por la recuperación total o estabilización del área, con posibilidades de usarla con propósitos diferentes a la agricultura, esta acción comprende las siguientes fases

a) Recuperación. Si las dimensiones de la cárcava no son muy grandes y si los beneficios esperados puedan compensar la inversión, se realizará la recuperación mecánica, es decir, tapar la cárcava con tierra, recuperando el área e incorporándola nuevamente al proceso productivo.

b) Estabilización de la cárcava. En caso que la recuperación mecánica de la cárcava no sea técnica o económicamente viable, se realizará lo siguiente: Antes de cerrar el perímetro de la cárcava, se suavizaran los taludes para impedir que el proceso de desbarrancamiento continúe; esta práctica se hará manualmente con azadón o pala. Para cárcavas más anchas que profundas, con poca pendiente en su lecho o cuya cuenca de captación no sea muy grande, se utilizaran gramíneas forrajeras.

Para cárcavas mayores, se utilizarán estructuras de mallas con postes de madera (material resultante de la remoción forestal realizada por las obras de PEMEX) y de piedras (si existen en el lugar). Varias estructuras serán colocadas a lo largo del lecho de la cárcava, distribuidas a intervalos uniformes, o en posiciones que dependerán de la topografía, de manera que protejan los puntos críticos y faciliten el crecimiento de vegetación en los mismos.

Presas de malla de alambre. Esta clase de estructura son efectivas para controlar las cárcavas de tamaño mediano, para su construcción se emplea una malla ciclónica la cual se fija firmemente a una hilera de postes clavados en el suelo. Esta malla debe estar bien enterrada en una zanja abierta previamente. Los mejores resultados se obtienen cuando parte de la malla, además de forrar dicha zanja, se traslapa sobre el lecho de la cárcava aguas arriba de la misma, por debajo del terraplén. Una vez formada la cerca de alambre se procede a rellenar la cimentación con el material que vaya a emplearse, como son las piedras, ramas, etc. Como en todos estos casos es

necesario que transversalmente la parte central de la estructura quede más baja con relación a los extremos de la misma para poder contar con un vertedor de suficiente capacidad y puedan drenar los gastos máximos que conduzca la cárcava.

Presas de Piedra. La piedra es un material magnifico para la construcción de presas y se podrá usarse siempre y cuando se encuentren en disposición. Este tipo de presas se recomiendan en cárcavas de pendiente moderada con cuencas de tamaño mediano. Son de gran duración debido a la resistencia del propio material. Los mejores resultados se obtienen cuando se tienen piedras con formas planas, las cuales pueden ser acomodadas perfectamente unas sobre otras, dejando menos intersticios para el paso del agua. Su construcción se inicia con la apertura de una zanja transversal a la cárcava, con una profundidad variable de acuerdo a la altura de la presa, esta zanja se rellena con piedras de regular tamaño para formar la cimentación de la estructura, el empotramiento debe prolongarse hasta los taludes de la cárcava para evitar que la estructura sea flanqueada por los escurrimientos.

Después se procede a colocar las piedras sobre la cimentación hasta lograr la altura elegida, la cual por regla general no debe ser mayor a dos metros. En el caso de utilizar piedra bola (redondeada) es necesario colocarla en base a su ángulo de reposo, ya que es precisamente en esta forma en que la estabilidad de la estructura es óptima. Cuando se dispone de piedra plana, es posible un mejor acomodo de las piedras incluso formar muros rectos, por lo que la estructura del diseño varía de acuerdo a lo anterior. En todos los casos, la parte central transversal de la estructura deberá quedar mas baja que los extremos de la misma para poder obtener la capacidad necesaria del vertedor y evitar que los escurrimientos vayan a erosionar los flancos. Para construir el “delantal” se seleccionan las piedras mas grandes y planas con el objeto de formar una especie de enlosado que va semi incrustado en el fondo de la cárcava a una profundidad promedio de 20 cm, la longitud de esta parte de la parte deberá ser mayor de 1.5 veces de la altura efectiva de la estructura. Cuando en la construcción se dispongan de piedras muy irregulares, estas deberán acomodarse en forma tal que los huecos entre ellas sean los mas pequeños posibles y en todo caso rellenar los espacios grandes con piedras pequeñas, a fin de evitar filtraciones excesivas en el cuerpo de la misma estructura.

De acuerdo con el trabajo previo realizado éste material se encuentra distribuido solamente en la unidad de suelos rendzina, en una proporción del cinco por ciento con respecto a las demás unidades de los suelos, por lo cual el número de estas estructuras a construir serán limitadas.

Especificaciones generales de las presas de control de azolve. Independientemente del tipo de material que se vaya utilizar las especificaciones técnicas son las siguientes:

Altura de la presas. La altura efectiva de las misma, o sea la distancia que existe entre la cresta del vertedor y el fondo de la cárcava, no deberá exceder de dos metros, ya que con alturas mayores, la presión del agua aumenta y se

propician filtraciones a través y por debajo de la estructura, lo que origina socavaciones que son difíciles de controlar y a menudo causan su destrucción. De acuerdo con las características de las cárcavas en la zona de estudio esta condición si es posible aplicarla ya que las alturas máximas observadas no sobrepasan al metro y medio de profundidad. La altura no solamente tendrá influencia sobre el espaciamiento entre las estructuras, sino también en el volumen de sedimentos retenidos.

Espaciamiento de las presas. El espaciamiento entre dos presas consecutivas dependerá de la pendiente, de los sedimentos depositados, de la altura efectiva de las mismas. Para calcular el espaciamiento que habrá de darse a las presas de control, es necesario considerar aspectos técnicos y económicos estos son los siguientes:

La construcción de las presas será en base a la consideración denominada cabeza pie. Esto es que la cota de la base de una presa, coincida con la cota del vertedor de la presa inmediata aguas abajo, la reducción del espaciamiento solamente se podrá disminuir cuando el riesgo de erosión sea mayor, y en teoría está basado en que el espaciamiento más eficiente se obtiene cuando una presa de control se construye en la parte donde termina el sedimento depositado por la presa siguiente que se encuentra aguas abajo (espaciamiento unitario).

El espaciamiento unitario que habrá de darse a las presas, se calculará en base a la siguiente ecuación

$$E = \frac{H}{P_c - P_s} * 100$$

Donde:

E: Distancia entre dos presas consecutivas (m)

H: Altura efectiva de la presa (m)

P_c: Pendiente de la cárcava (%)

P_s es la pendiente del sedimento (varia de 0.5 a 2 %)

Generalmente los sedimentos retenidos por las presas no se encuentran exactamente a nivel, sino que tienen un declive determinado, el cual varía de acuerdo con la clase de materiales sedimentados y la pendiente inicial de la cárcava. Por lo que es necesario hacer un ajuste de acuerdo a la textura. De acuerdo con la clase de sedimento, la inclinación de éstos es del 2% para las arenas gruesas mezcladas con grava, 1% para sedimentos de texturas medias (francos) y 0.5% para sedimentos finos limosos o arcillosos.

El empotramiento. La cimentación de la presa en el fondo de la plantilla aumenta considerablemente la estabilidad de las presas, lo cual es importante en aquellos casos donde el escurrimiento sea importante, el empotramiento en los taludes tiene como finalidad en impedir que el agua origine socavaciones en los flancos que puedan producir brechas en los taludes, circunstancia que vuelve completamente ineficaz a la estructura. Por regla general la

cimentación estará situada a una profundidad mayor que la superficie del “delantal”, sobre todo en aquellas estructuras donde el agua al pasar por el vertedor origine una caída sobre su parte posterior y que tienda a socavar el fondo de la cárcava.

Para formar el empotramiento tanto en el fondo como en los taludes de la cárcava se hará una zanja perpendicular a su dirección en el lugar en que se va a levantar la estructura, esta zanja se extenderá lo suficiente hacia los taludes para asegurar el anclaje. Generalmente sus dimensiones son de 0.50m ancho por 0.50 m, de profundidad, pero podrá ser hasta de un metro en suelos donde la textura del suelo sea demasiado gruesa o en donde existan muchas grietas en los taludes. El relleno de la zanja que servirá para la cimentación se hará con el mismo material que se va emplear en la construcción de la presa. En el caso de aquellas que se vayan a construir de piedras se utilizarán las más grandes y se rellenarán las oquedades con piedras más pequeñas, a fin de evitar que el agua que se infiltre provoque deslaves en la base o los flancos de la estructura.

Vertedores de las presas de control. Todas las presas que se construyan contarán con una escotadura o vertedor en la parte central que permita el paso libremente del gasto máximo, para calcular la capacidad de descarga del vertedor se considerará la intensidad máxima de lluvia que se presenta con mayor frecuencia, para este tipo de obra se utilizará la frecuencia de diez años cuando se emplea el método racional. Los vertedores se diseñarán con el de tipo de cresta ancha, la descarga se calcula mediante la siguiente fórmula

$$Q = 1.45LH^{3/2}$$

Donde:

Q: Gasto (l/s)

1.45: Coeficiente del vertedor

L: Longitud efectiva del vertedor (m)

H: Carga sobre la cresta del vertedor (m)

Como práctica se dará un margen de seguridad a la capacidad del vertedor para prever las posibles obstrucciones debidas a los materiales que puedan acarrear la corriente. Así mismo la longitud del vertedor será menor que la anchura del canal de la cárcava a fin de que el agua que vierta golpee solamente el lecho de la misma y nunca las paredes del talud.

Delantales. Para proteger el fondo de contra los efectos erosivos producidos por la caída de agua que pasa través del vertedor, en la zona inmediata aguas debajo de la estructura, se usará el delantal que consiste en el revestimiento de piedras o del material con que se vaya a construir la presa. Cuando la pendiente de la cárcava sea menor del 15%, la longitud del delantal será una y media veces la altura de la presa (lo cual se presenta en este caso), para evitar un posible deslizamiento del material usado en la construcción del delantal es necesario que éste quede incrustado en el fondo de la cárcava a una profundidad de 10 a 15 cm, se procurará que la superficie del propio delantal quede a nivel. Para tener una mayor seguridad será necesario construir un

colchón hidráulico que consiste en reborde o cresta a una altura aproximada de 10 cm.

V) Reforestación. En el cuarto semestre una vez que la mayor parte de las presas estén construidas y hayan retenido el suelo, se reforestará en ambos taludes de las cárcavas restauradas, para darle un uso al suelo, y además complementar el control de la erosión hídrica. Considerando la vegetación nativa en la zona, se usarán especies propias y adaptables a las condiciones edáficas y climatológicas como son; el mezquite y huizache, para lo cual se tramitarán los permisos correspondientes ante la SEMARNAT.

Obtención del material vegetativo. La planta será obtenida en forma gratuita a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), ésta dependencia tiene en función tres viveros forestales en el Estado de Tamaulipas, ubicados en: Río Bravo, San Fernando y Tampico, quienes tienen la posibilidad de proporcionar la planta, bajo una previa solicitud.

Forma de plantación. Para la reforestación se utilizará un tipo de planta que tenga una altura entre 15 y 40 cm ya que con estas dimensiones cuentan con mayor capacidad de adaptabilidad y resistencia al estrés de plantación. Para la plantación, es conveniente adquirir las plantas basándose en una serie de aspectos referentes a la calidad de las mismas, como: la exclusión de plantas con heridas no cicatrizadas, desecaciones totales o parciales, malformaciones o plantas afectadas por enfermedades, que presenten enrollamiento o torceduras en las raíces o tengan un desarrollo exagerado en las raíces secundarias.

El establecimiento de las plantas se hará en una longitud de 15 km a cada 6 metros, por ambos lados de la cárcava dando una cantidad de 5000 plantas, La superficie equivalente por reforestar será de 450 ha, realizándose esta actividad en áreas donde no afecte el paso de maquinaria agrícola.

El sistema para la plantación será el de cepa común que consiste en abrir un hoyo de 40 cm de profundidad por 20 de diámetro y retirar la bolsa que cubre el cepellón de la planta introduciendo ésta a la cepa, al introducir la planta a la cepa se pondrá primeramente los 20 cm, tierra de la superficie que se excavó y después la de la parte inferior, esto con la finalidad que las raíces principales tengan contacto con el suelo fértil.

Época de plantación. De acuerdo a las condiciones climatológicas de la zona del proyecto la plantación se realizará los meses de agosto, septiembre y octubre ya que es cuando se presentan lluvias con mayor regularidad.

Insumos. Para poder realizar la plantación es necesario el siguiente material: palas, poceras, machetes, picos, azadones, carretillas, tijeras podadoras y fertilizantes.

Labores culturales. Se requerirá una serie de labores que garanticen el asiento de la plantación, siendo éstos siguientes: protección ante incendios forestales, plagas, depredadores, y enfermedades, riego de mantenimiento

VI) Evaluación. Después de haber instalado las estructuras, se realizará una evaluación de estas obras. Midiendo el volumen de suelo acumulado, el área cubierta con la nueva vegetación (inducida y natural). Las mediciones se realizarán en periodos de 30 días. Además se hará un análisis de nivel de participación de los productores por comunidad, de acuerdo al número de personas que participaron en las obras.

VII) Presentación de resultados. Con base a los resultados obtenidos se realizarán los informes técnicos correspondientes los cuales incluirán una memoria técnica con todo los análisis realizados (mediciones de campo, laboratorio, dimensión de las cárcavas, procedimientos utilizados, número y tipo de obra realizada, resultados de la evaluación, etc.). Este documento irá acompañado de una memoria fotográfica donde se muestre la evolución de las obras realizadas, así como los cambios esperados en la recuperación de suelos. Se realizará la cartografía pertinente donde se muestre la localización geográfica de cada uno de los sitios de trabajo.

Dentro de los impactos esperados sobresale el ambiental, ya que al aplicar enfoques integrales con características sistemáticas y ecológicas en el uso y manejo del suelo, se reduce la degradación del mismo. Originando un aumento en el valor económico de la tierra, así como al acceso de nuevas técnicas de manejo y además se propicia una reducción en el riesgo presentado por los eventos naturales como son; el arrastre de azolve e inundaciones.

28) Fuentes de información que se utilizarán (consultas con expertos, censos del INEGI, registros catastrales, cartografía, fotografías aéreas, bibliografía, etc.)

Para llevar a cabo los objetivos se utilizará información de las siguientes fuentes: cartografía topográfica digitalizada, registros catastrales (Registro Agrario Nacional, pequeña propiedad), cartografía edáfica (INEGI), información georeferenciada de las obras de PEMEX, y la información generada en el campo y laboratorio (características físicas y químicas del suelo, mediciones de las cárcavas, etc).

29) Describir cuáles son los resultados esperados (estimados) al concluir la ejecución del proyecto técnico y que serán evidentes en ese momento (superficie de áreas reforestadas, superficie de suelos recuperados, número de UMAs de nueva creación, diversificación de UMAs y en qué consiste la diversificación, talleres impartidos), así como los resultados que se espera obtener a un plazo mayor (medio y largo), dando un estimado del tiempo que se requerirá para que ocurrieran).

- Construir 400 obras de control de cárcavas que tengan influencia en una superficie de 32,166 ha.
- Llevar a cabo al menos cinco talleres de capacitación a productores con temas relacionados con el control de la erosión en los sitios donde se harán los trabajos de restauración.

- Reforestar con plantas de mezquite y huizache 15 km en los taludes de las cárcavas restauradas.

A mediano plazo se espera que exista un control pleno de la erosión hídrica y que las áreas recuperadas tengan vegetación natural, se considera que en un periodo de cinco años se logre lo anterior.

30) Describir los resultados que se entregarán a la CONABIO al concluir la ejecución del proyecto técnico y sus características (por ej: informes de avance y final, cartografía, hojas de cálculo [describir en lo posible el contenido], memorias fotográficas, plan de monitoreo de las acciones restauración que se realicen, etc. (sección 4.3 j del instructivo para presentar proyectos técnicos).

Los productos que se generarán son los siguientes:

- 1) Tablas de excel, donde se muestren los resultados de las variables Longitud de la cárcava, ancho, profundidad, pendiente, capacidad volumétrica, espaciamiento entre presas. Lo anterior se realizara para cada una de las cárcavas donde se trabaje.
- 2) Cartografía señalando la distribución de dichas obras y su clasificación de acuerdo a su nivel de deterioro, (estará basada en los Lineamientos para la entrega de cartografía digital e impresa), el formato será SHAPE FILE, con un sistema de proyección Universal Transversa de Mercato 14 (UTM), Datum Horizontal; 27, con esferoide Clarke, 1866.
- 3) Documento de difusión sobre los métodos de conservación de suelo, enumerando las técnicas de control de la erosión tales como: caracterización, medición topográfica, diseño, trazo, tipo de materiales y formas de instalación.
- 4) Memoria técnica donde se muestren: los resultados del proyecto, número de productores que participaron, superficie recuperada, cantidad de suelo recuperado, etc. Dicho documento irá acompañado de una memoria fotográfica mostrando las obras establecidas (antes y después de las épocas de lluvias).
- 5) Propuesta de aprovechamiento de los recursos, relacionada con la ubicación y desarrollo de nuevos mercados. El mezquite (*Prosopis glandulosa*), es un árbol o arbusto que fija el nitrógeno, se encuentra en un territorio de medio millón de hectáreas entre México y Estados Unidos. En el caso de la Cuenca de Burgos es un árbol muy común, donde se pueden encontrar árboles hasta de 6 m de altura. Dentro de los usos de la especie se encuentran como fuente de energía, ya sea como leña, en la preparación de alimentos o calentamiento de agua, donde la forma más usual de aprovechamiento es como leña en raja. Otro producto del mezquite de importancia económica es el carbón, el

cual se produce cuando se calienta la madera en ausencia de aire (pirolisis) y se controla la entrada del mismo (combustión).

El aprovechamiento se puede realizar mediante la extracción de material muerto/seco del arbolado de mezquite existente, lo que además permitirá la regeneración y estímulo de brotes en el arbolado bajo tratamiento. Así como también aprovechar los árboles de mezquites derrumbados por las obras exploración y explotación de PEMEX. El impacto de explotar en forma ordenada a los mezquiales permitirá tener una alternativa de las actividades económicas, de los productores, siempre y cuando se desarrolle bajo procesos eficientes que permita su aprovechamiento sustentable. Una de las ventajas de la Cuenca de Burgos es su cercanía con mercados importantes como son; Monterrey N.L. Reynosa y Matamoros Tam. En estas ciudades es muy común el uso de la leña y carbón para la elaborar carnes al carbón. Una condición importante para su comercialización es que los productores estén organizados, tengan los permisos correspondientes de la SEMANART así como tengan una infraestructura acorde a sus necesidades y una marca registrada del producto a comercializar.

31) Indicadores de progreso o de éxito cuantificados, que permitan revisar si el avance que se vaya teniendo durante su desarrollo

Para determinar el avance del proyecto los indicadores que se evaluarán son los siguientes:

- Para el primer semestre tener caracterizadas todas las cárcavas donde se establecerán las 400 obras, generándose tablas en excel con la información técnica necesaria para la construcción de las presas (inciso 1, apartado anterior).
- En el primer semestre se considera construir 60 presas, en el segundo y tercer semestre 120 presas y en el cuarto semestre 100 presas, lo que equivale en km de la siguiente manera: en el primer semestre 3.75 km, en el segundo y tercero 7.5 km y en el cuarto semestre 6.25 km.
- Lámina de suelo retenido. La cantidad de suelo retenido depende de la presencia de lluvias y cantidad de azolve transportado, se espera que las presas retengan en promedio de 20 cm /presa/semestre, a partir del segundo semestre.
- Numero de talleres impartidos. En el primer semestre se tiene considerado dar un taller, en el segundo trimestre dos y en el tercer semestre dos.
- Reforestación. Para el cuarto semestre se plantarán 15 km de mezquite y huizache.

32) Programa de trabajo calendarizado (incluir los indicadores de progreso o éxito, de acuerdo con lo establecido en la sección 4.3 k del Instructivo para presentar proyectos técnicos)

Año 1

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes11	Mes 12
1 Caracterización física de las cárcavas (Medición, muestreo y análisis laboratorio)												
Sitio 1	X	X	X									
Sitio 2				X	X							
2. Obtención del material para el sitio 1												
Malla			X					X				
Piedra			X					X				
3.Talleres de capacitación												
Sitio 1					X			X			X	
4. Construcción de las presas												
Sitio 1				X	X	X	X	X	X	X	X	X
5.Evaluación												
Medición del volumen de suelo retenido (sitio 1)						X	X	X	X	X	X	X
Medición de área de suelo recuperada (sitio 1)						X	X	X	X	X	X	X
6. Entrega de Informes												
Parciales						X						X

El número de sitio está descrito en el documento

En los meses de septiembre se tienen riesgos con la presencia de lluvias fuertes o de ciclones

Año 2

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes11	Mes 12
1. Obtención de material para el sitio 2												
Malla				X								
Piedra				X								
2.Talleres de capacitación												
Sitio 2		X			X							
3. Construcción de las presas												
Sitio 1	X	X	X	X	X							
Sitio 2					X	X	X	X	X	X	X	
4. Reforestación (sitios 1 y 2)								X	X	X		
5.Elaboración cartografía	X										X	X
6.Evaluación												
Estimación del volumen de suelo retenido (sitios 1 y 2)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Medición de área de suelo recuperada (sitios 1 y2)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
7. Entrega de Informes												
Parciales						X						X
Final												X
8. Elaboración del documento técnico								X	X	X	X	X

33) PRESUPUESTO SOLICITADO. Recursos materiales y humanos que serían financiados por el Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad (CONABIO) para la ejecución del proyecto técnico

1. Honorarios

Nombre	Sueldo/mes*	Tiempo meses	Total (\$)
Héctor Rodríguez Rodríguez (responsable del proyecto)	10,000.00	24	240,000.00
Américo Rendón Jiménez (técnico de campo)	8,000.00	24	192,000.00
Jesús Alejandro Campos Flores (elaboración de la cartografía)	8,000.00	3	24,000.00
Martín Espinosa Ramírez	4,000.00	12	48,000.00
Subtotal			504,000.00

* Los sueldos son íntegros (incluyen el impuestos y retenciones)

2. Viáticos y viajes

Núm. de viajes y destino	No. de Personas	Actividades	Costo/viaje	Total (\$)
48 estancias de dos días c/u, sitios de trabajo (Cd. Victoria municipio de Reynosa)	1	Supervisión, asesorías, capacitación y reuniones con productores	2,000.00	96,000.00
Técnico residente (despensa pago de renta casa y gasolina)	2	Coordinación de trabajos de campo (realización de las obras) ¹	12,000.00 (mes)	288,000.00
Subtotal				384,000.00

3. Equipo y materiales (detallar y anexar cotizaciones)		
Concepto y cantidades	Costo unitario	Total (\$)
Malla ciclónica (rollo de 20 * 1.75 m) 25 piezas	766.80*	19,170.00
Malla ciclónica (rollo 20 m * 1.5 m) 25 piezas	646.75*	16,168.75
Postes de madera 1200 piezas	30.00*	36,000.00
Piedra 35 viajes de 7m ³	1,200.00	42,000.00
Palas 10 piezas	78.00*	780.00
Picos 10 piezas	119.00*	1,190.00
Grapas 10 kg	19.00*	190.00
Cámara digital	4749.99*	4749.99
Papel, CD y tinta para impresora	3,310.52*	3,310.52
Martillos antiderrapante 5 piezas	184.00*	920.00
Cavador 38 agrícola CA-38 marca Truper 2 piezas	256.00*	512.00
Carretilla llanta neum 4 capas CAT-50ND 2 piezas	555.00*	1,110.00
Machete pulido STD T-460-26P 26 marca Truper 2 piezas	36.55*	73.10
Tijera P/podar T-19 dos manos marca Truper 2 piezas	93.50*	187.00
Azadón lane No. 3 C/mango al-3m marca Truper 2 piezas	107.10*	214.20
Subtotal		126,575.56
* Incluye el IVA		

4. Otros (detallar y, en su caso, anexar cotizaciones)		
Concepto	Costo unitario	Total (\$)
Pago de jornales (5 jornales por presa)* 400 presas	100.00	200,000.00
Pago de jornales reforestación (1 jornal = plantar 80 plantas) 5000 plantas	100.00	6,250.00
Análisis de laboratorio 70 muestras	371.42	26,000.00
Mantenimiento de vehículo 24 meses	3,000.00	72,000.00
Tarjeta telefónica (TELMEX) 20 piezas	200.00	4,000.00
Subtotal		308,250.00

Suma de subtotales	1,322,825.60
IVA sólo de aquellos rubros que así lo requieran (15% de IVA)	43,200.00
GRAN TOTAL	1,366,025.60

34) Lista de participantes, indicar en qué consiste su participación.

Héctor Rodríguez Rodríguez, responsable técnico del proyecto, y la participación consiste en el diseño de las obras, asesoría en la su construcción, formar parte de la capacitación de los productores, así como darle seguimiento al proceso

Américo Rendón Dueñez: técnico residente; su participación consiste en la coordinación de los trabajos de campo (construcción de las obras), capacitación de los productores y el establecimiento de las plantas leguminosas. Su contratación será de tiempo completo.

Martín Espinoza Ramírez: técnico que desempeñará funciones relacionadas con aspectos de supervisión de la construcción de las presas, también en aspectos de capacitación y en la siembra las leguminosas , su contratación será de un año, por medio tiempo

Jesús Alejandro Campos Flores, su participación consistirá en elaborar la cartografía propuesta y su trabajo será principalmente de gabinete.

35) Cofinanciamiento

Fuente(s)	Monto (pesos)
No se tiene un cofinanciamiento formal, sin embargo la Universidad pondrá a disposición del proyecto un vehículo (camioneta seis cilindros), una secretaria de tiempo parcial y equipo de cómputo.	
Total	

36. Justificación del presupuesto

En el apartado de los salarios, las cantidades incluyen impuestos, que serán retenidos por la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Así mismo el para se realizará a través de la nomina de la misma Universidad

La malla ciclónica se utilizará en la construcción de las presas de control de azolves, se estima que con cada rollo de malla se construirán 8 presas por lo que se necesitaran 25 rollos para cada medida (1.5 y 1.75 m)

La herramienta como palas, azadones, machetes, picos, etc., se utilizarán en la construcción de las obras propuestas. Los postes de madera y la grava será adquirida en la misma región a los mismos productores o en los bancos de materiales cercanos

37) Calendarización de las necesidades presupuestales, de acuerdo con el Programa de trabajo calendarizado (punto 32) (ver sección 4.3 h del Instructivo para presentar proyectos técnicos)

Requerimiento presupuestal	\$
Mes 1	58,739.10
Mes 2	58,739.10
Mes 3	81,961.53
Mes 4	68,301.28
Mes 5	54,641.00
Mes 6	60,105.14
Mes 7	61,471.20
Mes 8	58,739.00
Mes 9	56,007.00
Mes 10	60,115.00
Mes 11	54,641.20
Mes 12	57,373.10
Mes 13	56,004.14
Mes 14	58,739.00
Mes 15	56,000.00
Mes 16	61,471.00
Mes 17	56,007.00
Mes 18	60,105.13
Mes 19	58,739.10
Mes 20	54,641.20
Mes 21	57,374.08
Mes 22	40,980.47
Mes 23	38,248.71
Mes 24	36,882.12
Total	1,366,025.60

FIRMA DEL RESPONSABLE

Héctor Rodríguez

**Dr. Héctor Rodríguez Rodríguez
Responsable técnico del proyecto**

AUTORIDAD DE LA INSTITUCIÓN (Nombre, firma y cargo)

Assefaw Tewelde Medhin

**Dr. Assefaw Tewelde Medhin
Dirección General de Investigación y Posgrado
Director General**

Anexo 1. Descripción de algunas de las especies identificadas.

***Prosopis glandulosa* Torr.**

Nombre(s) común: mezquite.

Descripción. Arbusto o árbol de 4 -10 m de alto. Tallo recto, corto de ramas ascendentes y luego péndulas, corteza lignificada con fisuras de color negruzco. Las ramas jóvenes de color verde pardoso con espinas en pares, con frecuencia formando matorrales densos, con una ancha copa extendida. Hojas ramificadas con un par de piñas, cada una con 7 a 18 pares de folíolos, los folíolos uniformemente anchos, de 1 a 5 cm de largo, de 2 a 4 cm de ancho, lisos, flores densos racimos axilares, de color blanco-amarillento, muy perfumadas, dispuestas en espigas florales. Los frutos son largos, estrechos, rectos, redondeados, 10-25 cm (4-10) de largo, 6-9 mm (0.2-0.3) de diámetro; semillas constreñidas y brillantes.

Usos: Aromática: Con las flores puede producirse un perfume original de buena calidad. Bebidas alcohólicas: Con semillas y vainas se prepara una bebida refrescante llamada "mezquitatol", además de que por la fermentación de las vainas pueden obtener una bebida alcohólica. Combustible: Para la obtención de leña y carbón. Comestible: Las semillas contienen un alto contenido proteico. Forrajera: Como alimento altamente aprovechable para el pastoreo cerril. Maderable: Para la manufactura de muebles, cerillos y utensilios caseros. Medicinal: Como remedio para las afecciones faríngeas, el afianzamiento de dientes, las afecciones de los ojos y los malestares estomacales. Melífera: Contiene gran cantidad de néctar por lo que se considera una excelente planta melífera

***Acacia farnesiana* (L.) Willd.**

Nombre(s) común: Huizache,

Descripción. Forma. Arbusto espinoso o árbol pequeño, perennifolio o subcaducifolio, de 1 a 2 m de altura la forma arbustiva y de 3 a 10 m la forma arbórea, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 40 cm. Copa redondeada. Hojas plumosas, alternas, frecuentemente aglomeradas en las axilas de cada par de espinas, bipinnadas, de 2 a 8 cm de largo incluyendo el pecíolo, con 2 a 7 pares de folíolos primarios opuestos y 10 a 25 pares de folíolos secundarios.. Tronco corto y delgado, bien definido o ramificado desde la base con numerosos tallos. Ramas ascendentes ya veces horizontales, provistas de espinas de 6 a 25 mm de longitud. Corteza, externa lisa cuando joven y fisurada cuando vieja, gris plomiza a gris parda oscura, con abundantes lenticelas dispuestas en líneas transversales. Interna crema amarillenta, fibrosa, con marcado olor y sabor a ajo. Grosor total: 5 a 6 mm. Flores en cabezuelas de color amarillo, originadas en las axilas de las espinas, solitarias o en grupos de 2 a 3, muy perfumadas, de 5 mm de largo; cáliz verde, campanulado, papiráceo de 1.8 mm de largo; corola amarillenta o verdosa, de 2.3 mm de largo. Sus brillantes flores están apiñadas en bolas densas y mullidas y con frecuencia cubren el árbol en forma tal que éste da la sensación de una masa amarilla. Fruto(s). Vainas moreno rojizas, semiduras,

subcilíndricas, solitarias o agrupadas en las axilas de las espinas, de 2 a 10 cm de largo, terminadas en una punta aguda, valvas coriáceas, fuertes y lisas, tardíamente dehiscentes. Permanecen en el árbol después de madurar. Semilla(s). Semillas reniformes, de 6 a 8 mm de largo, pardo-amarillentas, de olor dulzón y con una marca linear en forma de "C". La testa de la semilla es impermeable al agua.

Usos: Agrícola: Para estantes de cercas ganaderas. Construcción: Se emplea troncos y ramas en construcciones rurales. Forrajera: Como alimento de cabras, vacas y otro tipo de ganado. Medicinal: La infusión de las flores se usa contra la dispepsia; el cocimiento del fruto se toma contra la disentería; el cocimiento de la raíz es bueno contra la tuberculosis. Se utiliza en el tratamiento de diarreas blancas y verdes, dolores de cabeza y muelas, calentura, anginas, pesadillas. También contra hemorragias vaginales, se usa la raíz hervida. Diabetes.

Hábitat: Se encuentra formando parte de matorrales espinosos, en una gran variedad de suelos, desde muy arcillosos hasta muy arenosos, o rocosos y en suelos profundos y claros, sobre terrenos planos y con pendiente de 10 °. En matorral de compuestas y leguminosas con elementos de bosque tropical caducifolio. En Matorral armado con *Prosopis*, *Acacia*, *Fouquieria*, *Myrtillocactus*, *Ipomea*. Sobre suelo derivado de conglomerados, de profundidad mediana, café grisáceo, asociada a *Pithecelobium dulce*. Florece durante todo el año especialmente de mayo a diciembre.

***Acacia berlandieri* Benth.**

Nombre(s) común(es): Mimbres, matorral, huajillo.

Descripción: Hierba de 1 a 4.5 m de alto, pubescente, provista de pequeñas espinas; hojas bipinnadas, folíolos numerosos, de 3 a 6 mm de largo; flores blancas, con aroma dulce; frutos planos, de 9 a 16 cm de largo, 2 a 3 cm ancho, brillantes y curvados, densamente puberulento-aterciopelado.

Usos: forrajera: de gran importancia como alimento para el ganado; las semillas son utilizadas por el ganado vacuno, caprino y ovino. Agrícola utilizada principalmente como cerco vivo

Hábitat: Matorral inerme y con espinas laterales, vegetación primaria sobre arroyos, suelo calcáreo y gravoso.

Descripción de algunas de las especies identificadas

***Acacia greggii* A. Gray**

Nombre(s) común(es): Uña de gato, gatuño.

Descripción. Arbusto o árbol, de hasta 6 m de alto, tronco de 20 cm de diámetro, hojas bipinnadas, pinnas de 1 a 3 pares; flores amarillas, fragantes,

espinas de 3 a 5 cm de largo, frutos planos, de 8 a 12 cm de largo, madera dura, fuerte, durable, pardo-rojiza.

Usos: con la madera se elaboran piezas de artesanía. Combustible: para la obtención de leña o carbón. Comestible: las semillas son comestibles. Forrajera: las hojas tiernas se utilizan como forraje. Ornamental: en algunas localidades se cultiva como planta de ornato.

Hábitat: en bosque espinoso, asociada con *Acacia*, *Larrea* y *Prosopis* y gramíneas.

***Celtis pallida* Torr.**

Nombre(s) común(es): Granjeno (Dgo.), granjeno blanco, granjenillo, vaino blanco.

Descripción: arbusto de 2 a 4, m de alto, caducifolio; ramas principalmente rígidas, extendidas, arqueadas, las secundarias por lo general flexuosas y terminando en una espina, puberulentas con pelos blancos, incurvados, provistas de espinas axilares, solitarias o dispuestas en pares, rectas o encorvadas, delgadas, de 3 a 10 (25) mm de largo; hojas alternas, pecíolos de 1.5 a 2.5 (3) mm de largo, blanco puberulentos, láminas ovadas, oblongo - ovadas a elípticas, de 15 a 25 (50) mm de largo, de 6 a 15 (30) mm de ancho, ápice obtuso a redondeado, base obtusa a cordada, a menudo oblicua, margen toscamente dentado-crenado en la parte media y superior, o a veces entero, los dientes apiculados, trinervadas desde la base, las axilas de los nervios mayores con domacios ciliados en el envés, de textura cartácea, escábridas en ambas superficies; flores masculinas dispuestas en conjuntos dispersos o densos de hasta 30 flores, perianto dividido hasta cerca de la base, sus 5 lóbulos imbricados, de 1 a 1.5 mm de largo, ciliados, estambres 5, filamentos de ca. 0.3 mm de largo, anteras de ca. 0.6 mm de largo, pistilodio pequeño, ubicado sobre un fascículo de pelos blancos; flores femeninas 1 a 3, dispuestas en cimas pequeñas, que incluyen también algunas flores masculinas, lóbulos del perianto 5, de ca. 2 mm de largo, secándose precozmente pero persistentes, estambres 5, aparentemente sin producir polen, ovario de ca. 1.5 mm de largo, glabro, pero ubicado sobre un fascículo de pelos blancos, estilos de ca. 2 mm de largo, bifurcados cerca del ápice; fruto en forma de drupa jugosa, ovoide, de ca. 6 mm de diámetro, amarilla, anaranjada o roja, glabra; semilla de 4 a 5 mm de diámetro.

Usos: Combustible: La madera se utiliza como combustible, construcción: Se le utiliza como postes en las cercas, Forrajera: Es una especie importante en el pastoreo cerril.

Hábitat: Planta de matorrales xerófilos, particularmente del crasicale, de los mezquiales y ocasionalmente del bosque tropical caducifolio; se le ha registrado en orillas de terrenos de cultivo, orillas de carretera, bosque de galería.

***Yucca treculeana* Carrière**

Nombre(s) común(es): yuca

Descripción: Planta arborescente, con pocos tallos de longitud variable en grupos un poco abiertos; tallos comúnmente 1-4, ascendentemente ramificado, de 3 a 4 m de altura; hojas comúnmente en una cabezuela grande simétrica u ocasionalmente entera produciendo hojas nuevas, 5-10 dm de largo, 4-8 cm de ancho, gruesas, rígidas, cóncavo-convexas, pero frecuentemente adelgazadas; márgenes de las hojas finos, entero o con pocas fibras finas rectas; escapo corto glabro; panícula algunas veces con un 3/4 de su longitud arriba del follaje, elipsoidal, densa; flores pequeñas, ampliamente globosas o hemisféricas, blancas o de color púrpura brillante; segmentos del periantio engrosados hacia la base; sépalos 3-4.5 cm de largo, 8-15 mm de ancho; pétalos 3-4 cm de largo, 1-2 cm de ancho; filamentos 15-24 mm de largo; pistilo de 2-3 cm de largo; ovario de 4-6 mm de diámetro, el ápice terminando abruptamente en el estilo; estilo de 1-5 mm de largo; fruto 6.5-10 cm de largo, 17-24 mm de diámetro, cilíndrico con apéndice largo y delgado, simétrico, raramente constreñido suturas carpelares en forma de U, profunda o frecuentemente amplias y algo delgadas; semillas de 6 mm en su diámetro más grande, delgadas, gruesas, ásperas, blanco opaco, sin alas.

Usos: Colorante: las semillas molidas en combinación con otros reactivos producen un colorante. Combustible: como leña para uso doméstico. Construcción: los tallos como postes y vigas en la construcción rural. Forrajera: las partes tiernas se usan como alimento para ganado. Textil: se utiliza en la obtención de fibras.

Hábitat: Se encuentra en chaparrales en el Norte de México, florece entre febrero y abril.

***Jatropha dioica* var. *sessiflora* (Kunth) Mc Vaugh**

Nombre(s) común(es): Sangregado, sangre de grado, sangre de drago.

Descripción: Planta perenne y de hábito peculiar, escasamente leñosa (sin embargo usualmente descrito como un arbusto o planta leñosa); rizomas subterráneos, anaranjeadamente coloreados, horizontales, con longitudes máximas de un metro; tallos (perennes) gruesos, carnosos, rollizos (plegados cuando secos), simples o escasamente ramificados, ascendiendo en intervalos, semejando varas, de 2-6 dm de alto, usualmente arqueados, con espolones cortos lateralmente; savia clara, astringente, que cuando se expone al aire se torna de color rojo semejando sangre; hojas fasciculadas sobre los espolones, subsésiles, deciduas; láminas espatuladas o lineares, más anchas hacia el ápice, ocasionalmente palmadas, con 2-3 lóbulos, con el lóbulo medio más largo, usualmente apicalmente despuntado, basalmente estrecho, marginalmente entera, de 4-5(-7) cm de largo; estípulas subulado-lanceoladas, cerca de 2.5 mm de largo, tempranamente deciduos; flores masculinas y femeninas en plantas separadas; flores masculinas en cimas muy reducidas, se presentan en fascículos densos terminales o axilares; brácteas y sépalos más o

menos escariosos, usualmente enteras y eglandulares ; cáliz de 3-3.5 mm de largo, sin pubescencia plateada; corola blanquecina, cerca de la mitad de largo que el cáliz , cilíndrico-urceolada, con lóbulos recurvados, el tubo rojizo usualmente más largo que los lóbulos y más o menos hirsuto desde la base; estambres regularmente 10, los filamentos parcialmente unidos; anteras ovadas a lineares, frecuentemente de 1 mm de largo o menos; flores femeninas en cimas reducidas, frecuentemente las cimas 1-floreadas; sépalos herbáceos; corola cilíndrico-urceolada, con lóbulos recurvados, el tubo usualmente más largo que los lóbulos y más o menos hirsuto dentro de la base; lóculos del ovario y estilos 1-2, con un óvulo en cada lóculo; estilos (cuando 2) coherentes a algo extendidos, desiguales o irregularmente bilobados, los estigmas gruesos; cápsulas 1- o 2-loculares, cada lóculo de 1-1.2 cm de grueso y casi 15 mm de largo (así cuando 2-ocular el fruto es más ancho que largo), lóculos apiculados y loculicidas; columnela persistente o ausente; semillas subglobosas o algo aplanadas a lo largo de la línea ventral, esencialmente dentada, café; hilo largo y delgado; carúncula pequeña y blanquecina, la superficie dorsal redondeada con una quilla mediana débil.

Usos: Protección de cultivos y cercas vivas, Medicinal

Hábitat: En matorral xerófilo; abundante en vegetación de matorral armado con *Jatropha sp.*, *Fouquieria*, *Acacia*, *Opuntia*, en suelo pedregoso amarillo. Matorral espinoso, en suelo amarillo derivado de conglomerados. En matorral crassicaule con *Opuntia*, *Ferocactus*, *Mammillaria*; *Coryphantha*.

***Guaiacum sanctum* L.**

Nombre(s) común(es): Guayacán, palo santo, huaxaxán, matlacuáhuatl

Descripción: Árbol generalmente pequeño o a veces un arbusto alto, con una copa densa esparcida y un tronco grueso raramente de mas de 30 cm de diámetro, la corteza pálida; foliolos 4 a 12, oblongos a obovados, de 2 a 3.5 cm de largo, sésiles, coriáceos, glabros o esparcidamente seríceos, obtusos o redondeados en el ápice; estípulas de 3 mm de largo, pubescentes, caducas; flores solitarias o agrupadas, en pedúnculos pubescentes más cortos que las hojas; sépalos obovados u oblongo-obovados, de 5 a 7 mm de largo; pétalos azules o púrpuras, ampliamente obovados, de 7 a 12 mm de largo, redondeados en el ápice, glabros; cápsula ampliamente obovoide, amarilla o anaranjada, alrededor de 1.5 cm de largo; semillas elipsoides, pardo oscuro o negras, de 1 cm de largo, con un arilo rojo.

Usos: Construcción: Se utiliza la madera, extremadamente dura, de textura fina y uniforme, aunque difícil para trabajarla. Medicinal: En el tratamiento de enfermedades venéreas, el extracto de la corteza tiene propiedades estimulantes y diaforéticas, depurativo. El cocimiento de las flores se usa contra la tos de los tuberculosos.

Hábitat: Colinas rocosas, secas, en las planicies del Pacífico, cerca del nivel del mar. Selva baja caducifolia, suelo pardo arenoso pedregoso.

***Opuntia leptocaulis* DC.**

Nombre(s) común(es): Alfilerillo, catalinaria, tasajillo.

Descripción: arbusto bajo, de 1 a 1.5 m de altura, con tronco bien definido, leñoso, de 5 a 8 cm de diámetro. Ramas cilíndricas, de 4 a 6 mm de diámetro, las principales de 1 a 3.5 dm de longitud, las laterales de 2.5 cm de longitud, distantes entre sí 3 a 15 mm, provistas de un anillo de glóquidas pardas, de 1 a 2.5 mm de longitud y con lana grisácea en el centro; las de las ramas principales con una espina solitaria; vainas de las espinas papiráceas, blanquecinas en la base y pajoso-amarillento hacia el ápice caducas; las espinas de 2 a 5 cm de longitud, delgadas, blancas o algo amarillentas hacia la punta. Flores dispuestas hacia el ápice de las ramas, de 12 a 20 mm de diámetro; segmentos exteriores del perianto ovados, agudos; segmentos interiores de color amarillo verdoso. Fruto carnoso, globoso hasta claviforme, de 8 a 10 mm de diámetro y 10 a 18 mm de longitud, sin espinas, pero con algunas glóquidas, persistentes, a veces prolífico, rojo amarillento. Semillas de 3 a 4 mm de longitud, muy aplanadas, margen agudo.

Usos: Generalmente se emplea como cerca viva. Forrajera: de gran importancia como alimento para el pastoreo cerril.

Hábitat: Matorral de *Larrea* y *Acacia*, sobre suelo arenoso-rocoso con material metálico.

***Karwinskia humboldtiana* (Roem. & Schult.) Zucc.**

Nombre(s) común(es): Tullidora, capulincillo, negrito.

Descripción: Arbusto o árbol pequeño de 1 a 2 m de alto, caducifolio, ramas usualmente pulverulentas y pruinosas; hojas opuestas, estípulas lineares o subuladas, de 1 a 1.5 mm de largo, glabras, pecíolos delgados, hasta de 1 cm de largo, láminas oblongo lanceoladas o elíptico-ovadas, de 2.5 a 7.5 cm de largo, por 2 a 3 cm de ancho, ápice obtuso, base redondeada, margen entero a crenado, haz verde, lustroso, glabro, el envés más pálido, glabro (en ocasiones cuando las hojas están jóvenes se presenta una pubescencia escasa), con pequeñas manchas negras esparcidas a lo largo de las nervaduras principales; inflorescencias en cimas axilares, de pocas flores o éstas solitarias, sésiles o cortamente pedunculadas; sépalos triangulares, de 1.2 a 1.8 mm de largo, de 1 a 1.2 mm de ancho, glabros, con glándulas oscuras a lo largo del margen; pétalos blancos o amarillentos, de 1 a 1.2 mm de largo, de ca. 1 mm de ancho, envolviendo parcialmente a los estambres; anteras de ca. 0.5 mm de largo; fruto negro, lustroso, subgloboso, de 6 a 9 mm de diámetro; semillas 2 a 3, verdes a pardas o negras y lustrosas en madurez avanzada. Florece de junio a septiembre

Usos: Combustible: la madera que se utiliza localmente como leña. Herramientas: para la manufactura de mangos para herramientas. Puede resultar venenosa ya las semillas son sumamente tóxicas.

Hábitat: Forma parte del bosque tropical caducifolio. Es la especie más importante del género, por tener una mayor distribución y poblaciones numerosas, siendo además la que ofrece mayor dificultad para delimitarse, por presentar polimorfismo a nivel de hojas, flores y frutos.

***Castela texana* (T. & G.) Rose**

Nombre(s) común(es): Bisbirinda, chaparro amargoso.

Descripción: Arbusto bajo, polígamo–dioico, con ramillas espinescentes y espinas axilares, densamente ramificado, de alrededor de 2 m de alto, las ramas jóvenes con la corteza blanco-grisácea, intensamente ásperas; hojas subsésiles, coriáceas, linear-oblongas a lanceoladas o estrechamente oblanceoladas, obtusas a agudas y mucronuladas en el ápice, vernicosas en el haz, plateado o grisáceo canescentes en el envés, con los márgenes fuertemente revolutos, hasta de 25 mm de largo y 7 mm de ancho; flores de 3 a 4 mm de largo, solitarias o fasciculadas en las axilas, con el pedicelo de 2-3 mm de largo, rojas a rosadas salmón o anaranjada en la superficie externa, usualmente amarillas en la superficie interna; sépalos y pétalos 4, portando en la base 4 diminutas brácteas, ovadas; pétalos estrechamente obovados; estambres 8, insertos en un disco carnosos, los filamentos hirsutos en la base; carpelos 4, ligeramente coherentes durante el desarrollo; fruto usualmente formado por 4 mericarpos distintos drupáceos de color rojo brillante, de 6-10 mm de largo, subglobosos, ligeramente comprimidos.

Usos: Forrajera: Especie importante en el pastoreo cerril. Medicinal: contra la disentería amibiana.

Hábitat: en valles rocosos y colinas, malezas y junto con mezquite.

***Leucophyllum frutescens* (Berl.) I.M. Johnst. (Scrophulariaceae)**

Nombre común: cenizo

Descripción: El cenizo es un arbusto de copa irregular con denso follaje, hasta de 2.5 m de alto; presenta un tallo leñoso con una densa pubescencia estrellada en las ramas jóvenes, corteza lisa de color grisáceo. Tiene hojas simples, persistentes, opuestas o verticiladas, de forma ovalada, entera; gris verdosas en ambas superficies. Presenta flores de color rosas lavanda, vistosas, solitarias, en forma de embudo o más comúnmente campanuladas, con un pequeño fruto capsular con numerosas semillas. Presenta un período de floración de Marzo a Junio; puede florear a través del año, después de las lluvias. Su área de distribución es en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, dentro de los matorrales submontanos o espinosos.

Usos: es aprovechada como forraje para el ganado caprino y vacuno

Hábitat: por sus características propias de especie nativa, adaptada a lugares con alta insolación, tiene bajos requerimientos hídricos y es resistente a bajas temperaturas.

Cactáceas

Estas especies que se reportan fueron encontradas dentro del matorral espinoso tamaulipeco y los mezquitales.

Nombre Científico: *Echinocereus poselgeri*

Nombre común: "Sacasil"

Descripción: Raíces tuberosas, oscuras, varias, cerca de la superficie de la tierra. Tallos delgados de 6 a 10 mm de diámetro y 60 cm de longitud o menos. Costillas de 8 a 10, poco elevadas, las de la parte superior del tallo ocultas por las espinas; las partes viejas del tallo sin espinas. Espinas radiales 9 a 12, adpresas, de 3 a 5 mm de longitud, delicadas, puberulentas. Espina central 1, ascendente, de cerca de 1 cm de longitud, más gruesa que las radiales, con la punta negra. Flores púrpura o rosadas, de 5 cm de longitud y diámetro; pericarpelo verde con tinte rojizo, provisto de pequeñas escamas lanceoladas, las axilas lanosas y con pelos setosos, negruzcos; tubo receptacular con escamas que llevan lana y pelos setosos, segmentos interiores del perianto lineares, acuminados, como de 2.5 cm de longitud; estilo verde pálido; lóbulos del estigma 8 a 10, verdes. Fruto ovoide, como de 1.5 cm de longitud y de 1 cm de diámetro, de color verde, llevando aréolas con lana blanca y espinas setosas, conserva adheridos los restos secos del perianto. Semillas oblicuo-obvadas, de cerca de 1 mm de longitud, con testa castaño rojiza, casi negra, con puntuaciones verrucosas.

Nombre Científico: *Echinocactus texensis*

Nombre común: "Mancacaballo"

Descripción: Planta simple a veces prolifera, por lesiones. Tallo hemisférico, más aplanado, hasta de cerca de 30 cm de diámetro y de 10 a 15 cm de altura, de color verde oscuro, ápice con lana blanca; costillas 13 a 27, prominentes y agudas, con podarios apenas marcados en forma de ondulaciones; aréolas distantes entre sí alrededor de 2.5 cm, triangulares, cuando jóvenes lanosas; espinas, rígidas, fuertemente anilladas, rojas con la base más clara; espinas radiales 6 o 7, de 2.5 a 5 cm de longitud y 1.5 a 3 mm de grosor, rectas, las dos superiores y las dos inferiores más cortas que las dos laterales medias: a veces existe una espina central de 3 a 7.5 cm de longitud y de 3 a 9 mm de anchura. Flores campanuladas, de 5 a 6 cm de longitud y diámetro cuando bien abiertas, fragantes, el color varía, desde salmón, lavanda, rosado o a veces blanco.

Nombre Científico: *Coryphanta palmeri*

Descripción: El tallo es esférico de color verde pálido, con el tiempo se alargan, echa numerosos brazos, tiene un diámetro máximo de 8 a 10 cm. Tubérculos cónicos muy cercanos entre sí sobresaliendo cerca de 2 cm y están dispuestos en 13 espirales. El ápice de cada tubérculo lleva una Arreola que es muy lanoso cuando joven, perdiéndolo casi en su totalidad después.

Tiene de 11 a 14 espinas radiales gruesas, amarillentas con negro en la punta. Hay un arreglo radial casi en ángulos rectos a una espina dorsal que es cónica. El ápice es grueso, café de 1 a 2 cm de largo. Las flores son de 3 cm de largo, y varía de color amarillo pálido a blanco.

Nombre Científico: *Mammillaria heyderi*

Nombre común: Biznaga de chilitos

Descripción: Planta globosa o turbinadas, más o menos cóncavas en el ápice. Tubérculos alargados que presentan ángulos por lo menos en la base que segregan látex al ser cortados. Flor color amarillo claro o beige. Frutos claviformes rojos. El habito de Crecimiento por lo general es solitario, y su tamaño promedio es de 12 cm.
