

recurso del agua es muy limitado debido a la poca precipitación pluvial (media de 350mm), donde no existen corrientes superficiales y el agua del subsuelo es inexistente y/o de mala calidad por su alta concentración de sales.

Las necesidades de agua para consumo humano por lo tanto no están cubiertas en esta región; la agricultura de temporal con las técnicas tradicionales tienen muy pocas posibilidades de éxito, y la ganadería está limitada por la falta del recurso agua.

METODOLOGIA UTILIZADA:

La tecnología para la construcción de Trampas de Agua de lluvia consiste en la impermeabilización de una área de captación con pendiente, donde se capta la lluvia y se hace escurrir a una cisterna de almacenamiento, donde se evitan las pérdidas por infiltración con impermeabilizantes y las pérdidas por evaporación con retardadores, la cisterna conecta con una llave y un filtro por donde se saca el agua, funcionando todo el sistema por gravedad. Se probaron diversidad de materiales y diseños.

Las siete trampas de agua de lluvia, cuenta con un área de capacitación promedio de 824 m²; una cisterna de almacenamiento de 242, 606 L. de capacidad promedio.

Los materiales utilizados para las cisternas fueron: hule butilo, polietileno cubierto con tierra, lámina asfaltada recubierta con ferrocemento, lámina asfaltada sin recubrimiento y polietileno recubierta con ferrocemento. Los materiales utilizados en el área de captación fueron: hule butilo, y lámina galvanizada anclada sobre durmientes, piedra laja emboquillada con cemento, polietileno cubierto con grava, fibra de vidrio asfaltada y papel fieltro con henequén asfaltado.

Como retardadores de evaporación se utilizaron los siguientes materiales: Hule butilo reforzado con nylon, botes

de cerveza pegados y pintados de blanco, piedra bola, techo metálico estructurado, placas de poliestireno emparafinado y lámina metálica embozada.

Otro tipo de trampa denominada techo cuenca, consiste de un recipiente metálico con capacidad para 81,086 litros y en la parte superior un techo de lámina invertido de 269 m² de superficie; estas partes representan la cisterna de almacenamiento y el área de capacitación respectivamente. Del fondo de la cisterna, sale una tubería que conduce el agua para consumo humano.

En las trampas de agua se evalúa la eficiencia para captar y almacenar el agua relacionado el volumen de la cisterna con el volumen de agua recibida por evento lluvioso. Además se evalúa la longevidad de los materiales considerando el vandalismo y los agentes de la intemperie, así como la calidad de agua captada.

Para captación de la lluvia in-situ para pastos se establecieron 4 exclusiones de 16 ha. cada una, las cuales se cercaron, desmontaron y se les construyeron bordes antierosivos a una distancia promedio entre ellos de 30 m., los cuales forman las microcuencas al dividir longitudinalmente en dos secciones la superficie entre dos bordes consecutivos, destinándose las secciones topográficamente más alta para área de escurrimiento y las más bajas para área de pastizal, variándose las proporciones entre las dos (1:1 y 2:1). En este caso se han hecho solamente evaluaciones en términos de producción de materia seca por unidad de superficie.

En 1977 se estableció una huerta de 2 hectáreas con pistachos; para esto se seleccionó un suelo migajón limoso profundo, en el cual se construyeron 248 microcuencas de 60m² cada una con el fin de captar agua de lluvia por escurrimiento a la parte baja de la microcuenca, donde fueron plantados los árboles. Con el propósito de aumentar el escurrimiento, sobre todo en el caso de lluvias ligeras, en algunos de los

árboles se establecieron diferentes tratamientos al suelo, siendo estos: (1) Compactación del suelo, (2) Ceniza de Sosa, (3) Aceite quemado, (4) Polietileno cubierto con grava, (5) Asfaleno cubierto con grava y (6) Testigo, condición natural del suelo. La eficiencia de los diferentes tratamientos ha estado siendo evaluada, haciendo mediciones de la humedad del suelo por el método de resistencia eléctrica utilizando bloques de yeso enterrados en el suelo.

El patrón utilizado fue la variedad Atlántica habiéndose ingertado con las variedades Kerman (receptor) y Peter (polinizador) en la proporción 10:1. Se ha evaluado la humedad del suelo a diferentes profundidades, de las partes bajas de las microcuencas, donde están ubicadas los sistemas rediculares de los árboles, además se mide el desarrollo de estos periódicamente.

ALCANCES:

En 1981, fueron envaluados los resultados obtenidos durante un lapso de 5 años, con respecto a su eficiencia para cosechar agua de lluvia; los porcentajes de eficiencia variaron entre 45.7% y 80.6% en el caso de las trampas. Habiendo sido de 88.3% para el techo cuenca. Las 8 trampas captaron durante este período un total de 10,606,412 litros de agua de buena calidad, la cual complementó el abastecimiento para 250 vacas y las 3800 cabras existentes en el Ejido. Para el consumo humano solamente se utilizó el techo cuenca, el cual con el agua captada en un ciclo lluvioso (92,774 litros promedio) proporciona servicio durante cuatro meses y medio a 25 familias, con un promedio de 25 litros de agua de excelente calidad por familia.

El costo promedio del agua cosechada por estos sistemas fué de 1.7 \$/L para trampas, considerando una longevidad de 15 años y de 3.9 \$/L para el techo cuenca, considerándole una vida útil de 40 años. Lo anterior se puede comparar con el --

costo del agua transportada en camiones cisterna de la CONAZA, el cual en el Estado de Nuevo León, ascendió 19.6 \$/L. durante 1981 y fueron distribuidos 46.5 millones de litros en el Estado de dicho año.

Con base a la evaluación hecha de los diferentes sistemas probados se hizo una selección del diseño y materiales que han mostrado menor costo, así como mayor eficiencia y longevidad, para integrar un módulo de trampa de agua de lluvia con capacidad de 500,000 litros. Esta consiste en una área de captación de 2,100 m² (70 x 30 m) impermeabilizada con polietileno cubierto con grava; una cisterna de almacenamiento con sección semicircular de 7.30 m de ancho, 70 m de largo y una profundidad de 1.80m, impermeabilizada con lámina asfaltada recubierta con un mortero de arena, cal y cemento; esta cisterna está cubierta con lámina metálica para evitar la evaporación, sirviendo también como área de captación. Del fondo de la cisterna sale una tubería de PVC hasta un bebedero para ganado y/o un filtro con llave para consumo humano, funcionando todo el sistema por gravedad.

Respecto a los trabajos con pastos y frutales debido a lo limitado y la discontinua disponibilidad de recursos económicos, no se han logrado los avances esperados. Sin embargo ha sido posible obtener un buen desarrollo de los pastos introducidos como el Sorgo Almum y el Bell Rodhes y una substancial recuperación de los pastos nativos mediante la exclusión, desmonte y la retención in-situ del agua de lluvia utilizando microcuencas en las áreas sobrepastoreadas y con suelos poco profundos.

En la huerta de pistachos, debido principalmente al retraso en la entrega de las partidas presupuestales, el ingertado de los árboles ha sido muy irregular y extemporanea, sin embargo de los árboles ingertados en 1979, algunos de ellos produjeron primeros frutos durante 1983.

Hasta la fecha se ha encontrado que aún las microcuencas sin tratamiento al suelo han podido satisfacer las demandas evapotranspirativas de los pistachos a ésta edad, y que de acuerdo con las mediciones meteorológicas obtenidas en la estación que operó en el ejido hasta 1982, existe el número de horas frío requeridas por esta especie frutal.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS:

En 1982 se terminó la tercera publicación del proyecto titulada "Cosecha de Agua de Lluvia en el Altiplano Semidesértico de México" (347 páginas), a la cual se le otorgó el primer lugar del Premio Banamex de Ciencia y Tecnología en el Ramo Agropecuario, en ella se presenta la evaluación de 5 años de diferentes sistemas de captadores de agua, así como el módulo de Trampa de Agua de Luvia con capacidad de 500,000 litros, resultado de la selección del diseño y materiales entre otros aspectos, de mayor eficiencia y longevidad.

Durante 1983 la Secretaría de Programación y Finanzas del Gobierno del Estado ha distribuido las 800 copias de la publicación anteriormente referida. A finales de 1984 PEMEX la reimprimió y en febrero de 1985 nos entregó, 450 copias para su difusión.

Por otra parte durante 1983, el Departamento Agricultura de Inglaterra editó las memorias del "Taller sobre Captación de Agua de Lluvia para Agricultura en Regiones Áridas y Semiáridas" que se llevó a cabo en la Universidad de Arizona, en las cuales se publica el trabajo que sobre este proyecto fué presentado en dicho taller. Así mismo en el "Manual de Captación de Agua" publicado en junio de 1983 por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Agricultura Handbook Number 600) se cita una de nuestras publicaciones en la bibliografía revisada.

En noviembre de 1983 se participó con una ponencia en el "IX Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos"

en la Ciudad de Guadalajara, Jal. y en Enero de 1985 se presentaron dos ponencias en "Taller de Investigaciones sobre el Manejo de Agua en Comunidades Campesinas de Zonaz Semiáridas" organizado por el CONACYT en Gómez Palacio, Dgo.

Respecto a la aplicación de los resultados obtenidos, hasta finales de 1984, se habían construido un total de 10 - módulos de la trampa de agua de lluvia para 500,000 litros en el mismo número de comunidades ejidales en el Sur del Estado de Nuevo León.

Durante 1984 se elaboró para el "Programa Nacional para el desarrollo de los Plásticos en la Agricultura" que en forma cooperativa desarrollan el Centro de Investigaciones de -- Auñimica Aplicada (CIQA) y Petroleos Mexicanos, un Estudio de Prospección denominado "Cosecha de Agua de Lluvia en el Altiplano Septentrional de México", para realizarse durante 1985 y el cual comprende la construcción de 10 módulos de la trampa de agua de lluvia para 500,000 litros en 30 comunidades -- ejidales de los Estados de Zacatecas, S.L.P., Coahuila y Nuevo León y además la continuación y ampliación de los trabajos de investigación en esta línea, con el financiamiento de PEMEX.

Por otro lado, con base a los resultados logrados en la huerta de pistachos durante 1984, fué autorizado el establecimiento de 4 huertas de 4 hectáreas cada una, en ejidos del municipio de Dr. Arroyo, N.L.; construidos al igual que las -- trampas de agua, con el financiamiento del Programa de Inversiones para el Desarrollo Rural (PIDER) a través de dependencias dentro del Estado de Nuevo León como la comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) y el Sistema Estatal de Agua Potable (SISTELEON).

Para 1985, el proyecto será administrado nuevamente por CONAZA, estando actualmente autorizados por los presupuestos para la construcción de otros 10 módulos de trampas de agua de lluvia y 4 módulos de huerta de pistachos, asimismo la continuación de los trabajos de investigación en el ejido "Lagunita y Ranchos Nuevos".

Durante el presente mes la Dirección General de CONAZA, ahora con sede en la Cd. de Saltillo, Coah. nos solicitó la asesoría para la elaboración de un programa de construcción de 70 trampas de agua en 7 Estados, encontrándose dicho programa en su fase de desarrollo.

OBSTACULOS EN EL DESARROLLO DEL PROGRAMA:

Durante los 9 años que ha operado este proyecto, con excepción del primer año, el principal obstáculo para su desarrollo ha sido lo limitado de los recursos económicos asignados, principalmente en los últimos 3 años y lo extemporáneo de la entrega de los mismos del PIDER a la dependencia administradora (CONAZA y SISTELEON) y estas a su vez al proyecto. La lejanía del sitio experimental y el largo tiempo requerido para la obtención de datos confiables, ha limitado la posibilidad del desarrollo de trabajos de tesis, sin embargo si ha sido posible el desarrollo de trabajos de servicio social.

IMPACTO SOCIAL Y ECONOMICO

Desde el punto de vista social, hasta éste momento se han beneficiado, con los resultados obtenidos en las trampas de agua de lluvia, aproximadamente 1200 familias de 30 comunidades ejidales del sur del Estado de Nuevo León, que ahora cuentan, con una fuente permanente de agua de buena calidad para el consumo humano. Por otro lado, esta tecnología puede ser utilizada en muchas otras regiones con los mismos problemas de la escasez de agua, y de esta forma ir sustituyendo gradualmente el abastecimiento de agua utilizando autotanques, ya que su costo en este momento es de aproximadamente \$1.50 por litro, el cual es cuatro veces mayor que el costo del agua captada en trampas.

Los resultados de investigación en cosecha de agua para la agricultura de temporal indudablemente que contemplan

como objetivo principal incrementar la productividad de éstas áreas y que esto se traduzca en una mejoría económica de los campesinos de las zonas áridas y semiáridas.

Gildardo Carmona
ING. M.C. GILDARDO CARMONA RUIZ.