

ESPECIFICACION DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN UN DIAGNOSTICO AGRICOLA: CASO DEL ABATIMIENTO DEL ACUIFERO

Specifications of Problems Identified in Agricultural Diagnosis: Case of the Lowering of the Ground water Level

Francisco G. Echavarría Ch.

CIFAP-Zac. Apartado Postal 18, 98500 Calera de Victor Rosales, Zac.

Palabras clave: Problemas de los productores, Investigación en el predio, Vinculación, Uso y manejo del agua, Geohidrología.

Index words: Problems of small farmers, On site farm research, Entailment, Use and handling of water, Geohydrology.

RESUMEN

En un diagnóstico agrícola realizado en el ejido "El Bordo", Guadalupe, Zacatecas, se identificó el problema de abatimiento del acuífero, pero la información que se obtuvo respecto del mismo era general. Debido a esto se realizó la especificación del mismo, para contar con elementos que permitieran la elaboración de un proyecto de investigación en la región.

La información a obtener se dividió en dos aspectos: (a) la que se refiere al uso y manejo del agua, y (b) la que involucra las condiciones geohidrológicas de la cuenca donde se localiza el área de estudio. Para conocer el primer aspecto se hicieron 21 entrevistas a productores usuarios. Dichas entrevistas comprendieron cuatro partes: extracción,

almacenamiento, conducción y aplicación. Las entrevistas se complementaron con información de la Comisión Federal de Electricidad. El segundo aspecto (condiciones geohidrológicas de la cuenca), se conoció a partir de estudios realizados por el Departamento de Aprovechamientos Hidráulicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. La información se analizó usando regresiones y estadística descriptiva.

Los resultados permiten concluir que: (a) el abatimiento es mayor en las áreas más bajas de la cuenca, lo cual ha provocado modificaciones en el diseño original de extracción y como consecuencia cada año es más costoso extraer agua, y (b) existen fuertes pérdidas en almacenamiento y conducción, así como una gran variación en el número de riegos en los cultivos principales. Se plantea la elaboración de un programa de extensión e investigación que permita dar a conocer las opciones tecnológicas disponibles y generar otras con las que se pueda incrementar la eficiencia en el uso del agua.

SUMMARY

In an agricultural diagnosis made in the ejido "El Bordo", Guadalupe, Zacatecas the lowering of the ground water level was identified as a problem. The information

Recibido 4-89.

obtained on the problem was general; however, in order to have elements to permit the elaboration of a research project in the region specifics were identified.

The information obtained was divided into two aspects: a) the use and handling of water, and b) the geohydrologic conditions of the watershed in the area studied. Twenty-one interviews were conducted with small farmers in order to gather information on the use and management of water. The interview protocol was divided into four sections: extraction, storage, conduction, and application. The interviews were complimented with information from the federal commission of electricity. The geohydrologic conditions of the watershed were obtained from studies of the department of hydraulic utilization of the Secretariat of Agriculture and Hydraulic Resources. The information was analyzed using regression and descriptive statistics.

The results indicate that the lowering of water in the subsoil is greater in the lower altitude areas of the watershed. The lowering ground water level has caused modifications in the original designs for extraction. As a result extraction costs increase each year, and there are significant losses in storage and conduction as well as great variation in the number of times main crops are irrigated.

Two courses of action are proposed at this time, one is the elaboration of an extension program to assist in agriculture. The other is a project of research to increase the efficiency of water usage.

INTRODUCCION

En 1987 se realizó un diagnóstico agrícola en el ejido "El Bordo", del estado de Zacatecas. Dicho diagnóstico agrícola comprende las etapas de selección de área de estudio, selección de unidad de producción e identificación de problemas. Una vez identificados los problemas, se procede a especificar las causas que los originan. Un problema detectado fue el abatimiento del

acuifero. La información obtenida indicó que la reducción del nivel estático es de 0.5 a 1.5 m/año. Como consecuencia, la mayoría de los productores había aumentado la profundidad de extracción del agua de 9 a 18 m (Escobedo y Echavarría, 1988); de continuar con este ritmo se corre el riesgo de llegar a hacer incosteable la extracción e incluso agotar el recurso.

Como la información disponible sobre el problema de abatimiento solo indicaba como causa principal la sobreexplotación que se hace del acuifero, se decidió llevar a cabo un estudio cuyo objetivo fue conocer a detalle los elementos en el proceso de uso y manejo del agua, así como las condiciones geohidrológicas de la cuenca. Para ello, en el mismo ejido donde se trabajó antes y se identificó el problema general, se llevó a cabo la fase de especificación del problema, comprendida dentro del proceso que involucra un diagnóstico. Esto permitirá contar con los elementos suficientes para fundamentar la búsqueda de opciones de solución al problema identificado.

REVISION DE LITERATURA

Existe diversa información sobre la etapa de especificación de un problema, en el proceso de diagnóstico. Villarreal y Byerly (1984) mencionan que para especificar los problemas se han usado cuatro herramientas de trabajo en algunas regiones del país: (1) conducción de experimentos 2^k ($K=n^\circ$ de variables) para discriminar entre una serie de posibles causas del problema; (2) utilización de una cascada de objetivos, como una forma de verificar que se han tomado en cuenta todas las variables posibles de una área de estudio o especialidad y así plantear hipótesis de posibles causas del problema; (3) contar con un sistema de información sintomatológica de anormalidad y de normalidad para los principales cultivos del área de estudio en cada una de sus fases de desarrollo; (4) establecer modelos teóricos en los que se puedan representar esquemáticamente las relaciones relevantes de diagnóstico, identificar en éste variables de nivel, de flujo y relación, así

mismo, indicar los valores que se pueden asignar a éstos en determinada condición. Otros autores sugieren la obtención de información por medio de entrevistas para especificar el problema. Byerlee *et al.* (1980) indican que después de establecer un perfil descriptivo de los agricultores y sus prácticas de cultivo, sugieren complementar la información con cierto número de encuestas especializadas. Entre otras se encuentran (a) entrevistas informales, (b) entrevistas en profundidad aunque informales. También Zuloaga (1983) menciona que, a fin de permitir que los agricultores señalen su problema, se llevó a cabo un estudio de campo con el uso de dos técnicas: entrevistas y observación participativa. Sin embargo, Tripp (1982), Martínez (1981) y Moscardi *et al.* (1983) indican que al realizar experimentos en terrenos de los productores existe oportunidad de especificar los problemas menos claros.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio forma parte de la cuenca Chupaderos-Villa de Cos, localizada en el extremo oriental del estado de Zacatecas, entre las coordenadas 22° 42' 00" y 23° 13' 00" de latitud norte y entre las coordenadas 102° 13' 00" y 102° 33' 00" de longitud oeste. Su superficie es de 1316 km², con una planicie de 1075 km², que es su área de captación. La altura sobre el nivel del mar va de 2700 en el suroeste de la cuenca a 1950 en el noreste.

El ejido El Bordo se ubica entre los paralelos 23° 00' 30" y 22° 57' 30" de latitud norte y los meridianos 102° 25' 00" y 102° 20' 30" de longitud oeste; casi al centro de la cuenca Chupaderos-Villa de Cos. La superficie total del ejido es de 61.84 km² y la altura sobre el nivel del mar va de 2100 en el sur del ejido a 2025 en el noreste del mismo.

El trabajo se realizó en el verano de 1988, como parte de las actividades de planeación de la investigación, en el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Zacatecas.

La información se obtuvo mediante entrevistas a productores y dependencias relacionadas con el problema de abatimiento del manto acuífero. Se dividió en dos aspectos: el que se refiere al uso y manejo del agua y el que involucra las condiciones geohidrológicas de la cuenca donde se ubica el área de estudio.

Para conocer el uso y manejo del agua se diseñó una entrevista que abarcó todo el proceso de riego. Se separó en cuatro partes: extracción, almacenamiento, conducción y aplicación.

La primera parte es la extracción. Incluye preguntas sobre el diámetro que tiene el tubo de salida en pulgadas, y la cantidad de pulgadas ocupadas por el agua al salir. Relacionando estos valores se obtuvo una estimación del gasto o caudal. Incluye además preguntas sobre la profundidad de bombeo y la potencia del motor. Se complementó la información sobre extracción con datos proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad, sobre el consumo anual de kilowatts-hora (kwh), costos y período de extracción de las bombas del área de estudio. La segunda parte se refiere al almacenamiento. Estos son pequeños estanques de tierra donde acumulan el agua por la noche para regar únicamente durante el día. Esta parte incluye preguntas sobre la estructura y condiciones de las obras de almacenamiento. La tercera parte es la conducción, que se refiere al traslado de agua desde el estanque hasta la parcela, utilizando canales de tierra. Sobre esto se preguntó por las condiciones de los canales, su estructura y las distancias que recorren de la obra de almacenamiento a la parcela. En la cuarta parte se preguntó sobre la aplicación del agua, considerada en términos de números de riegos que se realizan en los dos cultivos principales: frijol y chile. Se incluyeron otras preguntas generales como el número de usuarios cuando se trató de un pozo colectivo y la cantidad de hectáreas que se riega.

Con los datos obtenidos se hicieron estimaciones sobre la extracción total anual del agua, el consumo por hectárea y el costo por metro cúbico.

El tamaño de muestra se determinó con la fórmula

$$N = \frac{t^2 s^2}{d^2}$$

donde:

N = tamaño de muestra

t^2 = valores de Student al 5% de probabilidad

s^2 = varianza de cada variable

d^2 = precisión deseada

La varianza de cada variable (cada uno de los elementos de la entrevista) se conoció al realizar un muestreo de 21 entrevistas. El tamaño de muestra necesario para conocer cada variable no superó al número inicial de entrevistas. El tamaño de muestra calculado más cercano al número de entrevistas hechas en el muestreo fue de 19, necesario para conocer la variable: área por pozo.

Se realizó un análisis de la información obtenida. La etapa de extracción se analizó con base en su eficiencia, utilizando la fórmula:

$$R = \frac{Q h}{75 P}$$

donde:

R = rendimiento (eficiencia) en porcentaje

Q = gasto o caudal en litros por segundo

h = profundidad de bombeo en metros

75 = constante del valor de un caballo de vapor en kgm/seg.

P = potencia suministrada en caballos de vapor.

Una vez conocida, se separó a los productores con eficiencias mayores o iguales al 40% de acuerdo al criterio de Israelsen y Hansen (1965). De cada grupo de pozos se obtuvieron ecuaciones de regresión en las que se relacionaron todos los elementos que afectan la extracción contra el gasto o caudal como variable dependiente. Se seleccionaron aquellas regresiones que presentaron valores

altos de r (coeficiente de correlación), y valores mayores al 5% de probabilidad de la distribución t y F.

Las variables que mejor se relacionaron fueron la potencia del motor, profundidad de bombeo y cantidad de agua extraída. Se comparó la regresión del grupo más eficiente contra el grupo menor eficiente para observar la importancia de cada una de las variables en la extracción.

Las etapas de almacenamiento, conducciones y aplicación fueron analizadas utilizando estadística descriptiva.

La información sobre las condiciones geohidrológicas se obtuvo del Departamento de Aprovechamientos Hidráulicos de la delegación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en Zacatecas. Esta consistió en documentos de trabajo (SARH, 1973, 1981, 1988), datos históricos de piezometría y planos de evolución del abatimiento de 1983 a 1987. Con esta información fue posible conocer la extracción total de la cuenca, la recarga del acuífero, las diferencias de abatimiento dentro de la cuenca, y el área de mayor concentración de aprovechamiento, así como el área más afectada. Con la información piezométrica se realizó un análisis de 12 pozos representativos utilizando regresión simple, relacionando la elevación del nivel estático con el tiempo, esto con la finalidad de conocer la tendencia del nivel estático y hacer una proyección del incremento del abatimiento.

RESULTADOS

La cuenca Chupaderos-Villa de Cos tiene una superficie de 1316 km², con una planicie de 1075 km². La altura sobre el nivel del mar va de 2700 en el suroeste de la cuenca a 1950 en el noreste. En el fondo de la cuenca existe una falla normal¹⁾ que la atraviesa por su parte

1) Las fallas se clasifican atendiendo a su inclinación. Una falla normal es aquella en la que el plano de falla se inclina hacia el labio hundido.

media, se ubica entre las curvas de nivel que marcan 2055 y 2060 msnm. De esta forma la cuenca queda dividida en dos zonas, la zona sur de la cuenca que es una área anterior a la falla, y la zona norte de la cuenca que es el área posterior a la falla. La zona sur contiene un acuífero de espesor no mayor de 60 m; la zona norte contiene un acuífero de al menos 150 metros. Dentro del área existen 866 aprovechamientos, de éstos se encuentran aproximadamente 500 en la zona norte y el resto en la parte sur, se extraen un total de 110 millones de metros cúbicos anuales. El nivel estático va de 10 a 70 m de profundidad hasta 1986 (SARH, 1988).

Toda la cuenca recibe una recarga total de 40 millones de metros cúbicos anuales (SARH, 1988). La diferencia entre la que se extrae y la que se recarga (70 millones de metros cúbicos), ha provocado el abatimiento de los niveles estáticos de la cuenca. El abatimiento de 1973 a 1986 es de alrededor de 5 m en la zona sur y en la zona norte hasta de 30 metros.

Casi en el centro de la cuenca se localiza el ejido El Bordo. Este ejido tiene una superficie de 61.84 km², la altura sobre el nivel del mar va de 2100 en el sur del ejido a 2025 en el noreste del mismo. Dentro del área se ubican 23 pozos y 39 norias; todos los pozos son colectivos (de 3 a 8 productores). La profundidad de bombeo va de 30 a 100 m. Los gastos van de 25 a 64 litros por segundo. Las norias son de un productor o dos, su profundidad de bombeo va de 14 a 50 m y sus gastos son de 16 litros por segundo o menos. Entre pozos y norias de El Bordo se extraen aproximadamente 14 millones de metros cúbicos anuales (12.7% del total que se extrae en la cuenca).

La diferencia de espesor del acuífero, consecuencia de la falla mencionada, se presenta precisamente en el área de estudio, en la zona sur del ejido (zona sur de la cuenca) solo existen pozos poco profundos (norias) y en la zona norte del ejido (zona norte de la cuenca) existen solo pozos colectivos.

El abatimiento observado a través de 13 años, ha sido diferente en las dos zonas (Figura

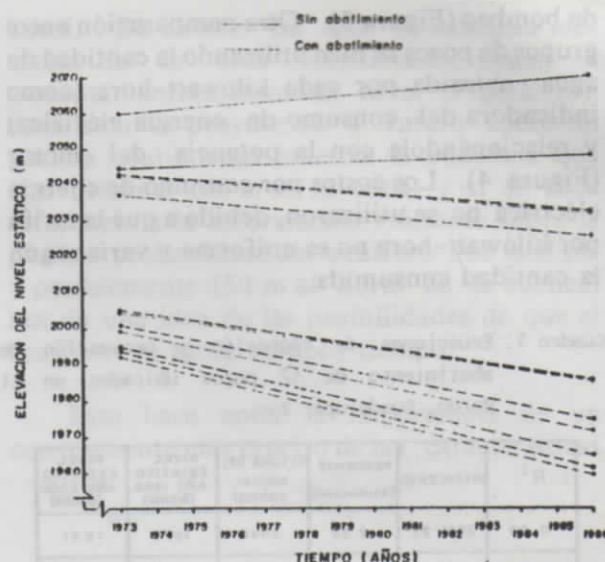


Figura 1. Evolución del nivel estático de 1973-1976 de 12 pozos estudiados en El Bordo, Guadalupe, Zac.

1). El abatimiento promedio en la zona norte es de 2.03 m anuales, mientras que en la zona sur el promedio es de 0.44 metros. Esto como consecuencia de la alta concentración de pozos que existe en la zona norte, lo cual es notorio en los planos de evolución de abatimiento proporcionados por el Departamento de Aprovechamientos Hidráulicos, donde se observa un cono donde el abatimiento es mayor y cuyo epicentro se localiza en los bordes del área de estudio y en los ejidos aledaños de la parte norte. Una proyección de abatimiento mediante regresión lineal simple (asumiendo comportamiento lineal) permite observar la tendencia que presentan los pozos estudiados (Cuadro 1), mostrando disminuciones de nivel de más de 30 m en los próximos doce años.

En cuanto al manejo del agua, la eficiencia de extracción (relación entre la potencia suministrada y el trabajo realizado) va de 7 a 82%, predominando la eficiencia que va del 25 al 44% y que representa al 42% de los pozos. La separación en grupos (eficiencias mayores o iguales a 40% y menores a 40%) permitió comparar los grupos de pozos relacionando elementos que influyen directamente en la cantidad de agua extraída, como son la potencia del motor (Figura 2) y la profundidad

de bombeo (Figura 3). Otra comparación entre grupos de pozos se hizo utilizando la cantidad de agua extraída por cada kilowatt-hora (como indicadora del consumo de energía eléctrica) y relacionándola con la potencia del motor (Figura 4). Los costos por consumo de energía eléctrica no se utilizaron, debido a que la tarifa por kilowatt-hora no es uniforme y varía según la cantidad consumida.

Cuadro 1. Ecuaciones de regresión y proyección de abatimiento de 12 pozos ubicados en El Bordo, Guadalupe, Zac.

R ²	INTERCEPTO	PENDIENTE (Abatimiento)	ALTURA DEL BROCAL (MSNM)	NIVEL ESTÁTICO AÑO 1988 (MSNM)	NIVEL ESTÁTICO AÑO 2000 (MSNM)
0.98	6981.23	-2.52	2040	1971	1941
0.98	6983.23	-2.52	2030	1973	1943
0.98	6824.46	-2.44	2029	1973	1944
0.98	5565.95	-1.80	2047	1987	1965
0.97	5861.39	-1.95	2050	1984	1961
0.94	5013.14	-1.52	2053	1991	1973
0.94	4891.79	-1.46	2052	1989	1971
0.82	3724.73	-0.85	2055	2034	2024
0.91	2814.41	-0.39	2068	2041	2034
0.91	2814.41	-0.39	2068	2041	2034
0.84	1304.30	+0.37	2060	2039	2044
0.99	445.31	+0.81	2075	2055	2065

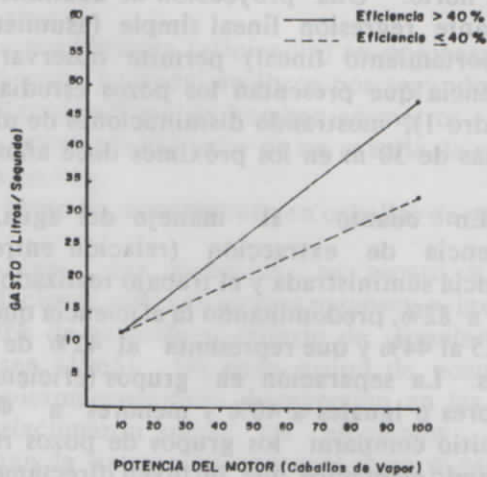


Figura 2. Diferencias de extracción de agua de 12 pozos ubicados en El Bordo, Guadalupe, Zac.

Las obras de almacenamiento (estanques) en su totalidad son de tierra. Un 33% de los entrevistados dijo tener problemas de infiltración en las obras.

Para conducir el agua, todos los productores utilizan canales de tierra. Las distancias de conducción van de 60 a 1600 m, sin embargo, en un 46% de los pozos las distancias van de 461 a 1222 m (Figura 5).

La aplicación del riego es muy variable en los dos cultivos principales (frijol y chile), el número de riegos en frijol va de 2 a 5, la mayoría (42% de los pozos) aplica cuatro riegos (Figura 6). En chile los riegos aplicados van de 2 a 11 predominando los que dan de 6 a 7, que son

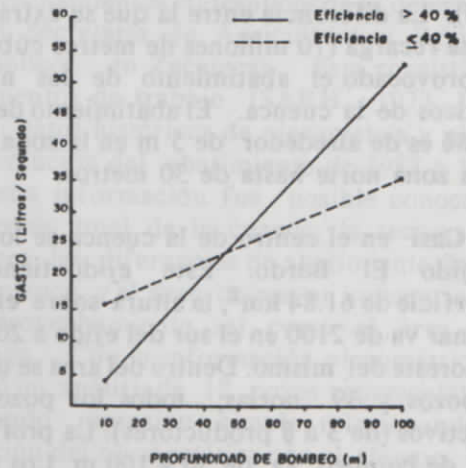


Figura 3. Diferencias de extracción de agua de 12 pozos ubicados en El Bordo, Guadalupe, Zac.

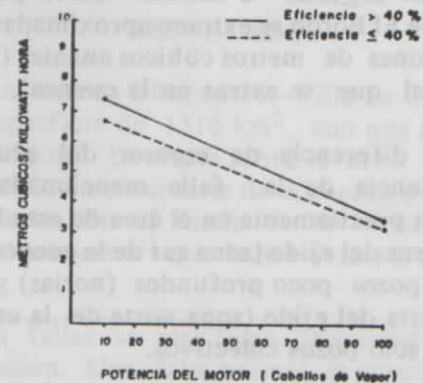


Figura 4. Diferencias de extracción de agua de 12 pozos ubicados en El Bordo, Guadalupe, Zac.

un 42% y de 4 a 5 al 38% (Figura 7). Esta misma variación se refleja en el consumo total de agua por hectárea, esta va de 4.2 a 22.8 miles de metros cúbicos por hectárea, donde se observa la diferencia de consumos entre pozos y norias (Figuras 8 y 9).

DISCUSION

El déficit entre lo que se extrae y lo que se recarga ha provocado diferentes efectos de abatimiento del nivel estático. Estas diferencias permiten suponer que la comunicación entre ambos acuíferos es limitada, todas las obras localizadas abajo de los 2055 msnm presentan abatimiento de más de un metro

anual. En cambio las que se localizan más arriba de la cota mencionada, llegan a presentar incrementos de nivel (Figura 10). Asimismo la proyección a futuro sobre el posible abatimiento muestra la tendencia que éste presenta (30 m en 12 años) y si se hace referencia a la información existente sobre la posible profundidad del acuífero (60 m al sur y posiblemente 150 m al norte de la cuenca) nos da una idea de las posibilidades de que el acuífero se agote en poco tiempo.

Esto hace notar la importancia de un conocimiento más preciso de las características

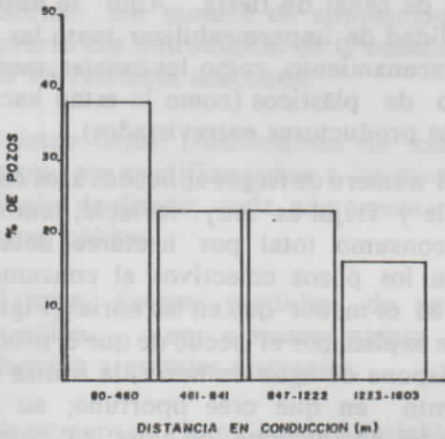


Figura 5. Distancias de conducción de agua en los pozos estudiados en El Bordo, Guadalupe, Zac.

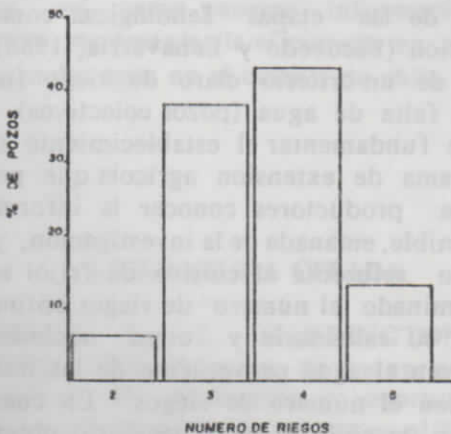


Figura 6. Número de riegos que se aplican al frijol en El Bordo, Guadalupe, Zac.

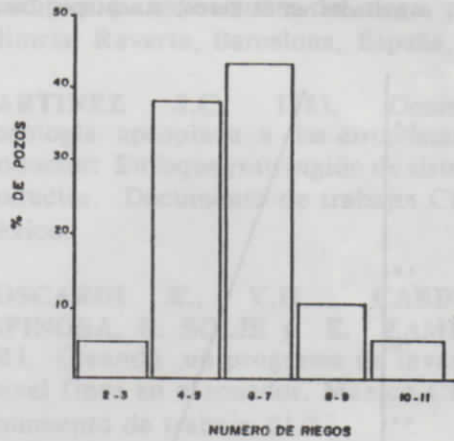


Figura 7. Número de riegos aplicados al chile en El Bordo, Guadalupe, Zac.

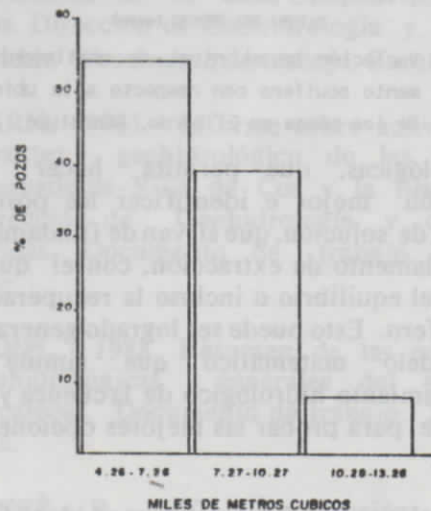


Figura 8. Consumo de agua por hectárea en los pozos colectivos estudiados en El Bordo, Guadalupe, Zac.

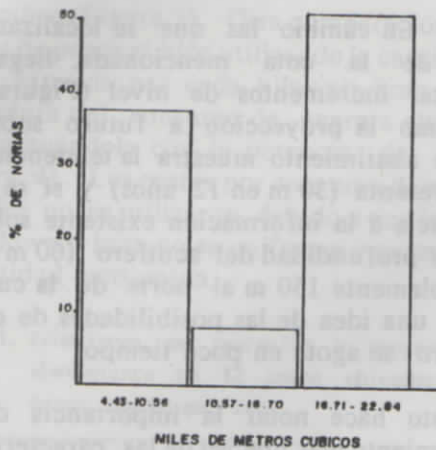


Figura 9. Consumo de agua por hectárea en las norias estudiadas en El Bordo, Guadalupe, Zac.

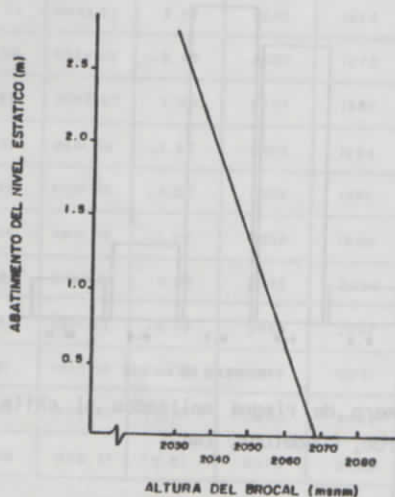


Figura 10. Variación en el nivel de abatimiento del manto acuífero con respecto a la ubicación de los pozos en El Bordo, Guadalupe, Zac.

geohidrológicas, que permita hacer una proyección mejor e identificar las posibles opciones de solución, que sirvan de fundamento a un reglamento de extracción, con el que se busque el equilibrio o incluso la recuperación del acuífero. Esto puede ser logrado generando un modelo matemático que simule el comportamiento hidrológico de la cuenca y que se utilice para probar las mejores opciones de solución.

En el uso y manejo del agua se identifican algunas causas de ineficiencia, siendo la principal la modificación que sufrieron los sistemas de bombeo en el momento en que

cambiaron las condiciones originales de diseño. En la Figura 2 se muestran los grupos de productores que han sufrido el efecto del abatimiento y que extraen cada vez menos agua, comparados con los que han incrementado la potencia del motor. En la Figura 3 se muestra el grupo de productores que solo aumenta la profundidad de bombeo sin aumentar la potencia del motor (Escobedo y Echavarría, 1988). En la Figura 4 se observa como obtiene menos agua, se consume mayor cantidad de energía eléctrica y cada vez cuesta más.

Existen pérdidas por infiltración en un 33% de las obras de almacenamiento (estanques). La conducción del agua es a grandes distancias. Según Flores (1985) se registrarán pérdidas hasta de 3.4 litros por segundo en cada 100 m de canal de tierra. Aquí se abre la posibilidad de impermeabilizar tanto las obras de almacenamiento, como los canales, mediante el uso de plásticos (como lo están haciendo algunos productores entrevistados).

El número de riegos aplicados a los cultivos de chile y frijol es muy variable, también lo es el consumo total por hectárea, notándose que en los pozos colectivos el consumo por hectárea es menor que en las norias (Figura 9). Esto se explica por el hecho de que el productor que dispone de agua de noria, la utiliza en el momento en que cree oportuno; no así el productor que dispone de agua en colectivo, ya que tiene que ajustarse a los turnos preestablecidos y no a las necesidades del cultivo. Como consecuencia, se aplican riegos fuera de las etapas fenológicas como la floración (Escobedo y Echavarría, 1988), por falta de un criterio claro de riego (norias) o por falta de agua (pozos colectivos). Esto puede fundamentar el establecimiento de un programa de extensión agrícola que permita a los productores conocer la información disponible, emanada de la investigación, ya que en lo referente al cultivo de frijol se ha determinado el número de riegos óptimo, así como su calendario y otras opciones que incluyen el agua proveniente de las lluvias y reducen el número de riegos. En cuanto al cultivo de chile se hace necesario obtener la información para esa región, que permita optimizar el uso y manejo del agua.

CONCLUSIONES

1. El problema de abatimiento del manto freático en el ejido El Bordo detectado en el diagnóstico del presente trabajo, afecta mayormente a las obras de extracción ubicadas más abajo de 2050 msnm, que es donde existe la mayor concentración de aprovechamientos.
2. El problema de abatimiento rebasa los límites del ejido El Bordo, futuros trabajos de investigación deben incluir parcelas de los ejidos cercanos.
3. Se hace necesario tener una proyección más precisa sobre la evolución del acuífero, para fundamentar la reglamentación de la extracción. Un modelo de simulación de las características hidrológicas de la cuenca podría ser la herramienta adecuada.
4. Existen bajos rendimientos de extracción de agua por modificaciones a las condiciones originales de diseño; cada año cuesta más caro el metro cúbico.
5. Existen fuertes pérdidas de agua por infiltración en almacenamiento y por conducción a grandes distancias.
6. El número de riegos es muy variable en los cultivos de frijol y chile que son los más importantes. Es necesario difundir la información disponible sobre el cultivo de frijol, así como generar información que permita incrementar la eficiencia en el uso y manejo del agua en el cultivo de chile.

LITERATURA CITADA

BYERLEE D., L. HARRINGTON y P. MARKO. 1980. Prácticas de los agricultores: Problemas de producción y oportunidades para la investigación de cebada en el Valle de Calpulalpan/Apan. México. CIMMYT. Documento de trabajo 80/5.

ESCOBEDO R., S. y F.G. ECHAVARRIA CH. 1988. Diagnóstico agrícola: Una alternativa para planear la investigación. Memorias del XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. p. 324. Cd. Juárez, Chih. México.

FLORES L., L.F. 1985. Avances de investigación sobre uso y manejo del agua en regiones con acuíferos sobreexplotados. In: Memorias del II ciclo internacional de conferencias "Aprovechamientos de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coah. México.

ISRAELSEN Q., W. y V.E. HANSEN. 1965. Principios y aplicaciones del riego. p. 55-57. Editorial Reverte, Barcelona, España.

MARTINEZ J.C. 1981. Desarrollando tecnología apropiada a las circunstancias del productor: Enfoque restringido de sistemas del productor. Documento de trabajo. CIMMYT. México.

MOSCARDI E., V.H. CARDOSO, P. ESPINOSA, R. SOLIS y E. ZAMBRANO. 1983. Creando un programa de investigación a nivel finca en el Ecuador. México. CIMMYT. Documento de trabajo 01/83.

SARH. 1973. Estudio geohidrológico preliminar de la zona Chupaderos-Villa de Cos. Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas. Documento de trabajo. Zacatecas, Zac.

SARH. 1981. Informe sobre actividades de carácter geohidrológico de las zonas de Chupaderos-Villa de Cos y la Blanca, Zac. Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas. Documento de trabajo. Zacatecas, Zac.

SARH. 1988. Resumen de las condiciones geohidrológicas generales del estado de Zacatecas. Documento de trabajo. Zacatecas, Zac.

TRIPP, R. 1982. Recolección de datos, selección de sitios y participación del agricultor. México. CIMMYT. Econ. Documento de trabajo. 01/82.

VILLARREAL F., E. y K.F. BYERLY M. 1984. Metodología para la planeación de la investigación agrícola a partir de problemas de la realidad. SARH. INIA. Unidad de planeación de la investigación.

ZULOAGA A., A. 1983. La participación de los agricultores de subsistencia en la planeación del desarrollo agrícola, una aproximación coorientacional. In: Experiencias metodológicas de la difusión de tecnología en el INIA. SARH. INIA. MEXICO. D.F. 1985.

FLORÉS L. F. E. 1985. Avances de investigación sobre uso y manejo del agua en regiones con acuíferos sobreexplotados. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

ISRAELSEN O. W. y M. E. HANSEN. 1982. Principios y aplicaciones del riego. p. 22-27. Editorial Reverte, Barcelona, España.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

MARTINEZ J. C. 1981. Desarrollando tecnología apropiada a las circunstancias del productor. Enfoque restringido de recursos del productor. Documento de trabajo CIMMYT. México.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

MOSCARDI E., V. H. CARDOZO F., ESPINOSA R. SOLÍS y E. ZAMBRANO. 1983. Cuando un programa de investigación a nivel local en el campo. México CIMMYT. Documento de trabajo 01/73.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

SARH. 1977. Estudio geohidrológico preliminar de la zona Chupadero-Villa de Cos. Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas. Documento de trabajo. Torreón, S.D.A.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

SARH. 1981. Informe sobre actividades de carácter geohidrológico de las zonas de Chupadero-Villa de Cos y El Blanco. S.D.A. Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas. Documento de trabajo. Torreón, S.D.A.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

SARH. 1985. Resumen de las condiciones geohidrológicas generales del estado de Coahuila. Documento de trabajo. Torreón, S.D.A.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

TRIPP R. 1981. Reconocimiento de datos de campo para la planeación de la investigación agrícola. México CIMMYT. Documento de trabajo 01/82.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.

El problema de los recursos hídricos en el Estado de Coahuila de México. In: Memoria del II ciclo instruccional de conferencias "Aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura". Marzo 13-14 de 1985. Torreón, Coahuila, México.