

EVALUACION DE LA EROSION, SEDIMENTACION Y USO DEL AGUA EN UN HUERTO FRUTAL¹

Evaluation of erosion, sedimentation and water use in a fruit orchard

José María Peralta A.², Raúl Ferreyra E.² y Raúl Eguiluz C.²

SUMMARY

During 1989/90 and 1990/91 summer seasons erosion produced by irrigation water was measured, farm watering efficiency was settled, and night dam effectiveness in retaining particles carried by irrigation water was determined. This was done in a farm located in the central area of Chile, irrigated by furrows, and focused on fruits crops, of 52 ha.

It was found a greater number of particles (29.4 ton/ha/year) loss in the irrigation water than those loss through run off (9.6 ton/ha/year); furthermore it was settled that the main incoming element through water was the clay size (26 ton/ha/year), which is supposed to seal soil making infiltration difficult. In relation to night dam it was found that it retains 93% of silt and sand size and only a 16% of clay size of the total of solid carried by irrigation water. In relation to water usage, the average efficiency was 36%, with a minimum of 23% and a maximum of 62%.

Key words: erosion, irrigation, water use, soil particles, field dam.

INTRODUCCION

Una vez conocida la existencia de 19 millones de hectáreas erosionadas en el país por distintas causas y en diferentes grados (Peralta, 1976), se tienen mayores antecedentes que permiten cuantificar las áreas más críticas y con ello certificar o mejorar el pronóstico global.

Sin embargo, al revisar esta literatura, las áreas estudiadas e informadas corresponden a terrenos de secano, en los cuales la erosión es, principalmente, provocada por agua de lluvias y donde, sin duda, el fenómeno se presenta con gran espectacularidad. No obstante, en los terrenos de riego, los que supuestamente están sometidos a un riesgo mayor, los antecedentes son exigüos.

La mayoría de las áreas de riego, tanto en Chile como en un contexto mundial, están servidas por sistemas de riego gravitacionales y se visualiza que, pese a la agresiva irrupción de eficientes sistemas de riegos presurizados, en el futuro, los primeros continuarán dominando en las áreas regadas.

Todos los métodos de riego gravitacionales provocan, en mayor o menor grado, erosión y/o sedimentación. El uso de caudales excesivos, penden-

tes inadecuadas, tiempos de riego demasiado largos y el intenso laboreo del suelo, contribuyen a la degradación de los suelos de riego del país, sin que los agricultores tomen conciencia del fenómeno destructivo que ocasiona este proceso. Es común encontrar actualmente, en huertos frutales, disminuciones de rendimiento paulatino, las que son atribuidas a problemas de aireación, déficit hídrico o problemas de infiltración, provocados por sellamiento superficial del suelo o falta de homogeneidad en el riego.

Los antecedentes conocidos en relación a magnitud indican que las partículas erosionadas por el riego fluctúan entre 16 y 49 ton/ha, dependiendo del método de riego, medido en parcelas de 100 m² (Horta y Rodrigo, 1978).

En la actualidad no existen investigaciones acuciosas, y que entreguen resultados prácticos, en este tópico, por lo cual se hace necesario abordarlo con mayor celeridad, debido a que la demanda por tierra agrícola es cada vez mayor, y es imprescindible hacer un uso óptimo de ésta, de forma de mantener su productividad en el tiempo.

Los objetivos del presente trabajo, fueron: evaluar en forma física el monto de la erosión a nivel predial, además de conocer la real utilización del agua de riego, e intentar, por medio de esta metodología, responder a la interrogante del problema del sellamiento superficial que está afectando los suelos del valle central regado.

¹Recepción de originales: 5 de enero de 1993.

²Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago.

MATERIALES Y METODOS

Durante la temporada de riego 1989/90 y 1990/91 se llevaron a cabo las mediciones pertinentes en un predio cuyo rubro principal es la fruticultura, ubicado en la Comuna de Buin, Región Metropolitana. La superficie agrícola de este predio alcanza a las 52 hectáreas y posee un tranque de acumulación nocturna con desarenador. El campo fue regado por surcos, con agua proveniente del río Maipo durante ambas temporadas. El suelo corresponde a la Serie Maipo, clasificado como fined, mesic, thermic, typic Haploxeroll.

En una primera etapa se cuantificaron los flujos de agua que ingresaban al predio como los que salían de éste, para lo cual se instalaron registradores de caudal (aforadores Parshall de 6" y 9" de garganta), en puntos definidos por el esquema de riego intrapredial. En éstos se realizaron mediciones cuatro veces al día (08:30; 10:30; 13:30 y 15:30 horas), a objeto de conocer la distribución diaria de caudales y, a su vez, los volúmenes de agua escurrida. Esto permitió conocer la eficiencia de riego a nivel predial, los volúmenes de percolación profunda y la utilización del agua en todo el predio.

Conjuntamente con esto, se realizaron muestreos quincenales de las aguas, de siete días de duración, en la misma oportunidad de la lectura de caudal, con el objeto de obtener la granulometría de los sólidos en suspensión que contenían y, de este modo, establecer los montos físicos de aportes y pérdidas producidos a nivel predial. Se consideró que cada medición era representativa, tanto en volumen como en sólidos en suspensión de la mitad del intervalo entre las mediciones anterior y posterior, lo cual permitió calcular los flujos de masa en forma continua. Esto, además, se realizó antes del ingreso del agua al predio, con el objeto de determinar la eficiencia del desarenador y del tranque en la detención de las partículas que transportaba el agua de riego.

Para estas determinaciones se usó la metodología de filtración directa, en el caso de las arenas, y de desecamiento de alcuota a 105 °C, para los limos y las arcillas, diferenciándose uno del otro en el instante de la extracción de la alcuota, tiempo 0 para los limos y 5 horas de reposo para las arcillas.

Tanto las mediciones de caudal y muestreos de agua se realizaron desde diciembre a marzo, por

lo cual los valores que se indican desde septiembre a noviembre y abril, tanto de volúmenes de agua como de partículas, fueron estimados por una simulación matemática. En el caso de las partículas de entrada y salida en noviembre, se calculó como el valor promedio de los meses en que existía medición y, septiembre, octubre y abril, en base al promedio de los dos meses anteriores o posteriores, multiplicados por una relación entre la oferta de agua del mes correspondiente y el promedio de ofertas de los dos meses anteriores o posteriores.

La determinación de caudales en noviembre, se calculó como el promedio de los meses posteriores donde existía medición y, septiembre, octubre y abril se igualaron a la oferta que recibía el campo por sus acciones sobre el río. Esto se realizó con el objeto de completar la información para toda la temporada de riego.

El valor de la demanda hídrica se obtuvo mediante un cálculo de necesidades con la estructura de cultivos que tenía el predio y su superficie, utilizando evaporación de bandeja y coeficientes de cultivo (Tosso, 1976). La oferta del río se obtuvo a través de estadísticas fluviométricas (AGROLOG Chile, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSION

Antecedentes de erosión

En general, se observa una clara tendencia a un mayor aporte de partículas totales provistas por el agua de riego que a su pérdida por erosión (Figura 1), además de un aumento creciente de las partículas afluentes acumuladas en relación a las efluentes, donde éstas, si bien aumentan, lo hacen a una tasa menor. Los valores acumulados, al fin de la temporada de riego, alcanzan a las 29,4 ton/ha de partículas afluentes y 9,6 ton/ha de partículas efluentes, respectivamente, indicando esto que existe un aporte neto de partículas al predio. La granulometría de las partículas efluentes corresponde a 51% de tamaño arcilla, 41% de tamaño limo y 8% de fracción arena. Esto demuestra, a su vez, que las fracciones del suelo más frágiles, con respecto de la acción erosiva del agua de riego, son las finas, las que, además, son responsables de la fertilidad del suelo, es decir, la erosión hídrica es selectiva y además compromete la fertilidad del suelo (Peralta, 1976).

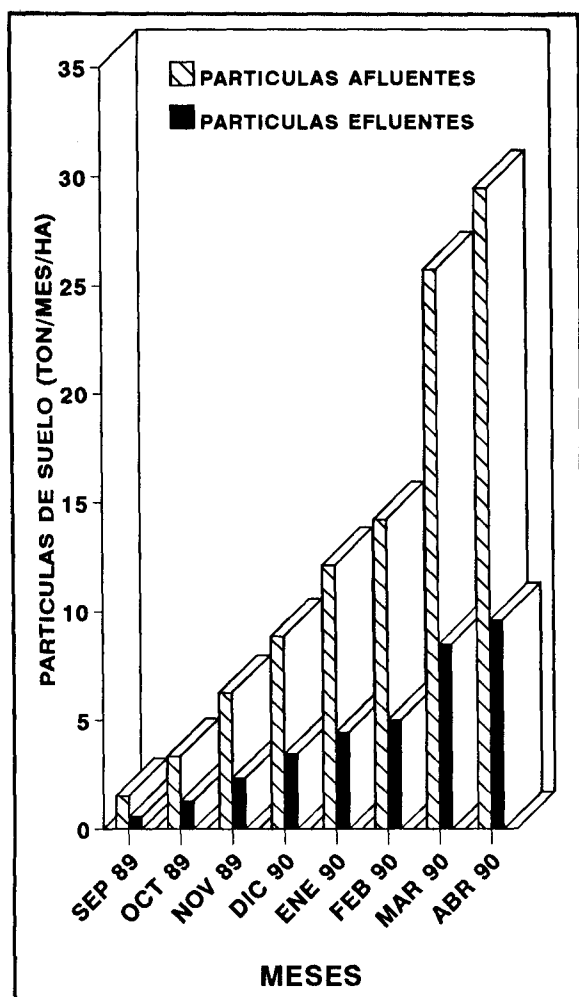


FIGURA 1. Partículas en el agua de riego. Valores acumulados.

FIGURE 1. Particles in irrigation water. Accumulated values.

En relación a las partículas afluentes, 88,5% corresponde a la fracción arcilla, 11,2% al tamaño limo y 0,3% a arena. Al analizar las cifras de partículas totales mensuales (Cuadro 1), se observa un aporte permanente de alrededor de 2 ton/ha, con excepción de marzo donde se quintuplica este aporte, el que está constituido, principalmente, por el tamaño arcilla. Esto es atribuible a una utilización más intensiva del agua en los predios vecinos, en relación a las necesidades, lo que se traduce en una tasa de erosión mayor y se ejemplifica en el predio experimental, donde las pérdidas por erosión, prácticamente, se triplican para dicho mes.

Al separar las partículas totales por tamaño, se observa, en primer lugar, que las arenas no aportan al balance de partículas, ya que los valores máximos de entrada y de egreso son inferiores a 1 ton/ha (Figura 2 y Cuadro 1). Esta situación se debe, principalmente, a la presencia del tranque regulador nocturno con desarenador, que existe en el predio, el cual cumple eficientemente su tarea (Figura 3). Sin embargo, la evacuación de arenas del predio, pese a que presenta montos relativamente bajos, en algunos casos, es más de seis veces el aporte, indicando ésta pérdida relativa de material.

En relación al tamaño limo (Cuadro 1) se presentó una situación variable, debido a que en diciembre y marzo, las pérdidas fueron mayores que las ganancias, entre dos y tres veces; pero, tanto en enero como febrero, la situación se revirtió, encontrándose aportes significativamente mayores que las pérdidas. Como balance general, se observa que las pérdidas, como valor acumulativo, siempre fueron mayores que los aportes a través

CUADRO 1. Balance de partículas transportadas por el agua de riego (ton/ha/mes)

TABLE 1. Balance of particles carried by irrigation water (ton/ha/month)

Meses	Arena		Limo		Arcilla		Partículas totales	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Septiembre ¹	0,005	0,057	0,286	0,337	1,230	0,175	1,521	0,569
Octubre ¹	0,007	0,078	0,293	0,426	1,532	0,216	1,832	0,720
Noviembre ¹	0,009	0,100	0,602	0,627	2,317	0,333	2,928	1,060
Diciembre	0,013	0,134	0,278	0,652	2,288	0,315	2,579	1,101
Enero	0,006	0,066	0,927	0,604	2,348	0,352	3,281	1,022
Febrero	0,007	0,042	0,399	0,274	1,693	0,241	2,099	0,557
Marzo	0,009	0,240	0,312	0,723	11,095	2,512	11,416	3,475
Abril ¹	0,026	0,078	0,196	0,274	3,517	0,757	3,739	1,109
Totales	0,082	0,795	3,293	3,917	26,020	4,901	29,395	9,613

¹Valores estimados.

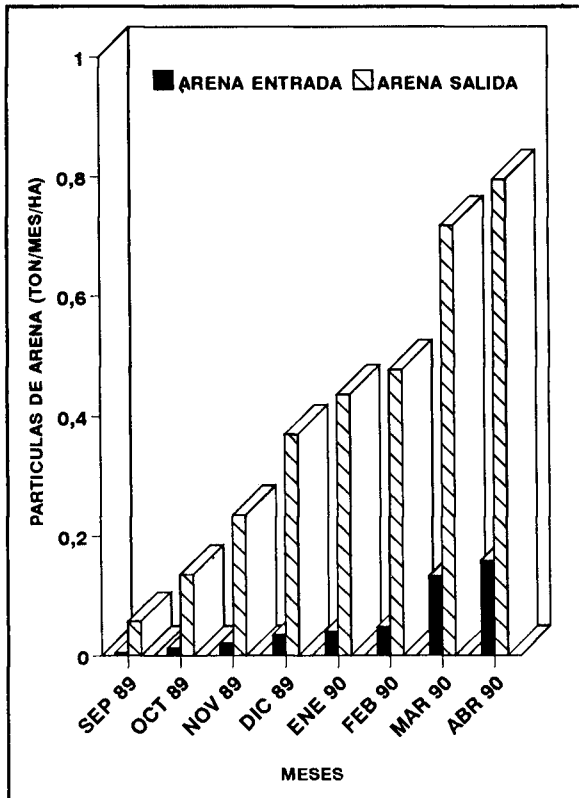


FIGURA 2. Partículas de arena en el agua de riego. Valores acumulados.

FIGURE 2. Sand particles in irrigation water. Accumulated values.

del agua de riego (Figura 4), por lo tanto, igualmente, existe un desbalance que se inclina hacia la pérdida de material del sistema. Los montos son bastante mayores que en el caso de la fracción arena, en alrededor de tres veces estos últimos. Esto se atribuye a que, pese a la eficiente detención de esta fracción por el desarenador, el volumen que transporta el agua de riego hace imposible que no ingrese al predio una cantidad importante. Los montos de las pérdidas se producen principalmente por las características del suelo, como en este caso el abundante limo, el cual es arrastrado en situaciones de pendientes cercanas o superiores al 1% y su tamaño no permite su total decantación en las zonas de pendientes menores, quedando en suspensión y provocando su evacuación finalmente.

El comportamiento de la arcilla fue similar al limo (Cuadro 1 y Figura 5), pero con un gran aporte de esta fracción por el agua de riego. Es posible que

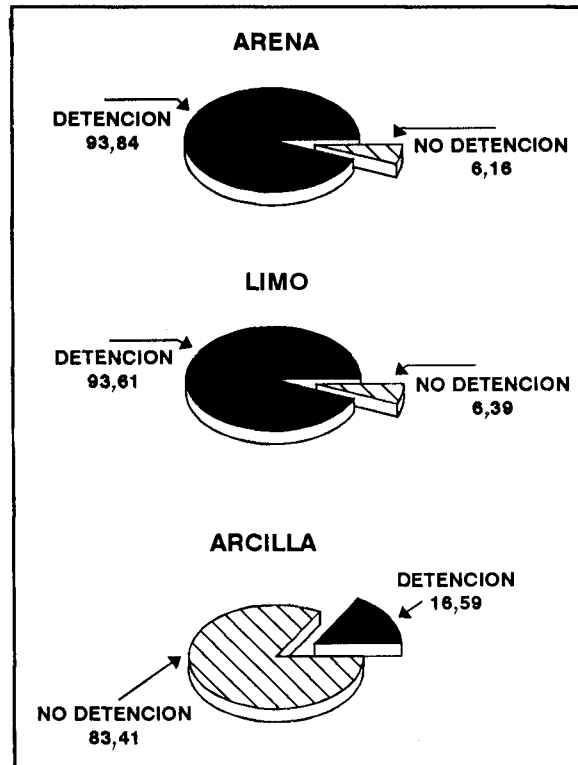


FIGURA 3. Detención de partículas de suelo en el agua de riego por un tranque de acumulación nocturna con desarenador.

FIGURE 3. Stop over of particles coming in irrigation water as effect of a night accumulation dam with a sand stopper.

ésto, en conjunto con otros problemas, sea el responsable del proceso de sellamiento superficial que se produce tan frecuentemente en los suelos regados de la zona central de Chile. Tales cantidades de arcilla provocarían, teóricamente, una lámina pareja sobre el suelo de 0,2 cm cada temporada de riego y, si se toma en cuenta que con riego por surcos la superficie en contacto con el agua es de alrededor de un 30 a un 40% de la superficie total, se produciría una acumulación de arcillas de alrededor de 0,5 cm cada temporada dentro del surco de riego. Es importante destacar que el sistema tranque-desarenador cumple una función de gran importancia para atenuar este proceso.

El contenido total de sales que contenía el agua de riego durante el período considerado, no alcanzó al 0,1% del contenido de arcilla que esta misma transportaba, por lo cual se despreció como elemento dentro del balance.

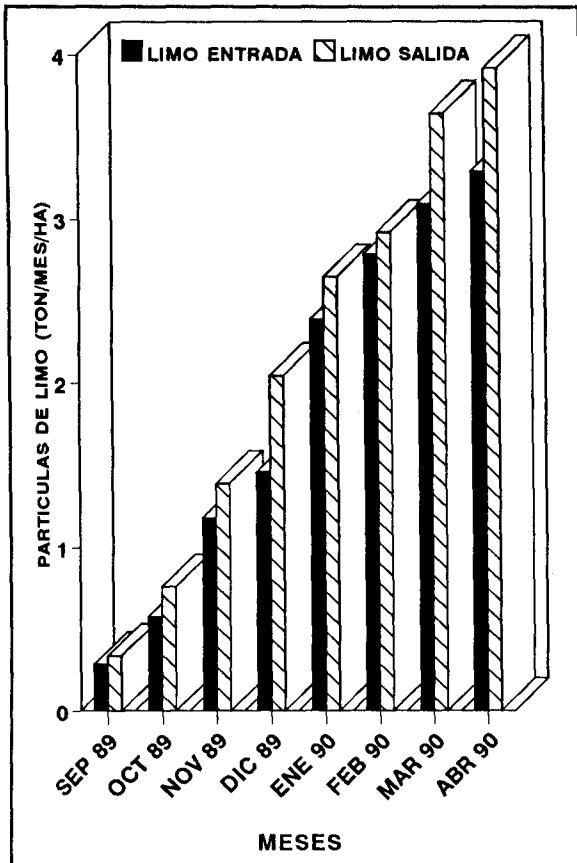


FIGURA 4. Partículas de limo en el agua de riego. Valores acumulados.

FIGURE 4. Silt particles in irrigation water. Accumulated values.

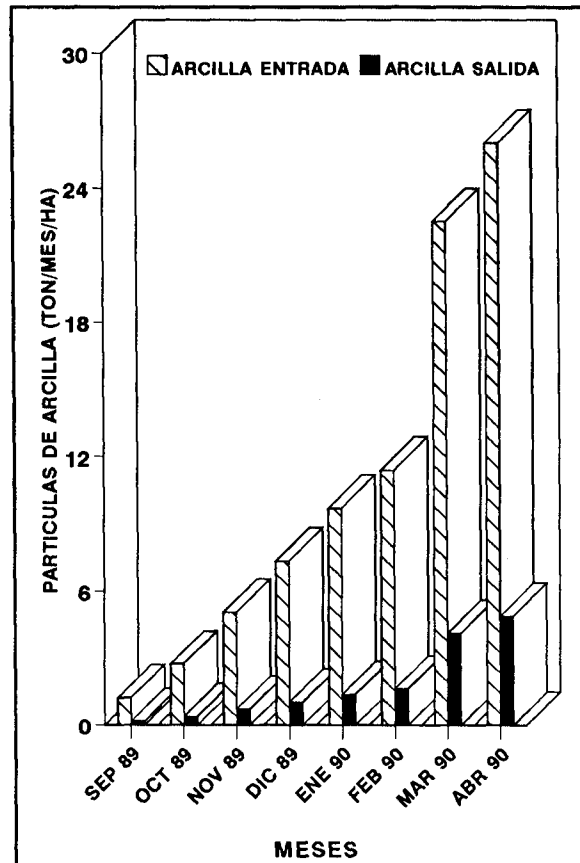


FIGURA 5. Partículas de arcilla en agua de riego. Valores acumulados.

FIGURE 5. Clay particles in irrigation water. Accumulated values.

Antecedentes de uso del agua

Se pudo determinar que de 100 m³ que entraron al predio, alrededor de 84 m³ permanecieron en él, ya sea utilizables y retenidos por el suelo o perdidos como percolación profunda. Esto implica que al perderse por escurrimiento superficial poco volumen de agua, el monto de la erosión es bajo, no obstante que la concentración de partículas en el agua de escurrimiento es muy alto.

En la relación oferta-demanda hídrica, la oferta fue pareja durante toda la temporada (Figura 6), por efecto del tranque de acumulación nocturna, de alrededor de 220.000 m³ por mes, con meses de bajo abastecimiento (septiembre, octubre y abril) a causa de la baja oferta del río Maipo. Además, hubo una mayor oferta de agua, por sobre la oferta del río, en marzo, debido a una posible liberación del recurso por los predios vecinos que comparten marco partidior. Por otra parte, la demanda fue cre-

ciente, con un máximo de alrededor de 100.000 m³, en diciembre. Esta situación generó una fuerte diferencia entre la demanda y la oferta del recurso, y como consecuencia una baja eficiencia (Figura 7).

En esta figura se observa que la eficiencia de aplicación fue diferente a medida que las necesidades de los cultivos disminuyeron, haciéndose tan baja como un 23%, en marzo. Sin embargo, se observa que fue posible lograr eficiencias mucho mayores, como se demuestra de diciembre a febrero, en cuyos meses se encontró eficiencias máximas superiores al 60%. Como promedio general fue posible obtener en el predio un 36% para riego por surcos.

Por lo tanto, una forma práctica de enfrentar la erosión por riego y la sedimentación es a través de la obtención de altas eficiencias de riego y con la presencia de un eficiente desarenador y/o tranque de acumulación nocturna, el que además permite realizar un riego más eficiente.

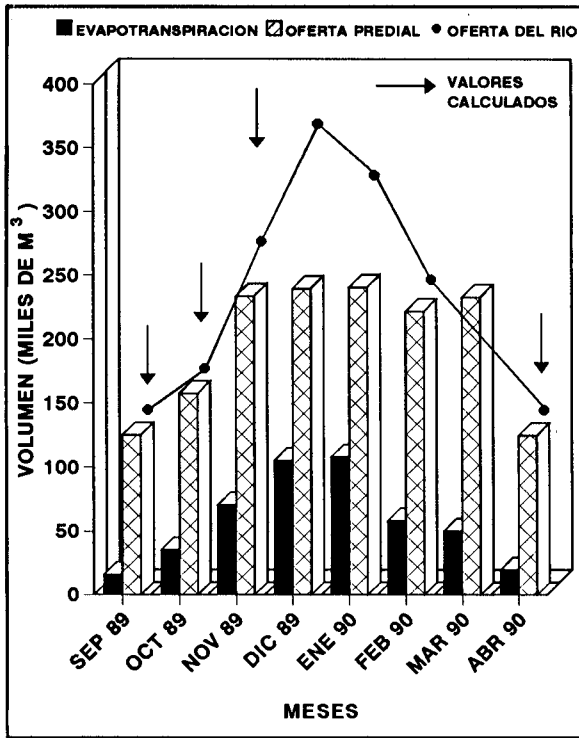


FIGURA 6. Relación oferta-demanda hídrica.

FIGURE 6. Hidric supply and demand relation.

CONCLUSIONES

- Existe un mayor aporte de partículas de suelo a través del agua de riego, que pérdida de ellas por escurrimiento de agua.
- Los montos de arena que entran y salen del predio son bajos, siendo los últimos hasta seis veces superiores.
- El balance de los limos es variable, mostrando tanto períodos con mayores pérdidas que ganan-

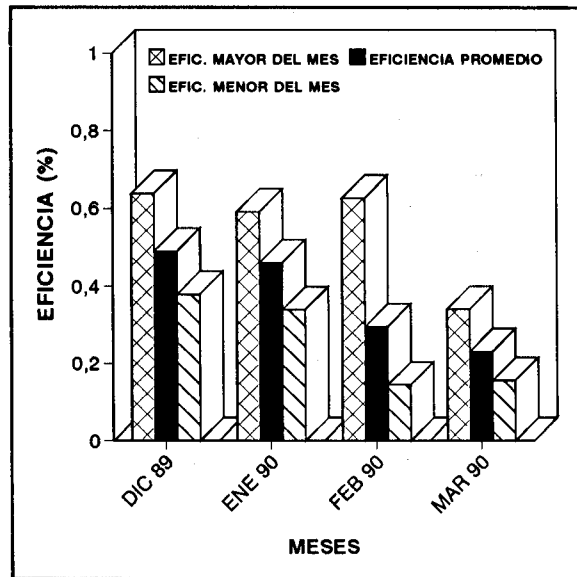


FIGURA 7. Eficiencia de aplicación del riego. Riego por surcos.

FIGURE 7. Furrow irrigation efficiency.

cias, como viceversa. En el balance anual se observan mayores pérdidas totales. Los montos que salen del predio son relativamente altos.

- El sistema tranque de acumulación-desarenador tiene un efecto importante en la detención de las partículas del tamaño arena y limo.
- La eficiencia de riego promedio encontrada fue del 36%, encontrándose eficiencias mínimas del 23% y máximas del 62%.

RESUMEN

Durante el período estival de las temporadas 1989/90 y 1990/91 se llevaron a cabo mediciones que permitieron realizar una evaluación de la erosión provocada por agua de riego, como así también determinar la eficiencia de riego a nivel predial y la efectividad del sistema tranque de acumulación nocturna-desarenador en la detención de partículas transportadas en el agua de riego. Esto se realizó en un predio ubicado en la zona Central de Chile, implementado con riego por surcos y de una superficie de 52 ha, dedicado principalmente a la fruticultura. Existe un mayor aporte de partículas (29,4

ton/ha/año) en el agua de riego, que aquellas que se pierden a través del agua de escurrimiento (9,6 ton/ha/año). Además, fue posible determinar que el principal elemento que ingresaba al campo a través del agua era del tamaño arcilla (26 ton/ha/año), el cual posiblemente cumpla un rol de sellar los suelos dificultando la infiltración. En relación a la eficiencia del sistema tranque de acumulación nocturna-desarenador se encontró que detiene alrededor del 93% de los tamaños limo y arena y sólo un 16% del tamaño arcilla, del total de sólidos transportados por el agua de riego. Finalmente, en rela-

ción a la utilización del agua, se midió una eficiencia de riego promedio del 36%, encontrándose eficiencias mínimas del 23% y máximas del 62%.

Palabras claves: erosión, riego, uso del agua, partículas de suelo, tranque.

LITERATURA CITADA

AGROLOG CHILE. 1981. Estudio de suelos del Proyecto Maipo. Santiago, Chile. Comisión Nacional de Riego. Tomo 1.

HORTA, S.E. y RODRIGO, S.P. 1978. Efectos del riego por tendido y por surcos sobre la erosión y salinidad del suelo en el cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L). Universidad de Chile, Escuela de Agronomía. Santiago, Chile. 79 p. (Tesis para optar al grado de Licenciado en Agronomía).

PERALTA P., MARIO. 1976. Uso, clasificación y conservación de suelos. Santiago, Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. 340 p.

TOSSO T., JUAN. 1976. Determinaciones de evapotranspiración y coeficientes Kc para varios cultivos. Agricultura Técnica (Chile) 36: 151-155.