

PC-OK

MÉTODOS DE CAPTACION DE AGUA DE LLUVIA *IN SITU* PARA CULTIVOS EN ZONAS ARIDAS

José Barbosa dos Anjos¹
Luiza Teixeira de Lima Brito¹
Maria Sonia Lopes da Silva¹

RESUMEN

Métodos de captación de agua de lluvia *in situ* para cultivos en zonas áridas

El trópico semiárido de Brasil comprende una superficie de 1'150,000 km² que corresponde a 70% del área de la región nordeste y a 13% de la superficie total del país. En el Municipio de Petrolina, las lluvias se concentran diciembre-abril y presentan una gran irregularidad a través de los años, tanto en cantidad como en distribución. Para establecer un sistema de captación de agua *in situ*, es necesario conocer información sobre: tamaño del área a cultivar, tipo de suelo, topografía, cantidad y distribución de las lluvias, cultivos (anuales o perennes), así como la disponibilidad de mano de obra y maquinaria. Es también importante conocer factores socioeconómicos, a fin de hacer viable la inversión que requiere la tecnología. Se describen métodos para captar y almacenar agua de lluvia en el suelo: barbecho (aradura) y siembra en terrenos planos; pileteo anterior y posterior a la siembra; diques en los surcos; labranza en bandas; método Guimaraes Duque, que consiste en formar surcos para la siembra con camellones altos y anchos entre ellos siguiendo las curvas a nivel; y agricultura de refluo fluvial, en la cual se utilizan los suelos potencialmente agrícolas de represas, ríos y lagos que se cubren de agua en la época de lluvias.

SUMMARY

Methods for *in situ* rain water capture for crops in arid zone

The surface of semiarid tropical lands in Brazil is 1'500,000 km² that corresponds to 70% of North-East region and 13% of the total surface of the country. In Petrolina County, rainfall concentrates in December-April, and its amount and distribution are extremely irregular. To establish a rain capture system, it is necessary to have information on: size of the surface to cultivate, soil type, topography, rain amount and distribution, crops (annual or perennial), as well as work hand and machinery availability. It is also important to know several socioeconomic factors in order either to make or not the investment required by the technology. Rain water capture and storage methods are described: flat lands ploughing and sowing; ditch building in the furrows; barrier building on the furrows, before and after sowing; Guimaraes Duque method, that is making furrows for sowing with high and wide ridges that follow level curves; and refluo agriculture on the potentially agricultural soils of dams, lakes, and rivers that are covered with water during the rainy season.

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA),
Cx. Postal 23, 56300-000 Petrolina PE, Tel. (081) 862-1711 Fax: (081) 862-1744 Email: cpatsa@cpatsa.embrapa.br
Brasil.

MÉTODOS DE CAPTACION DE AGUA DE LLUVIA *IN SITU* PARA CULTIVOS EN ZONAS ARIDAS

José Barbosa dos Anjos
Luiza Teixeira de Lima Brito
Maria Sonia Lopes da Silva
EMBRAPA
Introducción

El trópico semi-árido brasileño, con una área de 1,150,000 km², corresponde a 70% del área de la región nordeste y 13% de la superficie total del país, presenta una gran diversidad de panoramas naturales, comprendidos en 120 unidades geo-ambientales, con grandes diferencias físicas, y biológicas, así como, socio-económicas (Silva *et al.*, 1993). La escasez o la mala distribución de las lluvias, las limitaciones de suelos, las prácticas agrícolas adoptadas, entre otros factores, constituyen aspectos limitantes para el desarrollo agrícola de la región.

Los suelos predominantes de la región son de origen cristalino, normalmente rasos, silicosos y pedregosos, con baja capacidad de infiltración y bajo contenido de materia orgánica. Asociadas a estas características, las altas intensidades de precipitación pluvial provocan pérdidas de agua por escorrentía superficial "runoff" y consecuentemente, erosión hídrica.

Dadas las características de la región, es conveniente considerar, en el planeamiento agrícola en cada finca, mecanismos que posibiliten al productor explotar su propiedad con menor riesgo de fracaso, y que ésta sea capaz de producir satisfactoriamente, a pesar de las limitaciones que impone el ambiente.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria a través del CPATSA, Centro de Pesquisa Agropecuaria del Trópico Semi-Arido ha desarrollado o adaptado algunos

métodos de captación de lluvia "*in situ*", utilizando tanto fuerza motriz como tracción animal. En este trabajo, se presentan las principales técnicas de captación de agua de lluvia "*in situ*" más adecuadas a las condiciones de los productores de regiones semiáridas de Brasil.

Factores determinantes para la implantación de métodos de captación de agua de lluvia "*in situ*"

Para establecer un sistema de captación de agua *in situ*, es necesario disponer de información sobre una serie de factores como el tamaño del área a ser cultivada, el tipo de suelo, la topografía, cantidad y distribución de las lluvias, cultivos (anuales o perennes) y disponibilidad de equipos, así como de mano de obra. Estos datos deben estar asociados a factores socioeconómicos, a fin de hacer viable la inversión de la tecnología.

En el Municipio de Petrolina, PE., el período lluvioso se concentra en los meses de diciembre a abril, y ese período se considera como ciclo agrícola. Los datos de precipitaciones mensuales, durante 10 años (1985-1994), muestran una gran variabilidad en la distribución de las lluvias, con mayor concentración en el mes de marzo (Cuadro 1). En el año agrícola 1994/95, hubo una precipitación pluvial de 781.60 mm, con 210.60 mm en el mes de enero, en el ciclo 1992-1993, se presentó una precipitación total de 164.50 mm, con 140.20 mm en los meses de noviembre a enero.

Cuadro 1. Precipitación pluvial mensual (mm) registrada en Petrolina. Pe., Brasil en el período de 1985 a 1994.

Mes/Año	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
Ener	286.6	36.5	4.8	99.2	27.5	34.2	103.0	344.1	34.4	121.4
Feb	84.9	78.5	30.7	31.7	21.0	90.3	111.2	122.1	12.0	41.0
Mar	172.0	184.1	162.8	256.8	216.7	25.7	207.4	49.4	5.5	156.5
Abr	151.6	25.1	19.8	117.3	154.6	42.8	47.6	33.4	20.8	78.4
May	15.6	14.0	73.3	29.8	78.5	6.6	52.7	4.0	3.8	5.9
Jun	69.9	0.8	0.8	44.9	0.0	9.0	21.8	4.0	5.9	9.9
Jul	5.6	7.7	47.4	5.9	14.1	61.6	0.0	0.9	1.4	14.8
Ago	19.9	1.3	0.0	0.0	5.4	0.3	4.3	0.0	5.8	0.0
Sept	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.9	0.8	1.0
Oct	3.4	3.6	54.6	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7	0.0
Nov	95.1	3.3	0.0	56.1	6.2	61.3	73.3	31.9	55.5	0.0
Dic	174.0	29.5	12.8	105.0	369.3	18.8	13.1	68.1	16.2	42.2
TOTAL	1,078.6	385.1	407.0	761.1	893.3	351.0	634.8	658.8	187.8	471.1

La época de siembra es otro factor de gran importancia para el éxito de la agricultura de temporal o secano. Silva *et al.* (1982) muestran que para el chícharo de vaca, la mejor fecha de siembra en el Municipio de Petrolina es del 2 al 6 de marzo y para el maíz del 17 de enero al 9 de febrero, para que el crecimiento coincida con el período de mayor concentración en la distribución de las lluvias.

En lo que se refiere a erosión del suelo, la lluvia es uno de los factores climáticos que más influencia tiene sobre el proceso de erosión, siendo su intensidad el factor más importante. En el trópico semiárido de Brasil, el régimen hídrico se caracteriza por lluvias de corta duración, pero de alta intensidad. Frecuentemente, los suelos se preparan en condiciones de humedad desfavorable, lo que causa que se pulverice demasiado y, consecuentemente, se torne más vulnerable a la erosión (E₁₃₀).

Según Doorembos y Kassam (1994), el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), dependiendo de las condiciones climáticas, y sin considerar otros factores de producción, necesita, en su ciclo, de 500 a 800 mm de agua, bien distribuidos de acuerdo con sus fases

fenológicas. Principalmente, las fases de floración y llenado del grano, para obtener la máxima producción.

Al comparar las necesidades hídricas del cultivo del maíz con los datos de precipitación media de 400 mm, del Municipio de Petrolina-PE, se observa que, anualmente, el cultivo presenta un déficit hídrico, debido principalmente a la irregularidad de la distribución de las lluvias en el tiempo y en el espacio.

Métodos de captación de agua de lluvia *in situ*

El sistema tradicional de cultivo mínimo de siembra en cepas, con el auxilio del azadón, origina pequeñas depresiones, capaces de almacenar cierta cantidad de agua de lluvia. Este sistema es aparentemente poco agresivo para el medio ambiente; entretanto, como el suelo no se barbecha, su superficie se encuentra ligeramente compactada, lo que dificulta la infiltración del agua y facilita el escurrimiento superficial, que contribuye al proceso erosivo. Por lo tanto, técnicas simples de preparación del suelo, dirigidas a la capta-

ción de agua son recomendadas y pueden ser aplicadas tanto con tracción mecánica como animal (Duret *et al.*, 1986).

Captación de agua de lluvia *in situ*: barbecho y siembra en terrenos planos

El barbecho del suelo del suelo para la siembra de de cultivos de secano, es una de las técnicas de captación de agua de lluvia *in situ* que se usa principalmente en la región semiárida del noreste de Brasil, debido a la formación de pequeñas depresiones como consecuencia del paso del arado, lo que tiene por objetivo impedir el escurrimiento superficial del agua de la lluvia, la cual queda almacenada en el perfil del suelo y así, disponible por más tiempo para el cultivo. Este método consiste en la utilización de arados de tracción animal o tracción mecánica, siendo el arado de vertedera con tracción animal el método más simple (Anjos, 1988). La Figura 1 es un esquema del cultivo en el campo.

Para tracción animal, el equipo más simple es el arado de reja, con ancho de corte de 20 cm. Su costo es de aproximadamente US\$ 150.00, y el del animal de tracción de US\$ 300.00, lo cual significa una inversión total de US\$ 450.00. El alquiler del implemento con el animal de tracción tiene un costo de US\$ 0.96/ hora. Cuando se trata de tracción mecánica, el alquiler del tractor de neumáticos varía de US\$ 12.00 a 15.00/hora.

Captación de agua de lluvia *in situ*: surcamiento posterior a la siembra

El surcamiento posterior a la siembra es una técnica de captación de agua de lluvia que consiste en un barbecho del área y siembra en plano, seguidas del surcamiento entre líneas de cultivo, cada dos o tres de ellas, dependiendo del cultivo y de su estado de desarrollo. Esta labor se efectúa con surcadores a tracción animal o mecánica, (Figura 2). Cuando los cultivos como maíz o sorgo están bien desa-

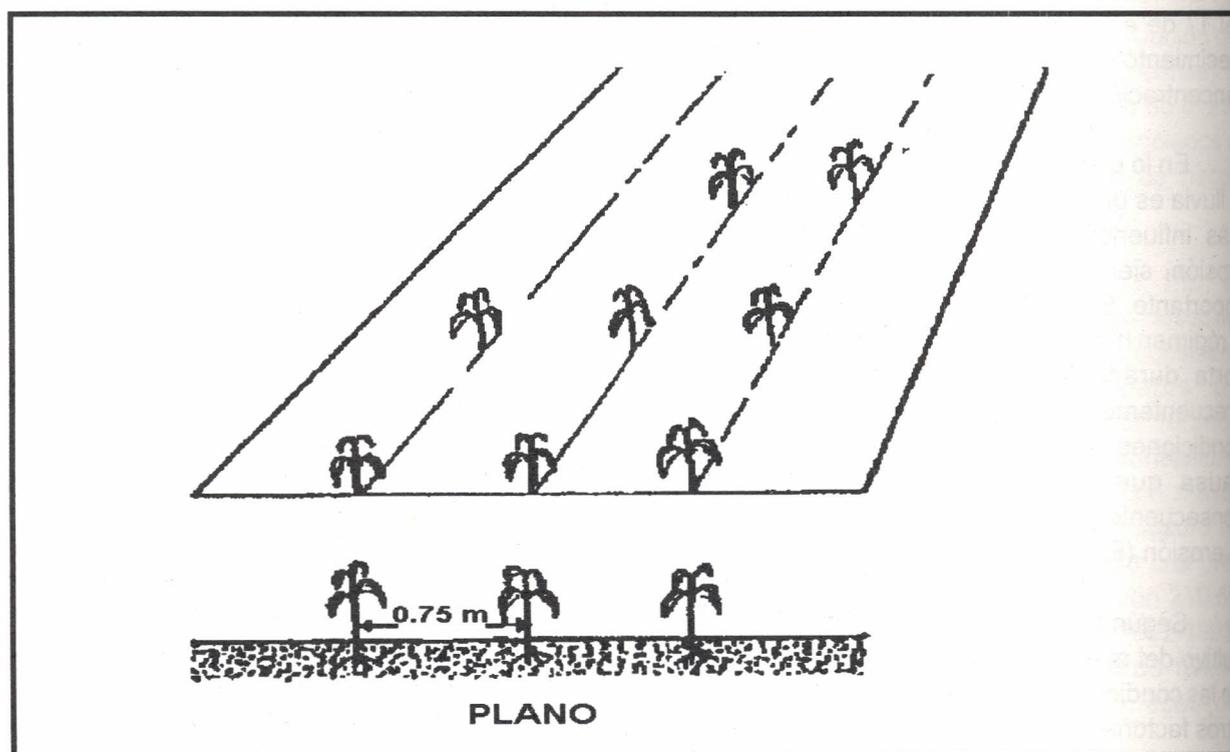


Figura 1. Barbecho y siembra en terreno plano.

rollados es difícil utilizar la barra porta-
implementos con más de un pileteador, debido
a lo cual, la solución es el uso del surcador de
una línea, con la tracción de un solo animal,
bovino o equino.

luego se abren los surcos a una distancia de
75 cm. En este sistema, las pilas para
almacenar el agua se hacen utilizando
pileteadores y la labor se complementa
manualmente con azadón para trabajar entre
las plantas.

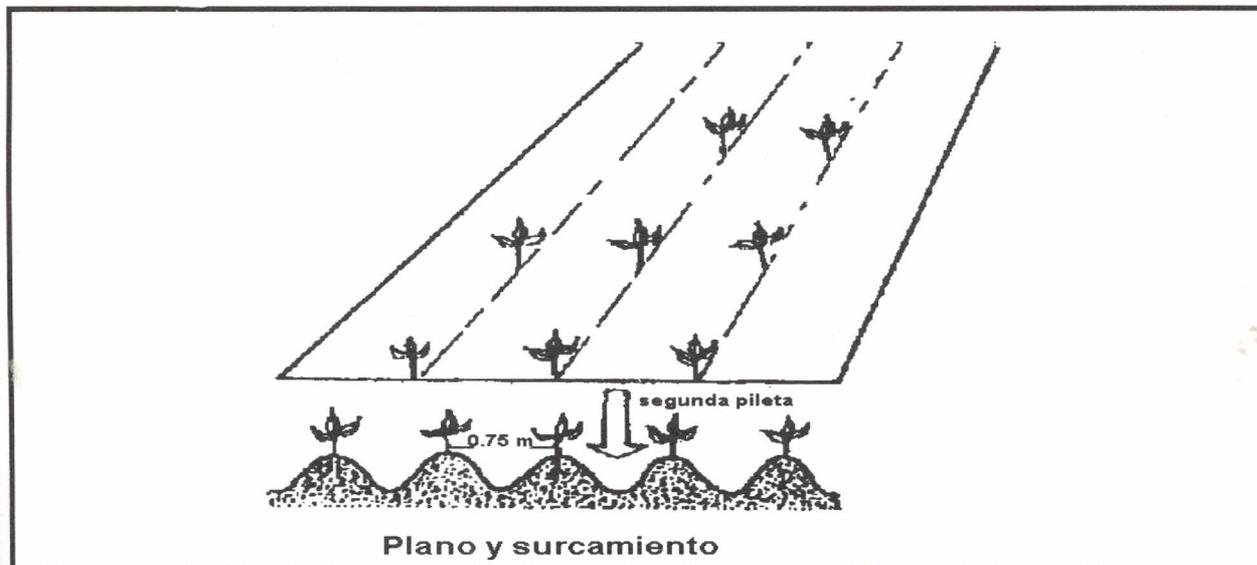


Figura 2. Surcamiento posterior a la siembra.

La época más adecuada para el
surcamiento posterior es de 30 a 40 días
después de la siembra del frijol y de 20 a 30
días después de la del maíz.

El costo de adquisición de un surcador
de una línea equivale aproximadamente a
US\$ 80.00 y el del animal de tracción a US\$
300.00, lo que resulta en una inversión inicial
de US\$ 380.00. El precio del alquiler de un
animal de tracción y del pileteador de una línea
es aproximadamente de US\$ 0.90/hora. El
alquiler de un tractor de neumáticos varía de
US\$ 12.00 a 15.00/hora.

Captación de agua de lluvia *in situ*: pileteo anterior a la siembra

La técnica de captación de agua de
lluvia *in situ* por medio del pileteo antes de la
siembra consiste en un barbecho del área,

Este sistema permite un mayor
aprovechamiento del agua de lluvia y, además
de optimizar los tratamientos de cultivo y
fitosanitarios, posibilita la mecanización debido
a que los lomos de los surcos definen las líneas
de siembra (Figura 3). La presencia de tocones,
piedras y pendientes superiores a 5% limitam
su utilización.

El costo de un chasis porta implementos
es de US\$ 1,500.00 y el de la yunta de bovinos
de tracción es de alrededor de US\$ 1,000.00.
En caso de utilizar tractores de neumáticos, el
costo del alquiler es de US\$ 12.00 a 15.00/
hora.

Captación de agua de lluvia *in situ*: diques en los surcos

El sistema de captación de agua de
lluvia *in situ*, por medio de pequeños diques en

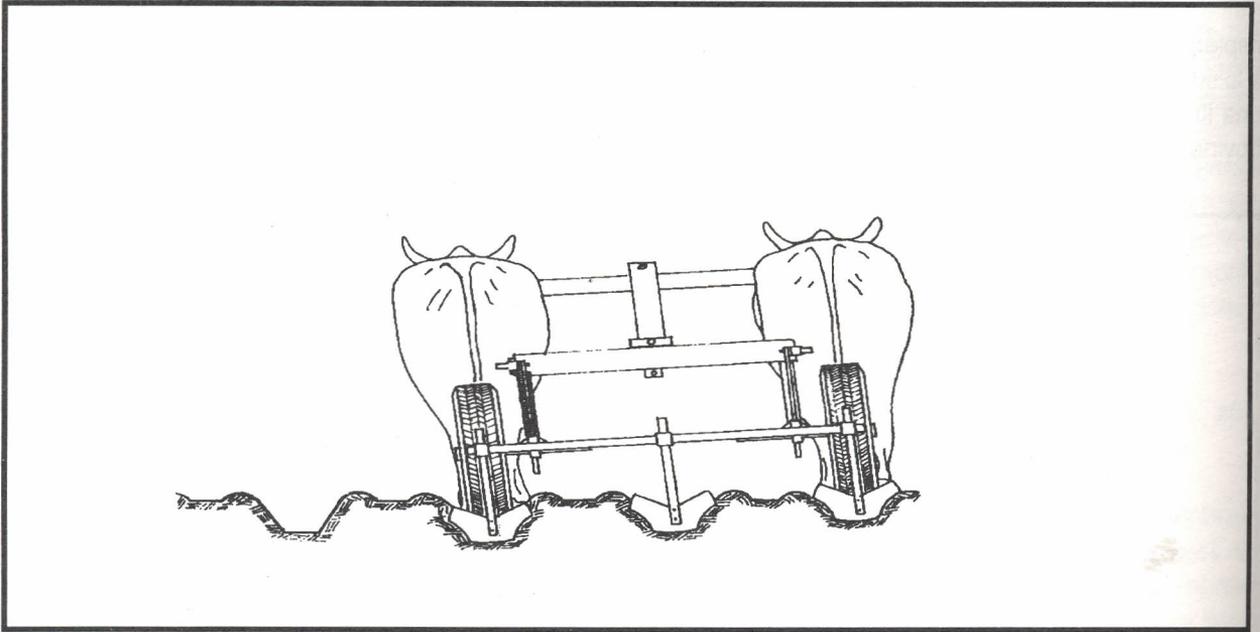


Figura 3. Surcamiento anterior a la siembra.

los surcos, fue desarrollado por la EMBRAPA-CPATSA, y consiste de un barbecho y surcamiento del suelo a 0.75m de distancia entre surcos, seguidos de la operación de construcción de los diques, que son pequeñas barreras dentro del surco, que tienen la finalidad de impedir el escurrimiento superficial del agua de lluvia. La construcción de diques

en los surcos efectuado con implementos a tracción animal (Figuras 4 y 5) debe hacerse antes de la siembra que se hace sobre el lomo del surco.

Los diques quedan a distancias de 2 a 3 m sobre el surco, siendo el operador del pileteador quien controla tanto las distancias co-

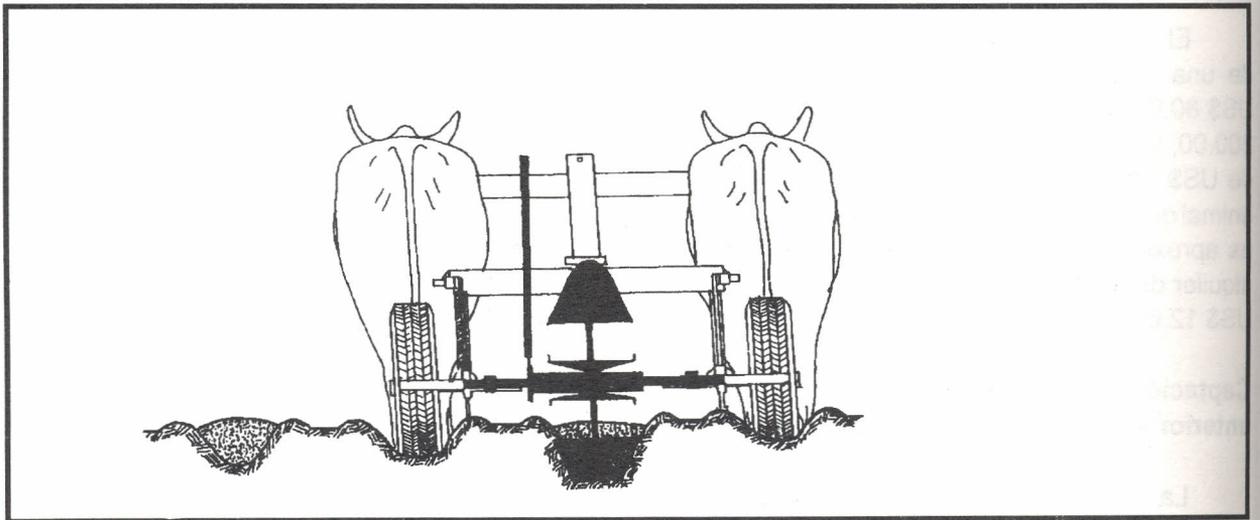


Figura 4. Construcción de diques en los surcos con chasis porta implementos.

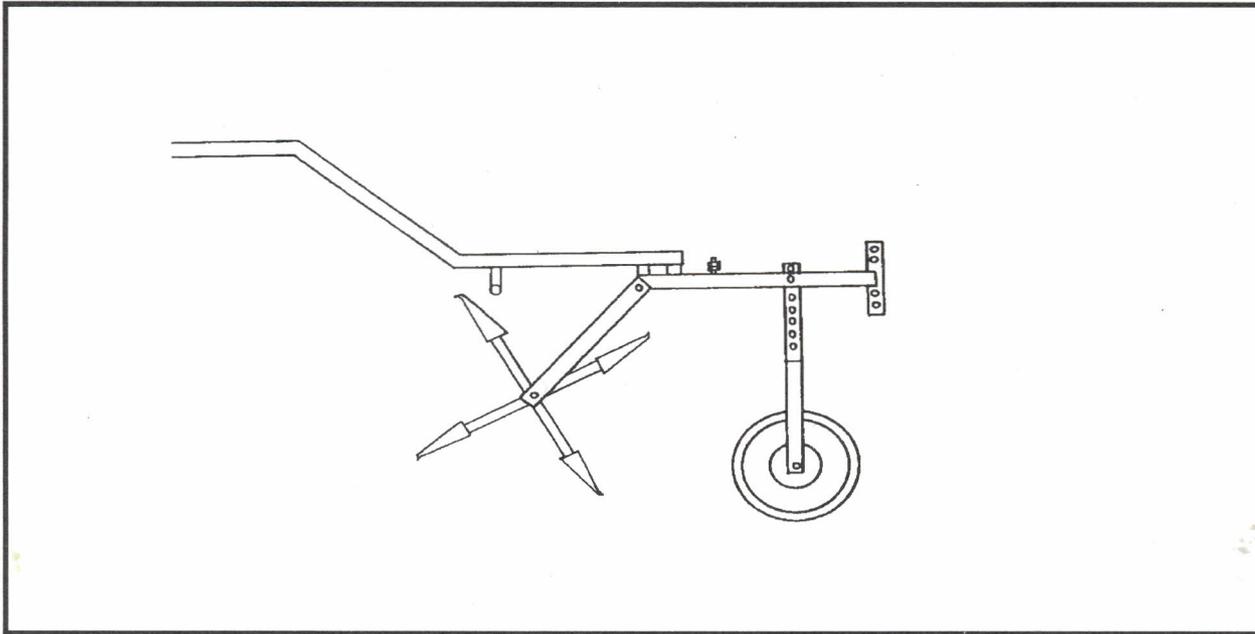


Figura 5. Pileteador de surco para tracción de un solo animal.

mo la altura de los diques, teniendo cuidado de dejarlas con una altura inferior a la de los lomos de los surcos destinados a las líneas de siembra (Figura 6). En este método, las pilas se hacen con pileteadores entre las líneas de siembra y se completa su construcción manualmente, con azadón, entre las plantas. El pileteador de surcos puede ser construido por

artesanos locales en pequeños talleres y se calcula un costo de alrededor de US\$ 180.00. Exige poco esfuerzo de tracción, por lo que se puede utilizar animales pequeños, como burros, que tiene un precio promedio de US\$ 70.00. Los costos de alquiler los implementos y animales para usar este método es de alrededor de US\$ 0.90/hora.

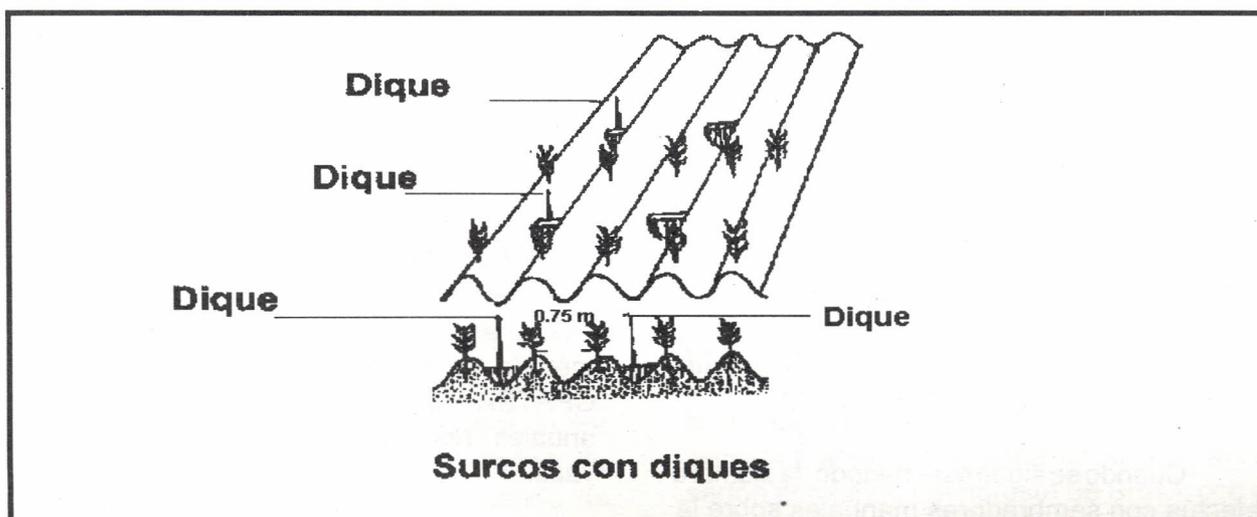


Figura 6. Sistema de surcos con diques.

Captación de agua de lluvia *in situ*: labranza en bandas

El método de captación de agua de lluvia *in situ* a través de la labranza en bandas consiste dos pasos sucesivos con el arado de vertedera reversible a tracción animal, dejando una distancia de 0.60 m a partir de la pared de la segunda banda del suelo arado, y así sucesivamente, reduciendo de esta manera, el tiempo de trabajo operativo en 50%, debido a que la labranza se hace en bandas. La parte del suelo no laboreado entre dos bandas sirve para la captación y conducción del agua hasta la zona de la siembra (Figura 7).

cultivo de 1.0 m. Cada año, se vuelve a realizar la labranza en bandas, promoviendo así la rotación gradual del área de cultivo. Las piletas se pueden construir manualmente con azadón, mientras que las plantas tengan una altura menor de 10 cm, se puede usar el arado de vertedera reversible en la parte no trabajada para eliminar las hierbas y acercar tierra a la planta (aporque) (Figura 8).

Captación de agua de lluvia *in situ*: método Guimarães Duque

Según Silva *et al.* (1982), la primera técnica de captación de agua de lluvia *in situ*, adaptada

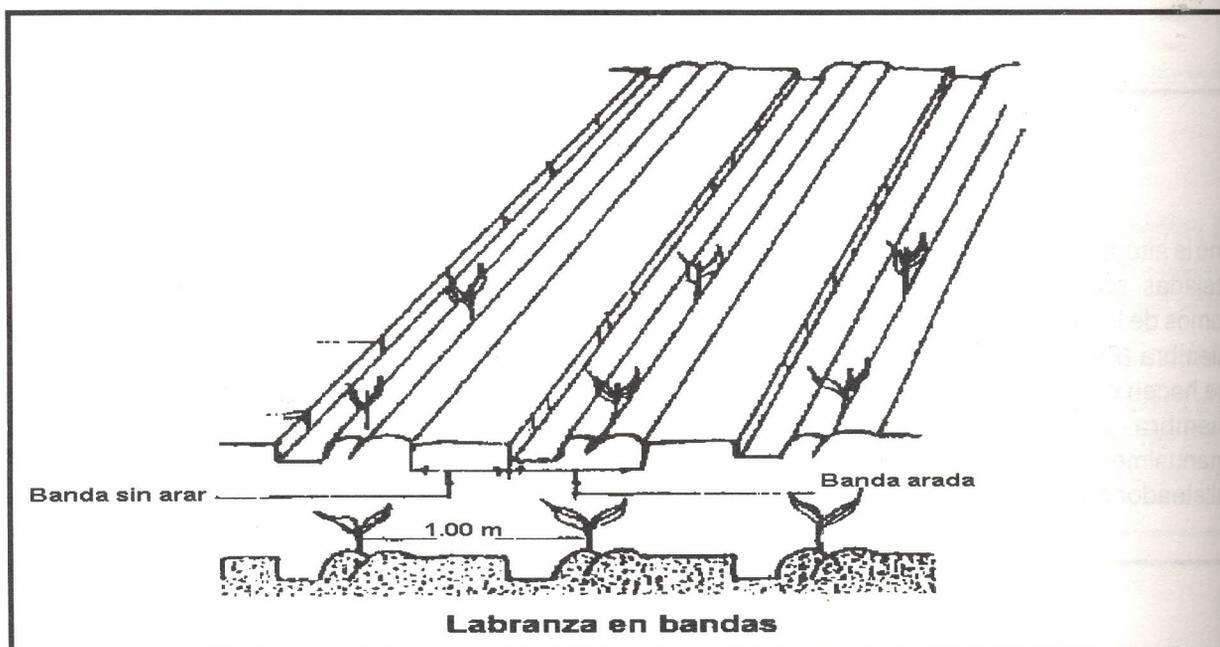


Figura 7. sistema de labranza en bandas.

La inversión para adopción del sistema es bajo. El arado tiene un costo de US\$ 150.00 y el de un equino es aproximadamente de US\$ 300.00. El arado que se utiliza en la preparación del suelo para la siembra es el mismo que se usa en el pileteo. El alquiler del implemento tiene un costo de US\$ 0.70/hora.

Cuando se sigue este método, la siembra efectúa con sembradoras manuales sobre la segunda línea dejada por el arado en cada banda, siendo la distancia entre líneas de

a las condiciones del semi-árido noreste de Brasil fue desarrollada por el INFAOL (Instituto del Noreste para el Fomento del Algodón y las Oleaginosas) y se denominó Método Guimarães Duque de Lavoura Seca. Este método ha sido adaptado por EMBRAPA-CPATSA para la producción de cultivos anuales, principalmente maíz y chícharo de vaca.

El método Guimarães Duque consiste en la formación de surcos de siembra con

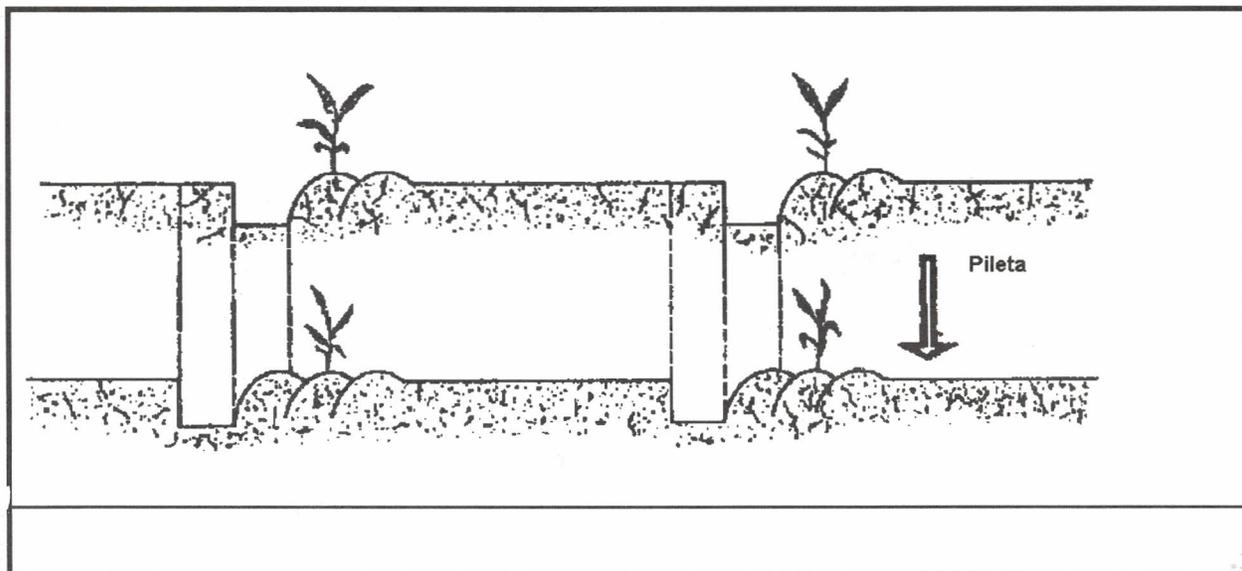


Figura 8. - Método de pileteo mecánico con tracción animal.

hacen con cortes siguiendo las curvas a nivel, con un arado de tres discos reversibles. Para aplicar este método, se recomienda quitar el disco más próximo a las ruedas traseras del tractor, realizando el trabajo con sólo los otros dos discos del arado.

El operador del tractor inicia el trazado de los surcos, con base en las curvas a nivel y el suelo se voltea hacia la parte superior de la pendiente del terreno. Después de hacer el primer surco, para hacer el segundo, debe llevarse a cabo la maniobra de tal manera que los neumáticos del tractor pasen sobre el suelo que aún no esté arado, es decir, bordeando el surco anterior y así sucesivamente. Este procedimiento permite la formación del área de captación entre los camellones, siendo el espacio entre líneas de cultivo de 1.50 m (Figura 9).

Este sistema es semipermanente, con duración de tres a cinco años, pudiendo ser manejado a cada cultivo con arados de vertedera a tracción animal, cambiando de lugar la zona de siembra.

El precio de alquiler de un tractor de neumáticos es de US\$ 12.00 a 15.00/ha, y en promedio se necesita 1.6 hora para implantar el sistema en una hectárea.

Captación de agua de lluvia *in situ*: agricultura de reflujo fluvial

La agricultura de reflujo es una práctica que consiste en la utilización de los suelos potencialmente agrícolas de las represas, ríos y lagos que quedan cubiertas por agua en la época de lluvias (Duque, 1973 y Guerra, 1975).

Este tipo de captación de agua de lluvia *in situ* es una técnica de preparación del suelo que se asocia al almacenamiento de agua de lluvia, proveniente del escurrimiento superficial, que viene siendo muy estudiada en las dos últimas décadas. Es probable que haya surgido desde hace mucho tiempo, quizás durante el período colonial de Brasil, cuando se inició la plantación de caña de azúcar, en el sertón semiárido del noreste de Brasil, con el uso del método de apertura de zanjas rectangulares.

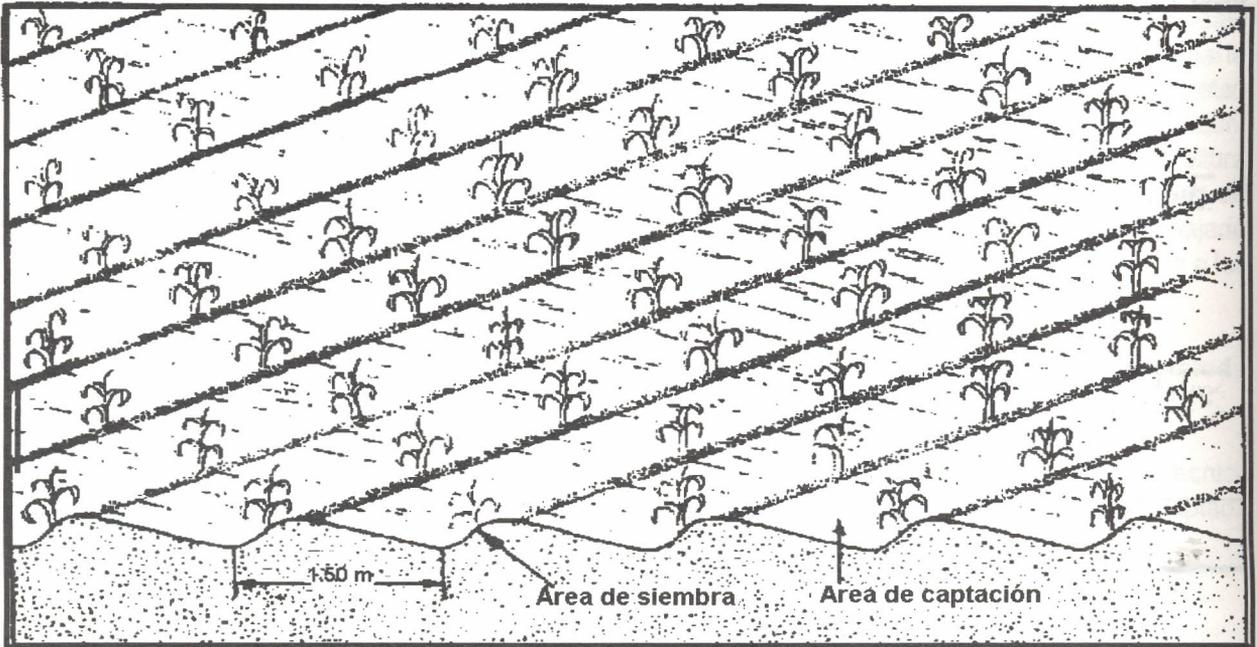


Figura 9. - Camellones altos y anchos sistema del método "Guimarães Duque".

El sistema se sigue usando hasta la fecha, debido a que conserva mejor la humedad en el suelo, porque la tierra proveniente de la excavación de las zanjas se distribuye en los lugares aledaños y así se discontinúa la capilaridad, impidiendo la pérdida de agua.

En la actualidad, los reflujos son explotados principalmente por productores que, en su mayoría, utilizan herramientas manuales y en menor escala, tracción animal, siendo los cultivos que con mayor frecuencia se producen con este método: arroz, frijol, camote y maíz (Carvalho, 1973).

Según Silva e Porto (1982), hay más de 70,000 represas (públicas y privadas) distribuidas en el noreste de Brasil. Eso permite

la sobrevivencia de tres millones de personas, aún en años de sequía intensa, por medio de la explotación de sus reflujos, (Guerra, 1975).

El implemento más utilizado por los agricultores es el arado de vertedera a tracción animal, con un ancho de corte de 20 cm (8 pulgadas), su costo es de aproximadamente US\$ 150.00 y el de un animal de tracción de US\$ 300.00, lo que significa una inversión de US\$ 450.00. El costo del alquiler de implementos con animal de tracción es de US\$ 0.96/hora. El alquiler de un tractor de neumáticos varía de US\$ 12.00 a 15.00/hora. Es difícil manejar un tractor en suelos con alto contenido de humedad, debido a que su gran peso dificulta su operación.

Literatura citada

- Anjos, J. B. dos, V. Baron, S. Bertaux S. 1988. Captação de água de chuva "in situ" com aração parcial. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 26). 4 p.
- Carvalho, O. de. 1973. Comportamento dos principais sistemas de produção da zona semi-árida. *In*: CARVALHO, O. de. Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas no Nordeste. Brasília: MINTER (Brasil. MINTER. Desenvolvimento Regional. Monografias, 1). pp.105-119.
- Doorembo, J., A. H. Kassam. 1994. Milho. *In*: Doorembo, J., A. H. Kassam. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande. FAO. Série Estudos. Irrigação e Drenagem, 33. UFPB. pp. 154 -159.
- Duque, J. G. 1973. Algumas questões da exploração de açudes públicos. *In*: Duque, J. G. Solo e água no polígono das secas. 4.ed. Fortaleza. DNOCS. Publicação 154. pp.121-156.
- Duret, T., V. Baron, J. B. dos Anjos. 1986. Systèmes de cultures essais dans le nord-est du Brésil. *Machinisme Agricole Tropicale*. Antony, 94. pp.62-74.
- Guerra, P. de B. 1975. Agricultura de vazante-um modelo agronômico nordestino. *In*: Anais do Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem, 3. Fortaleza, CE. Recife: DNOCS/ABID, 1976. vol.4, pp.325-33.
- Lopes, P. R. C., e L. T. L. Brito. 1993. Erosividade da chuva no Médio São Francisco. *Revista brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 17, n.1. pp.129-133.
- Silva, A. de S, e E. R. Porto. 1982. Utilização e conservação de recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semi-árido do Brasil: tecnologias de baixo custo. Petrolina, PE. EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14). 128 p.
- Silva, D. A, A. S. Silva, H. R. Gheyi. 1981. Pequena irrigação para o trópico semi-árido: Vazantes e cápsulas porosas. Petrolina-PE. EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 3. 59 p.
- Silva, F. B. R., G. R. Riché, J.P. Tonneau, N. C. de Souza Neto, L. T. de L. Brito, R. C. Correia, A. C. Cavalcante, F. H. B. B. da Silva, A. B. da Silva, J. C. de Araújo Filho. 1993. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina-PE.: EMBRAPA -CPATSA/Recife: EMBRAPA-CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, vol. 1.

Cita correcta:

- dos Anjos, J. B., L.T. de Lima Brito, M.S. L. da Silva. 1998. Métodos de captación de agua de lluvia *in situ* para cultivos en zonas áridas. *In*: Claverán A., R. y F. O. Rulfo V. (eds.) Memorias de la IV Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. Morelia, Michoacán, México. CENAPROS. INIFAP.SAGAR. pp. 291-301.