

TN #78 Sistema de microcuena de los pozos Zai

Escritor: Tim Motis (PhD), Chris D'Aiuto y Brandon Lingbeek

Publicado: 1/1/2013

de: Notas Técnicas de ECHO (TN) (</es/resources/2d15ee1b-8b85-4556-9e6c-c14b2a8b6fce>) | TN #78 Zai Pit System (</es/resources/3bbc0e7d-5730-4af1-901d-3b3c68c46c48>)

 Descargar

([//assets.echocommunity.org/publication_issue/3bbc0e7d-5730-4af1-901d-3b3c68c46c48/en/tn-78-zai-pit-system.pdf](https://assets.echocommunity.org/publication_issue/3bbc0e7d-5730-4af1-901d-3b3c68c46c48/en/tn-78-zai-pit-system.pdf))

En las regiones como Sahel al oeste de África, la pérdida de árboles en el paisaje (los cuales son cortados para producir leña o madera o que han sido excesivamente pastoreados por los animales) en combinación con los frecuentes períodos de sequía ha dado como resultado suelos descubiertos que han sido expuestos al excesivo calor del sol. Las superficies de los suelos en lugares como en Burkina Faso por ejemplo, se han vuelto tan incrustados que se hacen muy difíciles, sino imposibles de arar.

La excavación de pequeños pozos llamados zai (Fig 1 y 2) es una técnica indígena de microcuenas que se utiliza para recolectar agua de lluvia y restaurar los suelos que han sido degradados. Aún en regiones en donde las tierras no han sido severamente degradadas como en Sahel se ha podido evaluar y promover la técnica de los sistemas de microcuenas para combatir la escasez de humedad y fertilidad en los suelos.

Conceptos básicos sobre el sistema de microcuenas

Antes de entrar en detalles sobre los pozos zai, debemos tomar en cuenta algunas consideraciones generales en relación a las microcuenas:

Que tipos de plantas son las que se mejor se reproducen en las microcuenas? Las microcuenas son mayormente utilizadas en lugares propensos a las sequías. Los suelos en este tipo de áreas suelen ser muy secos durante parte del proceso de crecimiento de las plantas. Sin embargo durante los tiempos de lluvia, el agua recolectada en las microcuenas, puede elevar la humedad del suelo de manera significativa. Es por ello que las plantas que se adaptan mejor a este tipo de sistema son aquellas que pueden crecer en suelos que se alternan entre condiciones húmedas y secas. Renner y Frasier (1995) mencionan que cultivos como el sorgo y el mijo perla son excelentes alternativas, ya que el sorgo tolera muy bien tanto las sequías como los anegamientos y el mijo perla tolera muy bien las sequías, pero es vulnerable ante los anegamientos por agua.

Funcionan mejor las microcuencas en ciertos tipos de suelo? Según (Renner y Frasier 1995) se deben tomar en consideración la textura y la profundidad del suelo. La textura del suelo afecta la escorrentía, la infiltración y la capacidad de retención de agua. Por ejemplo en arenas profundas la infiltración puede ser tan alta que no permite que mucha agua llegue a las cuencas y la poca agua que se llega a filtrar a las microcuencas se drena rápidamente al pasar por la zona de la raíz. Por el contrario, aquellos suelos con alto contenido de barro permiten muy poca infiltración y el agua se pierde por evaporación. Los mejores suelos son aquellos que permiten una adecuada infiltración y que tienen la capacidad de retener el agua. El incorporar materia orgánica a las microcuencas, ayuda a mejorar no sólo la fertilidad del suelo, sino también su estructura y su capacidad para la retención de agua.

Hay un declive ideal para las microcuencas? Renner y Frasier (1995) sugieren que una inclinación ideal se encuentra entre el 3% y el 5%. Los suelos escarpados dan como resultado un movimiento de agua muy rápido que puede llegar a erosionar el suelo. Por otro lado en los terrenos muy planos, la escorrentía del agua es tan lenta que mucha del agua se infiltra antes de llegar a las microcuencas. Aun si las condiciones del suelo o el declive imposibilitan la cosecha optima de agua, las microcuencas siguen siendo efectivas para la concentración de fertilizante/materia orgánica para los cultivos.



(/resources/ddb08b6f-1337-4796-96e2-70cdf3646bf1)

Figura 1. Sorgo creciendo en los pozos zai de Burkina Faso.

Conceptos básicos sobre los zai

Comentarios iniciales por Tony Rinaudo (de AZ):

Oxfam quien trabaja en Burkina Faso promueve este tipo de labranza. Esta es una practica tradicional en la cual se cavan hoyos de 20 x 20 de ancho y de 10 cm de profundidad (las dimensiones de estos pueden variar y llegar a ser mas grandes) durante la época seca y se rellenan con residuos de plantas o estiércol.

Esto que permite que haya una actividad laboriosa de las termitas lo que aumenta la infiltración del agua cuando llueve. El mijo es sembrado en los diferentes hoyos para proteger a las pequeñas plantas de daño del viento (vientos de entre 100 km/hr son muy comunes a la hora de la siembra).

En lugares donde los granjeros están utilizando el método zai, se puede notar un impacto muy grande en el rendimiento de los cultivos. La mayoría de los suelos aquí son infértiles y si los granjeros sólo esparcen el estiércol al voleo, entonces la mayoría de éste se cocina, se vuela o es arrastrado por las corrientes. Sin embargo si el estiércol es depositado en los hoyos zai, las pérdidas se minimizan y los nutrientes se concentran de manera que la planta puede utilizarlos. Además los cultivos tendrían una ventaja ante las malezas que no se están dentro de los hoyos zai

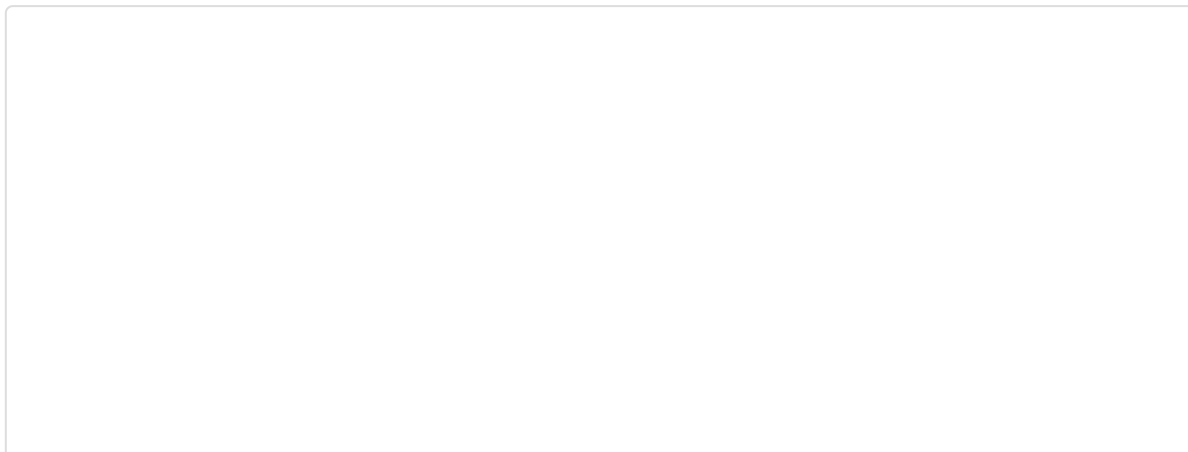
Por otro lado los hoyos zai permiten mayor infiltración de agua. Esta técnica fue originalmente implementada sobre suelos muy duros e incultivables utilizando métodos de cultivo tradicionales. Convencimos a un granjero para que probara el método de los hoyos zai sobre una pequeña parcela de suelo árido. Y este como resultado obtuvo una cosecha de 100 kg. de maíz y 15 kg de sorgo. Al ver esto, al siguiente año los granjeros de otros 20 pueblitos cavaron más de 50,000 hoyos zai! Instamos a los granjeros a que cavaran pozos aun sobre los suelos arenosos y los resultados fueron tan convincentes que muchos de ellos están cavando más hoyos desde su propia iniciativa. Tony también reportó que en un área en donde el rendimiento del mijo era de menos de 350 kg. por hectárea; con la excavación de los hoyos zai, el rendimiento ha crecido de entre 1,000 a 2,000 kg/ha. Los granjeros de 87 pueblos se unieron a este esfuerzo y cavaron alrededor de 2 millones de hoyos zai para sus cultivos de Mijo.

Durante algún tiempo hemos estado tratando de re-establecer el cultivo de la yuca en el distrito. Sin embargo ha habido más desaciertos que éxitos debido a la dureza del clima y los suelos inhóspitos. En 1993 solo recibimos un promedio de 1/3 a 1/4 de lluvia (130–140 mm). A pesar de esto, debido a nuestra insistencia en instar a los granjeros a cavar hoyos zai, el 80% de las plantas han sobrevivido y ni en nuestros mejores años hemos tenido tanto éxito como el de ahora, utilizando otros métodos de siembra.

Detalles Técnicos de los Pozos

Como es el proceso de excavación de los pozos zai?

Cada pozo o hueco mide de 30–50 cm de ancho y de 10–20 cm de profundidad. La tierra que se ha sacado del hueco se coloca



a un lado del mismo colina abajo, dándole un aspecto de represa en forma de media luna (Fig 3.12). La distancia entre cada hilera es de entre 60 a 100 cm. Al inicio de las lluvias se añaden de 200–600 g. de estiércol o abono orgánico (dos manos llenas de abono orgánico equivalen



(/resources/406bc9ad-6403-482c-8c7c-132754fbff0d)

Figura 2. Nuevas plántulas emergiendo de los pozos zai. Foto enviada a ECHO por Chris Reij.

aproximadamente a 300 g) a los huecos (Roose et al 1993). La materia orgánica (desechos) del ganado puede recogerse en lugares donde las vacas pastan o beben agua (ej., cerca de las fuentes de agua). Otros materiales que se pueden añadir al pozo son residuos de cultivos como mijo, sorgo o maíz. La materia orgánica se revuelve y se deposita al fondo del hueco con aproximadamente 5 cm de tierra (comunicación personal de Sawadogo). Luego cada en cada hueco se siembran de 8 a 12 semillas de sorgo.

Kaboré y Reij (2004) nos ilustraron en cuanto al uso de pozos (huecos) ya existentes versus la creación de nuevos pozos en años subsiguientes. Ellos plantean lo siguiente: En el primer año el agricultor cava los pozos. Luego, en un período de dos a cinco años se cavan nuevos pozos en medio de los ya existentes ya que estos aumentan la tierra que se puede trabajar con un azadón o con el arado. En lugares poco profundos o de suelo arenoso que no tiene demasiadas incrustaciones los pozos o huecos se mantienen de manera más o menos permanente. Cuando se hace esto, la tierra o suciedad que se encuentra en los huecos se limpia y se prepara para la siguiente siembra.

Cuales son las funciones de los pozos?

Los pequeños pozos o huecos actúan como microcuencas que recogen agua y sedimentos. La tierra que se coloca al lado de cada hueco, colina abajo, aumenta la recolección de agua y el material orgánico añadido mejora la infiltración y la retención de agua en la tierra.

Además de la recolección de agua, los huecos concentran el fertilizante cerca de la zona de la raíz del cultivo. También los desechos que han sido acarreados a través del agua o del viento, que incluye residuos de hojas de plantas cercanas, queda atrapado en los huecos. Lo cual da como resultado más fertilidad debido a los residuos orgánicos y minerales que han sido depositados o recolectados en cada hueco.

Como contribuyen las termitas al sistema?

En los trópicos semiáridos abundan las termitas y su actividad contribuye significativamente a la descomposición de los desechos orgánicos y el revolviendo de los nutrientes en la tierra (Bachelier, 1978; Lobry De Bruyn y Conacher, 1990; Mando y Brussaard, 1999). Como se expuso en AZ las diferentes especies de termitas se comportan de manera diferente. Y la tecnología de pozos o huecos zai descrita arriba es aquella en donde existe la presencia de estas termitas que realizan la descomposición de los desechos. Ellas tienen la capacidad de convertir y enriquecer la materia orgánica en un buen suelo apto para las plántulas. Sin embargo la recolección de agua y los otros beneficios descritos en esta idea son provechosos, aun donde no existe este tipo de termitas.

Donde funcionan mejor los zai?

Los micro pozos zai funcionan mejor en lugares donde cae entre 300–800 metros cúbicos de lluvia anual (Rooseetal1993). Si hubiese demasiada lluvia podría causar la inundación del micropozo.

Antecedentes Históricos de los Zai

En una publicación titulada “Re-Greening the Sahel,” (Reverdeciendo el Sahel) por Chris Reij et al. (2009) se presenta un bosquejo del antecedente histórico de los zai en Burkina Fasso, que en resumen dice lo siguiente:

Durante los años 1960 y 1970s, a pesar de los grandes esfuerzos de donantes extranjeros por construir diques (bordos) de tierra, la densamente poblada región de la Meseta Central se degradó tanto, que los agricultores se vieron en el gran dilema de tratar de recuperar sus tierras o tener que salir de ellas. Debido a que los suelos estaban sumamente incrustados y que el paisaje estaba totalmente raído y erosionado, muchas familias y jornaleros tuvieron que dejar la región.

A principios de 1980, muchos agricultores de la provincia de Yatenga empezaron a experimentar con pozos tradicionales para la siembra (conocidos como zai; los cuales en mucha de la literatura se denominan como “zai”) los cuales se cavaban sobre los suelos duros. Con el tiempo fueron mejorándolos, haciéndolos más profundos y más anchos y añadiéndoles una variedad de material orgánico. Como resultado en los campos donde no habían tenido ningún rendimiento de cosechas, los agricultores empezaron a tener un rendimiento de hasta 300 kg/ha (en años con poca precipitación) y de 1200 kg/ha (en años de buena precipitación) (Kaboré y Reij 2004).

La utilización de este sistema mejorado se difundió con rapidez y agricultores innovadores como; Yacouba Sawadogo, Oursseni Zoromé y Alí Ouedraogo fueron claves en la promoción del sistema a través de la creación y organización de días especiales de mercado y sesiones de entrenamiento. Es así como el progreso ha continuado desde 1980. Para el 2001, Oursseni Zoromé ya había establecido una red de más de 20 “escuelas zai” que contaba con 1000 miembros, en los que a cada grupo se le había encomendado la tarea de rehabilitar sus tierras. A través de los entrenamientos y el intercambio de conocimiento que se estaba compartiendo, los agricultores adaptaron el sistema para satisfacer sus propias necesidades de siembra. Los pozos empezaron a ser utilizados para la siembra de una combinación de injertos de árboles de cereales que solo para la producción de los cereales mismos. Para poder hacer esto, los agricultores debieron variar la densidad y el tamaño de los pozos así también como la cantidad de materia orgánica que depositaban en ellos. Algunos agricultores empezaron a incorporar diques de piedra (líneas de piedra alrededor del contorno del hueco) en combinación con los zai. Los diques dieron como resultado un mejor flujo de la escorrentía de agua; debido a que la escorrentía es disminuida por las piedras, y esto mejora la infiltración del agua y la retención de sedimentos dentro de las parcelas (Reij 2009).

Resultados de los Zai

Con el uso de los diques de piedra y los zai se ha reportado aumento en el rendimiento de las cosechas que varían desde un 40% hasta un 100% (Reij 2009). Y aunque con los zai se ha reportado un mejor rendimiento que con los diques de piedra, debemos hacer notar que la utilización de ambas técnicas han dado los mejores y más altos resultados en el rendimiento de las cosechas. Sin embargo el rendimiento de las cosechas se incrementó hasta en un 1000 kg/ha con el uso de estiércol de vaca como abono en cantidades de 5t/ha en cada pozo (Sawadogo 2008). Una a dos manos llenas de estiércol de vaca equivalen a 1–3 t/ha (Roose y Barthes, 2001), esto significa que se necesitaría de tres a cuatro manos llenas de estiércol para dar la equivalencia de 5t/ha de abono. Esta es la cantidad consistente con la práctica común de los agricultores. (Kaboré y Reij, 2004).

Al mismo tiempo en que se escribía el libro “Reverdeciendo el Sahel” en el 2009, al menos 200,000 hectáreas habían sido rehabilitadas. Estas habían aumentado el rendimiento de las cosechas hasta en un 400 kg/ha (dando un estimado un poco conservador), lo que podía suplir de comida a alrededor de 500,000 personas. Durante los inicios de 1980, los agricultores sufrían de déficits de alimento por 6 o más meses al año. Con el incremento en la producción de alimento en los suelos rehabilitados, estos periodos fueron reducidos de 2 a 3 meses y en algunos casos a 0 meses de escasez.

Pros/Cons de los Zai

Pros:

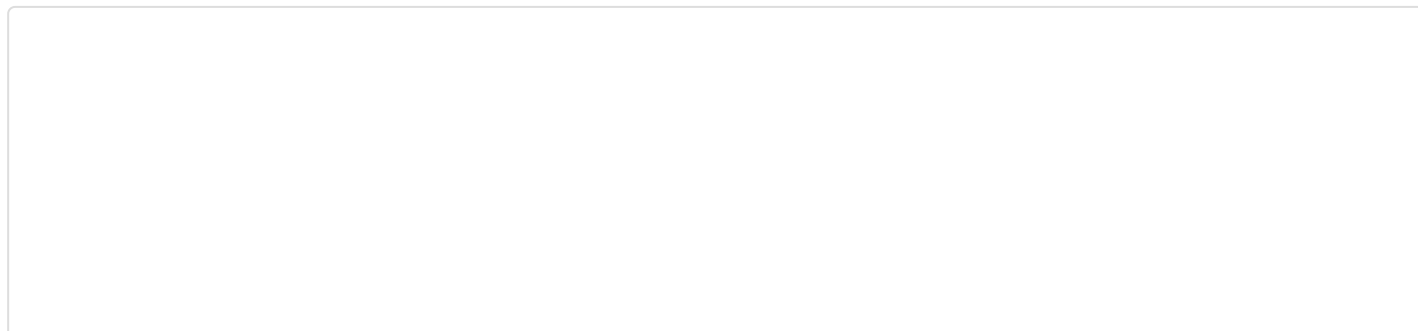
- La excavación de los huecos puede empezarse antes o hasta el tiempo en que va a realizarse la siembra.

- Se incrementa el rendimiento de las cosechas. Kaboré y Reij (2004) mencionan que hay un aumento en el rendimiento de las cosechas entre 300–400 kg/ha al año durante el tiempo de bajas precipitaciones. Y un rendimiento de hasta 1,500 kg/ha por año durante el periodo de precipitaciones abundantes. (Kaboré y Reij, 2004).
- Aumento de la fertilidad y biología de los suelos. Sawadogo (2008) también sugiere que se aumenta el carbón, nitrógeno, el fósforo y el pH de los pozos que contienen compost en comparación con aquellos que no lo tienen. Zombre (2006) noto un aumento en la actividad biológica de los zai en comparación a los suelos desnudos.
- La recolección de agua a través de las micro cuencas ayuda a mitigar su escasez en periodos de sequía que ocurren con frecuencia en regiones semiáridas como estas. (Fatondji en. 2006; Zougmore en. 2004b).

Cons:

- La creación de entre 20,000–25,000 pozos/huecos (dependiendo del tamaño y el espacio entre sí) requiere de una ardua labor. Una fuente establece que se requieren al menos unas 300 horas de trabajo por hectárea para la excavación de los zai (Barro. 2005). Otros sugieren que requieren al menos 450 horas por hectárea para la excavación y por lo menos 250 horas para su fertilización (Kaboré et al 1994; Maatman et al 1997). Es por esta razón que este tipo de sistema funciona mejor cuando los agricultores trabajan en grupos que de manera individual. La labor física que demanda este tipo de trabajo, es hecha por lo general por agricultores adultos que trabajan por algunas horas al día.
- El trabajo de erradicación de la maleza tiende a aumentar, especialmente si los depósitos de abono orgánico utilizados contenían semillas de malezas.
- Los compuestos orgánicos deben ser recolectados y se necesitan por los menos 4t (a 18 tazas por hectárea dependiendo de la cantidad y tamaño de cada pozo/hueco) de abono por hectárea de zai (INADES 1993; Kaboré et al 1994; Sawadogo 1996).

Como puede optimizarse este sistema y adaptarlo en condiciones variables?





(/resources/512990b4-6389-438c-a055-6a9289f118b6)

Figura 3. Campo de pozos zai con diques de piedra a la izquierda. Foto cortesía de Chris Reij. Foto cortesía de Chris Reij.

Se debe prestar atención a las prácticas tradicionales y mejorarlas. Como hemos mencionado antes, ya existían sistemas de pozos de siembra antes de los zai. La principal innovación de los zai, fue la mayor profundidad de los pozos y la incorporación del material orgánico al fondo de estos. (Reij et al, 2009).

Optimizar la densidad y dimensión de los pozos según los requerimientos de cultivos específicos. Incrementar el diámetro y la profundidad de los huecos al incorporar árboles al sistema.

También se puede variar la cantidad y el tipo de abono que se utiliza. Por ejemplo, en vez de utilizar estiércol seco de vaca, el cual aumenta el nivel de nitrógeno en el ambiente, puede recolectarse estiércol fresco en lugares donde el ganado pastiza o bebe agua o en los corrales. Sin embargo, el estiércol que se recoge en estos lugares tiende a contener nitrógeno por la combinación de la orina con el estiércol. Es por ello que debe dejarse secar por un tiempo hasta que ya no haya peligro de que queme las plántulas.

Promover el uso de los pozos zai con otras técnicas. El dique de piedras (Fig 3) utilizado en Burkina Faso es un ejemplo de la combinación de técnicas.



(/resources/7ce6d623-0947-44c7-ade6-06d9d9da1704)

Figura 4. Pozos zai recién excavados y una de abono orgánico para ser rellenados. Foto cortesía de Chris Reij.

Considerar la aplicación dividida del abono. (Ejemplo: muestra de abono orgánico en la Fig 4) Fatondji (2006) sugirió que la técnica zai, no siempre mejoraba el rendimiento de la cosecha del mijo en comparación con la obtenida al aplicar el abono sobre la superficie. Esto se atribuía a la pérdida de nutrientes debido a la lixiviación que sucede durante el tiempo de la aplicación del abono orgánico. Se observó que los nutrientes transferidos al cultivo seguían el ritmo de la descomposición de la materia orgánica. Con la mejorada recolección de agua en los pozos, mucha de la descomposición de la materia orgánica y por ende la liberación de los nutrientes sucedía cuando las plantas eran aún muy pequeñas. Esto no permitía que las plantas utilizaran los nutrientes añadidos (ej., el nitrógeno) antes que estos fueran lixiviados por debajo de la zona de la raíz. En una localidad, el estiércol se descomponía dos veces más rápido que los tallos de mijo. Basados en estos hallazgos, se sugiere a los agricultores que realicen aplicaciones divididas de la materia orgánica.

La aplicación dividida implica el añadir una porción inicial de la materia orgánica en los pozos, seguida por una o varias aplicaciones cerca de la planta (sobre la superficie del suelo; debido a que si se excava de nuevo en los pozos significaría remover la raíz del cultivo y además requiere mucho trabajo) más tarde durante el proceso de crecimiento de la planta. La investigación juega un papel muy importante para ayudarnos a determinar el tiempo óptimo y el lugar correcto para la aplicación dividida de la materia orgánica.

Identificar y tomar en cuenta todos los factores que limitan el rendimiento de las cosechas. Una investigación conducida por Zougmore en (2003) mostro la importancia de entender las varias limitantes que inhiben el rendimiento óptimo de las cosechas. En los estudios realizados en relación a los nutrientes encontrados en los abonos de las micro cuencas de media luna (Fig 3.15) descubrieron que la buena recolección de agua, no era suficiente para mejorar el rendimiento de los cultivos. Se hacía necesaria la combinación de la humedad del suelo (a través al agua recolectada en las micro cuencas) y el mejoramiento de la fertilidad (por el abono añadido) para obtener un óptimo rendimiento en los cultivos; la lección aprendida fue que era necesario considerar el agua y la fertilidad en estos casos.

Que otros tipos de sistemas para recolectar agua se han puesto en práctica?

Las *Micro Cuencas Negarim* son mucho más grandes que los zai. Estas fueron diseñadas para árboles que recibían solo alrededor de 150 mm de agua al año. Este tipo de micro cuenca es de forma de diamante y está rodeada de un dique hecho de tierra. Un pequeño pozo para la infiltración del agua, es construido en la esquina mas baja de la cada cuenca.



(/resources/a0dac110-cbc5-44cc-9ded-546b38c4d6e7)

Figura 5. Mijo en crecimiento en micro cuencas media luna. Foto cortesía de Chris Reij.

Las *micro cuencas media luna y en forma de V* son muy similares (Fig 5). En lo que difieren es en la forma. Son usualmente utilizadas en el oeste de África. Como en el sistema Negarim, estas son utilizadas para árboles grandes (o una combinación de árboles grandes y otros cultivos) también se utilizan para la producción de cultivos de cereal. Las cuencas media luna se excavan hasta formar una media circunferencia que mide 4 m de ancho con 6.3 m² de área cultivada (Zougmore, 2003). La distancia entre cada cuenca media luna (siguiendo su contorno) es de 2 m.

Más información sobre estas técnicas y otras que puede encontrarse en línea

www.sci.sdsu.edu/SERG/techniques/microcatch.pdf

Soil Ecology and Restoration Group. 1. Este enlace contiene información y fotos de los varios tipos de sistemas de captación de agua.

www.samsamwater.com/library/Water_harvesting_-_Critchley.pdf

Water Harvesting: A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production por W. Critchley and K Siegert. 2. Esta publicación ofrece amplia experiencia y la información sobre la recolección de agua.

www.plantstress.com/Articles/drought_m/runoff_farming.pdf

Runoff Farming by D. Prinz and A. Malik. 3. Este PDF contiene una gran cantidad de información y diagramas que ilustran tanto técnicas de macro como micro recolección.

www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e03.htm#TopOfPage

Water Harvesting. 4. Esta publicación de la FAO presenta información sobre el diseño de una serie de técnicas de captación de agua.

Referencias

Bachelier, G. 1978. La faune du sol, son action. ORSTOM, Paris, p 391

Barro, A., Zougmore, R., Taonda, S.J.B. (2005) Mécanisation de la technique du zai manuel en zone semi-arid. Cah Agric 14:549–559

Fatondji, D., C. Martius, R. Zougmore, P.L.G. Vlek, C.L. Biielders y S. Koala. 2009. Decomposition of organic amendment and nutrient release under the zai technique in the Sahel. Nutr Cycl Agroecosyst 85:225–239.

Fatondji D, C. Martius, C. Biielders, P. Vlek, A. Bationo, B. Ge´rard. 2006. Effect of planting technique and amendment type on pearl millet yield, nutrient uptake, and water use on degraded land in Niger. Nutr Cycl Agroecosyst 76:203–217

INADES, 1993. Gérer la fertilité des sols. Agripromo 83. INADES, Abidjan, Côte d'Ivoire, 26 pp.

Kaboré, P.D., F. Kambou, J. Dickey y J. Lowenberg-DeBoer. 1994. Economics of rock bunds, mulching, zaï in the northern central plateau of Burkina Faso: a preliminary perspective [Report]. In: J. Lowenberg-DeBoer, J.M. Boffa, J. Dickey & E. Robins (Eds.), Integrated research in agricultural production and natural resource management: Agricultural Research and Training Support (ARTS) project, Burkina Faso, 1990–94. Purdue University and Winrock International, 16 pp.

Kaboré, P. D., y C. Reij. 2004. The emergence and spreading of an improved traditional soil and water conservation practice in Burkina Faso. Environment and Production Technology Division Discussion Paper No. 114.

Lobry De Bruyn LA, Conacher AJ. 1990. The role of termites and ants in soil modification: a review. Aust J Soil Res 28:55–93

Mando A, Brussaard L. 1999. Contribution of termites to the breakdown of straw under Sahelian conditions. Biol Fertil Soils 29:332–334

Maatman, A., H. Sawadogo, C. Schweigman, y A. Ouedraogo. 1997. Application of zaï and rock bunds in the northwest region of Burkina Faso; Study of its impact on household level by using a stochastic linear programming model. INERA, BP 49, Tougan, Burkina Faso

Prinz, D., T. Oweis y A. Oberle. 1998. Rainwater Harvesting for Dry Land Agriculture - Developing a Methodology Based on Remote Sensing and GIS. International Congress Agricultural Engineering Proceedings, XIII. ANAFID, Rabat, Morocco

Reij, C., G. Tappan, y M. Smale. 2009. Re-Greening the Sahel (Chapter 7). In: Agroenvironmental transformation in the Sahel: Another kind of "Green Revolution." IFPRI Discussion Paper. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Renner, H.F. y G. Frasier. 1995. Microcatchment Water Harvesting for Agricultural Production: Part I: Physical and Technical Considerations. Rangelands 17 (3): 72–78

Roose, E. y B. Barthès. 2001. Organic matter management for soil conservation and productivity restoration in Africa: a contribution from Francophone research. Nutrient Cycling in Agroecosystems 61: 159–170.

Roose, E., V. Kaboré, y C. Guenat. 1993. Le zaï: Fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahélienne (Burkina Faso). Cahiers ORSTOM, Série Pédologie 28 (2): 159–173.

Sawadogo, H., 1996. Analyse des stratégies paysannes de conservation des eaux et des sols dans la zone Nord-Ouest du Burkina Faso: cas des villages de Baszaïdo, Kalamtogo et Lankoé. Projet ASP/SADAOC. INERA/RSP/Zone Nord-Ouest, Burkina Faso, 29 pp.

Sawadogo, H. 2008. Impact des aménagements de conservation des eaux et des sols sur les systèmes de production, les rendements et la fertilité au Nord du Plateau central du Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso: Comité Permanent Inter-Etats pour la Lutte contre la Sécheresse au Sahel.

Sawadogo, H., L Block, D. Lacroix, y N.P.Zombré. 2006. Variation de l'activité iologique dans les zipella (sols nus) en zone subsahélienne du Burkina Faso et impact de la technique du zaï (techniques des poquets). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10 (2): 139–148.

Sawadogo, H., L. Bock, D. Lacroix, y N.P. Zombré. 2008. Restauration des potentialités de sols dégradés à L'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12(3): 279–290

Zombre, N.P. 2006. Variation de L'activité biologique dans les zipella (sols nus) en zone subsahélienne du Burkina Faso et impact de la technique du zaï (techniques des poquets). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10:139–148

Zougmoré, R., Z. Zida , N.F. Kambou. 2003. Role of nutrient amendments in the success of half-moon soil and water conservation practice in semiarid Burkina Faso. *Soil & Tillage Research* 71: 143–149

Zougmoré R, A. Mando, L. Stroosnijder, S. Guillobez. 2004a. Nitrogen flows and balances as affected by soil water and nutrient managements in semiarid Burkina Faso. *Field Crops Res.* 90:235–244

Zougmoré R, K. Ouattara, A. Mando, B. Ouattara. 2004b. Ro`le des nutriments dans le succe`s des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbe´es, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. *Se´cheresse* 15:41–48

Citez cet article comme:

Motis, T. 2013. Sistema de Microcuena de los Pozos ZAI. *ECHO Nota Técnica* no. 78.

Enlace permanente

<http://edn.link/tn-78>



Etiquetas

[Zai Pit \(/es/resources/tagged/Zai%20Pit\)](/es/resources/tagged/Zai%20Pit)

[Zai Hole \(/es/resources/tagged/Zai%20Hole\)](/es/resources/tagged/Zai%20Hole)

[Cereals \(/es/resources/tagged/Cereals\)](/es/resources/tagged/Cereals)

[Microcatchment \(/es/resources/tagged/Microcatchment\)](/es/resources/tagged/Microcatchment)

Regiones

[West Africa \(/es/resources/tagged/West%20Africa\)](/es/resources/tagged/West%20Africa)

Colecciones

- Planting Stations / Zai / Tassa (/es/resources/31d3da9a-bf0e-45f1-b1f1-86fa637b1e2b)

Otros recursos recomendados

Chargement...

Comentarios

0

Añadir comentario