

# **CULTIVE MÁS ALIMENTOS CON MENOS AGUA**

Mini-serie de auto enseñanza No. 35  
Una Publicación de CULTIVE BIOINTENSIVAMENTE<sup>MR</sup>  
Traducción de Adriana Guzmán salinas  
Noviembre 2011

## CULTIVE MÁS ALIMENTOS CON MENOS AGUA

### ÍNDICE

Introducción

¿Cómo se mueve el agua en el suelo?

¿Cómo retiene el suelo el agua?

¿Cuánta agua se necesita?

Algunas comparaciones:

Tabla A: Uso del agua

Tabla B: Otra manera de ver el uso del agua

Tabla C: El uso del agua en la agricultura

Tabla D: Agua ahorrada por el uso de almácigos

Elija los cultivos y las técnicas Apropriadas

Comparación del uso del agua

Tabla D: Ahorro de agua utilizando almácigos

Almacene agua en el suelo

Coseche el agua de lluvia

Camas tipo diamante

Camas inclinadas

Micro-captación en forma de medias lunas

“Zay”

“Montículos unidos”

Terrazas vivas

Barreras con pasto vetiver

Método de zanja mazibuko

Arrope con polvo en Botswana

Agricultura en grava seca en China

Arrope con grava Anasazi

Arrope con rocas

Arrope vertical

Agregue agua al suelo

Riego con cántaros

Riego por goteo

Reserva mundial de agua

Reserva Interna de agua renovable

Conclusión

Recursos y bibliografía

# CULTIVE MÁS ALIMENTOS CON MENOS AGUA

**Meta: Maximizar la productividad por unidad de agua y otros recursos y al mismo tiempo mejore y se mantenga la fertilidad del suelo.**

## INTRODUCCIÓN

El planeta se está desertificando a una tasa anual de 0.66% , a esta velocidad el planeta podría desertificarse totalmente en tan solo 70 años. *National Geographic* ha publicado dos artículos sobre el suelo y su pérdida – en noviembre de 1979 y septiembre del 2008. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ha mencionado que en tan solo 14 años, cerca de dos terceras partes de la población del mundo, aproximadamente 5 mil millones de personas, estarán en riesgo alimenticio debido a la disponibilidad limitada de agua.

Actualmente el 80% del agua disponible se utiliza en los sistemas agrícolas. Utilizando correctamente las prácticas de Agricultura Sustentable en Pequeña Escala del Método Biointensivo, solo se usa del 67% al 88% del agua por 0.45 kilogramos de alimento producido, comparado con las prácticas agrícolas convencionales.

Ecology Action ha decidido publicar los conocimientos, los conceptos y las prácticas que ha acumulado durante los últimos 40 años de como *cultivar más alimentos con menos agua*, porque sentimos que ofrecen una esperanza práctica. Aunque muchas de las técnicas aquí descritas no han sido experimentadas todavía por nosotros, estas han surgido de la experiencia de otros. ¡Este es un momento fascinante para aprender de ellas y comenzar!

## ¿CÓMO SE MUEVE EL AGUA EN EL SUELO?

Si llueve sobre tierra no saturada, el agua se filtra en el suelo y puede o no alcanzar el manto freático. Si la tierra esta saturada, la precipitación pluvial corre hacia los ríos, lagos y océanos. Las plantas, los cultivos, las hierbas y los árboles absorben el agua, extrayendo minerales mientras el agua se mueve a través de la planta; el excedente de agua se mueve por las hojas de vuelta a la atmósfera por medio de la transpiración. El agua también puede salir del suelo a través de la evaporación.

CICLO DEL AGUA – Varias fuentes

	ESCORRENTÍA	EVAPORACIÓN	TRANSPIRACIÓN	FILTRACIÓN/D RENAJE
India (1)	33%	45%	10% (cultivo común)	10%
Áreas con poca lluvia en las Grandes Planicies (2)	Hasta 5%	Hasta 60%	Hasta 35%	
Regiones Semi- áridas (3)	26–28%		9–33%	
Suelo-planta- atmósfera Continuo (4)	0-30%	14-40% evaporación del suelo 5-30%	15-35%	10-30%

		precipitación interceptada por las plantas y evaporada		
--	--	--	--	--

- "Manejo de cultivos en trópicos semi-áridos". IIRR Filipinas y IRRM India
- Brady, Nyle C. *The Nature and properties of the Soils* (La Naturaleza y las propiedades de los suelos). Macmillan, 1984, P.504
- Banco Mundial, WSDT, p.30
- *La Naturaleza y las propiedades de los suelos*, 12ª edición, p.223.

### **La meta es retener la mitad del agua de lluvia en un suelo bien preparado, para ser usada por las plantas.**

La cantidad de agua que utiliza una planta es muy pequeña comparada con el agua que se pierde a través de la transpiración. Y bien ¿cómo obtiene agua una planta?

- Por capilaridad el agua pasa del suelo a las raíces de las plantas: los pelos absorbentes toman agua y se tensan, de esta manera el agua fluye a la planta.
- A través de las raíces y sus pelos absorbentes que crecen en el suelo húmedo en búsqueda de nutrientes; continuamente se están estableciendo nuevos contactos entre la raíz y el suelo.
- A través de la distribución de las raíces: hay una alta proporción de absorción radicular de agua en los 30cm (12 pulgadas) de suelo superficial (excepto para plantas perenes como la alfalfa y los árboles).
- A través del contacto de las raíces con el suelo: por ejemplo, las raíces del maíz se hinchan para llenar sus poros cuando el agua es adecuada y se encojen cuando no lo es.

### **¿CÓMO RETIENE AGUA EL SUELO?**

- La **materia orgánica** en el suelo ayuda a retener la humedad. Para obtener una buena cosecha, un suelo fértil necesita del 4% al 6% de materia orgánica en climas templados y el 3% en climas tropicales. Muchos suelos agrícolas en EUA tienen tan solo del 0.5% al 1% de materia orgánica. Si se incrementara la materia orgánica al 2% (del volumen) en los 18 a 28 centímetros (7 a 11 pulgadas) de suelo superficial, se necesitaría *tan solo una cuarta parte del agua* para obtener un buen crecimiento de las plantas. La composta puede retener 6 veces su peso en agua y puede llegar a reducir la cantidad de agua necesaria hasta en un 75%.

100 libras (45.4 kilogramos) de suelo seco con 1.5-2% de materia orgánica pueden retener 35-45 libras de agua (15.9 - 20.4 kilogramos).

100 libras (45.36 kilogramos) de suelo seco con 4-5% de materia orgánica pueden retener 165-195 libras de agua (74.8-88.5 kilogramos).

(4.5 veces más) (*An Acres, U.S.A Primer, p.94*)

- En un **suelo sombreado** se puede reducir la evaporación del 13% al 63%. Esto es posible incluso en regiones áridas si el suelo está cubierto. En el CULTIVO BIOINTENSIVO, el uso de la siembra cercana, que crea un "arroyo vivo", mejora el microclima para las plantas y reduce la pérdida de agua del suelo.

Generalmente se recomienda para áreas con menor precipitación pluvial que se siembren más espaciadas las plantas, sin embargo en realidad la siembra más espaciada provee menos "arroyo vivo" y un menor microclima, por lo tanto se expone más superficie de suelo y aumenta la cantidad de agua que se evapora.

- Un **buen balance de nutrientes en el suelo** puede reducir la transpiración del 10% al

75%.

Hace muchos años (1699) se realizó un experimento en Inglaterra. La pregunta fue: ¿Hasta que grado la cantidad de transpiración depende de los nutrientes que tenga el agua en el suelo? Se regaron plantas con agua de lluvia (¡comparativamente limpia en aquellos días!), con agua de manantial y con agua del Río Támesis (¡notoriamente lodosa!) La cantidad de agua transpirada fue 192.3g, 163.6g y 159.5g respectivamente. Cuando las plantas se regaron con agua lodosa, estas necesitaron 20% menos agua; es decir, las plantas encontraron los nutrientes que necesitaban y requirieron menos agua. (Widsoe, *Dry Farming*, p.180)

Esto indica la importancia de realizar análisis de suelo y agregar los nutrientes necesarios para mantener el suelo en equilibrio. Los nutrientes pueden incorporarse cultivando leguminosas, alternando cultivos con árboles fijadores de nitrógeno, haciendo buenas prácticas de rotación de cultivos y si es necesario agregando las enmiendas adecuadas.

En realidad, el método CULTIVE BIOINTENSIVAMENTE<sup>MR</sup> enfatiza todos estos aspectos que trabajan en conjunto para reducir la cantidad de agua necesaria para cultivar alimentos. Utilizando las prácticas del método Biointensivo, en promedio, se necesita tan solo un octavo del agua por libra de vegetales y un tercio por libra de granos, comparado con la agricultura comercial.

### ¿CUÁNTA AGUA SE NECESITA?

En 1991 el Banco Mundial anunció que el 20% del total de la superficie de tierra en el mundo es tierra de labranza. En 1993, expuso que el 84% de la tierra cultivable mundialmente es irrigada con agua de lluvia.

En el mundo, en el 75% de la superficie de tierra de labranza llueven aproximadamente 25 centímetros o más durante una temporada de cultivo de 4 meses, suficiente para producir alimentos utilizando buenas técnicas. Menos de 25 centímetros de lluvia no son adecuadas para una producción confiable de alimentos y “por lo general no son aptas para la agricultura”. En el 66% de la masa de tierra del planeta llueve más de 50.8 centímetros al año; y en el 34% llueve 50.8 centímetros o menos, especialmente en climas áridos y semiáridos.

Aproximadamente el 32% de la producción agrícola mundial proviene del 16% de tierra cultivada con riego y se está salinizando rápidamente. Para minimizar la salinización se requieren 19 centímetros (de agua de lluvia).

**Se necesitan aproximadamente 50.8 centímetros (de lluvia durante un periodo de 4 meses de cultivo para un buen desarrollo de las plantas (es decir, resultados 4 veces mayores al promedio en EUA):** 25 centímetros se evaporan y filtran más allá del sistema radicular y 25 centímetros se retienen en el suelo para el cultivo. La cantidad de 0.4 centímetros al día (50.8 centímetros divididos entre 120 días) equivalen a casi 40 litros diarios para una superficie cultivable de 10m<sup>2</sup>. La lluvia que se necesita puede caer antes o durante la temporada de siembra. Si llueve únicamente 25 centímetros, solo estará disponible la mitad del agua necesaria para un periodo de 4 meses de cultivo y no es suficiente.

Un suelo bien preparado y mantenido adecuadamente debe retener 7 centímetros de agua en los 28 centímetros de capa superficial, y probablemente 15 centímetros de agua en camas

doble excavadas. Un suelo preparado a una profundidad de 17.8 centímetros puede retener 4.4 centímetros de agua. En una cama de 10m<sup>2</sup>, 4.5 centímetros de agua equivalen a 484.53 litros, aproximadamente 45 litros diarios en una superficie de 10 m<sup>2</sup>. Esta cantidad puede durar 10.6 días aproximadamente. Tan solo el 30% del área total de tierra en Kenia obtiene esta cantidad de agua.

Numerosos experimentos realizados a principios del siglo XX encontraron que el agua en regiones áridas podía filtrarse tan profundo como hasta 2.4 metros (la profundidad alcanzada por la barrena de suelo en aquel entonces), y posiblemente más profundo que eso, dependiendo si la precipitación principal era en invierno o en verano. Es importante mantener un mínimo de humedad en el suelo para que la siguiente lluvia se pueda aprovechar completamente. Si la humedad en el suelo es limitada, un buen barbecho, “dejar descansar el suelo preparándolo de la manera adecuada durante una estación” o incluso dos estaciones, permite que la precipitación pluvial de más de una estación se acumule profundamente en el suelo, siempre y cuando no crezcan hierbas ni cultivos.

### ALGUNAS COMPARACIONES

Una de las metas de Ecology Action en 1972 fue descubrir cuanta agua por unidad de área utilizaba el Método Biodinámico Intensivo Francés de Alan Chadwick, quien estimaba que se usaba la mitad del agua en comparación con las prácticas convencionales de agricultura. Sus aprendices pensaban que utilizaba mucho más que esto, por la cantidad de tiempo que tardaban en regar. Últimamente, nuestras pruebas han mostrado que el Método CULTIVE BIOINTENSIVAMENTE<sup>MR</sup> en pequeña escala tiene el potencial de utilizar mucho menos agua, 67% menos agua (1/3) por libra (0.45 kg) (para cultivos de grano o semillas comparado con la agricultura convencional, y hasta 88% menos (1/8) por libra (0.45 kg) para vegetales. Si no permitimos que el agua se evapore, significa que un año de agua podría durar de 3 a 8 años respectivamente –una consideración muy importante. La FAO ha destacado que para el 2025, utilizando las prácticas agrícolas actuales, cerca de dos terceras partes de la población mundial (aproximadamente 5 mil millones de personas) podrían no tener suficiente agua para cultivar apropiadamente los alimentos necesarios para sustentarse.

En la *Tabla A* se muestra la cantidad de agua y el tiempo que utilizaba Ecology Action por unidad de área en nuestro primer sitio en terrenos de la Corporación Syntex en Palo Alto, California. El suelo y el subsuelo del área del huerto habían sido quitados con anterioridad como parte del proyecto de construcción. Observe, que cuando empezamos a sembrar cultivos para el suelo en nuestro horizonte C, utilizamos la misma cantidad de agua por unidad de área en el momento más caluroso del año que la utilizada por las prácticas convencionales durante todo el año, incluyendo la época más fría del año.

También vea, que conforme mejoró el suelo con el tiempo, disminuyó dramáticamente la cantidad de agua requerida. En 1977 se realizó una prueba que incluyó 20 diferentes camas de 10 m<sup>2</sup> sembradas de manera directa, con trasplantes y con plántulas en diferentes momentos de desarrollo, incluyendo plantas casi maduras. Una de las camas en promedio requirió durante dos semanas 18.9 litros de agua diarios, otra utilizó 113.6 litros y las 18 restantes requirieron un promedio de 37.85 litros diarios. El medidor utilizado medía con exactitud 0.38 litros.

La *Tabla B* muestra otra manera de conceptualizar la utilización del agua: en términos de cuántas albercas de 20,000 litros se necesitarían para cultivar todas las calorías requeridas anualmente para una persona. El mijo japonés de 45 días, un cultivo C-4, es el más efectivo. Cultivos C-4, como el mijo, el maíz harinero y el sorgo, requieren mucho menos agua para la

producción de calorías y carbono. Las zanahorias son sorprendentemente eficientes en la cantidad de agua requerida, el único reto es que una persona necesitaría comer 7 kilogramos de zanahorias diarias para tener suficientes calorías. Las mujeres pueden consumir un razonable máximo de 2.5 kilogramos y preferir tan sólo 1.3 kilogramos. Los hombres pueden consumir un máximo razonable de 2.7 kilogramos y preferir solo 1.8 kilogramos. Observe que un producto animal, la hamburguesa, utiliza de 46 a 92 veces más agua que el mijo japonés.

Las Tablas A y B son para prácticas convencionales y para CULTIVE BIOINTENSIVAMENTE<sup>MR</sup>

La Tabla C compara, las prácticas convencionales y el método CULTIVE BIOINTENSIVAMENTE<sup>MR</sup>, la cantidad de agua necesaria para producir:

- 0.45 kilogramos de diferentes alimentos, y
- 0.45 kilogramos de biomasa seca (para composta).

La tabla también muestra comparativamente:

- El número de calorías producidas por 1 libra de agua, y
- Los kilogramos (o libras) de carbono producidas por 1 libra de agua.

**TABLA A: USO DEL AGUA en un área templada, en 100 pies<sup>2</sup>**  
(Cantidades promedio, a menos que se especifique)

DATOS ESPECÍFICOS	Temporada	Cantidad de Agua por cultivo de 4 meses	Cantidad de Agua diaria
Agricultura Comercial promedio (1972), Condado de Sta Clara, CA <sup>1</sup>	promedio Todo el año	9,085 litros [2,400 galones]	76 litros [20 galones]
Biointensivo En suelo no mejorado (1972) <sup>2</sup>	La época más caliente del año	9,085 litros [9,085 galones]	76 litros [20 galones]
Biointensivo En un suelo mejorado x 5 años (1977) <sup>2</sup>	La época más caliente del año	4,542 litros [1,200 galones]	38 litros (19-114 litros) [10 galones; (5-30 galones)]
Biointensivo En suelo mejorado x 6 años (1978) <sup>2</sup>	La época más caliente del año	3,634 litros [960 galones]	30 litros [8 galones]
<b>GENERALIDADES</b> <b>Para áreas templadas</b>			
Biointensivo	Todo el año		15 – 57 litros [4-15 galones]
Biointensivo	La época más caliente del año		30 -114 litros [30-114 galones]

<sup>1</sup> También considerado como un consumo estándar de agua en muchas regiones de clima templado y tropical.

<sup>2</sup> Basado en pruebas en Palo Alto, Condado de Santa Clara, CA

© 1998 Ecology Action, 5798 Ridgewood Road, Willits CA 95490-9730.

**CULTIVO BIOINTENSIVO:**

- 15 – 57 litros de agua diarios en 10m<sup>2</sup> promedio anual.
- 30 – 114 litros de agua diarios en 10m<sup>2</sup> en la época más caliente del año.
- +2- 6 veces los rendimientos promedio en EUA

Agricultura Comercial en EUA:

- 75 litros de agua diarios en 10 m<sup>2</sup> promedio anual
- Rendimientos promedio en EUA

**Vegetales: rendimientos 4 veces el promedio en EUA y la mitad de agua por unidad de área = 1/8 del agua por libra de vegetal producido** (con 38 litros/día).

Incluso en áreas con menos agua de lo normal, el Método de CULTIVO BIOINTENSIVO puede hacer posible producir rendimientos 4 veces mayores en relación con los rendimientos promedio *locales*.

**TABLA B: OTRA MANERA DE VER EL USO DEL AGUA**

- Aproximado -

Asumiendo el uso del agua en la Agricultura Comercial

(76 litros (20 galones)/cama/día para vegetales y 45 litros (12 galones)/cama/día para granos):

Si obtuvieras todas las calorías que requieres durante un año de alguno de los siguientes cultivos,	tendrías que comer esta cantidad de kilogramos diariamente <sup>1</sup> :	lo que significaría esta cantidad de kilogramos al año	Para cultivar esta cantidad, necesitarías todos estos litros de agua:	Que tendrían que almacenarse en todas estas albercas <sup>2</sup> .
Mijo Japonés <sup>3</sup>	0.725 seco 2.18 húmedo	268 seco	184,700	10
Maíz	0.68 seco 2.0 húmedo	252 seco	249,525	13
Zanahorias	6.94	2,547	488,723	26
Papas	3.90	1,424	534,721	28
Trigo	0.73 seco 2.18 húmedo	265 seco	860,549	45
Hamburguesa	0.90	327	8,768,880 – 17,537,760	462-923

**Utilizando las técnicas Biointensivas** (asumiendo rendimientos intermedios y **38 litros de agua por cama diariamente**)

Si fueras a cultivar:	necesitarías esta cantidad de litros [galones] de agua	que necesitarían almacenarse en esta cantidad de albercas:
15.7 camas de PAPAS	120 días x 38 litros x 15.7	4

Para obtener todas tus calorías para todo el año	camas = <b>71,592</b>	
<b>84.4 camas de MIJO JAPONES</b> Para obtener todas tus calorías para todo un año	45 días x 19 litros x 84.4 = <b>72,162</b>	4
<b>32.6 camas de MAIZ</b> Para obtener todas tus calorías para todo el año	112 días x 38 litros x 32.6 = <b>138,745</b>	8
<b>Una UNIDAD DE 40 CAMAS</b> para una temporada de cultivo de 4 meses	120 días x 38 litros x 40 = <b>182,400</b>	10

<sup>1</sup> un hombre podría comer 2.75 kg. diarios o menos. Una mujer 2.5 kg. (diarios o menos. La cantidad máxima de alimento que el estómago soporta es de 4 kg. diarios.

<sup>2</sup> Asumiendo una alberca de 20,000 litros y los cultivos son cultivados en temporada seca

<sup>3</sup> 22.7 litros/cama/día

©1995, 1998, 2001 Ecology Action, 5798 Ridgewood Road, Willits CA 95490-9730.

#### TABLA C : EL USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA (ESTIMACIONES)

- Aproximado -

Aproximado basado en los rendimientos promedios de los Estados Unidos y en la información de las semanas para la madurez de Cultivo Biointensivo de Alimentos, Edición 1991 (Columnas G y M). Asumiendo que el uso de agua es 76 litros/cama/día para vegetales y 45 litros /cama/día para granos.

<b>CALORÍAS</b>	COMPARTICION CONSERVADORAS CALORÍAS DE CULTIVO BIOINTENSIVO / LIBRA (0.45 kg) DE AGUA**							
PARA PRODUCIR 1 LIBRA (0.45 kg) DE	AGUA NECESARIA**	CALORÍAS/LIBRA (0.45 kg) DE CULTIVO	CALORÍAS DE LOS CULTIVOS CONVE					

PARA PRODUCIR 1 LIBRA (0.45 kg) DE	**		PORCENTAJE DE CARBÓN/LIBRA (0.45 kg) DE CULTIVO	CARBÓN DE LOS CULTIVOS CONVENCIONALES/LIBRA (0.45 kg)				
	AGUA NECESARIA**							
	gal	Litros	lb	kg				
Mijo japonés (paja) (?)* (45 días)	45	169	351	159	0.52	0.0015 (5.5 unidades)		0.0029 (11 unidades)
Mijo proso (grano) (?)* (90 días)	90	340	702	318	0.52	0.0007 (2.7 unidades)		0.0015 (5.4 unidades)
Maíz, forrajero (grano) (112 días)	90	342	709	321	0.52	0.0007 (2.6 unidades)		0.0014 (5.2 unidades)
Trigo HRS (grano) (120 días)	240	908	1,872	849	0.50	0.0003 (1 unidad)		0.0005 (2 unidades)

\*Estimación: Información completa no disponible. Es un cultivo que merece más investigación. Se asume que el mijo requiere la mitad del agua en comparación con el trigo y otros granos. ~ 22.5 litros /10 m<sup>2</sup>/ día.

\*\* Se asume que el consumo de agua promedio en la temporada de crecimiento es de 75 litros/ 10 m<sup>2</sup>/ día para las vegetales y 45 litros/ 10 pm<sup>2</sup>/ día para los granos.

\*\*\* El ejemplo supone dos veces el rendimiento por unidad de área ( una estimación conservadora en la eficiencia de producción Biointensiva) y la misma cantidad de agua por unidad de área comparada con la agricultura comercial. Esto significa doble producción de carbono y calorías por libra de agua utilizada.

Nota. Para la producción de una unidad de calorías o de carbono, el método biointensivo utiliza tan sólo un 1/3 del agua por libra (0.45 kg) de grano y 1/8 del agua por libra (0.45 kg) de vegetales producidas. Con las técnicas biointensivas:

**8.30 galones (30 a 114 litros) por cada 100 pies<sup>2</sup> (10 m<sup>2</sup>) por día en el momento más caluroso del año**  
**4.15 galones (15-57 litros) por cada 100 pies<sup>2</sup> (10 m<sup>2</sup>) por día promedio anual y de 2 a 6 veces el rendimiento.**

© 1995, 1998, 2006, 2011 Ecology Action, Willits CA 95490-9730. Revisado 8/11.

**SELECCIONA LOS CULTIVOS Y LAS TÉCNICAS APROPIADAS**  
**Comparación del Uso de Agua**  
(x= Promedio en EUA)

	<b>RENDIMIENTO Por Cultivo de 4 meses</b>	<b>AGUA Utilizada diariamente</b>	<b>EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA</b> (comparada con cultivo de trigo en la Agricultura comercial)
<b>Trigo- Agricultura comercial</b>	1x	46 litros	--
<b>Mijo – Agricultura comercial</b>	1x	23 litros	2 veces más
<b>Mijo Japonés de 45 a 60 días – Agricultura comercial</b>	2x	23 litros	4 veces más
<b>Trigo – Cultivo Biointensivo</b>	2x	38 litros	2.4 veces más
<b>Mijo – Cultivo Biointensivo</b>	2x	19 litros	4.8 veces más
<b>Mijo Japonés de 45 a 60 días – Cultivo Biointensivo</b>	4x	19 litros	9.6 veces más

Por lo tanto, con el método de CULTIVE BIOINTENSIVAMENTE<sup>MR</sup>, sería posible producir de 2.4 a 9.6 veces más calorías por unidad de agua, dependiendo del método, el cultivo seleccionado, el suelo y el clima.

Es importante seleccionar cultivos que consuman menos agua. La organización Native Seeds/SEARCH tiene una selección de variedades para climas áridos. Algunas flores tolerantes a la sequía incluyen el amaranto globo, tironia, un tipo especial de cosmos y hierbas como la salvia, romero y lavanda. Las plantas nativas se adaptan al área en donde prosperan. El mezquite es particularmente tolerante a la sequía.

Si el agua o cualquier otro recurso son limitados, es importante utilizarlos de la forma más eficiente posible. Un buen ejemplo de esto se ilustra en un reporte del Centro de Investigación Shri A M M Murugappa Chettiar en Madras, India, sobre un proyecto que se llevó a cabo en un área rural de India en la década de los 80. A un grupo de mujeres de un poblado con poca educación o experiencia en huertos de traspatio se les enseñó como producir vegetales utilizando el método Biointensivo. La población estaba en su segundo año de sequía, con una escasez general de estiércol y agua. Ocho de las mujeres llevaron una bitácora del proyecto. El tamaño de sus áreas de cultivo variaba entre 13m<sup>2</sup> y 36.6 m<sup>2</sup>. Antes de la preparación de la cama se agregó estiércol, desde 0.18 kg hasta 2 kg por 0.1 pie<sup>2</sup>. Se midió el agua utilizada diariamente que variaba de 21.5 litros a 51 litros por 10 m<sup>2</sup>. La mujer con la huerta más pequeña (4.5m<sup>2</sup>) fue la que pudo agregar más estiércol (2.13 kg por 10 m<sup>2</sup>) y utilizar la mayor cantidad de agua (51 litros diarios por 10m<sup>2</sup>). Los rendimientos de dos de los cultivos de su huerta en comparación con las otras huertas fueron de 2.6 a 5.3 veces mayores en vegetales y de 1.7 a 4.8 veces más altos en rábanos. Utilizar sus recursos limitados en un área pequeña permitió a esta mujer tener una huerta más productiva.

La cultura Nativa Americana Navajo en el suroeste de los Estados Unidos ha encontrado el método y las semillas que le permiten cultivar maíz con tan sólo 7.6cmde lluvia. Las semillas se plantan profundo a 60 cm donde hay humedad para que germinen, y la arena

encima actúa como mulch (arroje). Las plantas sólo crecen 60 cm y cada planta produce sólo una mazorca grande de maíz. A pesar de estas limitaciones, la productividad total es significativa.

Si hay disponibilidad de tierra arcillosa, puede agregarse hasta 2.5 cm de esta tierra al suelo de la huerta y mezclarlo en los 30 cm de suelo superficial. Esto incrementa la capacidad del suelo de retener agua, y por lo general la arcilla también contiene micronutrientes que ayudan al crecimiento de las plantas.

Como se puede observar en la Tabla D, puede ahorrarse una gran cantidad de agua cultivando las plántulas en almácgos, tanta agua como la que se necesitaría para cultivar la mitad o todo el alimento anual para una persona. En un mundo en el que se esta incrementando la desertificación, esto puede ser muy importante. Esta técnica también permite que las camas estén libres más tiempo durante el cual pueden madurar otros cultivos para la dieta y la biomasa de la composta.

#### TABLA D: AGUA AHORRADA POR EL USO DE ALMÁCGOS

El propósito de esta información preliminar es fomentar la conservación del agua de dos maneras:

- por medio del uso de plántulas en almácgos para posteriormente trasplantarse, a diferencia de sembrar las semillas directo en el suelo, y
- por medio de la producción de 37/40 del área de cultivos altos en calorías que conserven agua. Otros diseños de dietas significativamente eficientes en agua son posibles. Es posible utilizar otros diseños de dieta que sean significativamente eficientes en el consumo de agua. Para hacerlo use los formatos 7 al 10 del Folleto No. 31 de Ecology Action para este diseño y otros diseños que aseguren:
  - todos los nutrientes que una persona necesita anualmente,
  - Todo el carbono y nitrógeno necesario para obtener suficiente composta anualmente.

<p><b>(A) Agua ahorrada por el uso de almácgos</b></p> <p>37.9- 75.7 litros/día/10m<sup>2</sup> siembra directa, para cultivos comúnmente eficientes en agua</p> <p><i>contra</i></p> <p><u>1.9 litros/día/almácgo para trasplante</u></p> <p>(x 28 días)=</p> <hr/> <p>1,060 - 2,067 total de litros en siembra directa</p> <p><i>contra</i></p> <p><u>53 total de litros en almácgo</u></p> <p>1,007 - 2,067 litros/ cama</p> <p>x 40</p> <hr/> <p>= 40,280- 107,506 total de litros ahorrados</p>	<p><b>(D) Vegetales (180 días)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CALORÍAS</li> </ul> <p>Tomates: 1 cama x 90.7 kg x 211 calorías/kg = <b>19,000 calorías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AGUA</li> </ul> <p>Vegetales: 1 cama x 180 días x 37.9 - 75.7 litros</p> <p>= 6,814 - 13, 627 litros necesarios para las vegetales)</p>
<p><b>(B) Mijo (Japonés, 45 días+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CALORÍAS</li> </ul>	<p><b>(E) Totales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CALORÍAS</li> </ul> <p>876, 000 calorías (meta)</p>

<p>Rendimiento intermedio= 3.15 kilogramos x 37 camas x 3,296 kilocalorías/kilogramo = 384,097 calorías</p> <p><b>Rendimiento intermedio de dos cultivos= 768, 194 calorías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AGUA</li> </ul> <p>37 camas, 45 días Mijo x 2 cultivos = (37x 45 x 2) = 3,330 días de cultivo en camas x 22.7- 45.4 litros /cama/día [ la cantidad común por experiencia es 22.7 litros para este cultivo muy eficiente en agua ] = <b>75, 633 - 151, 264 litros necesarios</b></p>	<p>961,694 [768,194 + 174,500 + 19,000] Cultivadas = <b>85, 694 calorías extras</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AGUA</li> </ul> <p>75, 633 - 151, 264 litros- Mijo 4, 921 - 9,842 litros - Papas + 6,814 - 13, 627 litros- Vegetales</p> <hr/> <p>= <b>87, 367 - 174, 734 total de litros necesarios para 40 camas</b></p> <hr/> <p>40,280 - 107,506 total de litros <b>ahorrados</b> por el uso de almácigos 87,367 - 174,734 litros <b>usados</b> para los cultivos</p> <hr/> <p><b>20,516 litros de agua adicional/365 días, o 56 litros de agua por día/año- más todas las calorías de una persona en un año de cultivo: si se considera la cantidad menor de agua usada por día.</b></p> <p><b>Si una cantidad mayor de agua por día es usada, se cultivará el 61% de todas las calorías de una persona en un año.</b></p>
<p>(C) <b>Papas (65+ 110+ días)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CALORÍAS</li> </ul> <p>2 camas, papas de 65 días <b>90.7 kg</b> x 2 camas x 775 kcal/kg = 139, 600 calorías (113.4 lb x 2 camas x 775 calorías/kg) = [el rendimiento puede ser posible en diversos climas y suelos]= <b>174,500 calorías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AGUA</li> </ul> <p>Papas: 2 camas x 65 días x 37.9 - 75.7 litros = <b>4, 921 - 9,842 litros necesarios para las papas</b></p>	

### ALMACENE AGUA EN EL SUELO

La manera más eficiente y económica de almacenar agua es en el mismo suelo – un suelo vivo y bien preparado. En un suelo compactado se retiene menos agua porque los espacios entre los poros son menores, las raíces de las plantas tienen más dificultad de penetrar y existe menos aire disponible para las raíces porque los espacios entre los poros están ocupados por agua.

La técnica de la doble excavación del método CULTIVE BIOINTENSIVAMENTE<sup>MR</sup> afloja el suelo a una profundidad de 60 cm , lo que facilita la filtración del agua. En áreas donde el agua es limitada, la técnica de la triple excavación a una profundidad de 91 cm permite que el suelo retenga hasta 23 cm de agua. Aunque es cierto que un suelo más suelto permite que fluya más agua a través de él para almacenarse, ese suelo suelto podría también reducir el movimiento de capilaridad del agua hacia las raíces de las plantas; por lo tanto, es esencial agregar composta para proveerlo de un adecuado nivel de materia orgánica. Para mejorar un

suelo que supone un desafío, puede realizarse solo una vez la texturización completa de la doble excavación, como se describe en el libro *Cultivo Biointensivo de Alimentos*; esta técnica utiliza dos veces la cantidad sustentable de composta, pero con el tiempo los altos rendimientos de biomasa que produce lo compensan.

La plantación debe hacerse después de la segunda buena lluvia para que el suelo este bien húmedo, cuando sepamos que el suelo tiene 25 cm de agua almacenada o cuando existe potencial de lluvia para la temporada de siembra (Ver página 3 para detalles específicos).

Cuando se riegue, el enfoque debe estar en regar el suelo y no las plantas. Si el suelo contiene suficiente agua, ésta estará disponible para las plantas. La mejor hora para regar es por las tardes, por la noche o a la hora más fresca del día.

### COSECHA DE AGUA DE LLUVIA

Las técnicas de cosecha de agua de lluvia son métodos para coleccionar el agua de escorrentía o de inundación para almacenarla en el suelo o en tanques y utilizarla en cultivos, árboles o forraje. Gracias al agua de escorrentía o a efimeros riachuelos ha sido posible sembrar en regiones secas. Los beneficios incluyen:

- Mejorar la producción de cultivos – o hacerla posible (el suelo permanece húmedo por más tiempo, por lo tanto se estimula la vida en el suelo, dando como resultado más humus estable, disponibilidad de nutrientes y capacidad de almacenar agua)
- Reducir la erosión del suelo
- Rellenar los acuíferos que se utilizan para regar
- Mejorar la fertilidad del suelo

Se necesitan 3 elementos básicos en el sitio para obtener una cosecha de agua más efectiva:

- La superficie del sitio y las condiciones del suelo deben permitir que el agua corra.
- La superficie del sitio debe tener variaciones de elevación para permitir que el agua fluya, pero no demasiado que provoque la erosión.
- Las áreas de recolección deben tener un horizonte de suelo suficientemente profundo y con una estructura adecuada para almacenar suficiente agua para la producción de cultivos, es decir, materia orgánica y raíces.

Los métodos van desde pequeña a gran escala: **sistemas de micro-captación**, que son en los que nos enfocaremos; sistemas de camas-corriente en terrazas; sistemas de conducción en laderas, pequeñas represas con aliviaderos y sistemas a gran escala.

#### • **Camas Diamante**

Los nativos americanos preparaban “camas diamante” para concentrar el agua de lluvia (Ilustración del libro, *Cultivo Biointensivo de Alimentos*, 7th edición., 2006 p.76. Edición en inglés)

#### • **Camas Inclinadas**

Una posible adaptación que podría funcionar bajo el mismo principio que las camas diamante son las “camas inclinadas”. Si se dispone de la mitad de agua de lluvia, podríamos “inclinarse” la mitad de la cama compactando el suelo de tal manera que puedan correr 25 cm de agua a la otra mitad de la cama. El área compactada no debe estar muy inclinada para evitar la erosión (3.2cm por 30.5 cm). Para hacer esto: Sacar 4 capas de 1.5 cm cada una (= 6.0 cm); extraer de 8 a 10.5 cm de suelo del fondo de la cama. [3.2 cm= 0.60 cm por 30.5 cm de inclinación = 2-7%]. Volver a colocar las capas en el orden inverso, para mantener el estrato original.

Si esta disponible  $\frac{1}{4}$  de agua de lluvia (12.5 cm durante 4 meses), “inclinan” tres cuartas partes de la cama [sacar 4.8 - 16 cm de suelo profundo]. Con las pendientes opuestas, se alarga el microclima, y hay una mejor distribución de agua. (Ilustración del libro, *Cultivo Biointensivo de Alimentos*, 7th edición., 2006 p.76. Edición en inglés). En algunas áreas, se utilizan camas hundidas; estas son camas en ángulo con bordes.

• **Micro-captación en forma de “medias lunas”; en francés “demi lunes”.**

Esta técnica consiste en cuencos semicirculares con pequeños montículos de tierra en las orillas en un patrón regular, construidos en hileras que varían desde 3m hasta 6m de distancia de sus perímetros. Y pueden fluctuar entre 10 y 15 cm de altura. Con un diámetro de 2 m en Burkina Faso y de 6 m en Kenia. Los cuencos o zanjas semicirculares están diseñados para captar el agua de escorrentía. Una inclinación del 3% al 7% es suficiente para la mayoría de los sistemas de micro captación. Una persona puede fácilmente excavar la mitad del perímetro de un círculo, colocando el suelo que saja al cavar la zanja en la pared inferior que retiene la escorrentía.

Algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta para el diseño incluyen la captación en relación al promedio de área cultivada. El tamaño total de la zanja y del área de captación dependen de los patrones de lluvia, del agua necesaria para los cultivos y de las características del área de captación (por ejemplo, la textura del suelo).

En un proyecto con árboles, la tasa de sobrevivencia de los arboles con sistemas de micro captación a los 3 años fue de 72% en comparación con un 52% sin micro captación. La tasa de crecimiento fue 3.2 veces más rápida, y se dieron mejores condiciones que permitieron que el pasto se restableciera.

Hay varios cultivos aptos para sembrarse con sistemas de micro-captación:

- El sorgo necesita de 450 -650 mm de lluvia para obtener máximos rendimientos y puede tolerar temporalmente agua anegada. También tiene diferentes mecanismos para responder a la sequía.
- El Mijo perlado necesita menos agua que el sorgo, tolera mejor la sequía y es menos sensible a la baja fertilidad del suelo. Sin embargo, no tolera agua encharcada, por lo tanto puede plantarse en las partes más secas de la zanja.
- Las legumbres (ej. caupí o judía caretá) no toleran agua estancada, pero muchas de ellas son resistentes a la sequía. Una ventaja es su rápida maduración, ya que pueden madurar con la humedad residual en el suelo.
- Los forrajes y pastos por lo general son más resistentes a la sequía que los cultivos de alimentos pero producen un menor retorno económico.
- Los árboles pueden crecer muy bien en sistemas de micro-captación. Aunque muchos árboles no resisten el agua anegada, por lo tanto se debe tener cuidado de plantarlos en las áreas secas del sistema de micro captación.

En **Tahoua, Nigeria** (650 km al NE de Niamey), la precipitación pluvial promedio es 400 mm y la vegetación a orilla de la estepa del desierto es muy escasa. Un reporte realizado en 1986 describe las zanjas de micro-captación de medias lunas: 4 m de distancia entre ellas, 4 m de diámetro, 40 cm o menos de profundidad y 4 m entre hileras.

- **Sorgo:** se plantó y produjo rendimientos *de hasta* 300 kg por hectárea, 0.27 kg en 10 m<sup>2</sup>, comparado con el rendimiento promedio en EUA de 2.7 kg por 10 m<sup>2</sup>. Sin embargo, si no hubiera habido micro-captación el rendimiento promedio hubiera sido mucho menor. Además, con una tasa de 300 kg por hectárea y asumiendo 1,538 calorías por libra (0.45 kg), esta producción de sorgo podría proveer aproximadamente 411,000

calorías, *casi la mitad de calorías que requiere una persona anualmente*, considerando 2,400 calorías diarias. Si se hubieran utilizado las prácticas del método Biointensivo en el área de siembra de cada zanja de microcaptación, los rendimientos hubieran sido mayores.

Con la tasa promedio de producción en EUA, 2,7kg por 10m<sup>2</sup> y con los mismos supuestos anteriores, media hectárea podría producir suficientes calorías al año para más de 5 personas. Las pruebas iniciales que se realizaron con esta técnica fueron exitosas, hubo mucho interés y se construyeron 15,000. (¿15,000 que?)

- Mijo: Los rendimientos fueron de 250 kg por hectárea en años con poca lluvia y de hasta 600 y 800 kg por hectárea durante los buenos años de lluvia en campos donde no era posible la agricultura de temporal, en comparación con el rendimiento promedio de EUA de 2,84 kg de mijo proso por 10 m<sup>2</sup>. Sin embargo, el rendimiento del suelo, si no hubiera habido sistemas de micro captación, hubieran sido mucho menor. Además, suponiendo una tasa de 250 kg por media hectárea en un buen año y 1,522 calorías por libra (la cifra para el mijo perlado), este rendimiento de mijo podría proveer de 951,250 calorías, más que suficientes calorías para una persona en un año, suponiendo que consume 2,400 calorías por día. Si se hubieran utilizado las prácticas del método Biointensivo en el área de siembra de cada zanja de micro-captación, los rendimientos hubieran sido mayores. Con la tasa promedio de producción en EUA, 2,84 kg por 10 m<sup>2</sup>, y con los mismos supuestos anteriores, media hectárea podría producir suficientes calorías al año para más de 5 personas.

En 1974 se inició un proyecto en **Ourihamiza, Nigeria** (al norte de Tahoua). El promedio de precipitación pluvial era de 200 mm y la temporada de lluvia de Junio a Septiembre con su punto máximo en agosto. Se sembró sorgo, mijo y caupí o judía de careta en medias lunas con un radio de 2 m, los cuencos eran de 25 cm de altura con 50 cm de ancho en la base. Se excavaron 313 medias lunas por hectárea. La relación captación: área cultivada fue de 4:1. Los rendimientos fueron de medio kilo por 10 m<sup>2</sup> (600kg por hectárea).

En el Distrito de **Turkana, Kenia**, una región árida al noroeste de Kenia y en donde el promedio de precipitación pluvial es de 200 a 600 mm, se excavaron sistemas de media luna de 6 m de diámetro, con hileras que variaban de 3 a 6 m de distancia de entre sus perímetros. Se plantaron árboles leguminosos en el perímetro de cada zanja para utilizarse como material para combustible, forraje y cercas; dentro de la zanja se plantaron cultivos tolerantes a la sequía. Hubo un incremento en la materia orgánica en el suelo en combinación con la incorporación de estiércoles.

En la **Isla de Cabo Verde**, los sistemas de micro-captación fueron por lo general de 3 m por 3 m, algunas veces reforzados con piedras. Las zanjas semicirculares se construyeron en el contorno con pastos, piedras o árboles en las orillas.

- **“Zay”**

La técnica ‘zay’ es una forma de cosechar agua cavando hoyos en el suelo, utilizada en Burkina Faso y en las Islas de Cabo Verde. El efecto de cosecha de agua funciona mejor en pendientes menores al 2%. El procedimiento es cavar hoyos de 5 a 15 cm de profundidad y de 10 a 30 cm de diámetro a una distancia de 50 a 100 cm. La relación captación: área cultivada es 1 a 3:1. Se mezcla estiércol y pasto con un poco de la tierra proveniente de la excavación y se rellenan los zay. El resto de la tierra se utiliza para formar un pequeño dique con pendiente hacia el hoyo. Los ‘zay’ se utilizan en combinación con piedras amontonadas que reducen la velocidad de la escorrentía.

Aunque esta técnica requiere un trabajo intenso, es muy efectiva en lugares con suelos áridos muy degradados donde no crece nada. En años con una precipitación pluvial promedio, se lograron rendimientos de 1000 kg por hectárea de sorgo y mijo cuando los

rendimientos promedio de cereales en tierras de siembra fueron de 400 a 50 kg por hectárea.

En **Burkina Faso**, los campesinos con tierras áridas con costras, tienden a romper la costra y a cavar hoyos de 30cm de diámetro y 20 cm de profundidad, agregan estiércol a los hoyos lo que atrae a las termitas que digieren el estiércol y continúan cavando, la fertilidad y la capacidad de infiltración del suelo se incrementa. Esta técnica permite la concentración del agua y de los nutrientes. Eventualmente un amplia área es rehabilitada, y así la tierra que tenía poco valor aumenta de demanda.

En el distrito de Illela de **Tahoua, Nigeria** la precipitación pluvial es de 250 a 600 mm. Los Zay, llamados en esta región "tassa", se construyen con un diámetro de 25 a 40 cm, una profundidad de 15 a 30 cm y a una distancia de 80 a 100 cm. El suelo que sale de la excavación se coloca en pendiente y el estiércol se coloca dentro de los hoyos a razón de 2 a 4 T por hectárea. Los rendimientos en esta área en tierras sin tratar son nulos. Con la técnica zay, en un año con *buena* lluvia, es posible obtener rendimientos de 500 a 600 kg por hectárea, con algunos rendimientos de hasta 800 a 1000 kg por hectárea.

- **"Montículos unidos"**

Se refiere al uso de montículos de tierra en campos de labranza comunes en África Occidental. Para hacer los montículos unidos, se construyen pequeños montículos perpendiculares en forma de cruz colocados a unos cuantos metros de distancia unos de otros, estos deben ser más bajos que el bordo principal del perímetro. Una ventaja de esta técnica es el incremento de la disponibilidad de agua a través del tiempo, ya que esta se mantiene en un lugar en vez de correr. Por lo tanto, aumenta el crecimiento de las raíces y hay más desarrollo vegetativo. Una desventaja podría ser posiblemente un estancamiento de agua si hubiera una lluvia excesiva.

En un estudio de caso con caupí o judías de careta (*Vigna unguiculata*) realizado en 1987 en Ouagadougou, Burkina Faso por el IITA, se demostró que este método mejoró los rendimientos de algodón, maíz, mijo y sorgo.

#### Estudio de Caupí en Ouagadougou

	Precipitación Pluvial	Disponibilidad de agua en el suelo en montículos ordinarios	Incremento del rendimiento de grano
1985	573mm – relativamente seco	+12" / 30.5mm	51%
1986	792 mm – alto	+10" / 24.6 mm	insignificante

- **"Terrazas Vivas"**

Se han llevando a cabo métodos vegetativos para conservación de suelos y agua con *Leucaena* en los trópicos y *Tagaste* (fijadores de nitrógeno) en áreas templadas, al igual que con *Vetiver* y otras plantas.

El pasto *Vetiver* puede utilizarse para conservar la humedad in-situ (en la posición original o natural). Estos cercos vegetativos estabilizan los campos y los protegen de tormentas muy intensas. En suelos tropicales las raíces pueden alcanzar 5m o más de profundidad. El *vetiver* es un pasto nativo de la India donde se le conoce como 'khus' y ha sido utilizado por más de 100 años como barrera vegetativa de contorno para estabilizar el suelo. Se adapta a una amplia gama de suelos y climas (desde los Himalayas hasta el desierto). Puede crecer tanto en lugares con una precipitación pluvial alta de 5,000 mm como en sitios donde

llueve tan poco como 250 mm, pero se establece mejor en lugares con una precipitación de 700 mm o más. Puede sobrevivir a la sequía.

Estudios han mostrado que no se vuelve una plaga ni compite con cultivos de alimento y tampoco ha mostrado ser un medio donde se desarrollen plagas o enfermedades para otros cultivos. En la India los cercos con vetiver los mantienen bajos, podándolos a una altura de 30 a 50 cm, por lo tanto nunca se forman semillas y los residuos se aprovechan para el ganado.

En zonas áridas, una barrera de vetiver puede establecerse en un periodo de 3 estaciones, una vez establecida es permanente. En los trópicos húmedos se establece tan solo en 5 meses. Una vez que se establece, la barrera con vetiver puede detener la erosión. Disminuye la escorrentía y retiene el sedimento, mientras el agua se infiltra y el sedimento se esparce nuevamente en el terreno. El pasto vetiver crece a través del sedimento, formando eventualmente una terraza natural.

En Fiji, con laderas del 50% (pendiente del 100% = 45°; del 50% = 22.5°) hay terrazas de 3 a 4 m formadas detrás de barreras de vetiver. En China, barreras en pendientes del 60% protegen cultivos de té y de cítricos. En San Vicente (India Occidental), barreras establecidas por más de 50 años han formado terrazas naturales de 4m de altura en promedio. El intervalo vertical entre las terrazas es de 2 m. El ancho de las barreras puede mantenerse a 50 cm, de tal manera que solo una pequeña parte de los campos de labranza se queden sin producir.

### BARRERAS CON PASTO VETIVER

*Foto 3. La excavación revela la cantidad de suelo atrapado en esta barrera de 24 meses de edad en Malasia. Aproximadamente se han depositado 55 cm de suelo.*

*Foto 4. Esta barrera de 30 meses esta en una pendiente debajo de la barrera mostrada en la foto 3. El poste de madera que se ve en el centro de la barrera se colocó al mismo tiempo que se hizo la plantación de vetiver, con la parte pintada por encima del suelo. Observe lo compactada que esta la barrera llena de tallos vivos, el centro no esta seco. Aquí puede verse como la corona del pasto vetiver trepa con la acumulación del suelo atrapado. Las marcas en las reglas están espaciadas a 1 0cm.*

Vetiver newsletter No. 10, Octubre 1993 págs. 3-4. Agradecemos a Jim Smyle, Richard Grimshaw y a Vetiver Network International. La versión a color de la foto 4 la puede encontrar en <https://picasaweb.google.com/richard.grimshaw66/SoilWaterConservation#4999340745776496658>

La Red Internacional de Vetiver tiene información detallada en su sitio web: [www.vetiver.org](http://www.vetiver.org) Algunas alternativas posibles al vetiver pueden ser: Axonopus micay, Brachiaria brizantha, Brachiaria mutica, Cenchrus ciliaris, Eragrostis curvula, Panicum coloratum, Paspalum decumbens, Paspalum notatum, Paspalum conjugatum, Pennisetum purpureum, Setaria spp.

#### • Método de Zanjas Mazibuko

Este método fue diseñado para las laderas empinadas de Sudáfrica donde no hay piedras disponibles para hacer terrazas. Hay fuertes lluvias en verano (1016mm al año) e inviernos secos.

Se excava una zanja de 1.8 m de largo por 1.2 m de profundidad, la capa superficial de tierra se coloca a un lado. Se van alternando capas de materiales dentro de la zanja: de 5 a 7.5 cm de suelo superficial hasta abajo de la zanja; 30.5cm de materiales orgánicos (pasta, paja de mijo, zacate de maíz o desperdicios de cocina); 30.5 cm de suelo; 30.5 cm de materiales

orgánicos. El suelo superficial se coloca como última capa. El primer cultivo que se planta es Sunn Hemp (*Crotalaria juncea*), una leguminosa que penetra sus raíces a través de las capas, las raíces retienen el suelo y liberan nitrógeno. El follaje se utiliza para el ganado o se incorpora en el suelo. El segundo cultivo es taro, un cultivo de raíz que no requiere mucho nitrógeno. Los siguientes cultivos pueden ser maíz, mijo, zanahorias, etc. El agua de lluvia se conserva en la materia orgánica de la zanja con la que puede producirse por un año.

### ZANJA DE COMPOSTEO MAZIBUKO

*Se utilizan aproximadamente el equivalente a 8 años de materia orgánica para preparar la cama. Para que este método sea sustentable, la cama debe volverse a preparar solamente una vez cada 8 años.*

Esta idea se utiliza en Kenia, donde la secuencia entre capas es más importante que la profundidad.

#### • “Arrope con polvo” en Botswana

En Botswana, la temperatura del suelo en época de calor puede alcanzar los 54 °C. A tal temperatura el agua se pierde y la composta en el suelo “se quema”. Por lo que se desarrolló una técnica de “arrope con polvo” colocando la materia orgánica 8 a 15 cm debajo de la superficie del suelo.

Se sacan 60 cm de suelo de la cama, manteniendo separada cada capa de 30 cm. Los últimos 8 a 15 cm de suelo de la zanja se remueven y colocan a un lado. Los 60 cm de capa superficial se reemplazan y se aplica composta. La capa de suelo que se sacó debajo de la zanja se esparce sobre la composta. Se cubre la cama con malla sombra o palma y se trasplantan plántulas muy grandes de 15 a 25 cm de altura. Alternativamente, si el “arrope con polvo” es una capa de solo 2.5 a 5 cm entonces se pueden trasplantar plántulas más pequeñas.

Las ventajas de esta técnica son que la temperatura del suelo es menor para la vida microbiana y la materia orgánica y que conserva el agua. Una desventaja es que se rompe la estructura del suelo.

#### • Agricultura en grava seca en China

En China, se ha utilizado por siglos el arrope con grava o piedras. Se esparce una capa gruesa de grava de 10 a 15 cm sobre el suelo para mantener la humedad de la lluvia. Se planta trigo debajo de la capa de piedras. No se riega. El trigo germina entre las piedras y se cosecha a mano sacándolo de raíz para que estas no obstruyan futuros cultivos. De alguna forma las piedras captan la condensación de la humedad de la noche y esta humedad penetra al suelo y a las raíces de las plantas.

#### • Arrope con grava Anasazi

Hace 600 años, los agricultores Anasazi en el norte de Nuevo México araban en tierra seca y dependían de la nieve y de un poco de lluvia, 5 a 25 cm al año, para sus cultivos. Ellos utilizaban un sistema de arrope con grava desde el tamaño de un chicharo hasta el de un puño, formando una capa de 15 cm. Cultivaban maíz, frijol, calabaza y algodón. El investigador Tim Maxwell replicó este sistema y encontró que el arrope con grava retiene la humedad en el suelo 3 veces más tiempo que en un suelo sin cobertura, regula la temperatura de las raíces de las plantas, previene la erosión y extiende la temporada de cultivo.

#### • Arrope con piedras

Un arroje con piedras puede proteger el suelo para que no se seque y previene la erosión por viento y agua. También ayuda a precipitar más rocío. El libro de JI Rodale *Stone Mulching in the Garden* habla de esta técnica. La temperatura debajo de las piedras puede ser 10 grados más alta que en la superficie, extendiendo así la temporada de cultivo. Existe una buena actividad biológica (microbios, lombrices) debajo de las piedras, promoviendo una buena estructura en el suelo. Hay un método que utiliza secciones de 60 cm de ancho cubiertas con piedras intercaladas con camas de composta de 30 cm de ancho y 15 cm de grosor.

- **Arroje vertical**

En tierras con una pendiente ligera se puede crear un arroje vertical al cavar una zanja angosta y colocar tallos de algún cultivo como el maíz, mijo, sorgo, amaranto o alcachofa de Jerusalén parados en la zanja.

Richard St Barbe Baker observó que incluso 3 o 4 piedras alrededor de un árbol en el desierto pueden hacer la diferencia entre sobrevivir y no sobrevivir.

## AGREGUE AGUA AL SUELO

- **Irrigación con cántaros**

En muchas partes del mundo, se practica la técnica de enterrar en el suelo cántaros de barro porosos no vidriados (cocidos a baja temperatura) hasta la altura de su cuello y llenarlos con agua. Se siembran plantas alrededor de cada cántaro. Esta técnica puede utilizarse tanto para árboles como para cultivos anuales, utilizando un cántaro por árbol.

Un antiguo libro chino del año **100 A.C.** sugiere cavar un hoyo de 70 cm de diámetro y 10 cm de profundidad por cada 6 m<sup>2</sup>. Se mezclan 18 kg de estiércol con una cantidad equivalente de suelo y se incorporan en el hoyo. Posteriormente se coloca un cántaro de 6 litros en el centro del hoyo y se llena con agua, se cubre con teja. Por cada cántaro se sembraron 4 semillas de melón y se intercalaron con plántulas de cebolla o frijol.

Un artículo de India más reciente (**1989**) sugiere enterrar cántaros de 7 a 10 L, 2 cántaros por cada 10m<sup>2</sup> aproximadamente, para cultivos rastreros como la chilacayota o calabaza amarga y aproximadamente 4 cántaros en 10m<sup>2</sup> para cultivos de enredadera sostenidos con apoyos. Los cultivos más prósperos fueron (en orden): tomate, calabaza botella, chilacayota, sandía y coliflor. Esta técnica no dio resultados con melones.

Se reportaron rendimientos de melones en India de 25,000 kg por hectárea, el equivalente a 23kg por 10m<sup>2</sup> con 1.9cm de agua (un rendimiento Biointensivo principiante). **El uso del agua con esta técnica es de 35 a 62 veces más efectiva que en la agricultura comercial en EUA.** La tasa de sobrevivencia de almácigos de árboles regados con cántaros fue de 96.5%, comparada con una tasa del 62% de árboles regados a mano, además las plántulas que se regaron con cántaros fueron 20% más altas.

La pregunta puede ser si la diferencia radica en que una técnica *riega las plantas* y con esta técnica *riega el suelo*. Entre las ventajas: los cántaros liberan agua directamente a la zona de las raíces, por lo tanto se reduce pérdida por evaporación; el porcentaje de pérdida de agua puede controlarse por la cantidad de agua que cabe en el cántaro y los cántaros pueden elaborarse con materiales y habilidades locales. Algunas desventajas incluyen la alta demanda de mano de obra y el hecho de que los poros pueden taparse con el tiempo.

Actualmente (2011) Ecology Action esta haciendo pruebas con algunos cántaros porosos cocidos a baja temperatura (925 - 1,100°C) hechos en Ukiah, California para cultivar tomates y tomate verde de cáscara. Los cántaros son frágiles, en México y Kenia se han reportado altos porcentajes de cántaros rotos. En Kenia se utilizaron 8 cántaros de 20 litros

por cada 20 m<sup>2</sup> para crecer frijoles, que produjeron 720 kg en media hectárea. Los Kenianos también utilizaron botellas de cuello largo llenas con agua y las clavaron y apoyaron en ángulo en el suelo.

A continuación presentamos algunas sugerencias de baja tecnología alternativas a los cántaros en los Estados Unidos:

- Utilice una botella de plástico. Hágale un hoyo en el fondo y colóquela de cabeza en el suelo junto a la planta. Llénela por el hoyo con una manguera.
- Utilice una botella cuadrada de plástico de agua que tenga un grifo. Regule el grifo para que gotee. Haga un hoyo en la parte de arriba de la botella y llénela con una manguera.

También se pueden utilizar júcaras. Un voluntario interno de Ecology Action de Israel nos sugirió agregar hojas alrededor de las vasijas para que absorban y retengan el agua en suelos arenosos.

Durante la Tercera Conferencia Internacional sobre Producción Intensiva y a Pequeña Escala de Alimentos realizada en Santa Bárbara California del 26 al 29 de octubre de 1981, Julian Gonsalves del Instituto Internacional de la Reconstrucción Rural platicó la siguiente historia. Un hombre en la India tenía media hectárea de tierra árida donde nada podía crecer. Plantó 14 árboles de granada (tolerantes a la sequía) y colocó un cántaro con agua en cada árbol. Mantuvo los cántaros con agua. Después de 3 a 5 años cuando los árboles ya estaban establecidos, sembró en la misma área otros 14 árboles más de granada con cántaros. Después de otros 3 a 5 años, volvió a sembrar 14 árboles más en la misma media hectárea y los mantuvo regándolos con cántaros. Al final, reforestó toda el área y regeneró un próspero ecosistema y un suelo vivo.

• **Riego por goteo con una cubeta de 20lts**

Algunas personas en áreas donde llueve poco están adoptando cubetas modificadas de 20 L con las que alimentan de agua a un sistema de irrigación por goteo. Es importante asegurarse que este sistema ayude a "hacer suelo". Para lograr esto, debe mojarse el suelo y no solo las plantas. Por lo tanto los goteros necesitan colocarse a intervalos de 45cm intercalados, de tal manera que se formen "círculos de agua" que se traslapan regando así todo el suelo.

**RESERVA MUNDIAL DE AGUA**

Muchas regiones del mundo en base a una Reserva Interna Renovable de Agua (véase la siguiente página) reciben mucho menos agua de la que requieren para cultivar los alimentos para su población. Un ejemplo es Egipto. El agua del Río Nilo proviene de fuentes tan lejanas como el norte de Kenia. Como se puede observar en la siguiente tabla, sin considerar las aportaciones externas de agua, Egipto solo tiene suficiente agua para su desarrollo interno de ¡22m<sup>2</sup> por persona para cultivar sus alimentos! El incremento interno de agua por persona en Bélgica probablemente tiene que ver con una reducción en su población.

**RESERVA INTERNA RENOVABLE DE AGUA  
(per cápita) 1992**

(De un artículo del *World Monitor*, Mayo 1993, basado en datos del Worldwatch Institute's *State of the World 1993*.)

PAÍSES CON ESCASEZ DE AGUA	M <sup>3</sup> POR AÑO	M <sup>3</sup> (GAL) POR DÍA
----------------------------	------------------------	------------------------------

11 en África 9 en Medio Oriente 2 en Europa	Menos de 1,000	Menos de 2.73 <b>Menos de 36 camas</b>
---	----------------	---

Por ejemplo:	Camas en 1992	Camas para el 2010
Kenia	20	12
Egipto	1	0.73
Hungría	21	20
Bélgica	30	31

PAISES CON AGOTAMIENTO DE AGUA	M <sup>3</sup> POR AÑO	M <sup>3</sup> POR DÍA
6 en África 2 en Medio Oriente	1,000 – 2,000	Menos de 2.73 – 5.47 <b>36 - 72 camas</b>

Por ejemplo:	Camas en 1992	Camas para el 2010
Sudáfrica	43	27
Líbano	51	35

	M <sup>3</sup> POR AÑO	M <sup>3</sup> POR DÍA
Estados Unidos	~ 10,000	27.3- ( <b>360 camas</b> )

**Incluso si hubiera disponibles 9 círculos de tierra, muchos países solo tendrán suficiente agua para 4 círculos.**

### RESERVA DE AGUA per Cápita

(De un estudio del Banco Mundial en el *New York Times*, Agosto 12, 1995)

	M <sup>3</sup> POR AÑO	M <sup>3</sup> (GAL) POR DÍA
Oriente Medio y África de Norte	3,430 <b>124 camas</b>	667 <b>24 camas</b>

Se necesitan por cama por día: 76 L. 1 cama=9.3m<sup>2</sup> de área cultivable 10 camas = 1 círculo.

### CONCLUSIÓN

Todas las técnicas descritas anteriormente podrían ser más efectivas si se combinan con los **conceptos del Método de Cultivo Biointensivo**.

Pronto habrá una gran competencia por el incremento en la escasez de la disponibilidad de agua per cápita. Hasta el 80% del total de agua utilizada por las personas en el mundo se usa en la agricultura. Si se utilizan formas de producción de alimentos más efectivas que ahorren agua, como el Método de CULTIVO BIOINTENSIVO, la cantidad de agua disponible puede ser más abundante – al mismo tiempo que se construye y mantiene la fertilidad sustentable del suelo.

calorías, casi la mitad de calorías que requiere una persona anualmente, considerando 2,400 calorías diarias. Si se hubieran utilizado las prácticas del método Biontensivo en el área de siembra de cada zanja de microcaptación, los rendimientos hubieran sido mayores.

Con la tasa promedio de producción en EUA, 2.7kg por 10m<sup>2</sup> y con los mismos supuestos anteriores, media hectárea podría producir suficientes calorías al año para más de 5 personas. Las pruebas iniciales que se realizaron con esta técnica fueron exitosas, hubo mucho interés y se construyeron 15,000. (¿15,000 que?)

- Mijo: Los rendimientos fueron de 250 kg por hectárea en años con poca lluvia y de hasta 600 y 800 kg por hectárea durante los buenos años de lluvia en campos donde no era posible la agricultura de temporal, en comparación con el rendimiento promedio de EUA de 2.84 kg de mijo proso por 10 m<sup>2</sup>. Sin embargo, el rendimiento del suelo, si no hubiera habido sistemas de micro captación, hubieran sido mucho menor. Además, suponiendo una tasa de 250 kg por media hectárea en un buen año y 1,522 calorías por libra (la cifra para el mijo perlado), este rendimiento de mijo podría proveer de 951,250 calorías, más que suficientes calorías para una persona en un año, suponiendo que consume 2,400 calorías por día. Si se hubieran utilizado las prácticas del método Biontensivo en el área de siembra de cada zanja de micro-captación, los rendimientos hubieran sido mayores. Con la tasa promedio de producción en EUA, 2.84 kg por 10 m<sup>2</sup>, y con los mismos supuestos anteriores, media hectárea podría producir suficientes calorías al año para más de 5 personas.

En 1974 se inició un proyecto en **Ourihamiza, Nigeria** (al norte de Tahoua). El promedio de precipitación pluvial era de 200 mm y la temporada de lluvia de Junio a Septiembre con su punto máximo en agosto. Se sembró sorgo, mijo y caupí o judía de careta en medias lunas con un radio de 2 m, los cuencos eran de 25 cm de altura con 50 cm de ancho en la base. Se excavaron 313 medias lunas por hectárea. La relación captación: área cultivada fue de 4:1. Los rendimientos fueron de medio kilo por 10 m<sup>2</sup> (600kg por hectárea).

En el Distrito de **Turkana, Kenia**, una región árida al noroeste de Kenia y en donde el promedio de precipitación pluvial es de 200 a 600 mm, se excavaron sistemas de media luna de 6 m de diámetro, con hileras que variaban de 3 a 6 m de distancia de entre sus perímetros. Se plantaron árboles leguminosos en el perímetro de cada zanja para utilizarse como material para combustible, forraje y cercas; dentro de la zanja se plantaron cultivos tolerantes a la sequía. Hubo un incremento en la materia orgánica en el suelo en combinación con la incorporación de estiércoles.

En la **Isla de Cabo Verde**, los sistemas de micro-captación fueron por lo general de 3 m por 3 m, algunas veces reforzados con piedras. Las zanjas semicirculares se construyeron en el contorno con pastos, piedras o árboles en las orillas.

#### • “Zay”

La técnica ‘zay’ es una forma de cosechar agua cavando hoyos en el suelo, utilizada en Burkina Faso y en las Islas de Cabo Verde. El efecto de cosecha de agua funciona mejor en pendientes menores al 2%. El procedimiento es cavar hoyos de 5 a 15 cm de profundidad y de 10 a 30 cm de diámetro a una distancia de 50 a 100 cm. La relación captación: área cultivada es 1 a 3:1. Se mezcla estiércol y pasto con un poco de la tierra proveniente de la excavación y se rellenan los zay. El resto de la tierra se utiliza para formar un pequeño dique con pendiente hacia el hoyo. Los ‘zay’ se utilizan en combinación con piedras amontonadas que reducen la velocidad de la escorrentía.

Aunque esta técnica requiere un trabajo intenso, es muy efectiva en lugares con suelos áridos muy degradados donde no crece nada. En años con una precipitación pluvial promedio, se lograron rendimientos de 1000 kg por hectárea de sorgo y mijo cuando los

*Production*, Vol. I. The World Bank, 1988. Rodale, J.I. *Stone Mulching in the Garden*. Emmaus, PA: Rodale Press, 1949. Seshagiri S., and M. Chitra. *Biodynamic Horticulture—Improvements and Extension: Monograph Series on 'Engineering of Photosynthetic Systems'*. Vol. 15. Tharamani, Madras, India: Shri A M M Murugappa Chettiar Research Centre, 1983. Smith, Pam. "The Anasazi Tried Gardening Here First." *The Abiquiu Post*, no date, pp. 3, 6. Snook, Laurence C. *Tagasaste: A Productive Browse Shrub for Sustainable Agriculture*. Mansfield, Australia: Agrovision, 1996. *Soil and Water Conservation in Sub-Saharan Africa*. IFAD, 1992. Soleri, Daniela and David A. Cleveland. "Managing Water in Arid Gardens." *Fine Gardening*, November/December 1988, pp. 15-18. *Sustaining the Soil: Indigenous Soil and Water Conservation in Africa*. Chris Reij, ed. Earthscan, 1996. "Tied Ridges Improve Semi-Arid Crop Yields." *International Ag-Sieve I (2)*. "Trenching Compost for Arid Regions." IFOAM Newsletter, 17, June 1976. Tyson, Ann Scott. "The people prosperity passed by." *The Christian Science Monitor*, October 13, 1988, pp. 14-15. "Water Harvesting: A Review of Different Techniques." *ILEIA Newsletter*, August 1986, p. 7.

Widtsøe, John A. *Dry Farming: A System of Agriculture for Countries under a Low Rainfall*. New York: Macmillan, 1919. The original version included photos and tables. There is a recent Dover reprint without the photos or the tables.

#### IRRIGACIÓN CON CÁNTAROS

Bainbridge, David A. "Buried Clay Pot Irrigation." *Earthword*, Fall 1991, p. 36.

Bainbridge, David A. "Pitcher Irrigation." *Drylander*, 1998, 2(1):3. Christopher, Tom. "A New-Old Method of Irrigation." *The New Garden Journal*, September/October 1995, pp. 10-12.

Giono, Jean. *The Man Who Planted Hope and Grew Happiness*. Brooksville, ME: Friends of Nature, 1967. Video: "The Man Who Planted Trees." Animation based on the book. 30min. Color. Distributed by Direct Cinema, www.directcinema.com, (310) 636-8200.

"Irrigate Your Crops with Pots." *International Ag-Sieve II (8)*, 1989, p. 7.

#### TERRAZAS

Copijn, A.N. *A-Frames and Other Levelling Instruments*. Leusden, The Netherlands: ETC Foundation, AME Programme (P.O. Box 64m 3830 Leusden, The Netherlands), 1986.

\_\_\_\_\_. *Soil Protection*. Leusden, The Netherlands: ETC Foundation, AME Programme, 1987.

*How to Farm Hilly Lands*. Forestry for People Series. The Philippines: Bureau of Forest Management.

"Kenyans Shore Up Hopes and Topsoil with Terraces." *The Christian Science Monitor*, May 9, 1988.

Wenner, Carl G. *An Outline of Soil Conservation in Kenya*. Nairobi, Kenya: Kenya Ministry of Agriculture, Soil Conservation Extension Unit.

\_\_\_\_\_. *Trees in Erosion and Soil Conservation*. Nairobi, Kenya: Nairobi Ministry of Agriculture, Farm Management Branch Project and Evaluation Division, 1980.

## **PASTO VETIVER**

*Vetiver Grass: A Thin Green Line against Erosion.* Washington, DC: National Research Council, National Academy Press, 1993.

*Vetiver Grass for Soil and Water Conservation, Land Rehabilitation and Embankment Stabilization* (World Bank Technical Paper No. 273). Richard Grimshaw and Larisa Helfer, ed. Washington, D.C.: World Bank, 1995.

*Vetiver Grass: The Hedge Against Erosion.* Can be downloaded from [www.vetiver.org](http://www.vetiver.org).

“... La lluvia no cae del cielo, sino que brota de la tierra. Los desiertos no se forman porque no hay lluvia; sino la lluvia cesa de caer porque la vegetación ha desaparecido”.

Masanobu Fukuoka, *The Natural Way of Farming*, Japan Publications, 1985.