PROYECTO ADAPTA

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS

USDA
FOREST SERVICE
INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY
USDA CARIBBEAN CLIMATE HUB for Tropical Forestry and Agriculture
ADAPTA agricultura y cambio climático
JOSCO BRAVO
BOSQUE MODELO PUERTO RICO

ADAPTA
agricultura y cambio climático

Centro Climático del Caribe del USDA en colaboración con el Proyecto Agroecológico el Josco Bravo y la Oficina del Bosque Modelo de Puerto Rico.

CITE ESTE DOCUMENTO COMO:
Pagán-Roig, I.; Aponte-Zayas, A.; Soto-Bayó, S.; Gould, W. 2020. Manejo y conservación de suelos agrícolas. Serie ADAPTA. Río Piedras, PR: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. 16 p.

AGRADECIMIENTOS
El Centro Climático del Caribe del USDA agradece al Proyecto Agroecológico el Josco Bravo, a la Lcda. Laura Arroyo Lugo, a la Lcda. Marinelly Valentín, al Agro. Alfredo Aponte y a la Oficina del Bosque Modelo de Puerto Rico por su colaboración en la organización de los talleres ADAPTA. Además, también agradecemos a Tania Díaz Camacho, Lcdo. Javier Rosario, Dra. Jessica Castro Prieto, Christina De Jesús Villanueva, Isabel Parés, Eva Holupchinski y a la Dra. Nora Álvarez-Berríos por las revisiones y comentarios que realizaron a este y demás informes que forman parte de esta serie. Toda investigación en el Instituto Internacional de Silvicultura Tropical (IITF) del Servicio Forestal del USDA, se realiza en colaboración con la Universidad de Puerto Rico. Este documento fue diseñado por Edward Quigley.

RELEVO DE RESPONSABILIDAD
Los autores no asumen ninguna responsabilidad por la actualidad, exactitud, integridad o calidad de la información presentada en estas páginas. Se excluyen fundamentalmente las reclamaciones de responsabilidad contra los autores de estas páginas que se refieren a daños incurridos o sufridos como resultado del uso o no uso de la información presentada en este informe o de información falsa o incompleta siempre que no exista por parte de los autores culpabilidad probada intencionada o sumamente negligente. El contenido de este informe es libre y no vinculante. Los autores se reservan expresamente el derecho de cambiar, ampliar o eliminar, con carácter temporal o definitivo, parte de las páginas o el contenido completo sin aviso previo.

CÓMO USAR ESTA GUÍA DE MEJORES PRÁCTICAS

Esta guía fue diseñada para que sea utilizada por agricultores, agrónomos, educadores y personas interesadas en la agricultura tropical. La misma explica la importancia de conservar los recursos naturales, como el suelo y el agua, para enfrentar los efectos del cambio climático en el sector agrícola. En el Caribe, el cambio climático está ocasionando un aumento en la temperatura atmosférica, cambios en los patrones de lluvias, sequías, inundaciones severas, nuevas plagas, enfermedades y tormentas más fuertes y frecuentes (Gould et al., 2018).

El propósito de la guía es de promover la implementación de mejores prácticas agronómicas que ayuden a mitigar los efectos del cambio climático (Gould et al., 2015). Prácticas que a través del manejo sostenible y la conservación de los recursos naturales, incrementan la productividad y la resiliencia de las fincas agrícolas.

La información en esta guía está fundamentada en datos científicos y fue elaborada a partir del contenido de los talleres y vídeos educativos creados para el proyecto ADAPTA. Este proyecto forma parte de los trabajos del Centro Climático del Caribe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el cual se desarrolló en colaboración con agricultores y expertos en ciencias agrícolas de la Universidad de Puerto Rico y del Servicio de Extensión Agrícola.

Proyecto ADAPTA del Centro Climático del Caribe del USDA

ADAPTA tiene como propósito fortalecer la capacidad del sector agrícola y forestal de Puerto Rico y las Islas Vírgenes Americanas para adaptarse al cambio climático. Por medio de talleres demostrativos y vídeos educativos, el proyecto ADAPTA provee herramientas técnicas y tecnologías, que ayudan a reducir los impactos de eventos climáticos extremos en los cultivos y bosques tropicales. Los objetivos de ADAPTA son:

- Fortalecer la capacidad de los agricultores para prevenir, reducir y recuperarse de los efectos del cambio climático;
- Promover estrategias que ayudan a incrementar la productividad del sector agrícola a largo plazo;
- Facilitar el intercambio de información y de conocimientos entre productores e investigadores para identificar y difundir mejores prácticas de adaptación y mitigación.

El Centro Climático del Caribe para la Agricultura y Silvicultura Tropical es uno de los diez centros regionales de la red de Centros Climáticos del USDA y es parte del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal. Nuestros esfuerzos se enfocan en:

- Investigar y comunicar los efectos del cambio climático en la agricultura y los bosques de Puerto Rico e Islas Vírgenes de los Estados Unidos;
- Promover prácticas de sustentabilidad y conservación de recursos naturales como estrategias de adaptación y mitigación de riesgos climáticos;
- Colaborar con agencias estatales y federales, ONGs y universidades para desarrollar proyectos educativos y capacitaciones para el sector agrícola.

El USDA es un proveedor y empleador que ofrece igualdad de oportunidades y no se solidariza necesariamente con las expresiones vertidas en este informe. Toda investigación del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal se realiza en colaboración con la Universidad de Puerto Rico.

USDA

CARIBBEAN
CLIMATE HUB
for Tropical Forestry and Agriculture

Centro Climático del Caribe (USDA Caribbean Climate Hub)

Encuentre recursos y herramientas en nuestra página web o escríbanos a:
caribbeanclimatehub.org / caribbbeanclimatehub@gmail.com /
william.a.gould@usda.gov / eva.holupchinski@usda.gov
Teléfono: 787-764-7116
Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Río Piedras, Puerto Rico
El USDA es un proveedor y empleador que ofrece igualdad de oportunidades.

@CaribeHub

Retos para la agricultura en Puerto Rico ante el cambio climático y los eventos extremos

Durante el último siglo el planeta ha confrontado transformaciones climáticas a escalas globales y locales, que tienen repercusión directa sobre otros sistemas planetarios como lo son la distribución de la vegetación, los animales y los seres humanos. Estos cambios en su conjunto son conocidos como "el cambio climático", ya que se ha observado un aumento sistemático de las temperaturas, eventos de sequías récord, eventos extremos de lluvia y huracanes, entre otros.

Estos eventos representan un riesgo para la soberanía alimentaria de las poblaciones al amenazar directamente los sistemas agroalimentarios. Los pronósticos indican que estos eventos climáticos serán de mayor recurrencia e intensidad lo que impondrán mayores retos a la agricultura.

La agricultura moderna en las últimas décadas ha dedicado gran parte de sus esfuerzos al aumento de los rendimientos de los cultivos. Esto ha tenido un alto costo en la degradación de los suelos y la pérdida de sustentabilidad de los sistemas de producción. Este enfoque ha promovido la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera debido a la pérdida de carbono orgánico del suelo.

Se estima que la AGRICULTURA INDUSTRIAL MODERNA es responsable de cerca del

50%

de la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera en sus diferentes facetas.

("Food and climate change: the forgotten link, 2011)

Durante el siglo XX los suelos bajo un régimen de AGRICULTURA INDUSTRIAL perdieron alrededor del

30-75%

del carbono orgánico liberándose mayormente en forma de dióxido de carbono a la atmósfera y aportando al calentamiento global.

Se estima que actualmente del

25 al 40%

del exceso del carbono en la atmósfera se deriva de la degradación de los suelos.

("Food and climate change: the forgotten link, 2011)

La pérdida de carbono de los suelos ha impulsado su degradación. Esto resulta en una menor capacidad de infiltración, menor capacidad de retención de agua, menor fertilidad natural, mayor susceptibilidad a la erosión, la compactación y menor actividad biológica. Se propone en su lugar una visión agrícola que asigne igual importancia a la productividad, la restauración de los agroecosistemas degradados y la resiliencia.

Desarrollo de agroecosistemas resilientes

Llamamos agroecosistema a la integración de todo el entorno agrícola desde una perspectiva amplia. Bajo este concepto se incluyen los suelos con todas sus dinámicas biológicas, las plantas, todas las prácticas llevadas a cabo y las áreas circundantes a la finca junto con toda la biodiversidad asociada. El desarrollo de un agroecosistema resiliente incluye la integración de múltiples prácticas.

Como se muestra en la figura de abajo, podemos identificar **TRES ELEMENTOS ESENCIALES PARA FORTALECER LA RESILIENCIA DE UN AGROECOSISTEMA:**

1. **Diversidad vegetal**
2. **Complejidad del paisaje circundante**
3. **Manejo del agua y el suelo**

En la presente exposición estaremos abundando sobre el manejo de la materia orgánica y en la forma que los cultivos de cobertura contribuyen a mejorar la resiliencia de las fincas.

Factores determinantes en la resiliencia del agroecosistema. Diagrama obtenido en Altieri y Nicholls, 2013.

Componentes de un agroecosistema resiliente

1 Manejo del agua y el suelo

Consiste de la capacidad de los suelos fértiles y bien manejados de resistir eventos climáticos extremos. Esto puede ser resultado de un buen manejo de la materia orgánica del suelo y de la utilización de cultivos de cobertura.

2 Complejidad del paisaje circundante

El paisaje circundante puede brindar protección directa a los cultivos, pero también es una fuente de servicios ecosistémicos fundamentales en la recuperación del agroecosistema. Por ejemplo, contribuye en el amortiguamiento de las aguas de escorrentía, sirve de barrera física contra el viento y efectúa servicios de regulación natural de plagas y enfermedades.

3 Diversidad vegetal

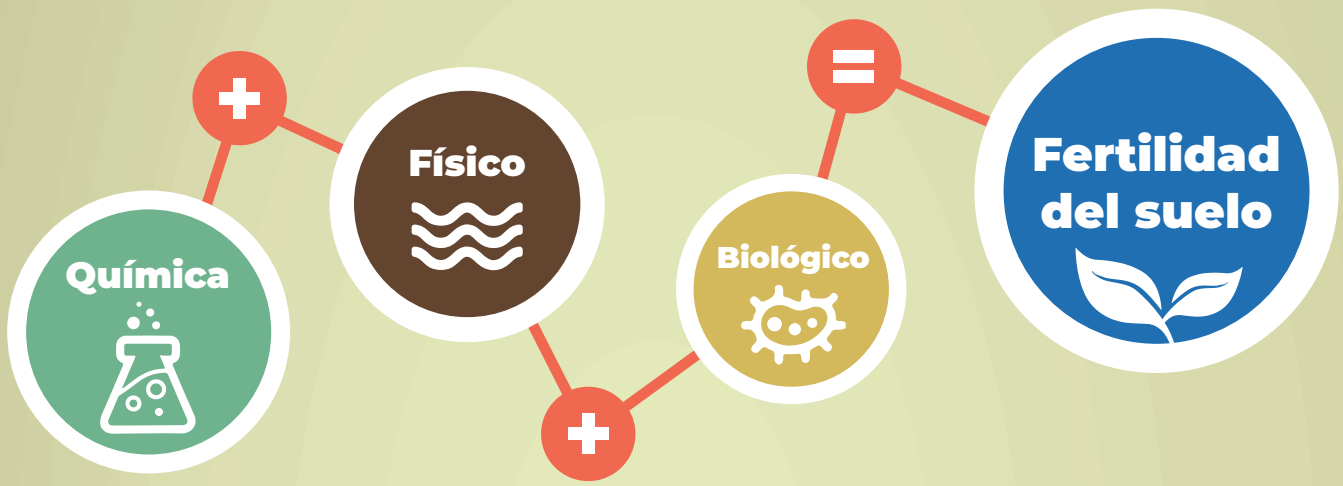
A mayor diversidad, mayor y más rápida es la recuperación. Las plantas menos afectadas compensan en crecimiento y producción por las más afectadas. Las siembras diversificadas tienen mayor probabilidad de resistir y reponerse a eventos extremos. Unos cultivos son más resistentes que otros a ciertos disturbios en particular. Por ejemplo, existen diferentes niveles de tolerancia a la sequía entre diferentes cultivos. Incluso, diferentes variedades dentro de un mismo cultivo exhiben diferentes niveles de tolerancia a eventos climáticos adversos como son las sequías y los altos niveles de humedad.

Integridad de los suelos

La fertilidad y la mayor parte de las propiedades agrícolas de un suelo yacen en la capa más superficial. A esta capa le llama comúnmente mantillo y se extiende a sólo unas pocas pulgadas de profundidad. En esta capa se concentra la materia orgánica y es donde ocurren la mayoría de las interacciones con la plantas y demás dinámicas biológicas. El manejo de la fertilidad del suelo debe otorgar igual importancia a las propiedades químicas, biológicas y físicas con la intención de desarrollar mayores niveles de resiliencia. Esto se logra a través de un manejo adecuado de la materia orgánica en el suelo.

Diagrama de un perfil típico de suelo donde el horizonte superior o mantillo representa la capa más importante pero también la más vulnerable a la degradación por viento y lluvia.

Visión integral de la fertilidad del suelo que contempla con igual importancia las propiedades químicas, físicas y biológicas.



Propiedades químicas - Entre las propiedades químicas más importantes se encuentran la concentración de nutrientes esenciales para las plantas, el pH y la cantidad y calidad de la materia orgánica.

Propiedades físicas - La propiedad física más importante es la estructura, la cual es determinada por la estabilidad de los agregados del suelo. Esta a su vez influencia la infiltración y retención del agua, la compactación y la susceptibilidad a la erosión, entre otras.

Propiedades biológicas - Incluye las funciones biológicas de los suelos que son llevadas a cabo por diferentes grupos funcionales de organismos y que son fundamentales para la fertilidad y la resiliencia de estos. Entre las funciones biológicas más importantes se encuentran: el reciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica, la fijación biológica de nitrógeno y la regulación de plagas y enfermedades. Estas funciones biológicas son desarrolladas por diversos grupos funcionales que incluyen microorganismos tales como: los hongos, las bacterias y los nemátodos e insectos y otros macroorganismos como las lombrices.

Fertilidad del suelo

Composta

La forma más efectiva para manejar la materia orgánica en el suelo, atendiendo integralmente las propiedades químicas, físicas y biológicas, es a través del uso de composta de alta calidad.

La composta es el resultado de la descomposición de materiales orgánicos a través de un proceso biológico dirigido. Una composta madura y estable es el producto de un proceso de compostaje adecuado. Esta representa un importante insumo a la agricultura ya que aporta a las propiedades del suelo de las siguientes maneras:

1 Propiedades químicas

- Añade nutrientes esenciales para las plantas
- Amortigua el pH del suelo hacia niveles neutrales
- Aporta materia orgánica rica en ácidos húmicos

2 Propiedades biológicas

- Crea las condiciones para una mayor actividad biológica balanceada
- Se añaden grupos funcionales beneficiosos al suelo
- Realiza una regulación natural de plagas y enfermedades

3 Propiedades físicas

- Mejora la estructura y estabilidad de agregados
- Mejora la infiltración y la retención de agua
- Promueve resistencia del suelo contra la erosión

Producción de composta

Ingredientes de la composta - Se estima que en Puerto Rico cerca del 52% de los materiales que llegan a los vertederos son desechos orgánicos potencialmente compostables. Existe una gran diversidad de ingredientes que se pueden utilizar para la producción de composta incluyendo los desechos de jardinería, los desechos de cocina, del supermercado, la madera triturada y el estiércol de animales, entre muchos otros.

El contenido nutricional de la composta resultante depende directamente del valor nutricional de los materiales originales utilizados en la misma. El tamaño de los ingredientes va a determinar la rapidez del proceso de compostaje y determinará el potencial de la composta para alcanzar altas temperaturas. Mientras más finos los materiales, más rápido será el proceso de descomposición y más fácilmente se lograrán alcanzar altas temperaturas.

Proceso del compostaje

El compostaje es un proceso mediado principalmente por microorganismos. Por esta razón, el manejo de la composta se basa en proveer las condiciones óptimas para el desarrollo de estos organismos.

Entre las labores más importantes del compostaje están la aireación y el mantener niveles adecuados de humedad. La aireación se logra de diversas formas de acuerdo al volumen de los materiales a compostar, pero consiste esencialmente en voltear el material para lograr la oxigenación del mismo.

Temperatura en la composta

Un proceso saludable de compostaje produce altas temperaturas en las etapas iniciales del proceso debido al aumento en la actividad biológica. La temperatura puede alcanzar 120-170° F. Conforme el material se vaya descomponiendo, estas temperaturas disminuyen naturalmente y la composta entra en una etapa de maduración donde otros grupos funcionales intervienen en la terminación del proceso.

Si la composta no alcanza altas temperaturas o estas disminuyen cuando aún los materiales se encuentren frescos, es posible que haya un problema de aireación o de humedad. En este caso se debe airear el material, añadir agua o promover el drenaje del material.

120-170°F

Alcanzar altas temperaturas durante varias semanas asegura:

1. Rapidez en el proceso
2. Ausencia de semillas de malezas en la composta final
3. Ausencia de plagas y enfermedades. Las altas temperaturas son capaces de inviabilizar la mayoría de las enfermedades más comunes así como degradar compuestos químicos tóxicos.

¿Cuándo está lista la composta?

Una composta madura ha terminado el proceso de descomposición, cuando es un material estable e inocuo para las plantas, con disponibilidad de gran parte de sus nutrientes y rico en ácidos húmicos. Es importante utilizar composta completamente madura en los cultivos. El utilizar composta inmadura puede resultar en problemas de crecimiento de las plantas.

Una composta madura debe tener temperatura ambiente. Una composta que se caliente ligeramente es muestra inmediata de que no ha terminado el proceso de descomposición y no debe utilizarse en las plantas. La apariencia debe ser homogénea, de color negro fino y sin presencia de materiales originales. Debe tener un olor a tierra húmeda de bosque.

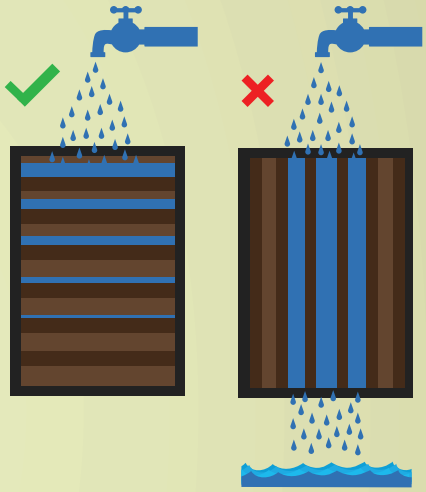
Termómetro de composta utilizado para monitorear el proceso biológico de descomposición.

Siembras al contorno

Un elemento fundamental para la preservación y la resiliencia del agroecosistema es el cuidado de la integridad del suelo en contra de la erosión que es causada por la lluvia. Una práctica indispensable para esto es el establecimiento de siembras y la creación de zanjas utilizando el contorno de la montaña. Esta práctica evita la erosión del suelo que es provocada por la lluvia de escorrentía y promueve la infiltración del agua.

Construcción de bancos utilizando el contorno de la montaña

La siembra en surcos o en bancos debe llevarse a cabo utilizando el contorno. En climas húmedos se recomienda dar una leve inclinación a las zanjas o a los bancos para permitir el movimiento lento del agua excesiva y así evitar el desbordamiento de las zanjas y la erosión que sería provocada.



Para medir el contorno se utiliza un instrumento en A o caballete que se calibra para medir el contorno perfecto (0%) o con una ligera inclinación, según sea necesario (como el mostrado en la figura abajo). El Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura Federal (NRCS) ofrecen asistencia técnica y dentro de sus servicios, realizan esta medición.

Para obtener asistencia técnica contacte a su oficina regional más cercana.

Construcción de caballete

PASO 1

El caballete puede ser construido de forma muy sencilla y con materiales de muy fácil acceso sin perder precisión. Los materiales necesarios para construir un caballete son: 1) tubo de PVC de 1.5 pulgadas de grosor y 10 pies de largo, 2) dos codos de PVC de 1.5 pulgadas, 3) nivel de hilo.

PASO 2

El nivel de hilo se fija a la arista horizontal de 5 pies con *plastic wraps*. Si las patas del caballete poseen la misma longitud, el caballete marcará curvas a 0% de inclinación, o sea, el contorno perfecto. Para lograr diferentes porcentajes de inclinación en el caballete hay que acortar la altura de alguna de las patas. Por ejemplo, si el caballete mide 5 pies de ancho (60 pulgadas) y entre las patas del caballete hay una diferencia de 1 pulgada, el caballete mide curvas de 1.6% (1/60*100). De esta forma podemos construir caballetes con el porcentaje de inclinación que prefiramos.

Caballete de construcción casera utilizando tubo PVC de 1.5 pulg y nivel de hilo.

Referencias

Altieri; Nicholls. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. Agroecología. 8 (1): 7-20.

Earth matters - Tackling the climate crisis from the ground up. Grain.org. (2009). Retrieved 10 March 2020, from https://www.grain.org/en/article/735-earth-matters-tackling-the-climate-crisis-from-the-ground-up#_ref.

Food and climate change: the forgotten link. Grain.org. (2011). Retrieved 10 March 2020, from https://www.grain.org/article/entries/4357-food-and-climate-change-the-forgotten-link#_ftn1.

Gould, WA, Díaz EL, Álvarez-Berríos NL, Aponte-González F, Archibald W, Bowden JH, Carrubba L, Crespo W, Fain SJ, G. González G, A. Goulbourne A, E. Harmsen E, E. Holupchinski E, Henareh Khalyani A, Kossin J, Leinberger AJ, Marrero-Santiago VI, Martínez-Sánchez O, McGinley K, Méndez-Lázaro P, Morell J, Oyola MM, Parés-Ramos IK, Pulwarty R, Sweet WV, Terando A, Torres-González S. 2018: U.S. Caribbean. In Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II [Reidmiller DR, Avery CW, Easterling DR, Kunkel KE, Lewis KLM, Maycock TK, Stewart BC (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, pp. 809-871. doi: 10.7930/NCA4.2018.CH20.

Gould WA, Fain SJ, Pares-Ramos IK, McGinley K, Perry A, Steele RF. 2015: Caribbean Regional Climate Sub Hub Assessment of Climate Change Vulnerability and Adaptation and Mitigation Strategies, United States Department of Agriculture, 67 pp.