PROYECTO ADAPTA

MANEJANDO LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA:

USO EFICIENTE DEL AGUA, CONTROL DE PLAGAS Y DIVERSIDAD DE CULTIVOS

USDA
FOREST SERVICE U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
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.; Reyes-Díaz, M.; Soto-Bayó, S.; Gould, W. 2020. Manejando la variabilidad climática: Uso eficiente del agua, control de plagas y diversidad de cultivos. 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 agradece al Proyecto Agroecológico el Josco Bravo, a la Lcda. Laura Arroyo Lugo, a la Lcda. Marinelly Valentín 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 está diseñada para el uso de 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 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 y de las 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

La agricultura regenerativa

Ciertas prácticas de la agricultura no sustentable pueden resultar en la explotación de recursos, especialmente del suelo y el agua que son los pilares esenciales para el desarrollo de cultivos para el consumo humano.

El uso no sustentable del recurso suelo se traduce en erosión, pérdida de estructura, baja infiltración y almacenamiento de agua, pérdida de materia orgánica, destrucción de funciones biológicas y promueve una mayor dependencia de insumos externos.

En los últimos años se ha generado una conciencia de conservación de recursos y con esto llegan las prácticas de manejo sostenible. Si consideramos la condición actual de los recursos naturales, la sostenibilidad no es suficiente.

Tenemos que pensar y actuar en términos de restauración para devolverle la integridad a gran parte de los suelos que se han degradado a lo largo de las décadas de manejo inadecuado.

> **La agricultura restaurativa es un diseño intencionado de ecosistemas agrícolas productivos que siguen los modelos de los ecosistemas naturales.**
>
> **Shepard 2013**

> **Se esperan más días secos al año, mayor potencial de sequías prolongadas, y eventos de precipitación extrema en la temporada de lluvias, aumentando el potencial de inundaciones.**
>
> **Khalyani 2016**

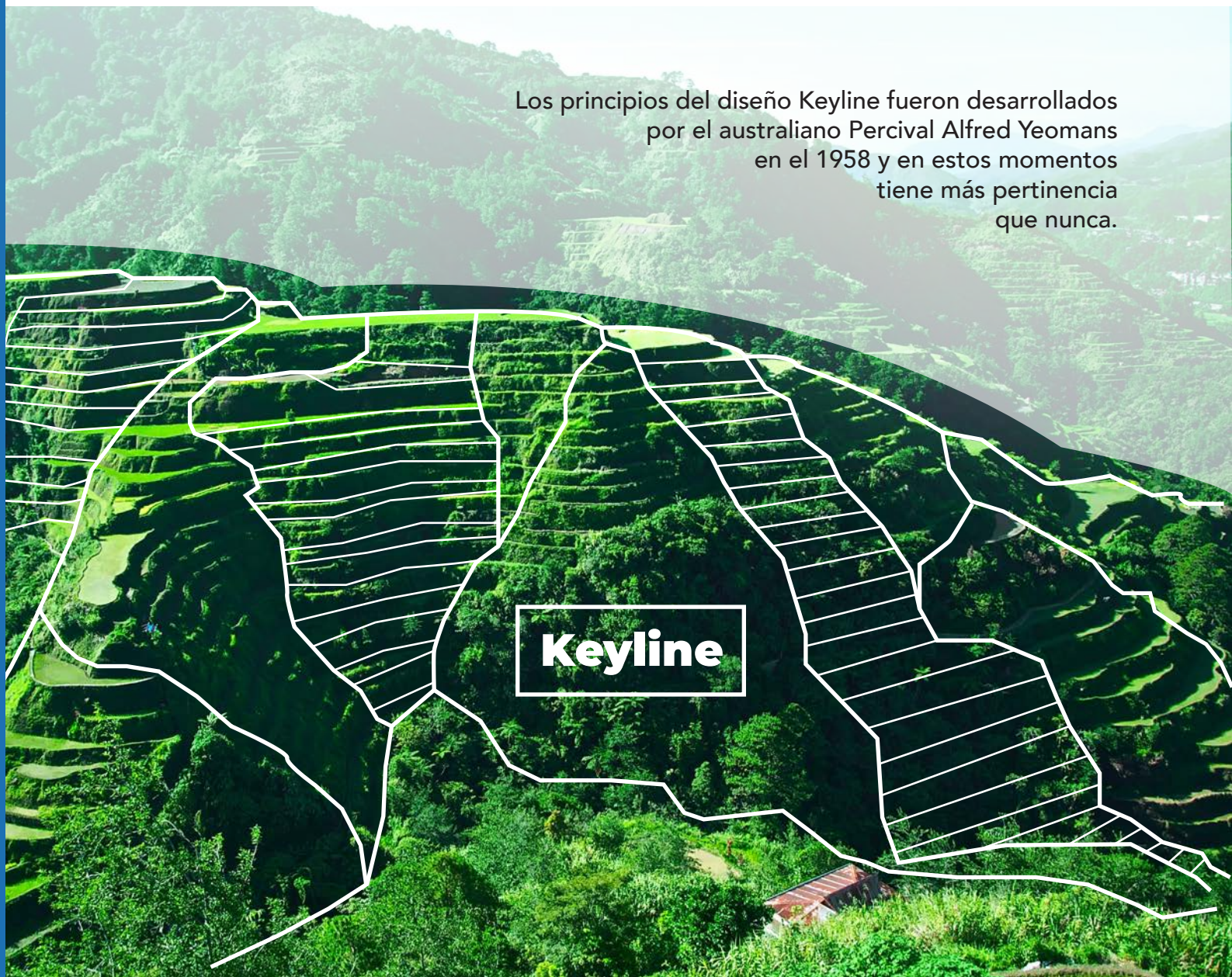
Es imperativo que implantemos técnicas agrícolas para la restauración de los suelos y sobre todo, para el manejo de eventos extremos de lluvias y sequía. Existen diversas estrategias de diseño, planificación y modificación del paisaje agrícola con el fin de un manejo óptimo del agua y suelo, así como para la construcción de un agroecosistema resiliente y capaz de enfrentar los retos del cambio climático.

Algunas de estas metodologías lo son el sistema Keyline para el manejo del agua, diseño inteligente de rotaciones y asociaciones de cultivos y selección de cultivos resistentes.

Keyline

“El sistema Keyline utiliza todas las estrategias disponibles para capturar hasta la última gota de lluvia que cae en la finca, y lograr bajar la velocidad de la misma en el paisaje, esparcirla hasta la cresta de las montañas donde se necesita que se absorba, y almacenar el exceso en el suelo, charcas y tanques, y finalmente, el aumento en rendimiento de plantas y animales (Shepard, 2013).”

Los principios del diseño Keyline fueron desarrollados por el australiano Percival Alfred Yeomans en el 1958 y en estos momentos tiene más pertinencia que nunca.



Pasos para la implementación del diseño Keyline en nuestros predios

1. Clima

Es sumamente importante que tengamos presente cómo son los patrones del clima en la finca y cuál ha sido el evento histórico de lluvia más significativo en el área. De esta manera nos preparamos para el evento más difícil.

2. Topografía

Necesitamos poder identificar ese punto clave de cambio en la topografía de nuestro terreno. Comprender la topografía permite poder identificar las áreas más apropiadas, ubicación y forma de nuestra siembra.

3. Zanja

Se realizan teniendo presente el tipo de suelo y el evento de lluvia más significativo. Este evento determinará el ancho y la profundidad de la misma. En áreas con muchos eventos de lluvia se pueden realizar con 1˚ de inclinación para llevar el agua a un área de almacenaje, o bien a 0˚ de inclinación para retenerla en el área y que penetre al suelo por percolación.

4. Punto clave (punto de inflexión)

Es el punto donde ocurre el cambio en inclinación. Este punto permite la construcción de zanjas, pequeñas represas o diques para la conducción de agua a través de toda la finca. Dependiendo del tipo de suelo y las condiciones del clima en el área, se puede precisar si ese *keypoint* que determina el Keyline tendrá una inclinación de 0˚ o 1˚.

5. Arado Yeomans

Este tipo de arado se trabaja al contorno del sistema Keyline, a través de la finca o predio. El arado Yeomans no sólo permite la retención de agua en el suelo, sino que también promueve la restauración de la fertilidad del suelo. Esta práctica ayuda en la construcción del subsuelo, dado que lo transforma en *topsoil* mediante un aumento en la aireación, la acumulación de materia orgánica y la penetración del agua. Este tipo de arado está diseñado especialmente para el desarrollo del suelo, pues promueve que las plantas tengan un mejor sistema radicular.

Qué obtenemos con el sistema Keyline

1 Manejo de aguas en la finca

- Se disminuye el impacto de la lluvia al suelo
- Retiene las aguas en charcas temporeras
- Posibilidad de desarrollo de charcas permanentes
- Disminución en el consumo de riego
- Promueve la construcción de suelo
- Provee espacio para aumento de vida silvestre y microorganismos
- Mejor retención de agua en el suelo

2 Regeneración de suelo

- Mejora la estructura del mismo
- Incremento en la capacidad de absorción de agua
- Incremento en microorganismos beneficiosos
- Construcción de mantillo en el subsuelo
- Aumento de nutrientes
- Fácil disponibilidad de los recursos para las plantas

Diseño agroecológico para el manejo de plagas

En ecosistemas naturales y agroecosistemas saludables, generalmente existen dinámicas biológicas que promueven la regulación natural de plagas y enfermedades. Esto es debido a la interacción entre diferentes grupos funcionales de organismos que evitan, en el caso de los cultivos, el brote de plagas y enfermedades. Por ejemplo, en el caso de los insectos, estas dinámicas surgen de la interacción entre insectos herbívoros, depredadores, parasitoides y descomponedores.

Existen diversas prácticas agrícolas que potencian el desarrollo de agroecosistemas saludables capaces de generar una autorregulación de plagas y enfermedades y, a la misma vez, hacer un uso más eficiente de los recursos. De esta forma, producimos sistemas más sustentables y menos dependientes de insumos externos.

Rotación de cultivos

La rotación de cultivos consiste en alternar en el tiempo diferentes cultivos que difieran en demandas nutricionales, sistemas radiculares, tipo de vegetación y susceptibilidad a plagas y enfermedades.

El propósito de esta práctica es disminuir la incidencia de plagas y no sobre explotar las reservas nutricionales del suelo. Cuando no rotamos los cultivos y en su lugar repetimos los mismos cultivos o cultivos emparentados, podemos crear las condiciones para la promoción de ciertas plagas y desgastar las reservas de nutrientes del suelo.

La agricultura moderna en las últimas décadas ha dedicado gran parte de sus esfuerzos al aumento del rendimiento 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 también la acumulación de gases de efecto de invernadero en la atmósfera debido a la pérdida de carbono orgánico del suelo.

Ejemplo de rotación de cultivos

Factores a considerar a la hora de diseñar una rotación de cultivos:

1. Alternar plantas con diferentes sistemas radiculares lo cual favorece que se haga una extracción uniforme de nutrientes del suelo (ej. raíces pivotantes y raíces fibrosas)

2. Equilibrio entre plantas de alta extracción (incluir leguminosas)

3. Uso de variedades adaptadas

4. Buscar una secuencia de cultivos en la que se alternen plantas de varias familias botánicas. Ejemplo:
   - Cucurbitáceas (pepinillo, calabaza, melón, calabacín, etc.)
   - Solanáceas (tomate, berenjena, pimiento, ají, etc.)
   - Crucíferas o brásicas (repollo, brócoli, bok choi, nabo, etc.)

5. Mientras mayor biodiversidad, más estabilidad

6. Se ha documentado el beneficio de sembrar diferentes variedades de un mismo cultivo en el predio

Asociación de cultivos

La asociación de cultivos consiste en la producción de dos o más cultivos simultáneamente en el terreno para promover el aprovechamiento máximo del espacio y la fertilidad, la conservación de la humedad y protección del suelo, la disminución en tareas de desyerbo, el aumento en la productividad entre otros beneficios.

Consideraciones a la hora de establecer rotaciones de cultivos:

1. Determinar un cultivo principal
2. Subordinar todas las labores del cultivo secundario a las labores agrotécnicas del cultivo principal
3. Que el cultivo asociado tenga porte diferente al cultivo principal
4. Asociar plantas de diferentes familias y que no sean susceptibles a las mismas plagas
5. Que el ciclo de cosecha de cultivo asociado sea menor que el cultivo
6. Compatibilidad en demanda de agua

Tres hermanas

Una de las asociaciones de cultivos más emblemática que existe es la llamada "Tres hermanas". Consiste en la asociación de maíz, calabaza y habichuela o frijol en el mismo espacio de siembra. Estas cumplen todos los requisitos de una buena asociación de cultivos porque:

Pertenecen a diferentes familias: Cucurbitácea, Gramínea y Leguminosa

1

2

Tienen diferencias en su ciclo de cosecha. Esto permite que cada planta se desarrolle sin problemas aprovechando al máximo el espacio pero sin representar problemas de competencia para los otros cultivos asociados. Primero cosechamos las habichuelas o frijoles, luego el maíz quedando el espacio libre para el pleno desarrollo de la calabaza.

3

Poseen diferentes portes: rastrero (calabaza), erecto (maíz), arbustivo/trepador (habichuelas). Esto permite explorar diferentes nichos ecológicos sin representar competencias entre ellas.

Selección de variedades

Uno de los factores más importantes para el desarrollo de agroecosistemas saludables y resilientes es la selección de las variedades más adaptadas a las condiciones particulares de nuestro entorno.

Dentro de cada cultivo existen múltiples variedades con características divergentes, entre ellas la adaptabilidad a condiciones climáticas y, la susceptibilidad a plagas y enfermedades.

El hecho de comenzar con variedades no adaptadas disminuye la sustentabilidad del agroecosistema y aumenta la dependencia de insumos externos requeridos para compensar, por la susceptibilidad de los cultivos no adaptados.

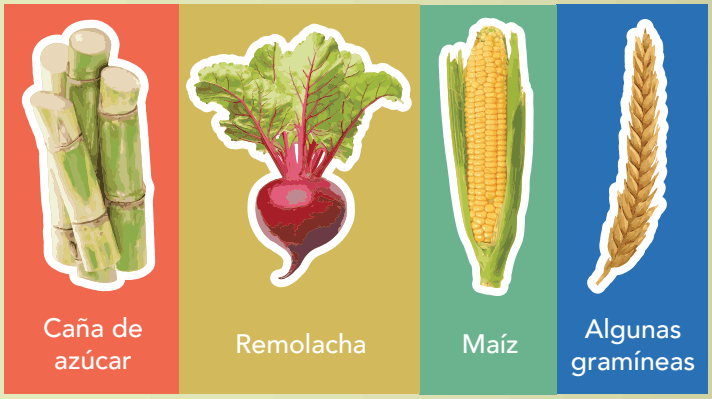
Cada variedad dentro de cada cultivo posee una capacidad adaptativa particular a condiciones de calor, humedad, suelos, fertilidad y ataque de plagas y enfermedades. Información sobre características adaptativas de los cultivos se pueden encontrar en conjuntos tecnológicos, compañías dedicadas a la venta de semillas, en el conocimiento popular y en ocasiones nos toca desarrollar ensayos de variedades.

Para realizar un ensayo de variedades es importante desarrollar un conjunto de criterios que queremos evaluar. Una característica interesante que usualmente es de gran importancia para la selección de variedades de vegetales en el Caribe, es la adaptabilidad al calor. Se pueden realizar varios ciclos de ensayos y mantener aquellas variedades que tengan los resultados superiores en los criterios evaluados.

Más allá de la variabilidad adaptativa entre variedades de un mismo cultivo, existen grandes grupos de plantas que debido a particularidades en su metabolismo, son inherentemente más resistentes a ciertas condiciones.

Este es el caso del metabolismo C4. Las plantas con metabolismo C4 tienen mayor resistencia a sequías y altas temperaturas a diferencia de las plantas C3. Los cultivos con metabolismo C4 son una posibilidad adicional a considerar en regiones áridas con limitación en riego.

Algunos ejemplos de plantas C4 son:



Ensayo de variedades de lechuga para tolerancia a calor.

Referencias

- Gras E. Cosecha de agua y tierra: diseño con permacultura. Olba, Teruel: Ediciones Eco Habitar; 2012.

- Keyline Design. (accessed 2018 Mar 9). https://francine-burghoorn.square space.com/key-line-soil-biology

- Khalyani A.H., Gould W.A., Harmsen E., Terando A., Quiñones M., Collazo J.A. Climate Change Implications for Tropical Islands: Interpolating and Interpreting Statistically Downscaled GCM Projections for Management and Planning. 2016;55(2):265–282.

- Shepard M. Restoration agriculture: Real-world permaculture for farmers. Austin, TX: Acres U.S.A.; 2013.