Extensión de Temporada para Horticultores

Una publicación de ATTRA—Servicio Nacional de Información de Agricultura Sustentable–800-411-3222–*www.attra.ncat.org/espanol*

Por Janet Bachmann
Especialista en Agricultura de NCAT

Traducido por Pamela Wolfe, Especialista en Agricultura de NCAT

© 2005 NCAT en Inglés
© 2012 NCAT en Español

Resumen: Los horticultores pueden cultivar todo el año con técnicas de extensión de temporada. Prácticas culturales, mantillos plásticos, cobertores de hileras, y túneles bajos proveen a los agricultores productos de alta calidad tanto temprano como tarde en la temporada, que pueden capturar más mercados y demandar precios más altos. Túneles altos o casas túnel, que son esencialmente invernaderos no calefaccionados, han cobrado un creciente interés alrededor del país en los últimos 10 años. Hoy en día, muchos agricultores consideran las casas túnel esenciales para el éxito de sus huertos comerciales; son el foco de proyectos de investigación, talleres, y nuevos manuales. Esta publicación describe técnicas de extensión de temporada y provee fuentes de equipos, provisiones, e información adicional.

Contenidos

Prácticas Culturales...2

Plasticultura para la Extensión de Temporada.....8

Economía de la Extensión de Temporada.....23

Recursos en Español.....24

Recursos en Inglés.....25

Referencias 29

Introducción

Los horticultores usan una variedad de técnicas para extender la temporada de producción. Debido a que la extensión de temporada tiene una larga historia, las técnicas actuales combinan redescubrimiento e innovación. A lo largo de los siglos los horticultores han aprendido a usar los materiales disponibles para producir cultivos más temprano en la primavera, producir cultivos de climas fríos en el verano, mantener la producción una vez entrado el otoño, e incluso cosechar cultivos en el invierno. Métodos que han prevalecido en el tiempo incluyen marcos fríos calentados con abono, paredes de mampostería o mantillos de piedras como fuentes de calor, y campanas (campanas tipo jarros de vidrio) para proteger plantas individuales.

Mejoramientos en la calidad del vidrio fueron buenas noticias para extensores de temporada de los siglos XVIII y XIX. (Ashton, 1994) Más recientemente, la plasticultura (uso de plásticos en agricultura) ha extendido enormemente las posibilidades de producción a lo largo del año. Mantillos de película plástica, riego por goteo, cobertores de hileras, túneles bajos, y túneles altos o casas túnel, ayudan a proteger los cultivos del clima. El uso de plástico en la producción hortícola ha aumentado dramáticamente en la última década. Los túneles altos están brotando a lo largo del país, a medida que más y más horticultores los ven como esenciales para sus operaciones.

Túneles altos protegen cultivos de alto valor. Foto de Janet Bachmann

Los beneficios de producir todo el año incluyen ingresos todo el año, retención de antiguos clientes, ganancia de nuevos clientes, y precios más altos en los momentos del año en que otros productores locales (que sólo tienen cultivos sin protección) no tienen productos para ofrecer.

El Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sustentable de ATTRA es administrado por el Centro Nacional para la Tecnología Apropiada (NCAT) y financiado por una subvención del Servicio de Negocios y Cooperativas Rurales del USDA. Visite el sitio Web de ATTRA, www.ncat.org/espanol, para más información sobre nuestros proyectos en la agricultura sustentable.

Publicaciones Relacionadas de ATTRA

Consejos para vender a Restaurantes

Consejos para vender a Tiendas de Abarrotes

Consejos para vender a través de CSAs - Agricultura Apoyada por la Comunidad

Consejos para vender en Mercados de Productores

Consejos para vender a Restaurantes

Fresas: Producción Orgánica

Jardinería Comercial: Consideraciones para Producción de Frutas y Verduras

Nuevos Mercados para Su Cosecha

Planeando la Plantación de Vegetales para una Cosecha Continua

Producción Orgánica de Lechugas de Especialidad y Verduras para Ensalada

Otros potenciales beneficios de la tecnología de extensión de temporada son rendimientos más altos y mejor calidad. Además, con producción a lo largo del año usted puede proveer empleo extendido o durante todo el año a trabajadores capacitados que de otra manera usted perdería en manos de otros negocios al final de la temporada de crecimiento al aire libre. Las desventajas incluyen que no hay descanso en la agenda de trabajo anual, mayores demandas administrativas, mayores costos de producción, y problemas con el desecho de plásticos.

Eliot Coleman, un horticultor de Maine que utiliza varias técnicas para producir vegetales a lo largo del año, resume la contribución que la extensión de temporada hace a la sustentabilidad.

> … para lograr una real diferencia en la creación de un sistema de alimentos locales, los productores locales deben ser capaces de continuar proveyendo alimento "fresco" en los meses de invierno… [y] hacerlo sin aumentar nuestros gastos, o nuestro consumo de recursos no renovables, en forma exagerada. (Coleman, 1995)

La información en esta publicación y en los materiales listados en **Recursos Adicionales** pueden ayudarle a analizar los beneficios y costos de implementar técnicas de extensión de temporada en su granja.

Prácticas Culturales

Casi todas las plantas se benefician del calor temprano y tarde en la temporada. Muchas técnicas culturales pueden modificar el microclima en el que se cultiva un cultivo, sin utilizar estructuras o cobertizos, pero algunas de estas técnicas requieren una planificación a largo plazo.

Selección del Sitio

La selección de la ubicación de la huerta es muy importante en la producción de cultivos de estación extendida. El aire frío, que es más pesado que el aire cálido, tiende a juntarse en valles en las noches frías, limitando la temporada de crecimiento en aquellas áreas. En áreas de relativa baja altura, un sitio de mayor altura a sólo unas millas puede fácilmente tener una estación de crecimiento 4 a 6 semanas más larga. Un sitio en la cima de una colina, con drenaje de aire hacia el valle inferior, es ideal en lugares en que la extensión de temporada es una consideración importante. (En áreas más montañosas, la temperatura cae a medida que la altura aumenta.)

En estados del norte, los terrenos con un área que mira hacia el Sur son la mejor opción para cultivos tempranos, ya que las laderas que miran hacia el sur se calientan más rápido en la primavera. Más aun, mientras más perpendicular esté esta ladera sur al ángulo de la luz, más rápido se calienta.

Laderas que miran hacia el sur pueden no ser ventajosas en el sur de los Estados Unidos, donde la tierra puede ser superficial, pobre en fertilidad, y baja en materia orgánica acumulada. Si se debe elegir entre un aspecto más soleado y calidad nativa del suelo, la última gana, especialmente en el sur, donde los inviernos y primaveras tempranas no son tan fríos como en el norte.

Suelos y Contenido de Humedad

Los suelos pueden afectar la temperatura debido a que su capacidad de acumular y conducir calor varían, dependiendo en parte de la textura del suelo. Generalmente, cuando están secos, los suelos arenosos y de turba no conservan ni conducen calor tan eficazmente como los suelos arcillosos. Como resultado, hay un mayor rango de temperatura diaria en la superficie de suelos livianos que en suelos más pesados, y la temperatura mínima de la superficie es menor. Suelos más oscuros por lo general absorben más luz solar que suelos más claros, y también almacenan más calor. En consecuencia, áreas con suelos más claros (y sin cobertura de tierra) son más propensos al daño por heladas. (Snyder, 2000)

Los suelos desnudos absorben e irradian más calor que suelos cubiertos con vegetación. A pesar de que la energía irradiada ayuda a proteger en contra de las heladas, los cultivos de cobertura proveen muchos otros beneficios. Segar para mantener la cobertura corta provee una solución.

Máquinas de Viento de Orchard-Rite Ltd. protegen los cultivos de las heladas, y en conjunto con Agri-coolTM System protege los cultivos de manzanas de climas calurosos.
Foto cortesía de Orchard-Rite, Ltd.

Además, suelos húmedos absorben e irradian más calor que suelos secos, porque el agua almacena una considerable cantidad de calor. Para maximizar este efecto, el contenido de agua en el pie superior del suelo, donde ocurren la mayoría de los cambios de temperatura, debe ser mantenida cercana a la capacidad de campo. (Snyder, 2000)

Riego

Aspersores en altura, surcos, y riego por goteo pueden ser usados para proteger los cultivos de las heladas. Los aspersores se encienden cuando la temperatura alcanza los 33°F. Cuando el agua toma contacto con las plantas, comienza a congelarse y libera calor. El hielo actúa como un aislante a medida que se forma alrededor de las ramas, enredaderas, hojas o yemas. A pesar de que el nivel de protección es alto, y el costo es razonable, existen numerosas desventajas. Si el sistema falla en medio de la noche, el riesgo de daño puede ser muy alto. Algunas plantas no pueden aguantar la carga de hielo. Se requieren grandes volúmenes de agua, grandes cañerías, y grandes bombas. Sin embargo, el agua guiada a un terreno a través de riego por goteo o por surcos puede mantener las temperaturas lo suficientemente altas sin aquellos riesgos. (Evans, 1999; Snyder, 2000)

Estufas de Chimenea y Máquinas de Viento

Estufas de chimenea que queman kerosén u otros combustibles se colocan entre las vides o huertos para producir humo. El humo actúa como un cobertor que impide que el aire tibio se aleje del suelo. El humo es también una fuente significativa de contaminación del aire, y las estufas de chimenea rara vez se usan hoy en día. (Atwood and Kelly, 1997) Hoy en día, el uso de calefactores a gas y aceite para controlar las heladas generalmente se realiza en conjunto con otros métodos, tales como máquinas de viento, o como calor de borde (dos o tres hileras en el lado contrario al viento) con sistemas de regadores por debajo de los árboles. (Evans, 1999; Geisel y Unruh, 2003; Snyder, 2000)

Los productores de flores de corte de especialidad Pamela y Frank Arnosky en Texas tienen mucha experiencia lidiando con amplias fluctuaciones en temperatura, y en un artículo reciente ellos describen varios métodos para proteger cultivos de alto valor. Ellos dan esta descripción de máquinas de viento.

> El aire frío es más pesado que el aire cálido, y en una noche tranquila, el aire frío se va a meter bajo el aire cálido, y fluir cerro abajo. Esto es lo que sucede cuando las personas dicen que usted tiene un "bolsillo helado". A medida que el aire frío se mueve cerro abajo, queda atrapado en valles y áreas bajas. Incluso una hilera de árboles puede retener aire frío en un bolsillo. A menos que su granja sea perfectamente plana, usted probablemente va a tener un bolsillo helado en alguna parte y puede evitar problemas

Los cortavientos disminuyen la evaporación, el daño por el viento, y la erosión del suelo, y proveen hábitat para enemigos naturales de las plagas de los cultivos. Foto: NRCS

plantando esa área más tarde en la primavera, o con plantas resistentes.

A medida que el aire helado se va hacia abajo, el aire cálido sube, y se asienta en una capa justo por sobre el terreno como una "capa de inversión". Este es un fenómeno interesante que ocurre en noches perfectamente tranquilas. La capa de inversión puede ser muy cálida, y por lo general no está lejos del suelo…

En operaciones de grandes huertos, usted por lo general va a ver ventiladores gigantes en torres ubicadas entre los árboles. Estos ventiladores están ahí para tomar ventaja de la zona de inversión atrapada. Ellos mezclan el aire superior cálido y previenen que el aire frío se quede entre los árboles. Son muy costosos, pero también lo es perder un cultivo. Ventiladores como éstos sólo funcionan en una helada quieta y radiativa. (Arnosky, 2004)

Más información acerca de máquinas de viento está disponible a través de los contactos listados bajo **Recursos Adicionales**.

Cortavientos

Los cortavientos disminuyen la evaporación, el daño por el viento, y la erosión del suelo, y proveen hábitat para enemigos naturales de las plagas de los cultivos. También son un componente importante de la extensión de temporada, ayudando a crear microclimas protegidos para cultivos tempranos. Los cortavientos deben colocarse perpendiculares (atravesados) a la dirección del viento predominante a inicios de temporada. (Hodges and Brandle, 1996) Se pueden utilizar hileras pre-existentes de árboles, pero elija cuidadosamente los árboles cortavientos, para que la sombra, competencia por agua y nutrientes, y refugio para plagas de plantas no se conviertan en un problema.

Cultivos de cobertura de granos pequeños sembrados en el otoño (centeno, cebada, trigo de invierno) pueden servir como cortavientos la siguiente primavera; al arar, se dejan bandas en pie de 30 a 40 pies de altura y se cortan o aran cuando ya no se necesitan. Cada banda debe ser del ancho de una barrena de grano pequeño (ancho de 10 a 12 pies). Sin embargo, granos pequeños de invierno pueden ser demasiado bajos como para actuar como cortavientos efectivo para los cultivos de primavera tempranos. Aplicar compost a la superficie (sin incorporarlo) va a asegurar un cultivo fuerte, sano y productivo. Otra opción es plantar cortavientos de pastos perennes que van a mantener la protección a través del invierno y temprano en la primavera.

Estas son sólo guías generales; la experimentación y adaptación son necesarias para encontrar la mejor solución a una situación en particular. Otros cortavientos incluyen cercos de nieve, materiales comerciales para cortavientos, pilas de malezas, paredes de piedras, líneas viejas de cercos, arbustos, zarzamoras, e incluso plantaciones que crecieron en exceso. En todo caso, no se debe permitir que los cortavientos interfieran con el drenaje de viento ladera abajo y deben permitir una cierta circulación para prevenir el atascamiento de aire en bolsillos helados. (Lamont, 1996; Hodges y Brandle, 1996)

Selección de Cultivar

La selección del cultivar es importante para la producción temprana del cultivo. El número de días desde la plantación hasta la madurez varía de cultivar en cultivar, y algunos cultivares germinan mejor en suelos fríos. Fechas intercaladas de plantación se pueden combinar con el uso de cultivares, ampliando el rango de fechas de maduración para extender en gran cantidad la temporada de cosecha para cualquiera de los cultivos. Los cultivares de maduración temprana son muy importantes en lo que concierne a mercado temprano, a pesar de que en muchos casos el tamaño del producto va a ser más pequeño. Algunos cultivares de maduración tardía también tienen mejores cualidades comestibles y rendimientos que cultivares tempranos. Información acerca de variedades adaptadas a su área está disponible de productores locales, catálogos de semillas, revistas comerciales agrícolas, Extensiones Cooperativas, y recursos listados al final de esta publicación.

Sombra

A pesar de que la extensión de temporada por lo general trae a la mente una imagen de protección de los cultivos del frío, la modificación de temperaturas a mediados del verano también puede ser importante. La sombra sobre una cama puede crear un microclima fresco que va a prevenir la floración y la amargura en cultivos sensibles al calor como lechuga y espinaca, haciendo posible producir cultivos de climas cálidos en áreas con veranos extremadamente calurosos, y acelerar la germinación de cultivos de otoños fríos. Algunos productores proveen sombra para refrescar al producir enredaderas tales como calabazas en paneles de ganado o marcos similares colocados sobre las camas. Tela sombreadora, disponible en compañías de provisiones para invernaderos y jardines, puede ser fijada sobre arcos en el verano para disminuir las temperaturas del suelo y proteger los cultivos del daño causado por el viento, quemaduras por el sol, y secado. El colocar las plantas bajo un 30 a 50% de sombra a mediados del verano puede disminuir la temperatura de la hoja en 10°F o más. (Bartok, 2004)

Brett Grohsgal, quien es copropietario de la granja Even' Star Organic Farm junto con su esposa, Dr. Christine Bergmark, en el sur de Maryland, dice que el conservar semillas y el manejo genético son clave en su sistema de cultivos de invierno. Ellos comenzaron con semillas compradas, pero después de años de cuidadosa selección y conservación de semillas, ellos tienen su propia provisión de semillas para cultivos adaptados a su duro clima de invierno local. (Grohsgal, 2004)

Telas sombreadoras comerciales se diferencian de acuerdo a la cantidad de luz solar que bloquean. Para vegetales como tomates y pimientos, use una tela que provea 30% de sombra en áreas con veranos muy calurosos. Para lechuga, espinaca, y cultivos de col, use 47% en áreas calurosas y 30% en climas nortinos o costeros. Use 63% para plantas que prefieren sombra. (La densidad máxima de sombra — 80% — usualmente se usa sobre patios y cubiertas para enfriar a la gente y a las plantas). (Peaceful Valley, 2004) Vea la publicación de ATTRA Producción Orgánica de Lechugas de Especialidad y Verduras para Ensalada para más información sobre la producción de lechugas en clima caluroso. Casas sombreadoras también pueden proveer protección contra heladas para plantas perennes y hierbas durante el invierno. La temperatura al interior puede ser 20°F superior que la exterior. (Bartok, 2004)

Silver Tufbell de provisiones para granjas Peaceful Valley Farm Supply es una alternativa a telas sombreadoras especialmente diseñada. Está impregnada con aluminio terminado en plata para un reflejo de alta luminosidad, así como también de calor infrarojo. En combinación con un tejido estrecho, otorga un 45% de sombra durante el día, pero refleja calor al cultivo durante la noche. Silver Tufbell es ideal para cultivos sensibles al sol y al calor. La superficie reflectante también evita que muchas plagas, en

Tabla 1. Secuencias de Plantación Primavera-Otoño para Carolina del Norte	
Por favor note que cultivos de la misma familia nunca se suceden unos a otros en el mismo terreno o cama en el mismo año. La misma regla se aplica a secuencias de cultivos triples.	
PRIMAVERA	**OTOŃO**
Pimientos	Calabazines, pepinos, o cultivos de coles
Tomates	Calabazines, pepinos, o cultivos de coles
Calabacín (zapallito)	Tomates o cultivos de coles
Berenjena	Calabazines
Pepinos	Tomates
Melón (Cucumis melo)	Tomates
Sandías	Tomates
Melones Honeydews	Tomates
Cultivos de Coles	Calabazines, calabazas, melones, o tomates
Coliflor	Calabazines, calabazas, melones, o tomates
Porotitos verdes	Calabazines, calabazas, melones, o tomates
Arvejas del Sur	Calabazines, calabazas, melones, o tomates
Lechuga	Calabazines, calabazas, melones, o tomates
Maíz Dulce	Calabazines, tomates, o pepinos
Fresas	Tomates, calabazines, pepinos, o calabazas
(Sanders, 2001)	

La Tabla 1 muestra ejemplos de secuencias de plantaciones dobles en Carolina del Norte. (Sanders, 2001)

Tabla 2. Ejemplos de Secuencias de Cultivos Triples		
PRIMAVERA	**VERANO**	**OTOŃO**
Cultivos de coles	Calabazines	Tomates
Lechuga	Pepinos	Tomates
Maíz dulce	Pepinos	Tomates
(Marr y Lamont, 1992)		

La Tabla 2 muestra ejemplos de secuencias de cultivos triples adecuados para la plasticultura en Kansas. (Marr y Lamont, 1992) Para información relacionada, diríjase a la publicación de ATTRA Planeando la Plantación de Vegetales para una Cosecha Continua.

especial moscas blancas (whiteflies) y áfidos, alcancen los cultivos. (Peaceful Valley, 2004)

Steve Upson, quien ha estado trabajando con invernaderos de túnel en la Fundación Noble en Oklahoma, comenzó a instalar una película poly film Kool-Lite Plus, en un intento por mantener los túneles más frescos en el verano. El dice que esta película, que bloquea la radiación solar infra-roja, ha mantenido temperaturas de hasta 12°F más bajas durante la tarde y el anochecer. El dice que a pesar de que usted probablemente tendrá que pagar hasta 75% más por el Kool-Lite Plus, el costo adicional puede ser justificado, considerando los costos asociados con el uso de un material para sombra. (Upson, 2002)

Transplantes

El uso de transplantes (versus siembra directa) es otra técnica clave para la extensión de temporada. Algunos cultivos han sido tradicionalmente transplantados, y

mejoras recientes en las técnicas de transplante han expandido el rango de cultivos adaptados para la práctica de transplante. Los transplantes otorgan cosechas más tempranas ya que se plantan en un invernadero varias semanas antes de que sea seguro sembrar directamente el mismo cultivo en el exterior. Si un productor utiliza plantaciones sucesivas o cultivos múltiples (por ej., planta un cultivo tras otro en el mismo lugar), los transplantes proveen de tiempo extra para que maduren los cultivos sucesivos. Los transplantes llegan a la tierra cuando ya están desarrollándose, con 3 a 4 semanas de anticipación en la temporada. El transplante ayuda a controlar las malezas porque son más desarrollados que ellas, y porque rápidamente forman un follaje que sombrea los brotes en germinación de las malezas. Los transplantes también evitan otras plagas que atacan las semillas en germinación y brotes jóvenes, tales como enfermedades fúngicas, aves e insectos.

Cultivos Múltiples

El plantar más de un cultivo en la misma cama o hilera en un año intensifica la agenda de cultivo. Inmediatamente después de que se ha cosechado un cultivo, otro es plantado. Los Dr. Charles Marr y Dr. William Lamont (1992) nombran las siguientes ventajas de los cultivos múltiples, y concluyen "si usted no puede tener un cultivo triple, entonces usted puede de todas maneras considerar cultivos dobles."

- Ahorros en costos: El dinero gastado en mantillos plásticos, líneas de riego por goteo, y otros equipos cubre tres cultivos en lugar de uno.

- Mayor ganancia bruta por acre. En sus experimentos en terreno de cultivos triples, Lamont obtuvo retornos brutos de $13,000 a $15,000 por acre.

- Mejoramiento del flujo de caja. Múltiples cosechas a lo largo de la temporada pueden proveer un ingreso en momentos críticos y distribuir ganancias en forma más pareja sobre un periodo de tiempo más prolongado.

- Manejo de riesgo. Cultivos múltiples proveen una cobertura contra la pérdida de un cultivo por heladas, tormentas de hielo, y otras crisis.

Desventajas de la Plasticultura: El Dilema de la Eliminación de Residuos

Los costos y el tiempo de manejo van a aumentar con el uso de la plasticultura, pero si se hace bien, la mayor productividad y ganancias deberían más que compensar.

Los problemas más serios asociados a la plasticultura tienen que ver con su remoción del terreno y eliminación. Existen equipos disponibles en forma comercial para la remoción del mantillo plástico del terreno (Zimmerman, 2004; Holland, 2004) y para enrollarlos y empacarlos en fardos, pero para productores a menor escala esto probablemente no es una opción.

Otros obstáculos para el reciclaje incluyen tierra en el plástico, degradación UV, el alto costo de recolectar y clasificar, y la falta de mercados finales confiables. Pero las tecnologías e iniciativas de reciclaje están evolucionando. El Dr. William Lamont, un defensor de la plasticultura, prevee un futuro en que los productores van a remover, cortar y peletizar plásticos usados en terreno para uso como combustible. Lamont y otros en el Penn State Center for Plasticulture están ahora probando un calefactor fabricado en Korea que quema pelets de plástico fabricados de residuos plásticos de todo tipo.

Dennis DeMatte Jr., quien como administrador de Cumberland County (New Jersey) Improvement Authority trabaja con el programa de reciclaje de películas plásticas de invernaderos, afirmó que desde que se fundó el programa en 1997, la CCIA ha reciclado aproximadamente un 80 por ciento de la película recolectada. Entre 1997 y 2002, el estado recolectó aproximadamente 1,120 toneladas de película. (Kuack, 2003) Sitios Web en inglés para mayor información acerca de reciclaje de productos plásticos agrícolas o de invernaderos incluyen:

The Penn State Center for Plasticulture
www.plasticulture.org/newsletters/ASP_April04.pdf

Cumberland County Improvement Authority
www.ccia-net.com

Agriculture Container Recycling Council
www.acrecycle.org

USAg Recycling Inc.
www.usagrecycling.com

Cornell University Environmental Risk Analysis Program
http://environmentalrisk.cornell.edu/C&ER/PlasticsDisposal/AgPlasticsRecycling

• Incremento en la productividad. Pequeñas áreas de tierra se vuelven más productivas, una gran ayuda en áreas donde la tierra para cultivos es escasa o costosa.

Plasticultura para la Extensión de Temporada

Durante los últimos 10 años ha habido una explosión del uso de plásticos en la agricultura. El término "plasticultura" se usa para describir un sistema integral que incluye – pero no está limitado a – mantillos de película plástica, cintas de riego por goteo, cobertores de hileras, túneles bajos, y túneles altos. Algunos beneficios de un sistema de plasticultura completo incluyen:

• Producción de un cultivo más temprano (7 a 21 días más temprano)

• Mayores rendimientos por acre (2 a 3 veces más)

• Productos más limpios y de mejor calidad

• Uso más eficiente de los recursos hídricos

• Uso más eficiente de fertilizantes

• Reducción de la erosión del suelo y eólica (a pesar de que la erosión puede aumentar en franjas sin mantillos entre las hileras)

• Potencial disminución en enfermedad

• Mejor manejo de ciertas plagas de insectos

• Menos malezas

• Reducción de la compactación del suelo y eliminación de la poda de raíces

• La oportunidad para un eficiente cultivo doble o triple (Lamont, 1996)

Mantillos Plásticos

Los mantillos plásticos han sido usados en forma comercial en vegetales desde comienzos de la década de los 60. Melones, tomates, pimientos, pepinos, zapallos, berenjenas, sandías, maíz dulce, porotitos verdes, arvejas del sur, calabazas, y okra van todos a madurar más temprano y producir mejores rendimientos y calidad del fruto cuando crecen con mantillos plásticos.

Los mantillos plásticos son de gran ayuda para productores en climas del norte extremo y de alta elevación para cosechar cultivos que necesitan mucho calor y que previamente les era imposible producir. En el noreste de los Estados Unidos se establecen pequeñas acres de maíz dulce al transplantar en mantillos plásticos para un cultivo temprano. Brócoli, coliflor, calabaza, y calabacín también se pueden establecer como transplantes en plástico, si es que se requiere precocidad y reducción del estrés ambiental. En el sur oeste, los melones de primavera se siembran directamente y después se cubren con franjas de plástico para acelerar la germinación y el desarrollo. En el estado de tres a cuatro hojas, el plástico es removido. (Guerena, 2004)

Los productores orgánicos certificados deben estar concientes de que los estándares orgánicos presentan ciertas restricciones en el uso de mantillos plásticos. Por ejemplo, plásticos PVC no deben ser usados como mantillos o como cobertores de hileras. Además, los mantillos plásticos deben ser removidos del terreno antes de que comiencen a descomponerse – lo que al parecer eliminaría películas fotodegradables de la producción orgánica.

Horticultores en pequeña escala probablemente instalan el plástico a mano. Tim King, un horticultor cercano a Long Prairie, Minnesota, ha estado utilizando un sistema de camas elevadas, riego por goteo, mantillos plásticos, y túneles de hileras cubiertas con telas desde 1986. Dice que a pesar de que hacer todo a mano es muy intenso en mano de obra, están muy contentos con la flexibilidad que les da para "hibridizar" los componentes del sistema de varias maneras. También les permite reutilizar gran parte del material una segunda e incluso una tercera temporada. (King, 2002)

La aplicación mecánica puede ahorrar tiempo. Muchos productores se han dado

cuenta que el colocar una capa simple de mantillo con un tractor les reduce los costos totales y les ayuda a asegurar una instalación uniforme que va a resistir el daño por el viento. Existen planos disponibles para construir dispensadora de mantillo en la misma granja (Thompson et al., 2004), y la maquinaria también está disponible comercialmente. También pueden diseñarse para instalar una línea de riego por goteo al mismo tiempo. (Zimmerman, 2004; Holland, 2004) Plantas o semillas pueden colocarse a mano o con transplantador mecánico a través de aberturas u hoyos en el plástico. La mano de obra ahorrada con transplantado mecánico es considerable, incluso con un pequeño número de acres.

Para establecer una planta con mantillo plástico en forma exitosa, es importante que las camas estén niveladas, que el plástico este dispuesto en forma tensa, que la cinta de riego por goteo esté dispuesta en una línea recta en el centro de la cama, y que el agua se aplique a través del sistema de riego inmediatamente después de trasplantar. Nunca use mantillos plásticos sin riego.

Los mantillos plásticos están disponibles en un número de colores, pesos, y tamaños para variadas necesidades. Muchos vienen como rollos de 3- a 5- pies de ancho que pueden disponerse sobre las camas de suelo con un tractor y una máquina para colocar el mantillo plástico. Una extensa investigación con mantillos de colores se ha desarrollado en la granja Horticulture Research Farm, Rock Springs, Pennsylvania, por el personal del Centro de Plasticultura de la Universidad Estatal de Pennsylvania. (Vea **Recursos Adicionales** para información de contacto.)

Mantillos de plástico negro son los más comúnmente usados. Suprime el crecimiento de malezas, reduce la pérdida de agua del suelo, incrementa la temperatura del suelo, y puede mejorar el rendimiento vegetal. Las temperaturas del suelo durante el día bajo el mantillo de plástico negro son por lo general 5ºF más altas a una profundidad de 2 pulgadas y 3ºF más altas a una profundidad de 4 pulgadas en comparación con suelo desnudo. (Sanders, 2001) Película de plástico negro con un relieve de patrón en forma de diamantes tiene las mismas ventajas que el plástico negro liso. El patrón ayuda a mantener la película firme y tensa en la cama. Para que el mantillo plástico sea más efectivo, es importante que esté en contacto con la tierra que cubre. Bolsillos de aire actúan como aislantes que reducen la transferencia de calor.

El ensayo del Centro de Plasticultura de Penn State con papas producidas con mantillo plástico de color, riego por goteo, y cobertores flotantes de hileras. Foto cortesía del Centro de Plasticultura de Penn State.

Mantillo de plástico transparente va a permitir un mayor calentamiento del suelo que el plástico de color. Por lo general es usado en áreas más frías de los Estados Unidos, como New England. El plástico transparente aumenta la temperatura de la tierra en 8 a 14ºF a una profundidad de 2 pulgadas, y en 6 a 9ºF a una profundidad de 4 pulgadas. (Orzolek y Lamont, sin data) Una desventaja es que las malezas pueden crecer bajo el mantillo transparente, mientras que mantillos negros las eliminan con su sombra. Por lo tanto, generalmente el plástico transparente es utilizado junto con herbicidas, fumigantes, o solarización del suelo. Productores orgánicos pueden desear experimentar con plástico transparente para descubrir si las malezas se convierten en un verdadero problema. El beneficio del mantillo al cultivo puede compensar la competencia de las malezas. (Coleman, 1995)

El ensayo del Centro de Plasticultura de Penn State con papas producidas con mantillo plástico de color, riego por goteo, y cobertores flotantes de hileras. Foto cortesía del Centro de Plasticultura de Penn State.

Mantillos reflectores blancos, con dos capas blanca sobre negra, o mantillos reflectores plateados pueden lograr una pequeña disminución en la temperatura del suelo. Pueden utilizarse para establecer un cultivo cuando las temperaturas del suelo son altas y cualquier reducción en la temperatura del suelo es beneficiosa.

Mantillos transmisores de infra-rojo (IRT por sus siglas en inglés) tienen las mismas propiedades de control de malezas que los mantillos negros, pero son intermedios entre mantillos negros y transparentes en lo que concierne al calentamiento de la tierra. Mantillos IRT están disponibles en color café o azul-verde.

Mantillos rojos se desempeñan como mantillos negros, calentando el suelo, controlando malezas, y conservando la humedad, con una importante diferencia. En experimentos de Pennsylvania, cultivos de tomates respondieron con un promedio de un 12% de aumento en rendimiento de fruta comercializable en un periodo de tres años. Aparentemente existe una reducción en la incidencia de chancro o tizón temprano en plantas cultivadas con mantillos rojos en comparación a plantas que se cultivan con mantillos negros. Cuando las condiciones medioambientales para el crecimiento de plantas son ideales, la respuesta del tomate al mantillo rojo es mínima. Otros cultivos que pueden responder con rendimientos más altos incluyen berenjenas, pimientos, melones, y fresas. (Bergholtz, 2004) (El mantillo rojo también suprime nemátodos. Diríjase a la publicación en inglés de ATTRA Alternative Nematode Control [Control Alternativo de Nemátodos).

Colores adicionales que han sido investigados incluyen azul, amarillo, plateado, y naranjo. Cada uno refleja diferentes patrones de radiación en el follaje de un cultivo, y por ende afectan el crecimiento y desarrollo de la planta. Un aumento del rendimiento fue registrado para pimientos cultivados en mantillos plateados, melones en mantillos IRT verdes o mantillos azul oscuro, y pepinos y calabacines en mantillos azul oscuro en comparación a negro. La actividad de los insectos también puede ser afectada: mantillos amarillos, rojos y azules aumentan las poblaciones de áfidos de duraznos; el plateado repele ciertas especies de áfidos y moscas blancas y disminuye o retarda la incidencia de virus transportados por áfidos en los cultivos. (Orzolek y Lamont, sin data)

Películas fotodegradables tienen casi las mismas cualidades que otras películas plásticas negras o transparentes, pero están diseñadas para disolverse después de una cierta cantidad de exposición al sol. La rapidez con que se disuelven depende de la temperatura, la cantidad de sombra del cultivo, y la cantidad de luz solar recibida durante la temporada de crecimiento. Los bordes enterrados de la película deben ser descubiertos y expuestos a la luz solar. El uso de película fotodegradable elimina algunos de los problemas de eliminación de desechos asociados al plástico común, pero igual tiene problemas, y su disponibilidad ha disminuido en lugar de expandirse en los últimos 5 años. Un representante de una compañía que ya no ofrece mantillos fotodegradables dice que discontinuaron el producto porque la diso-

lución no era consistente. El uso de mantillo fotodegradable no está permitido en producción orgánica.

Mantillos Biodegradables

Plásticos biodegradables están hechos de almidones de plantas como maíz, trigo, y papas. Son degradados por microorganismos. Actualmente los plásticos biodegradables que están en el mercado son más costosos que los plásticos tradicionales, pero el precio más bajo de los plásticos tradicionales no refleja su verdadero costo ambiental. Ensayos en terreno en Australia usando mantillos biodegradables sobre cultivos de tomates y pimientos muestran que se desempeñan tan bien como películas de polietileno, y simplemente puede ser arado en la tierra después de la cosecha. (Anon, 2002) Investigadores de la Universidad de Cornell también descubrieron que mantillos biodegradables ayudan a obtener buenos rendimientos, pero las películas que ellos utilizaban todavía no están disponibles comercialmente en los Estados Unidos (Rangarajan et al, 2003) El biofilm es la primera película de jardín para el mercado de los EE.UU. Hecho de almidón de maíz y otros recursos renovables, es 100% biodegradable. Bio-Film está certificado para ser usado en agricultura orgánica por el DEBIO, el cuerpo de certificación y control Noruego para producción agrícola orgánica y biodinámica, y está disponible en Dirt Works en Vermont. (Vea **Recursos Adicionales**)

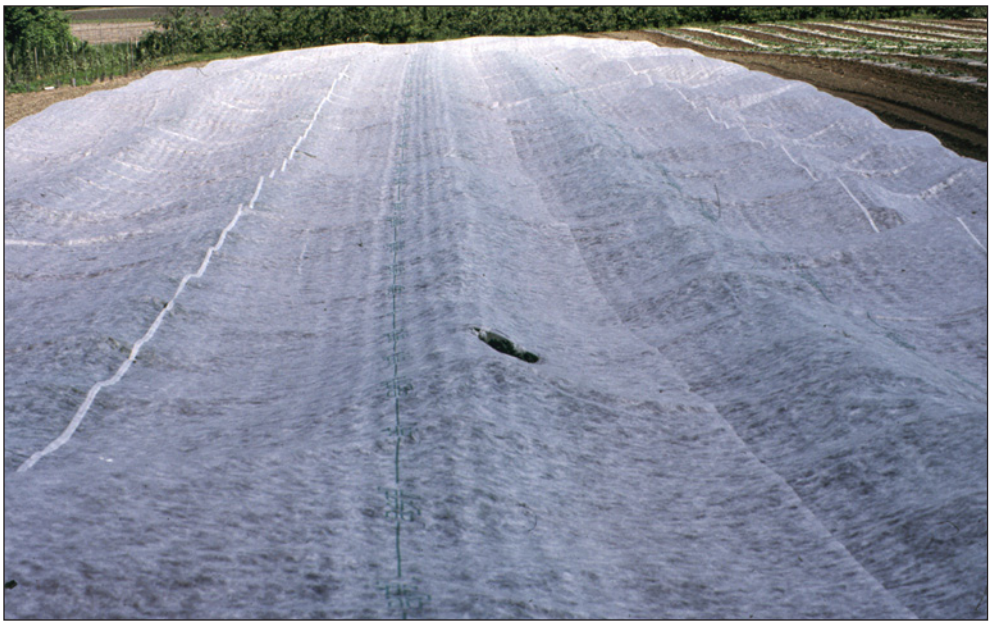
Mantillos de papel pueden proveer beneficios similares al plástico y también son biodegradables. Un grupo innovador en Virginia realizó experimentos en terreno para explorar alternativas al plástico. Ellos compararon temperaturas del suelo y crecimiento del tomate usando varios mantillos, incluyendo plástico negro, Planters Paper, y papel kraft reciclado. Papel, plásticos y mantillos orgánicos todos mejoraron los rendimientos totales de tomates producidos en los ensayos, al compararlos con tomates producidos en el suelo desnudo. (Schonbeck, 1995; Anderson, 1995)

Papel kraft reciclado está disponible en grandes rollos a bajo costo. Los participantes del experimento estaban preocupados de que se iba a descomponer demasiado rápido. Para retardar la degradación, aceitaron el papel. Esto resultó en un mantillo más bien transparente y, al igual que con plástico transparente, dio como resultado que las tem-

Más melones y más temprano

Un estudio basado en tres años de experimentos en terreno en Utah, encontró que mantillos de plástico transparente aumentaban el rendimiento de sandías en un 20%, mientras que al usar un mantillo y un cobertor de hileras el rendimiento aumentaba en un 44%, en comparación con melones cultivados sin plasticultura. El mantillo también permite que se siembre más temprano. El Dr. Alvin Hamson, autor principal del estudio, recomienda cubrir las camas cultivadas con plástico transparente una semana o dos previo a transplantar. Después se colocan los transplantes en aberturas cortadas en el plástico. El mantillo va a atrapar el calor suficiente para proteger las plantas de melón a una temperatura de 27ºF. Otros consejos del Dr. Hamson: Transplante plántulas de 3 semanas de edad en el terreno (expóngalas primero para aclimatarlas) alrededor del mismo tiempo que las manzanas brotan en su área. Si usted planea utilizar un cobertor de hileras flotante además del mantillo, puede establecer los transplantes una semana antes del brote de las manzanas. Asegúrese de remover el cobertor de hileras una semana antes de que los melones comiencen a florecer, para que las abejas los puedan polinizar, y removerlos gradualmente – deje la cobertura destapada por unas pocas horas más cada día durante una semana. El Dr. Hamson recomienda la misma técnica de plantación temprana para el calabacín. (Long, 1996)

Otro estudio, realizado en una estación experimental en Connecticut, involucró cultivos múltiples de transplantes de melones de especialidad usando mantillo de plástico negro y cobertores flotantes de hileras. Los rendimientos de estas camas fueron hasta tres veces más altos que los rendimientos de camas plantadas con mantillos plásticos sin los cobertores de hileras. Los cultivares que rindieron más temprano en este estudio fueron Passport (galia), y Acor (charentais), ambos desarrollados con días más cortos para la maduración, para el uso en climas nórdicos. Estos melones de especialidad son más grandes que el melón "canteloupe" y logran un mejor precio. Tomando en cuenta el valor añadido de los cobertores de hileras, los investigadores concluyeron que "los cobertores de hileras no sólo aumentan los frutos tempranos y el fruto total, sino que la ganancia es unas seis veces mayor cuando los melones son cultivados para vender al detalle o al por mayor." (Hill, 1997)



Cobertores flotantes de hileras están disponibles en varios pesos y tamaños. Foto cortesía de Ken-Bar.

peraturas del suelo fueron más elevadas en comparación a plástico negro. Las malezas crecieron bien bajo el mantillo transparente. Para reducir el crecimiento de malezas, y evitar que el suelo se volviera muy caliente, los experimentadores colocaron heno sobre el papel aceitado varias semanas después de colocarlo.

El papel Planters Paper es un papel para mantillo comercialmente disponible diseñado como una alternativa al plástico. Tiene la mayoría de los beneficios de película de plástico negro y también otras ventajas. Es poroso al agua. Si se deja en el suelo, o se ara después de la temporada de crecimiento, se va a degradar. Los tomates que crecen con este mantillo mostraron rendimientos y madurez similar a tomates producidos con mantillo de polietileno negro, a pesar de que este último tuvo temperaturas del suelo un poco más altas. El papel Planters Paper, sin embargo, es considerablemente más costoso que el plástico negro. No tiene la flexibilidad del plástico, y tiende a degradarse en forma prematura en los bordes donde se afirma con una capa de tierra. El papel es por ende susceptible a volarse con el viento. Varillas de reforzamiento para concreto, cañerías viejas, o piedras – en lugar de tierra – pueden usarse para asegurar las orillas. (Bergholtz, 2004)

Cobertores Flotantes de Hileras

Cobertores flotantes de hileras están hechos de poliéster y polipropileno entretejido y son tan livianos que "flotan" sobre la mayoría de los cultivos sin un soporte. (Cultivos con puntos de crecimiento tiernos y expuestos, tales como tomates y pimientos, son una excepción. Para prevenir el daño abrasivo del viento, el cobertor debe sostenerse con arcos de alambre.) La tela entretejida es permeable a la luz solar, al agua, y al aire, y provee un microclima similar al interior de un invernadero. Las plantas son protegidas de vientos secantes en lo que concierne a un cortavientos horizontal, y los cobertores dan 2 a 8ºF de protección contra heladas. Además de la extensión de temporada, las ventajas incluyen mayores rendimientos, productos de mejor calidad, y la exclusión de insectos peste.

Cobertores flotantes de hileras están disponibles en varios pesos desde 0.3 a 2 onzas por yarda cuadrada. Mientras más pesado es el cobertor, más grados de protección contra heladas puede mantener. Los tamaños varían de anchos entre 3 a 60 pies y largos de 20 a 2,550 pies. Cobertores más anchos son más eficientes en uso de mano de obra, ya que tienen menos borde que enterrar por área cubierta. La durabilidad está relacionada al peso, tipo de material, y aditivos utilizados.

Los cobertores más livianos son usados principalmente como barreras para insectos. Pueden proteger cultivos como repollo y brócoli de orugas loopers (agrimensoras) y gusanos al excluir a las polillas que ponen huevos. Las berenjenas, rabanitos, y otros favoritos del escarabajo pulga (flea beetle) son fácilmente protegidos por el uso de cobertores flotantes de hileras. Asegúrese de rotar los cultivos en terrenos o camas plantadas bajo cobertores de hileras, debido a

que insectos hibernantes de un cultivo anterior pueden emerger por debajo del cobertor. (Hazzard, 1999) Varias enfermedades se diseminan a través de insectos vectores como áfidos y chicharras o salta hojas (leaf hoppers) y se previenen mientras el cobertor se mantenga en su lugar. Las desventajas de cobertores más livianos son que se dañan fácilmente por animales y rara vez se pueden reutilizar. Los cobertores más livianos tienen un efecto insignificante en la temperatura y en la transmisión de luz.

Los cobertores de peso medio son los más comúnmente disponibles. Se usan para mejorar la madurez precoz, mejorar los rendimientos tempranos y los rendimientos totales, mejorar la calidad, y extender la temporada o hacer posible la producción de cultivos en áreas en que de otra forma no se podrían producir. También sirven como barreras de insectos. Cultivos que se producen comúnmente con protección de cobertores de peso medio incluyen melones, pepinos, zapallos, lechugas, arvejas comestibles, zanahorias, rabanitos, papas, maíz dulce, fresas, frambuesas, y flores de corte.

Cobertores más pesados, aquellos que exceden 1 onza por yarda cuadrada, se usan principalmente para protección de las heladas y congelamiento y donde una fuerza mecánica extra y durabilidad se requieren para el uso extensivo de la temporada. El microclima creado por los cobertores más pesados es similar a aquel creado por cobertores de peso mediano, pero pueden ser reutilizados por tres o cuatro o más temporadas.

Los cobertores flotantes de hileras pueden ser instalados en forma manual o mecánica. Inmediatamente después de transplantar o sembrar, disponga los cobertores sobre el área y entierre los bordes o afírmelos con pesos. Varillas de reforzamiento de concreto de bajo diámetro, cortadas a un largo manejable, son excelentes para sujetar los bordes. Se debe dejar el cobertor lo suficientemente suelto para permitir el crecimiento del cultivo. Cobertores de hileras colocados sobre cultivos que crecen en tierra desnuda crean un ambiente favorable para la germinación y crecimiento de malezas. No es práctico remover el cobertor en forma periódica para desmalezar a mano. El control de malezas puede ser un problema importante bajo los cobertores de hileras, a menos que se usen en combinación con plásticos u otros mantillos.

En cultivos que se auto polinizan, o vegetales frondosos como lechugas y repollos, los cobertores se pueden dejar por la mayor parte del tiempo de producción. Una precaución que se debe tener cuando se cultivan tomates o pimientos bajo cobertores es lo que concierne el calor – temperaturas que van sobre los 86ºF por más de unas pocas horas pueden causar caída de flores. (Wells, 1992) Con cultivos polinizados por insectos, como melones, zapallos o pepinos, los cobertores se deben remover al momento de la floración para permitir la polinización por insectos. Sin embargo, los cobertores se pueden volver a poner después de que el cultivo ha sido polinizado. El remover los cobertores debe considerarse como un proceso de aclimatación. Después de unos pocos días, mantenga libre de cobertores por periodos cada vez más largos. La remoción final es mejor si se hace en un día nublado, preferentemente justo antes de una lluvia. Las plantas van a sufrir un shock de transición mayor si se les expone al sol y viento.

Los cobertores flotantes de hileras se pueden volver a utilizar en el otoño. Esto a veces implica modificar la tecnología. Cuando se

Cobertores de hileras con aberturas tienen aberturas precortadas que proveen de una manera para que el exceso de aire caliente escape. Foto cortesía de Ken-Bar.

usan cobertores flotantes de hileras para cultivos de primavera, los cobertores se remueven previo a que los cultivos maduren, mientras que con cultivos de otoño, los cobertores se dejan con las plantas maduras. En condiciones ventosas, esto puede resultar en abrasión de las hojas de las plantas, lo que puede estropear la apariencia de un cultivo frondoso. En ese caso, el cobertor puede ser sostenido con arcos de alambre o bastones arqueados de fibra de vidrio, cosa de que no rocen con el cultivo vegetal. (Coleman, 1995)

Los cobertores de hileras se deben almacenar fuera de la luz solar tan pronto como se remuevan del terreno. Muchos han sido tratados para resistir la degradación ultravioleta; sea o no este el caso, van a durar más si se almacenan cuidadosamente en un lugar oscuro y seco. Pliegue y guarde los cobertores en forma sistemática para hacerlos fáciles de desplegar para el uso en la siguiente temporada. (Hazzard, 1999)

Cobertores de Hileras Soportados por Arcos (Túneles Bajos)

Cobertores de hileras hechos de polietileno transparente o blanco son demasiado pesados como para flotar sobre el cultivo, por lo que se sostienen con arcos. Las dimensiones varían, pero una estructura típica es de 14 a 18 pulgadas de altura en el ápice y lo suficientemente anchos como para cubrir una cama. Comúnmente se usan en combinación con mantillos de plástico negro para el control de malezas. Cobertores de hileras afirmados con arcos comúnmente se llaman túneles bajos. Ofrecen muchos de los mismos beneficios que los cobertores flotantes de hileras, pero no son permeables al aire o agua e implican más mano de obra. Existen varios tipos de túneles bajos.

Cobertores de hileras con aberturas tienen aberturas precortadas que proveen una manera para que el exceso de aire caliente escape. En la noche, los cortes se mantienen cerrados, reduciendo la tasa de pérdida de energía de convección y ayudando a mantener temperaturas más altas dentro del túnel.

Cobertores de hileras perforados tienen pequeños orificios perforados distanciados a unas 4 pulgadas para ventilar el aire caliente. Los cobertores perforados atrapan más calor que los túneles con aberturas. Son mejores para áreas al norte y deben manejarse con cuidado para evitar el sobrecalentamiento de cultivos en días despejados. Son útiles para pimientos, tomates, berenjenas, la mayoría de las cucurbitáceas y otros cultivos de estaciones cálidas que crecen hacia arriba.

Túneles que utilizan dos sábanas de plástico de 3 pies de ancho, engrapadas en la parte superior son comúnmente usadas entre granjeros que producen cultivos que requieren armazones de soporte como tomates cherry, porotos largos, y melones amargos. Estos túneles son más costosos de instalar, pero requieren de poca inversión en equipos. La mayor parte del trabajo para instalarlos se hace a mano. (Ilic, 2004)

Los arcos para sostener cobertores de hileras con aberturas o perforaciones están por lo general hechos de alambre galvanizado de calibre 10. Las piezas se cortan a un largo de 65 a 75 pulgadas. Cada extremo se inserta a una profundidad de 6 a 12 pulgadas en cada extremo de una hilera o cama para formar un arco sobre ella. Los arcos se distancian entre 5 a 8 pies – o menos. Tim King, un horticultor de Minnessota, corta arcos de 3 a 4 pies de largo y los distancia a 2 pies en las camas. (King, 2002) Los cobertores se anclan en cada orilla con tierra. Los túneles se pueden colocar a mano o con máquinas que asemejan dispensadoras de mantillo plástico.

Marcos Fríos

Estructuras bajas tradicionales como marcos fríos y campanas están siendo continuamente modificadas por horticultores innovadores y fabricantes de equipos para jardín. A pesar de que los marcos fríos funcionan bien para proteger cultivos en climas fríos, los costos de construcción son altos en comparación a los sistemas de plasticultura. Para situaciones especiales, existen muchas publicaciones que contienen planos para marcos fríos, vainas solares, y otras estructuras portátiles pequeñas. Una de estas publicaciones,

en inglés, es Solar Gardening (Jardinería Solar) de Leandre y Gretchen Poisson, listada bajo **Recursos Adicionales**. Un artículo más reciente (en inglés) acerca de marcos fríos se puede encontrar en la edición de Noviembre del 2004 de la revista Fine Gardening. (Vargo, 2004)

Izquierda: *Los componentes más críticos de la fortaleza de un túnel alto son las paredes de los extremos.*

Abajo: *En la Fundación Noble, postes de madera fabricados a partir de tablas de 2 por 6 pulgadas, fibra de vidrio corrugada.*

Fotos cortesía de la Fundación Noble.

Túneles Altos

Los túneles altos, también llamados casas túnel, han estado captando mucha atención en los últimos años, a medida que más y más horticultores han considerado los túneles altos como herramientas esenciales en sus operaciones. Un túnel alto es básicamente un arco o marco en forma de "U" invertida cubierto de plástico transparente y de altura suficiente como para pararse adentro del, o manejar un tractor bajo él. Túneles altos tradicionales son calentados completamente por luz solar, sin electricidad para los sistemas de calefacción o ventilación automática. Se cultiva en la tierra, por lo general con riego por goteo. En comparación a los invernaderos, los túneles altos son relativamente baratos, variando en precio desde $1.50 a $3.00 por pie cuadrado - e incluso menos por túneles multibay Haygrove que se mencionan más adelante.

Los túneles altos son ampliamente usados en Europa, Asia, y el Medio Este. A pesar de que estos túneles no se usan tanto en Estados Unidos como en otras partes del mundo, el interés acá está creciendo rápidamente. Universidades y organizaciones agrícolas a lo largo del país están llevando a cabo investigación en túneles altos, horticultores están organizando talleres en sus granjas y en conferencias, y más artículos están apareciendo en revistas comerciales agrícolas y hojas informativas.

Varios manuales acerca de túneles han sido publicados recientemente. Describen detalles acerca de la construcción, producción de cultivos, economía, fuentes de proveedores, equipos, e información adicional. Algunos de ellos fueron producidos por horticultores que han construido y están utilizando túneles. Otros fueron publicados como resultado de investigación realizada en uni-

Túnel Haygrove con cerezas. Foto cortesía de Túneles Haygrove.

versidades y fundaciones privadas. Títulos e información ordenada de estos productos se proveen bajo **Recursos Adicionales**.

Túneles altos han tenido un tremendo impacto en la extensión de temporada. Los horticultores dicen que las estructuras se pagan a sí mismas en una temporada.

- Los cultivos producidos en túneles tienen más calidad y son más grandes que aquellos producidos en terreno.
- Los cultivos producidos en túneles pueden entrar al mercado temprano cuando los precios están altos y ayudan a capturar clientes leales por toda la temporada.
- Los túneles permiten que ciertos cultivos crezcan durante el invierno, proveyendo un suministro continuo a los mercados (y mesas) durante el año.

Cultivos que se han producido en túneles altos incluyen flores de corte de especialidad, lechuga y otras verduras, zanahorias, tomates, pimientos, zapallos, melones, frambuesas, fresas, arándanos, y guindas (cerezas). A pesar de que túneles altos proveen una medida de protección en contra de las bajas temperaturas, no son sistemas que protegen de las heladas en el mismo modo que son los invernaderos. En promedio, los túneles permiten la siembra alrededor de tres semanas antes que el cultivo al exterior en cultivos de temporada cálida. También pueden extender la temporada en alrededor de un mes en el otoño. Plantaciones más tempranas y cosechas más tardías pueden requerir un sistema de calefacción suplementario.

Preparación y Ubicación del Sitio

Alison y Paul Wiediger de la granja Au Natural Farm en el centro sur de Kentucky cultivan vegetales de invierno en 8,500 pies cuadrados de túneles altos. En lo que se refiere a la ubicación de un túnel, ellos aconsejan a otros productores que lo pongan cerca de la casa. Especialmente en días fríos, mientras más corta sea la caminata desde la casa hacia el túnel, más placentero va a ser el viaje – y existen mayores probabilidades de que usted vaya al túnel. Los Wiedigers aconsejan a otros productores preparar el sitio cosa de que el suelo esté nivelado de un lado al otro, y tenga no más de un 3% de inclinación de un extremo al otro. Evite áreas húmedas o sombrías y obstrucciones a la ventilación. Asegúrese de que el drenaje alrededor del sitio sea bueno. Usted no quiere agua corriendo a través del túnel cada vez que llueva. (Wiediger, 2003)

Orientación

Dan Nagengast de la granja Wild Onion en el Este de Kansas dice que la orientación (Este-oeste o norte-sur) depende de su ubicación. Los fabricantes recomiendan orien-

tar el túnel para que capture la mayor cantidad de luz en el invierno. Para localidades al norte de 40º de latitud, la cresta debe ir de este a oeste. Para localidades al sur de los 40º de latitud, la cresta debe ir de norte a sur. En cualquier latitud, invernaderos conectados por la canaleta o invernaderos múltiples con poca distancia entre ellos van a obtener más luz si se alinean norte a sur porque evitan la sombra producida por estructuras al sur. (Byczynski, 2003) El Dr. Lewis Jett, en Columbia, Missouri dice que un túnel alto debe estar orientado perpendicular a los vientos predominantes: en lo que se refiere a orientación del túnel alto, la luz solar es menos importante que la ventilación. (Jett, 2004)

Diseño y Construcción

Un túnel alto no es difícil de construir. El diseño más común usa arcos de metal galvanizado conectados a postes de metal hundidos en el suelo a 4 pies de separación – un estilo tradicional de estructura de barraca. Carol A. Miles y Pat Labine en Washington ofrecen detalles de la construcción para una estructura de 10 pies por 42 pies que se puede construir por $350. (Miles y Labine, 1997).

El High Tunnel Production Manual (Manual de Producción de Túneles Altos), publicado por el Centro de Plasticultura de la Universidad Estatal de Pennsylvania, detalla en inglés la construcción y uso de túneles de 17 por 36 pies usando un diseño de arco gótico desarrollado por Penn State. (Eligieron este pequeño tamaño por motivos de investigación). La sección central de las paredes de los extremos puede ser abierta para un acceso fácil con maquinaria. (Lamont, 2003)

La guía en inglés Hoop House Construction Guide, por Steve Upson de la fundación Noble, provee detalles para tres diseños: barraca quonset, pared derecha, y ventilación de tres lados. Upson dice que la estructura barraca quonset es por lo general la de menor costo. Mientras que es satisfactoria para producir cultivos de bajo crecimiento, cultivos emparrados no se pueden cultivar cerca de los costados. Diseños de muro liso proveen un acceso interno fácil a lo largo de los lados del túnel, al mismo tiempo que permiten un amplio espacio para crecimiento vertical, pero debido a la cañería extra requerida, debe esperar pagar más por materiales y dedicar más tiempo a la construcción. La ventilación de tres lados tiene ventilación en ambos extremos del túnel; un costado del túnel es más alto que el otro, y la tercera ventilación es en la parte superior del costado más alto. Este es el diseño más costoso de los tres. Diríjase a **Recursos Adicionales** para mayor información.

La resistencia es importante. Cañerías de hierro galvanizado de calibre pesado es lo mejor para los arcos. También se recomienda disponer los arcos a cuatro pies de distancia y no más. Los productores en climas nevosos pueden elegir una estructura de techo puntiaguda en lugar del estilo de barraca quonset. (Bartok, 2002) Los componentes más críticos para la resistencia de una casa túnel son las paredes de los extremos. (Upson, 2004) En la Fundación Noble, los postes de madera de los extremos fabricados de tablas de 2 por 6 pulgadas, paneles de fibra de vidrio corrugados para el envidriado de las paredes de los extremos, y marcos de puertas de acero industrial con cerraduras de alta resistencia, proveen paredes de los extremos de alta duración.

La cubierta más económica es polietileno 6-mil grado de invernadero, tratado con radiación UV, que debería durar entre tres a cinco años. No use plástico que no ha sido tratado con radiación UV – "se va a desmoronar en la mitad de la temporada". (Mattern, 1994)

El sitio Web en inglés de Túneles Altos, www.hightunnels.org, es otro recurso valioso. En este sitio, investigadores, especialistas de extensión, profesores, estudiantes, técnicos y productores están colaborando para compartir su experiencia y conocimiento acerca del uso de túneles altos en el Medio Oeste.

Lados que se enrollan hacia arriba usados en muchos túneles altos proveen una manera simple y efectiva de manejar la ventilación y controlar la temperatura. El borde del plástico se pega a una tubería de una pulgada que corre a lo largo del túnel. Una manilla deslizable en forma de T se anexa al extremo de la tubería para que el plástico se pueda enrollar tan alto como el borde de la tabla. La ventilación se controla al enrollar los lados para expeler el calor. Dependiendo de factores de la temperatura y el viento, ambos lados pueden enrollarse a diferentes alturas.

Coleman (1995) da el siguiente consejo para lidiar con el viento.

> El azoteo y la abrasión del viento pueden ser un serio problema. Sin importar cuan tirante se coloca la cubierta la primera vez, al parecer siempre se suelta. Existen dos maneras de lidiar con esto. La más simple es colocar una cuerda tirante por

Productor de flores de corte de Missouri construye un túnel a energía solar

Cuando Bryan Boeckmann de Westphalia, Missouri, decidió comenzar a cultivar flores de corte, un túnel alto parecía ser la elección natural. Pero el tenía un problema: el no siempre podía estar en Westphalia para realizar los ajustes necesarios. Las temperaturas en una estructura como esa pueden elevarse demasiado en un día soleado, y el productor debe estar disponible para abrir las ventilaciones.

"Trabajo tiempo completo para el departamento de bomberos en Jefferson City, y la temperatura en un túnel alto puede cambiar mucho en un periodo de 24 horas," dijo él. "Necesitaba algo en lo que podía confiar. Afortunadamente, la necesidad es de donde nacen la mayor parte de las buenas ideas." La buena idea de Boeckmann fue el usar energía solar para levantar y bajar las cortinas laterales del túnel automáticamente. Su proyecto fue fundado por una beca del Departamento de Agricultura de Missouri.

Jim Quinn, el investigador de la extensión de MU que ayudó con el proyecto dice que Boeckmann se inspiró en tecnología que ya existía en galpones para pollos. "El ha visto como funcionan la cortinas para las aves, y pensó: '¿Por qué no puedo hacer lo mismo con un túnel alto y usar energía solar?' ". Las cortinas están hechas de material tipo lona blanca y tejida. Se suben para cerrar los lados y se bajan para abrir los lados del túnel. Quinn dijo que la innovación "es una adaptación muy buena. Los momentos en que se necesita adaptar las cortinas son cuando el tiempo está muy soleado, y es el mismo momento en que hay harta energía solar disponible."

En un comienzo, Boeckmann tenía la esperanza de conducir las cortinas laterales con energía eléctrica convencional, pero conectarse a la red eléctrica era una "prohibición en términos de costos", dijo él. Hizo una llamada al Missouri Valley Renewable Energy (MOVRE), una compañía en Hermann, Missouri, para diseñar y construir una unidad solar. Usando mayoritariamente partes usadas, el propietario de MOVRE, Henry Rentz, construyó un pequeño edificio con dos paneles solares en el techo y un inversor, baterías, y panel de control incluidos.

"Encontré algunas partes usadas para Bryan porque quería que el tuviera éxito en lo que estaba haciendo." Dice Rentz. "Las baterías por sí solas hubieran costado $1,600 nuevas. Básicamente lo hice para mostrar a las personas algo que ya funcionaba."

El sistema fue un éxito más allá de lo que esperaban. "En Junio, cuando tuvimos ese extenso periodo de lluvias, el sistema funcionó por 11 días sin sol," dijo Rentz.

"Es simple," dice Boeckmann. "Una vez que lo ha instalado, no tiene que modificarlo. Sólo tiene que ajustar el termostato." El termostato en el túnel detecta la temperatura y, en un punto establecido, gatilla un mecanismo que lentamente levanta o baja las cortinas plásticas laterales. "La razón de que se mueva tan lentamente es para darle tiempo a la temperatura en el edificio para que se ajuste," dice él. "Toma 15 minutos en llegar completamente arriba. Se puede hacer rápidamente en forma manual, si viene una tormenta."

Boeckmann también utiliza energía solar para hacer funcionar su bomba de riego– "una pequeña bomba desde una poza que no consume mucha energía."

El cree que sus innovaciones pueden potenciar el ya creciente interés en la construcción de túneles altos. "Existe una buena razón para este interés," dice él. "La diferencia que logran es fenomenal, considerando que no son más que una capa de plástico colocada sobre un marco. Cada vez los mejoran más."

Para mayor información, contacte a Jim Quinn en el 573-882-7514 o vía e-mail en quinnja@missouri.edu. (Rose, 2004)

sobre el plástico de un lado a otro… Una cuerda entre cada cuatro costillas es por lo general suficiente. La tensión de la cuerda va a compensar la contracción y expansión del plástico debido a los cambios de temperatura y va a mantener la tensión de la cubierta permanentemente. La segunda solución es cubrir el túnel con dos capas de plástico e inflar el espacio entre ellos con un pequeño ventilador para jaulas de ardillas. Esto crea una superficie externa tirante que resiste el viento y ayuda a sacudir la nieve.

La irrigación es esencial para un riego adecuado y a tiempo. El riego se puede realizar a mano, a través de un sistema de bajo flujo (hilo de agua) o goteo, o emisores en altura. El Manual de Producción en Túneles Altos (disponible en inglés, High Tunnel Production Manual) del Centro de Plasticultura de Pennsylvania State, discute las ventajas del riego por goteo de agua suministrada directamente a la tierra alrededor de los cultivos.

- Uso eficiente de agua y fertilizantes
- Reducción de la competencia de malezas en áreas externas a las camas
- La habilidad de regar y trabajar al interior de los túneles en forma simultánea
- Reducción del potencial de enfermedad porque el agua no llega a las hojas

Si usted elige riego de bajo flujo, use una línea por cada hilera, o dependiendo del cultivo, una línea por cada doble hilera. Si la tierra está fortificada apropiadamente con nutrientes, puede no necesitarse alimentación suplementaria; sin embargo, nitrógeno se puede aplicar a través del flujo lento.

El manual también habla acerca del riego en altura y provee detalles acerca de cómo construir este sistema. Esto permite la aplicación del agua de riego en forma pareja a toda la superficie del suelo. Puede usarse para filtrar sales del suelo de los túneles, o para establecer y cultivar cultivos de cobertura en el túnel.

Una cobertura de suelo de monocapa de plástico negro de 6-mil o material de paisajismo provee numerosas ventajas, entre ellas, entibia el suelo, controla las malezas, reduce gran parte de la evaporación de la humedad del suelo, y sirve como una barrera en contra de enfermedades presentes en el suelo que pueden infectar partes de plantas por sobre la tierra. Asegure los bordes (lados y extremos) del plástico para prevenir que el viento levante el plástico por sobre las plantas.

El manejo de la temperatura usando los lados enrollables es crítico. En mañanas soleadas, los lados deben estar enrollados para prevenir un incremento rápido de la temperatura. Brotes de tomates, como se mencionó anteriormente, van a ser dañados si la temperatura sube a más de 86ºF por unas pocas horas. Incluso en días nublados, el enrollar los lados provee ventilación para ayudar a reducir la humedad que puede llevar a problemas de enfermedad. Los lados deben estar desenrollados durante el atardecer hasta que las temperaturas nocturnas alcancen 65ºF. Un termómetro de máximas y mínimas es de gran ayuda en la mantención del control de temperatura.

Veinte pies por 96 pies es un tamaño comúnmente usado por productores comerciantes. Este tamaño permite un calentamiento y enfriamiento eficiente, un espacio para crecimiento eficiente, y una ventilación natural adecuada. Lynn Byczynski y Dan Nagengast quienes cultivan flores de corte de especialidad y vegetales en la Zona 5 cerca de Law-

Túneles en la granja Wild Onion Farm. Foto cortesía de Wild Onion Farm.

Producción en Túneles en la Granja Wild Onion Farms			
Cultivo	**Fecha de plantación**	**Fecha de cosecha**	**Ganancia por pie cuadrado**
Flores plantadas en otoño			
Delphinium 'Clear Springs' y 'Bellanosum'	28/9/00	26/4/01 – 26/7/01	$2.67
Dianthus (Sweet William)	25/9/00	24/4/01 – 1/6/01	$5.05
Larkspur 'Giant Imperial'	07/10/00	2/5/01 – 10/6/01	$3.25
Flores plantadas en primavera			
Stock 'Cheerful'	21/3/00	18/5/00 – 30/5/00	$1.92
Campanual 'Champion'	1/4/01	3/6/01 – 30/6/01	$3.62
Lisianthus	12/4/00	26/6/00 – 8/10/00	$3.32
Vegetales plantados en otoño			
Rúcula	27/9/00	Otoño, primavera	$1.31
Cilantro	27/9/00	Otoño, primavera	$0.95
Repollo chino	27/9/00	Otoño	$1.11
Chalotes	27/9/00	Otoño	$0.61
Acelga	27/9/00	Primavera	$1.10
Lechuga	27/9/00	Otoño, primavera	$0.40
Mizuna	27/9/00	Otoño	$0.69
Vegetales plantados en primavera			
Pepinos	12/4/00	Verano	$1.34
Tomates	12/4/00	Verano, otoño	$3.55
			Byczynski, 2003

rence, Kansas, tienen cinco túneles, cada uno de ellos de 20 por 96 pies. Ellos compraron marcos fríos de Polar Cub de Stuppy Greenhouse Company. Eligieron Stuppy no por ser el único fabricante de invernaderos, sino que por ser el más cercano, y por ende los costos de envío fueron menores.

El costo de dos casas fue de $3,250, incluyendo los marcos de metal, cubierta poly de cuatro años, alambre contorneado para unir el poly al marco, y envío. Madera para instalar los lados enrollables y las paredes de los extremos cubiertas de poly sumaron $1,600. También le pagaron a un vecino $300 para preparar el sitio con un bulldozer y un dispositivo de nivelación láser. Durante el primer año, los túneles produjeron más del doble de lo que costaron. El récord de cultivos producidos, fechas de plantaciones y cosechas, y ganancias por pie cuadrado se muestra en la Tabla 3. (Byczynski, 2003) Detalles adicionales, incluyendo fotos que muestran la construcción de un marco frío

de Stuppy Polar Cub en la granja Wild Onion Farm, pueden encontrarse en el manual en inglés The Hoophouse Manual: Growing Produce and Flowers in Hoophouses and High Tunnels. Vea **Recursos Adicionales.**

Alison y Paul Wiediger también utilizaron un túnel alto comercialmente disponible de 20 por 96 pies, además de dos túneles de 21 por 60 pies. Creen que es de valor el construir una estructura tan grande como sea práctico. (Wiediger, 2003)

La mayoría de la producción en este túnel se realizará durante la primavera, el otoño y el invierno, cuando las temperaturas son más frescas/frías. Creemos que tanto la tierra como el aire en el túnel actúan como sumidero de calor cuando brilla el sol. En la noche, liberan este calor, y mantienen las plantas seguras. Mientras más pequeñas las estructuras, menor es la temperatura "compensadora", y la temperatura al interior será más fresca.

Ellos también encuentran que plantas cercanas a las paredes no crecen tan bien como plantas lejos de ellas. Mientras más largo el marco, más grande el porcentaje de área de crecimiento efectiva. Y la mayoría de los productores quieren más, en lugar de menos, espacio hacia al final de la temporada.

Sin embargo, veinte pies de ancho pueden ser lo más ancho que pueda obtener con las casas túnel de marco frío de bajo costo sin refuerzo interior. Más de 100 pies de largo o alrededor de eso puede ser demasiado largo para una ventilación natural efectiva.

Los Wiedegers usan una doble capa de 6-mil y 4-años de poly para cubrir sus túneles. Un pequeño ventilador sopla aire entre las dos capas para

Producción completa temprano en marzo en la granja Au Naturel Farm, lechugas y espinacas. Foto cortesía de Au Naturel Farm.

Túneles Haygrove cubriendo gran área. Foto cortesía de Túneles Haygrove.

Túnel Haygrove con tomates. Foto cortesía de Túneles Haygrove.

crear una barrera aislante contra el frío. Los detalles de construcción y crecimiento se pueden encontrar en su manual en inglés, Walking to Spring: Using High Tunnels to Grow Produce 52 Weeks a Year. Diríjase a **Recursos Adicionale**s para información de envío.

Sistemas de Túneles de Muelles Múltiples Haygrove

Con túneles Haygrove, productores innovadores están literalmente cubriendo sus terrenos para proteger cultivos de alto valor de heladas tempranas y tardías, lluvias fuertes, viento, escarcha, y enfermedades. Los marcos también proveen soporte para el material sombreador y red para pájaros. (DeVault, 2004) La compañía Británica Haygrove comenzó en 1988 con un poco más de dos acres de fresas en túneles. En el 2002, Haygrove se había expandido a cerca de 250 acres de bayas (frutos carnosos con semillas rodeadas de pulpa), incluyendo fresas, moras, grosellas rojas, y cerezas, cultivados bajo plástico en Inglaterra y el Este de Europa. También desarrollaron un nuevo sistema para túneles de muelles múltiples y vendieron 3,000 acres de túneles a través de Europa.

Los túneles Haygrove están ahora siendo distribuidos y usados en los Estados Unidos. Haygrove vende túneles de 18 a 28 pies de ancho por muelle, con un mínimo de tres muelles. No hay paredes entre los muelles. El largo y ancho total puede ser a gusto del productor. Ralph Cramer, representante de la compañía en el condado de Lancaster, Pennsylvania, dice que ha visto túneles tan cortos como 65 pies y tan largos como 1,100 pies. Han sido usados para cubrir desde 1/3 de acre hasta 100 acres (de arándanos en California). A diferencia de los invernaderos, los túneles Haygrove no necesitan ser construidos en terrenos planos, pero pueden construirse en laderas. Cramer dice que las ventajas del sistema incluyen bajo costo y mejor ventilación. (Cramer, 2004) Un acre de túneles Haygrove cuesta alrededor de 55 centavos por pie cuadrado, o alrededor de $24,000. (Byczynski, 2002)

Los horticultores de Carolina del Norte Alex y Betsy Hitt cubrieron dos bloques de un cuarto de acre con Haygroves en el 2004. Un bloque fue plantado con flores de corte de especialidad, la otra con tomates reliquia (heirloom) orgánicos. Los tomates heirloom no han sido criados para resistir enfermedades foliares, y el producir en forma orgánica limita las posibilidades de fungicidas. Alex estaba contento con la resultante disminución en enfermedades de las plantas: "Tenemos un severo problema con enfermedades foliares en nuestros tomates en terreno, y tradicionalmente infecta un cultivo por cinco semanas, para después eliminarlo. Con los Haygroves, recogemos del mismo número de plantas por a lo menos 10 semanas y cosechamos y vendimos 35% más fruta que el año pasado." (Hitt, 2004)

Hitt también notó menor enfermedad en los Haygroves, en comparación con túneles de muelle único y lados enrollables. El atribuye la diferencia a mejor ventilación en los Haygroves, ya que ventilan en forma tan elevada que resultan en menor humedad. (Cramer, 2004)

El productor de Pennsylvania, Steve Groff, de la granja Cedar Meadow Farm con-

cuerda. En el 2004, a pesar de una llegada temprana de marchitamiento (blight) tardío en el Este de los Estados Unidos y Canadá, los seis muelles interconectados de Groff rindieron más de 3,000 cajas de tomates de 25 libras (previo a Octubre 11), con un 70 por ciento de ellas evaluadas en grado No. 1. Sus terrenos no protegidos rindieron sólo un 25 a 60 por ciento de No. 1. Groff dice que el 2004 fue un año extremadamente inusual, con mucho clima húmedo. Los túneles le permitieron reducir el uso de fungicida en más de un 50 por ciento y le permitieron comenzar la cosecha de tomates dos a tres semanas más temprano. Ellos también extendieron la temporada: En Octubre 11, Groff todavía cosechaba tomates plantados en Abril, y esperaba cosechar 100 a 200 cajas más de 25 libras. (De Vault, 2004, Groff, 2004)

Las granjas Leitz Farms en Sodus, Michigan cubrieron 10 acres de tomates este año para ayudar a controlar las condiciones de crecimiento. Fred Leitz, uno de cuatro hermanos que manejan la granja familiar, dice que las plantas se veían más sanas que las del exterior y no mostraban signos de enfermedad. Su operación apareció en la cubierta de la publicación Vegetable Growers News. (Morris, 2004)

Los túneles Haygrove, a diferencia de túneles de muelle único, no están diseñados para acarrear una carga de nieve, por lo que no pueden ser cubiertos con poly durante el invierno en áreas en que nieva. John Berry, director de Haygrove, dice que "Los túneles Haygrove están diseñados para ser estructuras temporales de bajo costo que pueden movilizarse junto con el cultivo.

La tarea clave es la ventilación. A diferencia de túneles convencionales simples, los túneles multimuelles pueden abrirse por completo para asegurar que el cultivo no esté estresado por calor o humedad." Fresas cultivadas con este sistema pueden cosecharse dos a tres semanas antes en la primavera; rendimientos de frambuesas, arándanos, y fresas han sido consistentemente un 30 por ciento más altos en túneles, en comparación a bayas producidas en terreno; y el porcentaje de grado de exclusión para bayas bajo los túneles es de 90:10 Clase A a Clase B, comparada con 75:25 para producción al exterior convencional. (Otten, 2003)

El Túnel Alto Móvil

Los "días de ensalada" para la extensión de temporada estaban en la segunda mitad del siglo XIX, en las afueras de Paris, donde alrededor de 2,000 horticultores usaban campanas y marcos fríos para producir 100,000 toneladas de productos fuera de la temporada cada año. Muchos de estos productores construían pequeños caminos para movilizar las pesadas campanas de vidrio y marcos a diferentes áreas del jardín. (Poisson, 1994) Durante el siglo pasado, horticultores europeos han colocado ruedas de vagones en los invernaderos y los mueven rodando en rieles de hierro. Los rieles se extienden el doble o más del largo del invernadero, logrando así múltiples sitios disponibles para un invernadero. Eliot Coleman describe un ejemplo de secuencia de cultivos para un invernadero móvil o túnel alto.

Un cultivo temprano de lechuga se inicia en el invernadero en el Sitio 1. Cuando el clima primaveral es suficientemente cálido para que la lechuga finalice su crecimiento al exterior, se levantan los extremos y la casa se mueve al Sitio 2. Transplantes tempranos de tomates, los que necesitan protección durante esa época del año, se colocan en el invernadero en el Sitio 2. Cuando viene el verano y lo tomates están a salvo en el exterior, la casa se mueve al Sitio 3 para proveer condiciones tropicales durante el verano para transplantes de melones exóticos o pepinos de invernadero.

Al final del verano, la secuencia se revierte. A continuación de la cosecha de melones y pepinos, la casa se devuelve al Sitio 2 para proteger a los tomates de las heladas de otoño. Más tarde, se mueve al Sitio 1 para cubrir cultivos de apio que se plantarón después de que las lechugas tempranas fueran cosechadas. Luego el Sitio 1 se siembra para obtener lechugas tempranas de nuevo, y el año comienza nuevamente. (Coleman, 1992)

Coleman ha adaptado estas prácticas a su propio jardín, reemplazando el pesado y costoso hierro con rieles de madera más prácticos. El provee planos para sus túneles altos móviles, y planes de cultivos a lo largo del año, en su libro en inglés Four Season Harvest. Vea **Recursos en inglés.**

Muchos agricultores en climas invernales fríos están usando con éxito los métodos descritos en el nuevo libro de Coleman (disponible en inglés) Winter Harvest Handbook: Year-Round Vegetable Production Using Deep Organic Techniques and Unheated Greenhouses (Manual de Cosecha Invernal: Producción de Vegetales Durante Todo el Año Usando Técnicas Orgánicas Profundas e Invernaderos no Calefaccionados). Vea **Recursos en inglés**

Coleman reside en Maine, una zona de inviernos fríos en los Estados Unidos. En esta área él ha perfeccionado el uso de cubiertas flotantes de filas dentro de sus invernaderos, proveyendo a sus cultivos con una doble protección contra las temperaturas frías. Esto le permite cosechar y vender productos frescos locales en el invierno – una temporada en que las tiendas sólo ofrecen productos de California, Arizona y México.

Economía de la Extensión de Temporada

Un método para determinar si las técnicas de extensión de temporada pueden ser una adición ventajosa a una operación agrícola es el presupuestado parcial. (Ilic, 2004) Un presupuesto parcial requiere la tasación de cambios en ingresos y gastos que resultarían de cambiar a una práctica diferente. Se llama presupuestado parcial porque no es necesario calcular los gastos que son necesarios en ambos tipos de prácticas. Los pasos para incluir en el análisis son:

- Decidir qué cultivo se va a producir con una técnica de extensión de temporada
- Decidir qué técnica de extensión de temporada se va a utilizar
- Calcular costos de la nueva técnica, incluyendo insumos, renta o compra de equipo especializado, mano de obra, agua, manejo de plagas. Permita horas extra de mano de obra debido a la inexperiencia durante el primer año.
- Calcule el ingreso bruto añadido por el uso de la nueva técnica. Ingreso bruto es simplemente el precio por unidad de producto vendido multiplicado por el número de unidades vendidas. El ingreso cambia como resultado de un cambio en el precio recibido por unidad, un cambio en el número de unidades vendidas, o ambos.
- Calcule cualquier reducción en gastos asociados al cambio. Por ejemplo, el uso de mantillo de plástico negro o de papel va a reducir la necesidad de desmalezamiento o de herbicidas. El uso de cobertores flotantes de hileras va a reducir la necesidad de otras operaciones de manejo de plagas de insectos.
- Sume todos los aumentos y disminuciones de gastos e ingresos y calcule el cambio total en rentabilidad.

Información específica en el costo de materiales y provisiones está disponible de las compañías y en manuales listados bajo **Recursos Adicionales.** Los manuales en inglés High Tunnel Production Manual, High Tunnel Tomato Production, The Hoophouse Handbook y varios boletines de la Fundación Noble contienen ejemplos de presupuestos para frutas, vegetales y flores de corte.

Se debe recordar que un presupuesto tipo no es más que eso – un ejemplo. Cada horticultor tiene su propia mezcla de habilidades, valores y recursos para construir un sistema único. Según Coleman (1992):

> El secreto para el éxito en el alargue de la temporada sin problemas ni fracasos es encontrar el punto en el cual la modificación del clima está en equilibrio con la cantidad extra de dinero, tiempo, y habilidades de manejo involucradas en lograrlo. Al planear para una temporada más larga, recuerde las necesidades de vacaciones del agricultor durante el año. Los días oscuros de Diciembre y Enero, siendo los meses más difíciles para la producción de cultivos, son probablemente mejores para descansar, reorganizar, y planear la nueva temporada a venir.

Recursos en Español

Publicaciones de ATTRA: www.attra.ncat.org

Planeando la Plantación de Vegetales para una Cosecha Continúa

Jardinería Comercial: Consideraciones para Producción de Frutas y Verduras

Producción Orgánica de Lechugas de Especialidad y Verduras para Ensalada

Principales Tipos de Invernaderos
Un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas.
www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos.htm

Construcción de Invernaderos
Este video muestra la importancia de la automatización de Invernaderos en Colombia y su implementación en el cultivo de tomate. Corpoica ha sido uno de los pioneros en contribuir al desarrollo agrícola con la construcción de este tipo de estructuras automatizadas, las cuales contribuyen eficazmente al desarrollo y progreso de la producción agrícola bajo cubierta.
www.youtube.com/watch?v=s27NLVDRpoo

Invernaderos o Casas de Cultivo: Estrategias de Producción Sustentable
Presentación de PowerPoint de la Universidad de Los Andes que describe distintos sistemas de invernaderos y distintos tipos de producción.
http://eventos.saber.ula.ve/eventos/documentos/caparo2011/conferencias/conf_ramon_jaimez.pdf

Desarrollo de Invernaderos Hidropónicos: Una Propuesta Pedagógica Sustentable en Beneficio del Medio Ambiente
Libro en español de origen en México que habla de hidroponía: el cultivo sin tierra, una ciencia que nos pone el futuro en el presente, con múltiples beneficios. El objetivo es la obtención de productos limpios inocuos, que se pueden consumir de inmediato porque no se usan pesticidas o fertilizantes químicos, sino orgánicos. De manera que no contaminamos el ambiente, ni la salud de los que los consumen. Siendo esta una ciencia noble, pues para su desarrollo requiere solo de pequeños espacios y es un trabajo que nos hará auto suficientes, haciendo que estas propuestas de proyectos sean autosustentables. El libro se puede obtener en Amazon.com.
www.amazon.com/Desarrollo-invernaderos-hidrop%C3%B3nicos-pedag%C3%B3gica-sustentable/dp/3659006173

Estructuras Utilizadas en la Agricultura Protegida
Actualmente la agricultura, además de la producción a campo abierto, se practica en una amplia variedad de ambientes modificados, entre los que destacan los invernaderos con o sin control ambiental con cultivos en sistemas hidropónicos, sustratos inertes o en suelo, mismos que representan un ejemplo de ecosistemas artificiales para desarrollar la agricultura intensiva.
http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/4.pdf

Túneles de Cultivo
Los túneles de cultivos son una construcción sencilla en forma de arco tapada con una lámina plástica, que se instala sobre el propio cultivo sobre todo en las primeras fases vegetativas para así conseguir productos fuera de temporada y que obtener un beneficio económico mayor por parte del agricultor.
http://html.rincondelvago.com/tuneles-de-cultivo.html

Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida
Para el desarrollo de una agricultura moderna y competitiva, la protección de los cultivos se ha convertido en una necesidad. Los consumidores demandan productos de excelente calidad, en todo tiempo, sin daños por agentes climáticos, plagas ni enfermedades. A su vez, los agricultores requieren de alta producción (cultivos protegidos o semiprotegidos) para mantener las exigencias de los mercados, lo que implica el uso de una serie de tecnologías que se enmarcan dentro del concepto de agricultura protegida.
http://edis.ifas.ufl.edu/hs1182

Recursos en Inglés

Publicaciones

Publicaciones de ATTRA: www.attra.ncat.org

Compost Heated Greenhouses. ATTRA Publication. 2001. By Steve Diver. NCAT, Fayetteville, AR. 30 p.

Greenhouse and Hydroponic Vegetable Resources on the Internet. ATTRA Publication. 2000. By Steve Diver. NCAT, Fayetteville, AR. 8 p.

Root Zone Heating. ATTRA Publication. 2002. By Steve Diver. NCAT, Fayettville, AR.40 p.

Construction of High Tunnels: Resources for Organic Farmers, de E-Organic y el Cooperative Extension System, Oregon State University.
http://www.extension.org/pages/18369/construction-of-high-tunnels:-resources-for-organic-farmers

The Hoophouse Handbook: Growing Produce and Flowers in Hoophouses and High Tunnels. 2003. By Lynn Byczynski (ed.). Fairplain Publications, Inc. 60 p.
Incluye información acerca de la construcción y manejo, incluyendo cultivos a producir y fuentes de suministros. Para ordenar, mande $15 más $4 para envío a:
Growing for Market
P.O. Box 3747
Lawrence, KS 66046
800-307-8949 (toll-free)

Extending the Season: Six Strategies for Improving Cash Flow Year-Round on the Market Farm. 2004. Edited by Lynn Byczynski, Fairplain Publications. 60 p.
Incluye artículos acerca de cultivos tempranos y tardíos protegidos; cultivos de invierno en terreno y túnel sin calefacción; cultivos de alto valor para el invernadero con calefacción; cultivos para almacenaje que se venden meses después de la cosecha; productos de valor agregado para vender a lo largo del año; creación de mercados a lo largo del año. $15 más envío de $4 de Growing for Market.

Walking to Spring. 2003. By Paul and Alison Wiediger. Au Naturel Farm. 94 p.
Los Wiedegers relatan cómo usan los túneles altos para producir productos 52 semanas al año. Incluye información acerca de construcción, cultivos producidos, mantención de registros, y recursos adicionales. El valor es de $15 más $3.50 por envío y manejo.
Ordene de:
Au Naturel Farm
3298 Fairview Church Road, Smiths Grove, KY 42171
270-748-4600; wiediger@msn.com
http://aunaturelfarm.homestead.com/

High Tunnel Production Manual. 2003. By William J. Lamont et al. The Pennsylvania State University. 164 p.
Cubre la construcción, producción, y economía de vegetales, bayas, cerezas dulces, y flores. Incluye recursos adicionales. Para ordenar, mande un cheque por $25 a nombre de The Pennsylvania State University a:
Dr. Bill Lamont
Department of Horticulture
206 Tyson Building
The Pennsylvania State University
University Park, PA 16802

High-Tunnel Tomato Production. 2004. By Lewis Jett. University of Missouri Extension. 28 p.
El libro cubre todo desde la construcción de túneles altos hasta la selección de variedades, fertilización, almacenamiento, manejo de plagas, e intercultivos. La sección de cultivos intercalados habla de cómo producir 12 tipos de vegetales diferentes en un periodo de 12 meses. Disponible por $10 de:
Extension Publications
University of Missouri, 2800 Maguire Blvd.
Columbia, MO 65211
573-882-7216
800-292-0969 (toll-free)

Hoop House Construction Guide. 2004. By Steve Upson. Samuel Roberts Noble Foundation Agricultural Division. 46 p.
Excelentes imágenes muestran todos los detalles de la construcción, desde cómo preparar el sitio hasta cómo anexar la cubierta de poly. El túnel resultante es lo suficientemente resistente como para soportar los extremos del clima de Oklahoma. Contacto:
Steve Upson
The Samuel Roberts Noble Foundation, Inc.
P.O. Box 2180
Ardmore, OK 73402
580-223-5810
sdupson@noble.org

Four-Season Harvest: Organic Vegetables from Your Home Garden All Year Long. 1999. By Eliot Coleman. Chelsea Green Publishing. 234 p.

Inspirado en el jardín de Scott y Helen Nearing a finales de los '60 y basado en el éxito del autor en la cosecha de vegetales frescos a lo largo de todo el año en New England, este libro contiene detalles acerca del diseño, construcción, y manejo del jardín exterior, marcos fríos, túneles altos móviles, y sótanos para cultivos subterráneos (ejemplo: papas, cebollas y zanahorias). También incluye consejos para la producción de 50 cultivos de vegetales, una agenda de plantación para cosechas extendidas en todas las áreas de los Estados Unidos, y fuentes de herramientas e insumos. Escrita principalmente pensando en el jardinero doméstico, pero la mayoría del material puede aplicarse a una operación comercial. Disponible en tiendas de libros, de vendedores de libros en línea, o directamente de:

Chelsea Green Publishing
P.O. Box 428
White River Junction, VT 05001
800-639-4099 (toll-free)
www.chelseagreen.com

The New Organic Grower (Revised edition). By Eliot Coleman. 1995. Chelsea Green Publishing Company. 340 p.

El New Organic Grower (Nuevo Agricultor Orgánico) se ha convertido en un clásico para la horticultura a pequeña escala. Esta edición revisada incluye capítulos acerca de extensión de temporada, incluyendo planes para la construcción de túneles móviles. Provee antecedentes para su publicación de 1998, más abajo. Eliot Coleman y Bárbara Damrosch cultivan y comercializan desde octubre hasta mayo en Maine.

The Winter Harvest Handbook: Year-Round Vegetable Production Using Deep Organic Techniques and Unheated Greenhouses. 2008. By Eliot Coleman. Chelsea Green Publishing. 256 p.

Coleman ofrece detalles claros y concisos sobre la construcción y mantención de invernaderos, programa de plantación, manejo de cultivos, prácticas de cosecha, e incluso métodos de marketing en esta completa, meticulosa, e ilustrada guía. Los lectores tienen acceso a todas las técnicas que han demostrado producir cultivos de alta calidad en la granja de Coleman.

Disponible en: www.chelseagreen.com/bookstore/item/the_winter_harvest_handbook:paperback

Portable Field Hoophouse (EM015) by Carol Miles and Pat Labine, Washington State University Extension, cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/em015/em015.pdf

Design and Construction of the Penn State High Tunnel by W.J. Lamont, Jr., et al. http://njsustainingfarms.rutgers.edu/PDF/Design_construction_Penn_State_high_tunnel.pdf

Use of Plastic Mulch and Row Covers in Vegetable Production. 2003. By Dean McCraw and James E. Motes. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheet F-6034. 8 p. www.osuextra.com

The Gandhi of Greenhouses, Part I & Part II. 2004. By George DeVault. The New Farm. April 6, April 20. www.newfarm.org/features/0404/moore/greenhouse.shtml

Dos artículos describen el sistema de producción solar pasiva usado por Steve y Carol Moore en Spring grove, Pennsylvania.

Waste Oil Heater. 1980. Anon. Mother Earth News. 11 p. www.bagelhole.org/

El artículo provee instrucciones para hacer su propio calefactor a base de aceite de desecho a partir de un tanque calentador de agua viejo. Se dice que quema aceite de auto en forma tanto limpia como sin olor detectable, y libera harto calor. El calentador está diseñado para uso en una tienda o garage en lugar de un terreno abierto.

Organizaciones

American Society for Plasticulture
526 Brittany Drive
State College, PA 16803-1420
814-238-7045
www.plasticulture.org

National Greenhouse Manufacturers Association
20 W. Dry Creek Circle, Suite 110
Littleton, CO 80120
800-92-NGMA
303-798-1338
ngma@ngma.com
www.ngma.com/

Contactos para Reciclaje

American Plastics Council
1300 Wilson Blvd.
Arlington, VA 22209
800-243-5790 (toll-free)
703-741-5000
www.americanplasticscouncil.org/
Desde 1990, la industria de plásticos, como compañías individuales y a través de organizaciones como APC, ha invertido más de $1 billón para apoyar el incremento de reciclaje y educar a las comunidades en los Estados Unidos. La asociación de Recicladores de Plásticos Posconsumidor auspicia un sitio Web como un servicio a la industria de empaque plástico para promover el uso más eficiente de infraestructura de reciclaje de plásticos del país y para promover la calidad y cantidad de plásticos reciclados posconsumidor.

Fabricantes y Proveedores

NOTA: Esta lista no intenta ser completa ni exclusiva. La aprobación de un producto en particular o compañía no está implicada. Proveedores adicionales, tanto de venta al por mayor o al detalle, se listan en los manuales y en el sitio Web de Túneles Altos (High Tunnel Web) descrito anteriormente.

Muchas fuentes son también enlistadas en el Libro de Recursos de la revista anual **American Vegetable Grower** *(edición de Julio) y el Greenhouse Grower. Contacte:*
Meister Publishing Co.
37733 Euclid Ave.
Willoughby, OH 44094
440-942-2000

Good Fruit Grower es otra revista que lista proveedores. Contacte:
Good Fruit Grower
105 South 18th Street, Suite 217
Yakima, WA 98901
509-575-2315
www.goodfruit.com/buyers

A.M. Leonard
P.O. Box 816
Piqua, OH 45356
800-543-8955 (toll-free)
www.amleo.com
Herramientas generales, también material para paisajismo, película plástica, material para sombra.

American Plant Products & Supplies
9200 N.W. 10th
Oklahoma City, OK 73127
405-787-4833
800-522-3376 (toll-free)
www.americanplant.com
Fuente para marcos de invernaderos, películas y envidriado, material para sombra, cobertores de hileras, película de mantillos.

Atlas Greenhouse Systems, Inc.
P.O. Box 558
Alapaha, GA 31622
800-346-9902 (toll-free)
service@atlasgreenhouse.com
www.AtlasGreenhouse.com
Estructuras. Altamente recomendado por productores en el Sur y Medio oeste.

CropKing, Inc.
5050 Greenwich Rd.
Seville, OH 44273
330-769-2002
cropking@cropking.com
www.cropking.com
Ofrece talleres de entrenamiento para agricultores en producción hidropónica.

Dirt Works
6 Dog Team Rd.
New Haven, VT 05472-4000
800-769-3856 (toll-free)
admin@dirtworks.net
www.dirtworks.net/
Fuente de mantillos biodegradables Bio-Film 100

FEDCO Seeds
P.O. Box 520A
Waterville, ME 04903
207-426-9005
www.fedcoseeds.com
Cobertores flotantes de hileras, mantillos de película plástica.

Frost Boss Wind Machine
Hawkes Bay Wind Machines, Ltd.
Hastings, New Zealand
www.frostboss.co.nz/
Fuente de máquinas para viento para protección de heladas.

Griffin Greenhouse & Nursery Supplies
1619 Main Street
P.O. Box 36
Tewksbury, MA 01876
978-851-4346
www.griffins.com
Distribuidor al por mayor de una gama de productos para la plasticultura.

Harmony Farm Supply & Nursery
3244 Hwy. 116 North
Sebastopol, CA 95472
707-823-9125
info@harmonyfarm.com
www.harmonyfarm.com
Cobertores flotantes de hileras, sábanas para heladas, material de paisajismo, marcos fríos, poly de invernadero.

Haygrove Tunnels
Ralph Cramer
116 Trail Road
North Elizabethtown, PA 17022
866-HAYGROVE (toll-free)
Ralph.cramer@haygrove.com
www.haygrove.co.uk

Holland Transplanter Co.
P.O. Box 1527
Holland, MI 49422-1527
800-275-4482 (toll-free)
www.transplanter.com
Fabricante de transplantadores mecánicos, formadores de camas, dispensadores de mantillos, y equipo relacionado.

Hummert International
4500 Earth City Expressway
Earth City, MO 63045
800-325-3055 (toll-free)
www.hummert.com
Riego por goteo, material de paisajismo, marcos para invernaderos, cobertores de poly, cobertores flotantes de hileras, y otros insumos.

Jaderloon
P.O. Box 685
Irmo, SC 29063
800-258-7171 (toll-free)
jaderloon@jaderloon.com; www.jaderloon.com
Ofrece una línea completa de estructuras y amplia selección de accesorios incluyendo sistemas asegura-
dores de películas, bombines, hojas de policarbonato, y parches de poly.

Johnny's Selected Seeds
955 Benton Ave.
Winslow, ME 04901
207-861-3900
www.johnnyseeds.com
Cobertores flotantes de hileras, cobertores de hileras con aberturas, mantillo de poly negro, polimantillo verde IRT-100, material de paisajismo, tachuelas y grapas, marcos fríos, semillas para la producción en túneles/invernaderos, y para lechugas de climas cálidos.

KEN-BAR, Inc.
25 Walkers Brook Drive
Reading, MA 01867-0704
800-336-8882 (toll-free)
info@ken-bar.com; www.ken-bar.com
Proveedores de Dupont AG-06, Typar, Custom-Cover 5131, polietileno transparente con aberturas, y cobertores de hileras perforados, cobertores de hileras Insolar con aberturas/perforados o túneles, alambres para túneles, mantillo plástico negro embosado y suave, mantillo Planters Paper, mantillo plástico SRM-Red, mantillo plástico IRT, y tubos transparentes de polietileno.

Ledgewood Farm Greenhouse Frames
Route 171
Moultonboro, NH 03254
603-476-8829
Fabricantes de marcos de diseño gótico de Penn State.

Mechanical Transplanter Co.
1150 Central Ave.
Holland, MI 49423
800-757-5268 (toll-free)
mtc@mechanicaltransplanter.com
www.mechanicaltransplanter.com
Transplantadores mecánicos, formadores de camas, dispensadores de mantillo, disponedores de túneles bajos, cobertores flotantes de hileras, y mantillos fotodegradables.

Orchard-Rite, Ltd.
P.O. Box 9308
Yakima, WA 98909
509-457-9196
www.orchard-rite.com
Fuente de máquinas para viento y calefactores de huertos.

Peaceful Valley Farm Supply
P.O. Box 2209
Grass Valley, CA 95945
888-784-1722 (toll-free)
www.groworganic.com
Cobertores flotantes de hileras Agribon y Tufbell, cobertores flotantes con aberturas, material para sombra, mantillo IRT, Planters Paper, película para mantillo de polietileno negra y embosada, cinta para reparar, clips, arcos, Wall-O'-Water.

Plastitech, Inc.
478 Notre Dame St.
Remi, Quebec Canada J0L 2L0
450-454-3961; 800-667-6279 (toll-free)
info@plastitech.com; www.plastitech.com
Mantillos plásticos, cobertores flotantes de hileras, túneles, riego, material cortaviento artificial, dispensadores mecánicos de mantillos.

Rain-Flo Irrigation
884 Center Church Rd.
East Earl, PA 17519
717-445-6976
Negocio familiar y operado desde el rancho. Fabrica maquinaria para cultivar vegetales y provee y envía casi todas las marcas de equipo de riego, especializándose en riego por goteo. Cobertores flotantes de hileras, mantillos de película plástica, dispensadores de mantillos, transplantadotes, filtros de mantillos.

ReflecTek Foils, Inc.
P.O. Box 310
Lake Zurich, IL 60047
888-439-6121 (toll-free)
www.repelgro.com
Mantillos de película plástica metalizados y con reflexión UV, entre otros.

Stuppy Greenhouse Mfg.
1212 Clay
North Kansas City, MO
64116 800-733-5025 (toll-free)
greenhouse@stuppy.com
www.stuppy.com
Ofrece una variedad tanto de marcos fríos como de invernaderos.

Referencias en Inglés

Anderson, David F. et al. 1995. Evaluation of a paper mulch made from recycled materials as an alternative to plastic film mulch for vegetables. Journal of Sustainable Agriculture. Spring. p. 39–61.

Anon. 2002. Making packaging greener: Biodegradable plastics. Australian Academy of Science. www.science.org.au/nova/061/061key.htm

Arnosky, Pamela and Frank. 2004. When frost threatens, know what to expect. Growing for Market. May. p. 15–17.

Ashton, Jeff. 1994. A short tale of the long history of season extension. The Natural Farmer. Spring. p. 12–13.

Atwood, Sam, and Bill Kelly. 1997. Orchard smudge pots cooked up pall of smog. 3 p. www.aqmd.gov/news1/archives/history/smudge.html

Bartok, John W. 2004. Shade houses provide seasonal low-cost protected space. Greenhouse Management & Production. May. p. 56–57.

Bartok, John W. 2002. Hoop house designs help ease snow loads. Greenhouse Management & Production. August. p. 75–76.

Bergholtz, Peter. 2004. KEN-BAR Products for the Grower: Agricultural plastics. KENBAR, Inc., Reading, MA. www.ken-bar.com

Byczynski, Lynn. 2002. A cheaper hoophouse? Growing for Market. October. p. 1, 4–7.

Byczynski, Lynn (ed.). 2003. The Hoophouse Handbook: Growing Produce and Flowers in Hoophouses and High Tunnels. Fairplain Publications. 60 p.

Coleman, Eliot. 1992. The New Organic Grower's Four-Season Harvest. Chelsea Green Publishing, Post Mills, VT. 212 p.

Coleman, Eliot. 1995. The New Organic Grower: A Master's Manual of Tools and Techniques for the Home and Market Gardener. 2nd Edition. Chelsea Green Publishing, Lebanon, NH. 270 p.

Coleman, Eliot. 2009. Winter Harvest Handbook: Year-Round Vegetable Production Using Deep OrganicTechniques and Unheated Greenhouses. Chelsea Green Publishing, Lebanon, NH. 256p.

Cramer, Ralph. 2004. Personal communication.

DeVault, George. 2004. Farming under cover—BIG TIME! The New Farm. August 31. www.newfarm.org/columns/george_devault/2004/0804/haygrove.shtml

Evans, Robert D. 1999. Frost Protection in Orchards and Vineyards. Northern Plains Agricultural Research Laboratory, Sidney, MT. 20 p. www.sidney.ars.usda.gov/

Geisel, Pamela, and Carolyn L. Unruh. 2003. Frost Protection for Citrus and Other Subtropicals. University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 8100. 4 p. http://anrcatalog.ucdavis.edu

Groff, Steve. 2004. Personal communication.

Grohsgal, Brett. 2004. Winter crops, part 2: Planting through marketing. Growing for Market. September. p. 9

Guerena, Martín. 2004. Personal communication.

Hazzard, Ruth. 1999. Vegetable IPM Message.Vol. 10, No. 1. University of Massachusetts Vegetable & Small Fruit Program. www.umassvegetable.org/newsletters/archived.html

Hill, David E. 1997. Effects of multiple cropping and row covers on specialty melons. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven. Bulletin 945. October. 12 p.

Hitt, Alex. 2004. Personal communication.

Hodges, Laurie, and James R. Brandle. 1996. Windbreaks: An important component in a plasticulture system. HortTechnology. July–Sept. p. 177–180.

Holland Transplanter Co. 2004. Product information. Holland, MI. www.transplanter.com

Ilic, Pedro. 2004. Plastic Tunnels for Early Vegetable Production. University of California Small Farm Center Family Farm Series Publications. 21 p. www.sfc.ucdavis.edu/Pubs/Family_Farm_Series/intro.html

Jett, Lewis. 2004. High Tunnel Tomato Production. University of Missouri. 28 p.

King, Tim. 2002. Plasticulture without equipment. Growing for Market. April. 2002. p.1, 4–5.

Kuack, David. 2003. Dennis DeMatte Jr. on New Jersey's plastic film recycling program. Greenhouse Management & Production. July. p. 90–91.

Lamont, William J. 1996. What are the components of a plasticulture vegetable system? HortTechnology. July–September. p.150–154.

Lamont, William J., Michael D. Orzolek, E. Jay Holcomb, Kathy Demchek, Eric Burkhart, Lisa White, and Bruce Dye. 2003. Production system for horticultural crops grown in the Penn State high tunnel. HortTechnology. April–June. p. 358–362.

Lamont, William J., Martin R. McGann, Michael D. Orzolek, Nymbura Mbugua, Bruce Dye, and Dayton Reese. 2002. Design and construction of the Penn State high tunnel. HortTechnology. July–September. p. 447–453.

Lamont, William J. (ed.). 2003. High Tunnel Production Manual. The Pennsylvania State University. 164 p.

Long, Cheryl. 1996. New ground: Help spring arrive early. Organic Gardening. April. p. 18–19.

Marr, Charles, and William J. Lamont. 1992. Profits, profits, profits: Three reasons to try triple cropping. American Vegetable Grower. February. p. 18, 20.

Mattern, Vicki. 1994. Get your earliest tomatoes ever. Organic Gardening. November. p. 26–28, 30, 32.

Miles, Carol A., and Pat Labine. 1997. Portable Field Hoophouse. Washington State University Cooperative Extension. 7 p. http://cru.cahe.wsu.edu/

Morris, Christine. 2004. Grower erects 10 acres of high tunnels to improve crop quality. American Vegetable Grower. August. p. 1 www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3869/is_200408/ai_n9426603

Orzolek, Michael D., and William J. Lamont, Jr. No date. Summary and Recommendations for the Use of Mulch Color in Vegetable Production. The Pennsylvania State Center for Plasticulture. 2 p. www.plasticulture.org

Otten, Paul. 2003. High tunnels: Quietly revolutionizing high value crops. Northland Berry News. p. 11.

Peaceful Valley Farm Supply main catalogue.2004. Grass Valley, CA. www.groworganic.com

Poisson, Leandre and Gretchen. 1994. Solar Gardening: Growing Vegetables Year-Round the American Intensive Way. Chelsea Green Publishing. 288 p.

Rangarajan, Anu, Betsy Ingall, and Mike Davis. Alternative Mulch Products 2003. Cornell Univ. 4 p. www.hort.cornell.edu/extension/commercial/vegetables/online/2003veg/PDF/PMulch2003Final.pdf

Rose, Forrest. 2004. Westphalia man builds solar-powered hoophouse. University of Missouri Extension and Ag Information. News release. September 30.

Sanders, Douglas. 2001. Using Plastic Mulch and Drip Irrigation for Vegetable Production. North Carolina State University HIL–33. 6 p. www.ces.ncsu.edu/

Schonbeck, Mark. 1995. Mulching choices for warm-season vegetables. The Virginia Biological Farmer. Spring. p. 16–18.

Snyder, Richard L. 2000. Principles of Frost Protection. University of California. 13 p. http://biomet.ucdavis.edu/frostprotection/Principles%20of%20Frost%20Protection/FP005.html

Thompson, James F., Clay R. Brooks, and Pedro Ilic. 1990. Plastic Tunnel and Mulch Laying Machine. University of California Small Farm Center. Family Farm Series Publications. 4 p. www.sfc.ucdavis.edu.
Line drawings show key features of plastic tunnel and mulch laying machine. A list of materials needed to construct one in a farm shop is included.

Upson, Steve. 2004. Hoophouse Construction Guide. Samuel Roberts Noble Foundation Agricultural Division. 24 p.

Vargo, Adrianna. 2004. 4 ways to use a coldframe. Fine Gardening. November. p. 55–59.

Wells, Otho. 1992. Want earlier tomatoes? Use tunnel vision. American Vegetable Grower. March p. 38-41.

Wiediger, Alison. 2003. Not just season extension anymore: Hoophouses saved their season. Growing for Market. September. p. 7.

Zimmerman, John. 2004. Rain-Flo Irrigation catalog. East Earl, PA.

Agradecemos en forma especial por sus contribuciones al Dr. William J. Lamont, a la Dra. Carol Miles, Lynn Byczynski y Dan Nagengast, Alison y Paul Wiedeger, Ralph Cramer, Steve Groff, Alex Hitt, Bryan Boeckmann, y Steve Upson.

Extensión de Temporada para Horticultores
Por Janet Bachmann
Especialista en Agricultura de NCAT
© 2005 NCAT en inglés
© 2012 NCAT en español

Pamela Wolfe, traducción
Karen Van Epen, producción

Esta publicación está disponible en la red en:
www.attra.ncat.org/espanol/

This publication is also available in English:
Season Extension Techniques for Market Gardeners
at www.attra.ncat.org

SP035
Slot 359
Versión 102412