

Universidad de Puerto Rico  
Recinto Universitario de Mayagüez  
Colegio de Ciencias Agrícolas  
**Estación Experimental Agrícola**  
Río Piedras, Puerto Rico



**CONJUNTO TECNOLÓGICO PARA  
LA PRODUCCIÓN DE  
REPOLLO**

**Revisado 2014**

**Publicación 158**

## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>**

### **INTRODUCCIÓN<sup>2</sup>**

***Prof. Luis E. Rivera Martínez<sup>3</sup>***

Cifras de la Oficina de Estadísticas Agrícolas del Departamento de Agricultura de Puerto Rico, indican que en el año 2009-2010 el Ingreso Bruto Agrícola (IBA) ascendió a \$824.5 millones. El sector de las cosechas reportó un valor de \$321.0 millones, equivalente a un 38.9% del IBA. Las hortalizas y legumbres aportaron unos \$59.4 millones, equivalente a un 7.2% del IBA. Para ese mismo año se produjeron 32,943 quintales de repollo con un precio en la finca de \$20.19 el quintal, registrando un valor total de \$665,119. La producción de repollo durante el año fiscal 2009-2010 representó un aumento de 14,506 qq comparado con el año anterior. El ingreso reportado por el repollo fue el cuarto en importancia económica entre los cultivos hortícolas, les precedieron el tomate, la calabaza y las cebollas. Esta producción de repollo ha sido la mayor reportada desde el año 2001. Para el año 2009-2010 se importaron 61,375 quintales de repollo a la isla. El consumo por persona de esa hortaliza para ese año fue 2.35 libra.

Según datos preliminares de la Oficina de Estadísticas Agrícolas del Departamento de Agricultura de Puerto Rico para el año 2010-2011 la producción de repollo fue 12,927 quintales y el precio del producto local fue de \$22.90. Esto indica un valor total de \$ 29,701.30, reflejando una drástica reducción en producción y aportación económica comparada con el año anterior. Para ese mismo año se importaron 67,136.50 qq y el precio del producto importado por quintal fue en promedio \$22.58. El consumo por persona fue de 2.11 libras, lo que indica también una reducción en consumo comparado con el año 2009-2010.

De acuerdo al índice estacional de abastos del Departamento de Agricultura, en Puerto Rico, la producción anual de repollo se concentra entre los meses de enero y mayo, siendo marzo y abril los de mayor producción. Sin embargo, esta es una de las hortalizas que más se importa a la isla. La mayor parte de las importaciones provienen de Costa Rica, Estados Unidos y Canadá.

Durante años la región tradicional de producción de repollo en Puerto Rico fue la zona central, donde llegó a producirse hasta el 95% del total de la producción local (1988-89). Municipios como Barranquitas y Orocovis eran los mayores productores de este cultivo. Sin embargo, en los últimos años en esta zona se ha observado un drástico patrón descendente, tanto en la producción de repollo como en el área bajo siembra. Los agricultores responsabilizan a la

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Investigador, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

larva del dorso de diamante, *Plutella xylostella* (L.), como una de las principales causas de esta reducción. A esta situación se une el efecto detrimental de las pudriciones bacterianas producidas principalmente por *Xanthomonas campestris*. A ese limitante se suman los altos costos de producción actuales debido a alzas en los fertilizantes, en el costo de la mano de obra, en los costos de energía para operar los sistemas de riego, los altos costos de los combustibles y la reducción en las ayudas y subsidios gubernamentales. Toda esta situación ha provocado que el cuerdate de repollo en la zona central y en los llanos costaneros del sur de la isla se haya reducido drásticamente.

Esta publicación describe un conjunto de prácticas tecnológicas e información desarrollada y recopilada por el programa de investigación de la Estación Experimental Agrícola, e incluye otras prácticas que a través de los años han dado buen resultado para la producción comercial de repollo. Es importante señalar que las recomendaciones y prácticas contenidas en esta publicación promueven la conservación de nuestros recursos naturales con el fin de mantener en armonía el desarrollo agrícola y el medio ambiente. Esperamos que este conjunto tecnológico sea una referencia práctica y útil para sus usuarios. Que el mismo sirva de guía para aumentar la producción de este cultivo, contribuir a sustituir las importaciones, garantizar nuestra seguridad alimentaria y fortalecer nuestra economía.

### ***Referencias***

Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2010 y 2011. Ingreso Bruto de la Agricultura de Puerto Rico. Oficina de Estadísticas Agrícolas. Departamento de Agricultura de Puerto Rico.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>

### CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA<sup>2</sup>

*Prof. Guillermo J. Fornaris Rullán*<sup>3</sup>

#### *Clasificación*

El repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) es una planta dicotiledónea, herbácea y bienal, la cual se cultiva como planta anual. Pertenece a la familia botánica Brassicaceae, antes conocida como Cruciferae (por tener flores en forma de cruz), y bajo la cual también se encuentran otros cultivos comestibles importantes. Algunos de estos pertenecen a la misma especie (*Brassica oleracea*) pero de un grupo o variedad botánica diferente, como es el caso del brécol o brócoli (*B. oleracea* var. *italica*), el coliflor (*B. oleracea* var. *botrytis*), la col de bruselas (*B. oleracea* var. *gemmifera*), la berza (*B. oleracea* var. *acephala*), y el kholrabi (*B. oleracea* var. *caulorapa*). Entre otros cultivos comestibles de importancia que también pertenecen a la misma familia botánica Brassicaceae se encuentran la mostaza de hoja [*Brassica juncea* (varias subsp.)], el repollo chino (dos especies, *Brassica rapa* subsp. *chinensis* y *Brassica rapa* subsp. *pekinensis*), el nabo (*Brassica rapa* subsp. *rapa*), el rábano (*Rhaphanus sativus*) y el berro (*Nasturtium officinale*).

#### *Origen*

Algunos autores indican que el lugar de origen de la especie *Brassica oleracea* fue el oeste de Europa (ej., las costas de Inglaterra y el oeste de Francia), donde esta se ha encontrado en forma silvestre. Por otro lado, otros consideran que mucha de la evidencia encontrada apunta como su lugar de origen a la zona del este del Mediterráneo, y también a Asia Menor, desde donde luego se diseminó a diversos lugares de Europa.

Según se fue domesticando la planta silvestre de la especie *Brassica oleracea*, cuya parte comestible eran sus hojas, se fueron seleccionando y reproduciendo las plantas con las hojas más grandes. Dicho proceso dio lugar al desarrollo de lo que hoy día conocemos como berza o “kale”, *Brassica oleracea* var. *acephala*, o ‘repollo sin cabeza’. Luego hubo preferencia de parte de algunas personas por las plantas de berza o “kale” que presentaban un mazo o racimo de hojas tiernas más compacto, las mismas agrupadas en el ápice terminal o yema apical del tallo de la planta. Una continua selección y propagación de plantas con dichas características, la cual se

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Catedrático Asociado, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

estuvo llevando a cabo a través de cientos de generaciones de plantas, dio lugar eventualmente a lo que hoy día conocemos como la planta de repollo, *Brassica oleracea* var. *capitata*, o 'repollo con cabeza'. Este fue introducido a los Estados Unidos de América durante el siglo 16 (por Jacques Cartier en 1541) e introducciones posteriores se realizaron por los primeros colonos. Su nombre en inglés, "cabbage", se deriva de la palabra francesa "caboche" que significa cabeza.

### **Usos**

El repollo es un alimento versátil, rico en vitamina C. Hoy día se produce principalmente para ser consumido en su estado fresco, en ensaladas o hervido, aunque en algunos lugares es procesado principalmente para la preparación de col agria o "sauerkraut". Por su versatilidad, también se utiliza como ingrediente en la preparación de diversos platos, incluyendo sopas, guisos, preparado al horno (ej. hojas de repollo rellenas), entre otros. Antes de que el repollo se cultivara para alimento, el mismo ya era utilizado y reconocido como planta medicinal.

### **Descripción de la planta**

El tallo de la planta del repollo es uno mayormente no-ramificado, corto y grueso, y sus hojas son de superficie cerosa. Un corte longitudinal de la cabeza nos permite observar que la planta del repollo es realmente un ápice de crecimiento terminal bien grande. Esta planta puede alcanzar una altura de 16 hasta 24 pulgadas (40 a 60 cm) al madurar. Sus primeras hojas (las hojas inferiores) son de superficie lisa o algo abollada, a menudo divididas, y algo carnosas. Estas se expanden completamente, en algunos casos alcanzando hasta unas 18 pulgadas (45 cm) de largo y 12 a 16 pulgadas (30 a 40 cm) de ancho. Las próximas hojas del tallo son relativamente más pequeñas y estrechas, siendo algunas ellas abrazadoras, que se mantienen erectas y dobladas hacia el centro de la planta. Como resultado, la cabeza se va formando a partir de un desarrollo denso de hojas alrededor del punto de crecimiento, siguiendo las hojas una secuencia en forma de espiral y formando una roseta compacta. En el ápice de crecimiento dentro de la cabeza del repollo continúan creciendo y desarrollándose nuevas hojas, las cuales al expandirse dentro de la cabeza van a ir ejerciendo presión sobre las hojas externas. Mediante dicho proceso la cabeza va adquiriendo firmeza y aumentando en peso, hasta que la misma alcanza la densidad (peso/volumen) considerada aceptable para la cosecha, terminando así el periodo de la formación de la cabeza del repollo. Si esta no se cosecha a tiempo, la posterior expansión de las nuevas hojas internas y la reanudación del crecimiento del tallo en su interior tendrían como resultado el que la cabeza del repollo se hienda o raje.

El color del repollo es generalmente verde, en diversas tonalidades, incluyendo verde azulado y grisáceo. Hay también repollos de hojas rojas o púrpura. En el caso del repollo de tipo "savoy", el cual se distingue por sus hojas bastante arrugadas, el mismo pertenece a la misma especie pero a una variedad botánica diferente (*B. oleracea* L. var. *sabauda* L.). En cuanto a la forma de la cabeza del repollo, hay tres tipos principales: redonda, ovalada o achatada.

El tamaño de la cabeza del repollo al momento de la cosecha estará determinado principalmente por el potencial genético que posea para dicho parámetro el cultivar o variedad de repollo que hayamos sembrado. El tamaño también estará determinado por las distancias de siembra utilizadas (i.e., el espacio disponible para el crecimiento de cada planta). Otras prácticas culturales que se llevan a cabo durante el crecimiento y desarrollo de la planta pueden también

afectar el tamaño final de la cabeza, como lo son: el suministro de agua, los nutrientes disponibles a la planta, y el manejo para el control de insectos, enfermedades y malezas.

El sistema de raíces del repollo se describe como uno moderadamente superficial o poco profundo, alcanzando de 18 hasta 24 pulgadas (45 a 60 cm) de profundidad. La mayor parte de las raíces, hasta el 90% de estas, se concentran en las primeras 8 a 12 pulgadas (20 a 30 cm) del suelo. Este potencial de desarrollo del sistema de raíces es uno bajo condiciones óptimas del suelo y del desarrollo de la planta pero el mismo se puede ver limitado y afectado por varios factores, como lo son: las características físicas de algunos suelos (ej. suelos compactados), algunas prácticas de riego utilizadas (ej., riegos bien cortos y frecuentes), y cuando la siembra se lleva a cabo mediante el trasplante de plántulas (i.e., el método de siembra directa en siembras comerciales de repollo no se recomienda).

### ***Inflorescencia, fruto y semilla***

El repollo no es una planta sensitiva al fotoperiodo en cuanto a su florecida. Después de haber pasado su etapa juvenil, las plantas de repollo florecen en respuesta a temperatura. Esto ocurre cuando las plantas han estado expuestas a temperaturas menores de 50° F (10° C), durante un periodo de 5 a 6 semanas. Mientras más baja la temperatura, más corto será el período de exposición requerido. El ‘tallo floral’ se desarrolla a partir de un crecimiento rápido del tallo comprimido presente en la cabeza de la planta del repollo. Su inflorescencia es una de tipo racimosa, con flores en racimos de unas 5 pulgadas (12.5 cm) de largo. Las mismas son flores perfectas, de color blancuzco o amarillento, de cáliz estrecho, y con cuatro sépalos y pétalos opuestos formando una cruz. Su fruto, en forma de vaina, es una ‘silicua dehiscente’ conteniendo aproximadamente de 10 a 30 semillas por fruto. Las semillas son pequeñas, redondas y de color oscuro. Se estima que 9,000 semillas tienen un peso aproximado de 1 onza (28.35 g).

### ***Requisitos climatológicos***

En términos generales, el repollo se clasifica como un ‘cultivo de época fría’ (cool season crop) que puede tolerar heladas, siendo este capaz de sobrevivir a un período corto de exposición a temperaturas tan bajas como de 20° F (- 9.4° C) y en algunos casos hasta de 15° F (- 6.7° C). Aunque en la planta de repollo ya puede ocurrir crecimiento a temperaturas promedio de por lo menos 40 a 45° F (4.4 a 7.2° C), generalmente se considera que las temperaturas promedio óptimas para su crecimiento y desarrollo son unas de entre 59 y 68°F (15 y 20° C). A unas temperaturas promedio mayores de 77° F (25° C), se podrían afectar adversamente su desarrollo y la calidad del producto a ser cosechado (ej., la densidad y la forma de la cabeza). Por otro lado, podemos encontrar diferencias entre las variedades comerciales de repollo que sembramos en cuanto a sus requisitos de temperatura. Algunas de estas se pueden observar creciendo de forma muy satisfactoria bajo condiciones de temperaturas bajas y también bajo temperaturas relativamente altas como las que prevalecen en muchas ocasiones en Puerto Rico.

Las plantas del repollo requieren de bastante humedad en el suelo y de forma uniforme. Su exposición a un riego irregular o un periodo de sequía seguido por lluvias fuertes, puede causar que las cabezas se hiendan. Este cultivo también requiere de condiciones de buen drenaje en el suelo. La planta del repollo puede crecer durante todo el año en Puerto Rico, pero las cabezas de mejor tamaño y peso se producen durante la época de invierno y primavera.

## Referencias

- Baldwin, B., 1995. The history of cabbage. Sustainable horticultural information offered with the support of the University of Saskatchewan Extension Division, the Department of Plant Sciences, and the Provincial Government of Saskatchewan, Canada. 2 p. Versión electrónica en: <http://agbio.usask.ca/veg-cabbage>
- Dixon, G. R., 2007. Vegetable brassicas and related crucifers. Crop Production Science in Horticulture 14. CAB International. Oxon, UK. p. 18-19.
- Liogier, H. A., 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. Iberoamericana de Ediciones, Inc. San Juan, Puerto Rico. p. 80-81.
- Rubatzky, V. E. y M. Yamaguchi, 1999. World vegetables – principles, production and nutritive values (2<sup>da</sup> Edición). Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. p. 375-376, 387.
- Seelig, R. A. (editor), 1969. Cabbage (4<sup>ta</sup> Edición). Fruit & Vegetable Facts & Pointers series, United Fresh Fruit and Vegetable Association, Alexandria, Virginia. p. 1-3.
- Swiader, J. M. y G. W. Ware, 2002. Cole crops: cabbage, broccoli, cauliflower and related crops. Capítulo 14, *En: Producing vegetable crops* (5<sup>ta</sup> Edición). Interstate Publishers Inc., Danville, IL. p. 267-271.
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program. GRIN Taxonomy of Plants – *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. 6 p.  
URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?7672> (13 September 2013)
- Wien, H. C. y D. C. E. Wurr, 1997. Cauliflower, broccoli, cabbage and brussels sprouts. *En: H. C. Wien (Editor), The physiology of vegetable crops*. CABI Publishing, New York, NY. p. 522-526, 532, 534.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>

### VARIEDADES Y SU SELECCIÓN<sup>2</sup>

*Prof. Guillermo J. Fornaris Rullán<sup>3</sup>*

#### *Conceptos básicos*

Una de las principales decisiones que el agricultor tendrá que tomar previo al establecimiento de una nueva siembra de repollo, consistirá en la selección de la variedad o cultivar que va a sembrar. Una selección inapropiada de la variedad puede tener como resultado un rendimiento por cuerda pobre o que las cabezas de repollo cosechadas tengan características de poca aceptación en el mercado. El potencial de rendimiento y las características de calidad del producto a ser cosechado estarán determinadas en gran medida por las características genéticas (genotipo) que posea la variedad seleccionada. Esto también estará influenciado por las prácticas de manejo de producción utilizadas por el agricultor, junto a las condiciones ambientales que prevalezcan en la finca durante el crecimiento y desarrollo de las plantas. La selección de la variedad a sembrar deberá realizarse con bastante anticipación a la fecha de siembra, esto con el propósito de asegurar, en la medida posible, la disponibilidad de la semilla y que la misma sea una de buena calidad (ej., en cuanto a germinación y pureza).

En el caso de un agricultor que va a sembrar repollo por primera vez, es recomendable que obtenga información actualizada de cuáles son las variedades en este cultivo que han estado presentando un buen comportamiento de forma consistente durante los pasados años, en su zona geográfica o en zonas similares. Para obtener dicha información podrá consultar al Agente Agrícola del Servicio de Extensión Agrícola en su municipio, a otros agricultores de la zona que han sido exitosos en la siembra de este cultivo y a los distribuidores locales de las compañías de semilla.

Si el agricultor cuenta con experiencia previa en la producción de repollo, es recomendable que antes de cambiar la variedad que ha estado sembrando y la cual ya conoce bien, evalúe dentro de sus siembras comerciales (en pequeña escala y en más de una ocasión) algunas de las variedades que son nuevas para él y que son descritas con un buen potencial de producción. En algunas ocasiones, el problema que podría estar presentando una nueva variedad no se detecta hasta luego de haberla sembrado en varias ocasiones. El poder observar el comportamiento de algunas de las nuevas variedades en su propia finca le permitirá al agricultor contar con mayor información de primera mano sobre las mismas, lo cual posteriormente le será

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Catedrático Asociado, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

de ayuda al momento de decidir si siembra o no en su finca una de las nuevas variedades a escala comercial.

Además de tomar en cuenta la calidad de las cabezas cosechadas y su producción total, entre otros factores, en este proceso de selección también es importante considerar las diferencias que puedan existir entre las nuevas variedades en cuanto al costo de su semilla. Para esto, se deberán de considerar las posibles ventajas económicas que puedan representar para el agricultor algunas de las características deseables que puedan poseer las nuevas variedades. Por ejemplo, la posible resistencia o tolerancia que tenga una variedad a alguna enfermedad o insecto importante en el repollo, la resistencia o tolerancia que puedan presentar a rajarse o hendirse las cabezas, la uniformidad que presenten las cabezas de repollo al momento de su cosecha, entre otras.

### ***Variedades más sembradas en Puerto Rico***

La variedad de repollo que más se siembra actualmente en Puerto Rico es el híbrido ‘Blue Vantage’, especialmente en las siembras comerciales localizadas en los llanos costeros del sur y suroeste de la isla. La variedad de repollo más sembrada en un momento dado es algo que podrá ir cambiando a través del tiempo, en la medida en que algunas de las nuevas variedades liberadas durante los próximos años presenten el potencial de producir en Puerto Rico buenos rendimientos de cabezas de repollo y con las características de calidad preferidas por nuestro mercado. En términos generales de sus características, las variedades de repollo sembradas comercialmente en Puerto Rico son variedades híbridas, del tipo ‘doméstico’, para el mercado fresco, que producen cabezas redondas a ligeramente achatadas, de color verde (grisáceo a azulado) y de unas 3 ½ libras de peso promedio.

Ya para la década de 1970’, casi la totalidad de las variedades utilizadas en siembras comerciales de repollo en Puerto Rico eran híbridas. Para aquella época, posiblemente la variedad más sembrada era el híbrido ‘Market Prize’. En la década del 1980’ se comenzaron también a sembrar otras variedades híbridas, con cabezas un poco más grandes, como lo fueron las variedades ‘Río Verde’ y ‘Bravo’. Durante la década del 1990’ y la del 2000’ se fueron sembrando comercialmente otras variedades híbridas, entre las que se encontraban ‘Izalco’, ‘Pennant’, ‘Tropicana’, y ‘Blue Vantage’. Al día de hoy, esta última se continúa sembrando y todavía se le puede considerar como una variedad estándar de repollo en Puerto Rico.

De entre las variedades antes mencionadas, a continuación se presenta el nombre de las variedades cuya semilla todavía se encuentra disponible, seguida esta por el nombre (entre paréntesis) de la compañía de semilla que la produce y vende:

‘Bravo’	(“Harris Moran” y “Harris Seeds”)
‘Pennant’	(“Syngenta”)
‘Tropicana’	(“Seminis”)
‘Blue Vantage’	(“Sakata” y “Harris Seeds”)

Dichas compañías de semilla pueden ser contactadas a través de la internet y la mayoría de ellas actualmente tienen distribuidores en Puerto Rico, como lo son: AgroServicios (distribuye semilla de “Syngenta”, “Harris Moran”, y “Seminis”) y Panamerican Fertilizer [distribuye semilla de “Sakata” (y también de “Nunhems”)]

Previo al uso de las variedades híbridas de repollo, algunas de las variedades de polinización abierta (O.P.) que en el pasado se sembraban en Puerto Rico fueron: ‘Copenhagen Market’, ‘All Seasons’, y ‘Golden Acre’. Actualmente, solo se siembran variedades de repollo de polinización abierta en huertos caseros y en algunas fincas orgánicas.

### ***Aspectos a considerar en la selección de una variedad***

Además del costo de la semilla, otros aspectos sumamente importantes que siempre debemos de considerar al seleccionar la variedad que planificamos sembrar, son:

1. Que la variedad seleccionada produzca una cabeza de repollo con las características de calidad preferidas por el mercado.
2. Que sus plantas posean la capacidad de producir un rendimiento comercial óptimo para el agricultor (peso y tamaño de las cabezas).
3. Que la variedad se adapte, tanto a las prácticas de manejo utilizadas por el agricultor como a las condiciones del medio ambiente de la zona o finca donde la misma se sembrará.
4. Que posea y exprese resistencia o tolerancia a alguna de las principales enfermedades, desórdenes fisiológicos o insectos que afectan la planta del repollo.

**1. Un producto con buena aceptación en el mercado** - Las cabezas de repollo producidas por la variedad seleccionada deberán de cumplir con las características de calidad específicas requeridas por los consumidores y por los participantes en la cadena de mercadeo (ie., compradores, intermediarios, mayoristas, detallistas). En términos generales, esta variedad debe producir cabezas de repollo del tamaño y peso deseado en el mercado (ej., unas 3 ½ libras de peso promedio); ser uniformes, de superficie lisa y brillante, de color verde (grisáceo o azulado) bien distribuido y atractivo, con la forma deseada (ej., globosa o ligeramente achatada); estar libres de insectos (ej., gusanos, áfidos, etc.) y libres de defectos severos (ej., rajaduras, “Tip Burn”, etc.). Las cabezas deben ser bastante firmes, tener un buen sabor y que su deterioro en calidad después de la cosecha sea uno lento. Siempre es importante verificar cuáles son las características específicas deseadas por parte del mercado en el cual planificamos vender las cabezas de repollo, ya que dichas características podrían variar de un mercado a otro.

**2. Rendimiento comercial óptimo** – La variedad de repollo seleccionada deberá ser una con el potencial de poder producir un rendimiento de cabezas comerciales igual o mejor que el que se obtiene con la variedad que es considerada como la estándar en la zona, o con respecto al rendimiento que se obtiene con la variedad que el agricultor ya ha sembrado anteriormente en su finca. Para poder saber si la nueva variedad de repollo es consistente en cuanto a su capacidad de producción, es recomendable que el agricultor la evalúe a pequeña escala dentro de su propia finca, en por lo menos dos ocasiones, antes de sembrarla comercialmente. Además de considerar el rendimiento total de cabezas comerciales, al comparar la nueva variedad con la variedad ya conocida también se deberá de tomar en consideración si la nueva variedad tarda menos días en el campo desde su trasplante hasta el primer cosecho, si su producción total se logra en un número menor de cosechos, si el porcentaje mayor de producción se alcanza en los primeros dos cosechos (preferiblemente durante el primer cosecho), y el grado de uniformidad (o distribución por tamaño) que presenten las cabezas que produce la nueva variedad.

### **3. Adaptación a las prácticas de manejo y condiciones ambientales de la zona o finca –**

Algunas de las prácticas de manejo utilizadas en la producción de repollo pueden variar de un agricultor a otro. Por tal razón, es importante saber cómo las nuevas variedades van a comportarse bajo el manejo a ser utilizado en su finca. Las condiciones ambientales también pueden variar de una época de siembra a otra y de un año a otro, aún dentro de la misma finca. Para algunas zonas en Puerto Rico, y especialmente para algunas épocas del año, va a ser importante que la variedad que planificamos sembrar tenga el potencial de adaptarse a condiciones de mucha humedad y/o de temperatura altas.

Durante el proceso de seleccionar la variedad en cuanto a su capacidad de adaptación, también deberán ser considerados algunos aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas. Entre estos aspectos se encuentran el tamaño, uniformidad y vigor de las plantas, la capacidad del follaje inmediato a las cabezas para proteger las mismas del sol, y también la protección que les brinden las ‘hojas cobertoras’ durante su manejo postcosecha, entre otros. Como mencionamos anteriormente, la variedad debe producir cabezas de repollo con las características deseadas por el mercado y que las mismas puedan ser cosechadas en el menor número de días posible después del trasplante. Sabemos que mientras más días en el campo antes de completar el ciclo de cosecha, mayores serán los gastos de mantenimiento en la siembra de repollo (ie., el costo de continuar las aplicaciones de plaguicidas, desyerbos, riegos, etc.). Aún en una misma finca, podría darse el caso de que las variedades nuevas que están presentando la mejor capacidad de adaptación puedan comportarse de manera distinta para cada una de las épocas en el año en las que fueron evaluadas.

**4. Resistencia o tolerancia a enfermedades, desórdenes fisiológicos e insectos** – La resistencia o tolerancia que posea una variedad de repollo a diferentes enfermedades, desórdenes fisiológicos o insectos es extremadamente importante en la prevención de posibles daños que pueden causarle al cultivo. Estos daños tendrían un efecto perjudicial sobre el rendimiento comercial de la producción y también sobre el grado de calidad del producto cosechado, entre otros. El daño ocasionado por los organismos causales de algunas de las enfermedades que afectan este cultivo frecuentemente se manifiesta en las cabezas de repollo luego de estas haber sido cosechadas. Para obtener información sobre cuáles son las enfermedades, desórdenes fisiológicos o insectos que más afectan al cultivo de repollo en su zona, y en cual época del año o bajo cuáles condiciones climáticas estas afectan más al cultivo, el agricultor deberá comunicarse con el Agente Agrícola de su municipio. Información sobre cuáles son algunos de los organismos o desórdenes fisiológicos que más afectan al repollo también está disponible dentro de este mismo ‘Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo’, bajo los capítulos: INSECTOS y ENFERMEDADES.

Muchas variedades de repollo poseen algún grado de resistencia o tolerancia a una o más enfermedades. Algunas de las enfermedades para las cuales se reporta que existe resistencia o tolerancia en este cultivo son “Fusarium Yellows”, “Black Rot”, “Alternaria Leaf Spot”, entre otras. Hay desórdenes fisiológicos que afectan al repollo para los cuales algunas variedades presentan algún grado de resistencia o tolerancia, como lo es el caso del “Tip Burn” y el “Black Spec”. No es común encontrar alguna variedad de este cultivo que se describa con resistencia o tolerancia a algún insecto, excepto por algunas descritas con resistencia o tolerancia a tripsidos. La resistencia o tolerancia que pueda poseer la variedad seleccionada a uno o más de estos organismos o desórdenes fisiológicos puede ayudar al agricultor a reducir los gastos en que

incurre a consecuencia de las prácticas que realiza en su finca para manejar y controlar los mismos.

### ***Proceso de evaluación de las nuevas variedades en la finca***

Las variedades que planificamos evaluar en la finca deben estar entre las que ya han sido descritas con potencial de producir un mayor rendimiento y/o una mejor calidad de cabezas de repollo (ie., entre otros factores a considerar), en comparación con la variedad ya conocida por el agricultor. Algunas variedades con dicho potencial podrían ser identificadas de entre las mencionadas previamente (bajo el tema ***Variedades más sembradas***) o entre aquellas que han resultado más prometedoras en evaluaciones de variedades, ya sea por parte de la Estación Experimental Agrícola, por las compañías de semilla, u otras entidades reconocidas (realizadas preferiblemente en Puerto Rico). Se debe obtener información sobre cuál ha sido su comportamiento en diferentes lugares, pero lo ideal es que el agricultor pueda también tener información de primera mano en cuanto a su comportamiento al tener la oportunidad de observarlas personalmente en su finca.

Cada variedad a ser evaluada deberá sembrarse en pequeñas parcelas o secciones de bancos, por ejemplo: que cada parcela sea de un tamaño que contenga 30 plantas (20-40 plantas). Todas las parcelas de las variedades a ser comparadas deberán ser del mismo tamaño. Lo recomendable es establecer por lo menos tres parcelas para cada una de las variedades bajo evaluación, siendo lo ideal cuatro parcelas por variedad. Si usa menos parcelas por cada variedad, entonces debe duplicar o triplicar el tamaño de cada parcela. Las parcelas se agrupan en bloques, ya que en cada bloque habrá una parcela de cada una de las variedades bajo evaluación, por lo que el número de bloques será igual al número de parcelas a ser establecidas para cada variedad. El orden en que las parcelas se ubiquen dentro de cada bloque deberá ser diferente en cada uno de ellos (ser distribuidas completamente al azar). Esta evaluación se puede llevar a cabo dentro de una de las siembras comerciales que el agricultor planifica establecer en su finca.

Para poder comparar las variedades, es importante que todas ellas crezcan bajo las mismas condiciones. Por tal razón, es importante que todas sean manejadas de la misma forma en que se maneja la variedad sembrada comercialmente por el agricultor. De ser posible, cada variedad nueva deberá ser evaluada en por lo menos dos ocasiones. Esto tiene el propósito de determinar si el comportamiento de la misma es uno consistente en cuanto a su capacidad de producción de cabezas de repollo de buena calidad, ya que algunos factores pueden cambiar de un año a otro o de una época del año a otra, aún dentro de la misma finca (ej., condiciones ambientales y prácticas de manejo). Los datos obtenidos en cada parcela deberán ser recopilados separadamente, esto con el propósito de posteriormente poder comparar y analizar los mismos.

El establecer este tipo de prueba es relativamente fácil, pero la misma requiere que la persona a cargo cuente con el tiempo necesario para poder recopilar los datos para cada uno de los diferentes parámetros de evaluación. Esta información nos permitirá posteriormente tomar la decisión de sembrar o no comercialmente una de las nuevas variedades. También tenemos que tomar en cuenta que la recopilación de muchos de los datos ocurrirá durante la época de cosecha, en la cual hay mucho trabajo en la finca. Por tal razón, se recomienda evaluar en cada ocasión un número limitado de variedades (dos o tres máximo), para que sea viable la recopilación de la información básica y necesaria de cada una de ellas. Durante este proceso de evaluación es

importante considerar las características y el comportamiento de la plantas, las características de calidad que presentan las cabezas (forma, color, peso, tamaño, etc.), su rendimiento comercial, la incidencia de cabezas hendidas o rajadas, y los posibles daños causados por insectos y enfermedades (vea, *Aspectos a considerar en la selección de una variedad*). Además, se recomienda mantener un diario en el cual se recopilen todas las actividades realizadas (desde antes de la siembra), los datos del clima y cualquier otra observación de día a día que consideremos importante. Hoy día se hace más fácil el documentar las observaciones mediante la toma de fotos, ya que esto lo podemos hacer hasta con nuestros teléfonos celulares.

Luego de que el agricultor lleve a cabo este tipo de evaluación en una o dos ocasiones, dicho proceso se va a ir convirtiendo poco a poco en un proceso rutinario dentro de las operaciones de la finca. Estas evaluaciones podrían ser una buena inversión en su futuro como agricultor y empresario, ya que el conocimiento adquirido al evaluar las nuevas variedades le ayudará a mantenerse competitivo en dicho mercado. Para más información sobre cómo llevar a cabo estas pruebas y el análisis de sus resultados, el agricultor puede solicitarle información al Agente Agrícola del Servicio de Extensión Agrícola de su municipio y a los representantes o distribuidores locales de las compañías de semilla.

El primer cosecho en una variedad que se encuentre bajo evaluación deberá de llevarse a cabo cuando algunas de las cabezas ya se consideren como ‘maduras’, basado en su tamaño y firmeza, o también cuando dentro de las parcelas de dicha variedad se observe la primera cabeza que se hienda o raje. Es importante que cada variedad sea evaluada en cuanto al grado de susceptibilidad de sus cabezas a rajarse o henderse, y también ser evaluada en cuanto a la formación y desarrollo de las hojas ‘cobertoras’ de la cabeza de repollo. Deben de abrirse algunas de las cabezas cosechadas para poder evaluarlas internamente en cuanto a la posible presencia de “Tip Burn”, la solidez de la cabeza (la ausencia de espacios abiertos en su interior), el color interno, la presencia o ausencia de insectos en su interior (ej., trípidos, gusanos, etc.), entre otros aspectos. El repollo producido en Puerto Rico va dirigido al mercado fresco, en el cual el producto llega a manos del consumidor en pocos días después de su cosecha, pero si el mismo fuera a ser almacenado bajo refrigeración por más de una o dos semanas tendríamos que también evaluar cada una de las variedades en cuanto al potencial de almacenamiento de las cabezas.

## ***Referencias***

- Anderson, D., 2004. On-farm research with crops. *En*: How to conduct research on your farm or ranch. Sustainable Agriculture Research & Education (SARE) Program, National Outreach Office. NIFA-USDA. p. 6-8. Versión electrónica en: <http://www.sare.org/Learning-Center/Bulletins/National-SARE-Bulletins/How-to-Conduct-Research-on-Your-Farm-or-Ranch>
- Anónimo, 2012. Cabbage: disease resistance table. Vegetable MD Online, Cornell University. Department of Plant Pathology, Ithaca, NY. 5 p. Versión electrónica en: <http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/Tables/CabbageTable.html>
- Caraballo, E., 1992. Evaluación de variedades de repollo. *En*: Memorias de Foro Técnico ‘Cultivo y Producción de Repollo’, auspiciado por la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico y celebrado el 14 de junio de 1992 en Barranquitas, Puerto Rico.

- Colley, M. R. y J. R. Myers, 2007. On-farm variety trials: A guide for organic vegetable, herb and flower producers. Publicación de la “Organic Seed Alliance”, Port Townsend, WA. La misma fue posible mediante una asignación de fondos de la “Risk Management Agency” (RMA), USDA. 23p. Versión electrónica en: [http://www.seedalliance.org/uploads/publications/OVT\\_Guide.pdf](http://www.seedalliance.org/uploads/publications/OVT_Guide.pdf)
- Davis, R. F., G. H. Harris, P. M. Roberts y G. E. MacDonald, 2012. Designing research and demonstration tests for farmer’s field. University of Georgia Cooperative Extension Service, Bulletin 1177. 8 p. Versión electrónica en: [http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk\\_id=6276](http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk_id=6276)
- Dickson, M. H. y D. H. Wallace, Cabbage breeding (Capítulo 11). *En: Breeding Vegetable Crops*. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut. p. 428-429.
- Fornaris-Rullán, G., I. Beauchamp de Caloni y L. Avilés-Rodríguez, 1989. Head characteristics and acceptability of cabbage cultivars grown in southern Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 73(4):367-374.
- Maynard, D. N., 1987. Vegetable variety evaluation demonstrations: A manual for county extension faculty. Univ. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ. 762. p.15.
- Maynard, D. N., 1988. Cabbage cultivars. *En: Cabbage production guide for Florida* (Editado por G. J. Hochmuth). University of Florida, IFAS Extension. Circular 117E. p.1.
- Neibauer, J. y E. Maynard, 2012. Cabbage. *En: Produce Quality & Safety Information for Growers. Purdue University Cooperative Extension, Dept. of Horticulture and Landscape Architecture. 4 p.* Versión electrónica (bajo “cabbage”) en: [http://www.hort.purdue.edu/prod\\_quality/](http://www.hort.purdue.edu/prod_quality/)
- Ortiz, C. E., A. González, L. E. Rivera y R. Vélez-Colón, 1998. Response of cabbage in the mountainous and coastal areas of Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 82(1-2):113-116.
- Osuna, P., 1964. El cultivo de hortalizas. *En: Revista de Agricultura de Puerto Rico*, Departamento de Agricultura. Vol. LI, Núm. 2. p. 15-39.
- Winters, H. F. y G. W. Miskimen, 1967. Vegetable gardening in the Caribbean area. Agriculture Handbook No. 323. ARS, USDA. 114 p. Versión electrónica en: <http://naldc.nal.usda.gov/download/CAT87209120/PDF>

## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>**

### **SUELO Y PREPARACIÓN DEL TERRENO<sup>2</sup>**

*Prof. Luis E. Rivera Martínez<sup>3</sup>*

#### ***Suelo***

El suelo es la capa que forma la superficie de la tierra. Los suelos se forman de la combinación de una serie de factores, entre los cuales se encuentra el material parental, clima, topografía, organismos vivos y el tiempo. La interacción de estos factores en distintos grados de intensidad ha producido suelos que varían significativamente entre sí. El sistema cooperativo nacional de inspección de suelos de los Estados Unidos (“US National Cooperative Soil Survey”) agrupa los suelos en doce órdenes taxonómicas, basado en las propiedades o características medibles, según fueron moldeados por los procesos de formación que actúan a diferentes grados de intensidad. Las órdenes de suelo reconocidas bajo este sistema de clasificación son las siguientes: Alfisol, Andisol, Aridosol, Entisol, Gelisol, Histosol, Inceptisol, Mollisol, Oxisol, Spodosol, Ultisol y Vertisol.

A pesar de su limitada extensión territorial, en Puerto Rico, en un área de 3,500 millas cuadradas, se encuentran 9 de las 12 órdenes reconocidas en el mundo. La orden Andisol está ausente debido a que no hemos tenido en la isla reciente material volcánico, que es requisito para su formación. La orden Gelisol tampoco existe bajo nuestra condición tropical, ya que es requisito que el suelo se mantenga permanentemente congelado. La orden Aridosol puede que haya ocurrido a lo largo de la costa semiárida sur de la isla, sin embargo su presencia no ha sido oficialmente reconocida.

Dada la gran variabilidad de suelos en la isla, no debe sorprender que en una misma finca puedan estar presentes varios tipos o series de suelo. En muchas ocasiones, cada tipo de suelo requiere prácticas de manejo diferentes para lograr una producción eficiente de las cosechas. Los catastros de suelos publicados por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés) son útiles para identificar y conocer los suelos de la finca. En este documento se describen algunas propiedades y características del suelo que son importantes para determinar las prácticas de manejo adecuadas que se deben utilizar para alcanzar una buena producción y calidad del repollo. Esta información también es necesaria para determinar las prácticas de conservación a utilizar para hacer uso eficiente de los recursos naturales disponibles

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Investigador, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

y reducir o eliminar los efectos de la contaminación que pueden afectar adversamente su área agroecológica.

### *Tipos de Suelos*

A manera de información, le describimos los suelos y su ubicación a nivel local. El Inceptisol es el suelo que más abunda en Puerto Rico. Se puede encontrar en las zonas central y este de la isla. Es un suelo joven, con poco desarrollo de horizontes y moderadamente fértil. El suelo Ultisol es el segundo más abundante en la isla. Se caracteriza por ser bajo en potasio, magnesio y calcio. Es de composición ácida (mezcla de agua y ácido) y poco fértil. Este tipo de suelo se encuentra en la zona montañosa donde se cultiva el café. El suelo Oxisol es también un suelo de poca fertilidad. Se puede encontrar principalmente en el llano costanero del norte. El orden Mollisol agrupa suelos de color oscuro, profundos, con un contenido relativamente alto de carbono orgánico, alta saturación de bases y consistencia friable. Estas características son deseables para la producción de cosechas. Puede encontrarse en las zonas norte, central y sur de la isla. Los suelos tipo Entisol se encuentran principalmente a lo largo de las áreas costaneras y en depósitos aluviales recientes. Está compuesto de fragmentos de coral, arena y materia residual transportada desde las zonas montañosas. Son suelos alcalinos. El suelo Vertisol es de color oscuro, arcilloso y contiene una cantidad considerable de arcillas de sílice, las cuales se expanden y se contraen de acuerdo a los cambios en humedad. Se puede encontrar en el Valle de Lajas. El Alfisol se encuentra en las áreas calizas de la montaña norte central. Es un suelo moderadamente meteorizado. El Histosol es un suelo muy orgánico, asociado con áreas de manglares y pantanos. El Spodosol es un suelo que tiene en su horizonte acumulación de compuestos amorfos de materia orgánica, hierro y aluminio. Está presente exclusivamente en los depósitos de arenas de cuarzo cerca de Arecibo.

El repollo tradicionalmente se ha producido en Puerto Rico en la zona de la montaña por las bajas temperaturas que se registran en esa zona. Problemas relacionados a plagas, prácticas de manejo y producción provocaron que este cultivo se moviera a la zona sur para beneficiarse de la mecanización, clima seco, nueva tecnología y otros factores importantes para su producción intensiva. En términos generales los suelos más adecuados para la siembra de repollo deben tener valores de pH entre 6 y 7.5. En la mayoría de los suelos donde se siembra repollo en la costa sur el pH fluctúa entre 7 y 8. Los valores de pH superiores a 8 pueden resultar nocivos debido a la baja disponibilidad de algunos nutrientes menores. Valores menores de 5 pueden ocasionar toxicidad por aluminio y manganeso; así como deficiencias de fósforo, calcio y magnesio. Debemos evitar la siembra de repollo en suelos que muestren condiciones tales como la presencia de grava, altos contenidos de sales, alta acidez o alcalinidad, arcillas muy densas o lugares con problemas de mal desagüe. Todas estas condiciones interfieren con una producción rentable del repollo.

Hay algunas características químicas, tales como la reacción y los niveles de nutrientes disponibles, que se pueden enmendar en el suelo para beneficiar al cultivo. El repollo es susceptible a la acidez del suelo. A medida que el suelo se hace más ácido, aumenta el nivel de aluminio activo por lo que los rendimientos del repollo se reducen. Para alterar la reacción de los suelos podemos encalar o acidificar, según sea el caso. La topografía de la zona central donde se produce el repollo es accidentada y la alta precipitación lava los nutrientes antes que las

plantas puedan utilizarlos. Por tal razón, debemos manejar adecuadamente los fertilizantes que aplicamos para aumentar su eficiencia y reducir las pérdidas por erosión y su efecto negativo al medio ambiente. En la zona sur se recomienda que la aplicación de fertilizantes se lleve a cabo a través del agua de riego, lo cual facilita el manejo y aumenta la eficiencia. Consulte la sección de 'Abonamiento' para mayor información al respecto.

### ***Preparación de terreno***

La preparación del terreno antes de la siembra es una de las prácticas agrícolas que mayor atención y cuidado requiere de parte del agricultor. Una preparación adecuada del terreno promoverá el crecimiento y desarrollo óptimo del sistema de raíces del repollo. Las raíces se desarrollarán dentro de un volumen mayor de suelo, por lo que podrán extraer con más facilidad el agua y los nutrimentos requeridos para alcanzar la producción deseada. Mediante la preparación del terreno se eliminan residuos vegetales existentes, se mejora la aireación del suelo, se facilita la descomposición de la materia orgánica y se favorece el control de plagas y enfermedades del suelo. Tomando en consideración los altos costos del combustible, la maquinaria y los equipos de labranza, el agricultor debe tratar de hacer un uso eficiente de estos limitados recursos.

Para la selección adecuada del predio donde sembrar el repollo puede solicitar ayuda técnica al Agente Agrícola del Servicio de Extensión Agrícola de su municipio o al personal de la oficina del Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Ellos pueden ofrecerle orientación técnica sobre las prácticas adecuadas de manejo, recomendaciones para el uso de maquinaria, y medidas para proteger los recursos naturales.

Es importante que la preparación de terreno se lleve a cabo a un grado adecuado de humedad. Suelos muy húmedos o muy secos son difíciles de preparar y requieren mayores horas de trabajo de la maquinaria. El grado de humedad puede detectarse apretando un puñado de tierra de la superficie y del subsuelo, y observar si se desmorona con facilidad al abrir el puño o si se queda compactado. De mantenerse compactada, no debe trabajarse el terreno ya que se afectará la estructura del mismo y se podría averiar el equipo o maquinaria utilizado en la labranza.

La preparación del terreno no debe exceder una profundidad de 18 pulgadas si el suelo tiene un subsuelo pesado, ya que estaría exponiendo el mismo a la superficie. En zonas llanas o de poco declive en la costa sur, por lo general dos cortes de arado y dos rastrilladas son suficientes, cuando las operaciones de labranza del suelo se realicen siendo la humedad la adecuada. En suelos pesados o muy arcillosos la condición de humedad es de suma importancia al momento de preparar el terreno. Si el suelo está muy húmedo se formarán más terrones, por lo que sería necesario utilizar un roto cultivador para desmenuzar el suelo.

### ***Preparación para la siembra: Suelos de la costa sur***

Luego de preparar el terreno se recomienda formar la cama o banco para la siembra. Las camas o bancos se forman a una altura de 6 a 8 pulgadas sobre el nivel del suelo y de 5 a 6 pies de ancho de surco a surco. El ancho del tope del banco puede variar dependiendo del equipo

empleado. El tope debe estar bien definido y nivelado para que el movimiento de agua por el sistema de riego por goteo sea uniforme. En general, se levantan bancos sobre el terreno con el propósito de facilitar el desarrollo de las raíces, proveer un área de terreno suelto para evitar deformaciones y mejorar la absorción de agua y nutrimentos. Los bancos deben tener el declive necesario que permita el movimiento de agua sin ocasionar problemas de erosión o mal desagüe. Es recomendable que el suelo en el tope del banco esté bien pulverizado, libre de terrones y residuos de cosecha sin descomponer. Estos limitantes pueden interferir o dañar la cubierta plástica que se utiliza sobre el suelo como parte de las prácticas de producción en la costa sur.

Aunque en la costa sur el declive de los suelos es mínimo o moderado, el agua de escorrentía proveniente de áreas adyacentes puede ocasionar erosión significativa en dichos terrenos. Este problema puede ocurrir principalmente en aquellos suelos que han sido desmenuzados o se han labrado intensivamente. Recomendamos que el agua de escorrentía se dirija a un desagüe protegido a través de zanjas para de esta manera proteger el área de la cosecha. La dirección del surcado debe tener el declive suficiente para permitir el movimiento de agua sin causar problemas de erosión o mal desagüe. El Servicio de Conservación de Recursos Naturales le puede asesorar en el establecimiento de prácticas de conservación que protejan estos recursos.

### ***Preparación para la siembra: Suelos de la montaña***

En suelos inclinados, como los que tenemos en la zona de la montaña, la preparación del terreno con maquinaria agrícola debe ser limitada para evitar afectar la productividad. Una práctica recomendada es realizar la operación primaria de labranza o aradura con maquinaria y luego utilizar arado de bueyes para el surcado al contorno. De utilizarse, las operaciones de labranza deben seguir el contorno natural del terreno para reducir la escorrentía. Las áreas de desagües naturales del predio no se deben arar. Es recomendable mantener estas áreas con vegetación para protegerlas de la erosión. La rotación con otro cultivo o el dejar periodos de descanso entre cosechas puede ayudar a mejorar la calidad del suelo, si la planta seleccionada en la rotación provee una buena cubierta protectora y aumenta los residuos de cosechas en el suelo. Se recomiendan las siguientes prácticas para el control de la erosión y manejo de las aguas de escorrentías:

**Labranza de cobertura** - En esta labranza se dejará más de una tercera parte del terreno con vegetación o residuos de plantas luego de arar.

**Zanjas de ladera** - Se recomienda establecer zanjas de ladera cada 25 a 35 pies de distancia o según sean diseñadas por el técnico del Servicio de Conservación de Recursos Naturales.

**Siembras al contorno** - Esta práctica es complemento de las zanjas de ladera, de siembra de cero labranza y de labranza de cobertura. Se recomienda que todas las operaciones de labranza, manejo, y prácticas agronómicas y culturales se realicen al contorno.

Las operaciones de siembra y labranza para la preparación del suelo antes mencionadas reducen la escorrentía, fomentan la infiltración de agua, y controlan la erosión y la pérdida de nutrimentos y plaguicidas en agua y en sedimentos.

## ***Buenas prácticas de manejo***

El manejo adecuado y seguro de los productos agrícolas para consumo humano comienza desde la finca o área de siembra. Es de gran importancia tratar de minimizar la contaminación microbiana del producto agrícola ya que esta a su vez podría afectar al consumidor. Si se va a incorporar estiércol o abono orgánico al suelo antes de la siembra se deben tomar las siguientes consideraciones:

- El material debe haberse descompuesto adecuadamente antes de incorporarlo en la preparación del terreno, para reducir el riesgo de patógenos que afectan al ser humano.
- La aplicación e incorporación debe hacerse en un período no menor de dos semanas antes de la siembra.
- El material debe quedar bien incorporado al suelo y no debe quedar en la superficie.
- Se debe realizar la aplicación en suelos con poca humedad.
- Se recomienda esperar un período por lo menos de 120 días desde la aplicación del material a la cosecha.

El manejo inadecuado del estiércol utilizado en las siembras puede ser un factor de riesgo que contribuya a la contaminación de los alimentos. Hasta donde sea posible debe evitarse el uso de biosólidos incorporados al suelo que no estén bien transformados o que puedan contener metales pesados. Patógenos tales como *Salmonella*, *Campylobacter* y *Yersinia* se han identificado como agentes que pueden estar asociados a enfermedades, provocadas por el consumo de vegetales o productos contaminados.

## ***Referencias***

- Gierbolini, R. E., 1979. Soil Survey of Ponce Area of Puerto Rico. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service in cooperation with the University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station.
- Lugo López M. A., F. H. Beinroth, R. L. Vick, G. Acevedo y M. A. Vázquez, 1995. Updated Taxonomic Classification of the Soils of Puerto Rico. Bulletin 294. Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
- Maynard, D. N. y G. J. Hochmuth. 1997. Knott's Handbook for Vegetable Growers. 4th ed. Wiley Interscience, New York, 390pp.
- Peet, M., 2003. Sustainable Practices for Vegetable Production in the South. [http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/profiles/pp\\_toma.html](http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/profiles/pp_toma.html)
- Olson, S. M. y B. Santos (Editors), 2012. Vegetable Production Handbook for Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences, IFAS Extension, University of Florida. [http://nfrec.ifas.ufl.edu/vegetable\\_handbook.shtml](http://nfrec.ifas.ufl.edu/vegetable_handbook.shtml)
- Olson, S. M., P. J. Dittman, G. E. Vallad, S. E. Webb y S. A. Smith, 2011. Cole production in Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences, Univ. of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/cv/cv12200.pdf>

## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>**

### **SIEMBRA<sup>2</sup>**

***Prof. Luis E. Rivera Martínez<sup>3</sup>***

El repollo teóricamente se puede sembrar todo el año, pero sus diferentes etapas de crecimiento se favorecen con temperaturas frescas. La época más recomendable para la siembra de repollo es durante el periodo de días cortos y temperaturas frescas que coinciden con los meses entre noviembre a marzo. Esta época usualmente es de poca precipitación en la costa sur, por lo cual es necesario que el cultivo tenga algún tipo de riego. En la zona de la montaña la mayoría de las siembras se establecen sin riego suplementario, por lo cual el éxito al establecer la siembra estará limitado por la lluvia o disponibilidad de humedad en el suelo.

En ambas zonas agroecológicas las siembras que se establecen antes de noviembre son consideradas de alto riesgo, ya que pueden estar expuestas a condiciones climáticas adversas por el exceso de humedad en el follaje y suelo. Bajo condiciones normales los meses entre agosto y octubre es cuando se registra alta precipitación pluvial en la isla. También son los meses donde hay mayor posibilidad de disturbios tropicales, lo que pone en alto riesgo las operaciones de producción de ese cultivo. Las siembras establecidas en primavera y verano (entre los meses de marzo a junio) no son convenientes debido a las altas temperaturas y alta incidencia de ataque de plagas en esa épocas.

En siembras comerciales el repollo se puede sembrar directamente en forma mecanizada o por medio de plantitas desarrolladas en medios de propagación (trasplantes). Se recomienda formar camas o bancos antes de la siembra a una altura de 6 a 8 pulgadas sobre el nivel del suelo y de 5 a 6 pies de surco a surco. La cama o tope debe tener un ancho de 33 a 40 pulgadas. Sobre este tope se siembran dos hileras de plantas de repollo. Se recomienda que las hileras tengan una separación de 12 a 18 pulgadas entre sí. La separación entre plantas, a lo largo de la hilera, debe ser de 12 a 18 pulgadas. Distancias muy cortas entre plantas reducen significativamente el tamaño y la uniformidad de los repollos debido a la competencia por espacio, agua y nutrientes. Distancias muy separadas entre plantas tienden a producir repollos muy grandes que no se ajustan a los estándares para su mercadeo. Los posibles efectos de las distancias de siembra dependerán en parte de la variedad utilizada, además de otros factores de manejo y del medio ambiente. A lo largo de cada banco de siembra se coloca una línea lateral de riego para proveer agua al cultivo.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Investigador, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

La distancia de siembra influye mucho en la forma y el rendimiento del repollo. El periodo de tiempo de siembra a cosecha es de 60 a 80 días en siembras de trasplante. En siembra directa de semilla este periodo es de 85 a 105 días, dependiendo de la variedad y de las condiciones que prevalezcan durante el crecimiento del cultivo.

El agricultor debe preocuparse por mantener una población uniforme y adecuada de plantas por unidad de área sembrada para alcanzar el rendimiento deseado en términos de quintales o sacos de 50 libras por cuerda. Si no se consigue una población adecuada y uniforme luego de la siembra debemos tomar la decisión de volver a sembrar. Esta decisión le evitará el gasto de recursos y esfuerzos en una siembra que no va a producir el rendimiento necesario para recobrar su inversión y garantizar una ganancia adecuada.

### ***Referencias***

- Maynard, D. N. y G. J. Hochmuth, 1997. Knott's Handbook for Vegetable Growers. 4th ed. Wiley Interscience, New York, 390pp.
- Olson, S. M. y B. Santos (Editores), 2012. Vegetable Production Handbook for Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences, IFAS Extension, University of Florida. [http://nfrec.ifas.ufl.edu/vegetable\\_handbook.shtml](http://nfrec.ifas.ufl.edu/vegetable_handbook.shtml)

## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>**

### **ABONAMIENTO<sup>2</sup>** ***Prof. Luis E. Rivera Martínez<sup>3</sup>***

Una decisión importante en los sistemas de producción de cultivos está relacionada al uso de fertilizantes. El uso económico y racional de este insumo tiene especial relevancia dentro de la tecnología de producción de alimentos por dos aspectos fundamentales. La incorporación de cultivos mejorados de mayor producción que tienen, en muchos casos, necesidades nutricionales mayores. En segundo lugar, el incremento acelerado en el precio de las materias fertilizantes. Las restricciones ambientales y económicas impuestas por la agricultura moderna y los avances tecnológicos han cambiado los enfoques de la fertilización. El microriego (riego por goteo) y la fertigación (aplicación de fertilizantes por el agua de riego) han modificado la aplicación de formulaciones completas de fertilizantes a estrategias de manejo para cada nutrimento. Dentro de estas estrategias es importante cuantificar el fertilizante aplicado para optimizar el rendimiento, mejorar la calidad, maximizar la ganancia y reducir el riesgo de contaminación ambiental.

El repollo es un cultivo que se puede sembrar en distintos tipos de suelo, siempre que los mismos reúnan condiciones favorables para su desarrollo. La condición ideal del suelo para producir cultivos es que sea fértil, profundo, suelto y de buen desagüe. En ocasiones se hace difícil encontrar suelos que tengan estas condiciones ideales. Si logramos establecer buenas prácticas de manejo, el repollo se desarrollará relativamente bien en los suelos fértiles y profundos de la costa sur, en los suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad de la altura de Puerto Rico y en otras regiones de la isla.

La planta de repollo debe permanecer en el campo entre 70 a 100 días, dependiendo de la variedad. Es necesario satisfacer el requisito nutricional de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para superar con éxito las distintas etapas de desarrollo y producción. Antes de iniciar el programa de producción es recomendable realizar un análisis del suelo donde se establecerá la siembra. Este análisis no indicará la cantidad absoluta de nutrimentos que la planta podrá utilizar, pero provee información valiosa del grado de disponibilidad que podemos obtener por medio de un proceso de calibración. Con esta información determinamos la cantidad de fertilizante necesaria para suplementar las reservas del suelo y propiciar un crecimiento, desarrollo y una producción adecuada. Además, el análisis de suelo permite conocer la condición

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Investigador, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

de acidez o alcalinidad (pH), el contenido de materia orgánica, sales solubles u otros factores que pueden limitar en un momento dado el crecimiento y desarrollo del repollo (Cuadro 1). El pH del suelo puede afectar la accesibilidad o disponibilidad de los nutrimentos, por lo que debemos mantenerlo, hasta donde sea posible, en un nivel adecuado entre 5.5 y 7.5, dependiendo del tipo de suelo. La información básica del suelo es de importancia para establecer buenas prácticas de manejo dirigidas a alcanzar un rendimiento aceptable, buen tamaño y calidad para cumplir con las exigencias del mercado y las proyecciones de ingresos del agricultor.

Para evaluar el nivel de fertilidad de un suelo hay que obtener una muestra representativa del mismo. Las muestras para el análisis del suelo se deben tomar de las primeras seis pulgadas de profundidad. En áreas que sean uniformes se pueden tomar varias muestras para luego formar una muestra compuesta. Se deben tomar muestras por separado de áreas o predios que presenten diferencias en textura, tipo de suelo o historial previo de siembra. El personal del Servicio Cooperativo de Extensión le puede brindar mayor información en cuanto al proceso de recolección y análisis de las muestras e interpretación de los resultados.

### ***Programa de fertilización para repollo***

Es importante preparar un programa de fertilización para cada siembra de repollo tomando en consideración todos los factores que puedan afectar el vigor y crecimiento de la planta, así como la disponibilidad y eficiencia de absorción de los nutrimentos. Un programa de fertilización controlado minimiza el riesgo potencial de contaminación de los recursos naturales; especialmente las fuentes de agua superficial y subterránea. Si se mantienen niveles adecuados de nitrógeno, de otros elementos esenciales, de luz solar y de humedad para el proceso de fotosíntesis, la planta de repollo debe crecer y alcanzar buen rendimiento. Una deficiencia de nitrógeno afectará negativamente el vigor de la planta al reducir la formación de aminoácidos y proteínas esenciales para llevar a cabo procesos metabólicos. La aplicación excesiva de nitrógeno, por el contrario, provoca un rápido y prolongado crecimiento vegetativo que en algunos casos se ha relacionado a un aumento de la vulnerabilidad de la planta al ataque de enfermedades. El agricultor debe tener siempre presente que los fertilizantes aplicados en exceso significan pérdidas económicas para él y ocasionan serios problema de contaminación.

La recomendación de un fertilizante puede estar basada en la metodología de absorción de nutrientes o en el concepto de suficiencia, utilizando curvas de respuestas del cultivo a distintos niveles de fertilizante aplicado. Hochmuth y Halon (1995) se refieren a este enfoque fisiológico como el requisito nutricional del cultivo (RNC) y se define como la cantidad total de un elemento requerido por el cultivo (que puede venir del suelo, el aire, el agua o el fertilizante) durante la época de producción para alcanzar un rendimiento económico óptimo. La recomendación de aplicación del fertilizante se hace para suplementar la cantidad presente en el suelo. Si aplicamos fertilizante por encima de este valor no vamos a obtener un aumento significativo en rendimiento.

## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>**

### **RIEGO<sup>2</sup>**

***Prof. Luis E. Rivera Martínez<sup>3</sup>***

#### ***Importancia***

El objetivo del riego es proveer la humedad necesaria a las plantas durante su establecimiento, desarrollo y producción. En términos prácticos buscamos aplicar en forma suplementaria la cantidad que se ha perdido por el efecto combinado de la evaporación y la transpiración. El riego puede tener varios propósitos, los cuales indicamos a continuación:

- Asegurar un abasto suficiente de agua durante sequías
- Disolver sales del suelo
- Servir como medio para aplicar agroquímicos
- Mejorar las condiciones ambientales para el desarrollo vegetal
- Activar ciertos agentes químicos
- Generar beneficios operacionales

El agua del suelo, al igual que la temperatura, la radiación solar y la evaporación es un factor importante que afecta la producción de las cosechas. El agua constituye la fase líquida del suelo, la cual es requerida por las plantas en pequeñas cantidades para los procesos de metabolismo y transportación de los nutrimentos. El agua del suelo es utilizada por las plantas en grandes cantidades en los procesos fisiológicos relacionados a la transpiración.

Hay muchos factores que influyen al momento de decidir la cantidad de agua que debemos aplicar al repollo. Entre ellos están el sistema de riego, las características del suelo, la variedad, el estado de desarrollo de la planta y las condiciones ambientales. Cada uno de estos factores debe ser tomado en consideración para fijar la frecuencia del riego y la cantidad de agua que aplicaremos. El repollo tiene un sistema de raíces fibroso y superficial que requiere riego con mayor frecuencia que otros cultivos. Cada tipo de suelo tiene propiedades que afectan en una forma u otra el suministro de agua a las plantas, por lo que es necesario que el agricultor se familiarice con aspectos relacionados a la disponibilidad y manejo del agua del suelo.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Investigador, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

## ***Agua disponible en el suelo***

Un manejo eficiente del agua de riego incluye conocer la cantidad que ha utilizado el cultivo entre un riego y otro. El balance de agua que permanece en el suelo en un tiempo dado es un valor sumamente dinámico, que es el resultado neto de la cantidad recibida (ya sea por lluvia o riego) menos las pérdidas en los procesos que se indican y definen a continuación:

**Intercepción:** Agua interceptada directamente por la cubierta vegetal (se estima entre un 5 a 20% de la lluvia total).

**Escorrentía:** Agua que se mueve en la superficie del suelo luego de su aplicación.

**Infiltración.** Cantidad de agua que penetra en el suelo, en un intervalo dado de tiempo. La velocidad de movimiento vertical de agua en un suelo bajo condiciones donde la fuerza de gravedad es el factor principal que mueve el agua se conoce como conductividad hidráulica del suelo.

**Redistribución y percolación profunda:** Al terminar la infiltración comienza el desagüe de los horizontes superiores del suelo. El agua perdida es retenida por los horizontes inferiores más secos (redistribución), o pasa a formar parte de las aguas subterráneas (percolación profunda).

**Retención de agua disponible:** Agua disponible para las plantas que es retenida en el suelo entre el punto de capacidad de campo (0.33 bar de tensión) y el porcentaje de marchitez permanente (15 bares de tensión).

**Evaporación:** Cambio del agua de fase líquida a gaseosa. Está directamente relacionada con las condiciones ambientales, principalmente temperatura, viento y humedad del ambiente. La energía necesaria para que un gramo de agua se convierta en vapor es de 540 calorías a 100 grados Centígrado, valor conocido como calor de evaporación.

**Transpiración:** Agua que se evapora del suelo a través del sistema vascular de la planta como mecanismo primario de enfriamiento por el calor generado en las hojas expuestas al sol. Tanto en transpiración como en evaporación, el cambio de la fase líquida a gaseosa se ve favorecido cuando el aire está caliente, seco o muy movido (ventoso). La transpiración está directamente relacionada con factores ambientales (como temperatura, humedad, viento y luz solar), factores del suelo (porosidad, conductividad hidráulica y capacidad de retención, etc.) y factores de la planta. La cantidad de agua perdida por evapotranspiración depende de la disponibilidad de agua en el suelo y de la capacidad de la planta para absorber y transpirar.

La humedad que contiene un suelo pocas veces es la adecuada para el mejor desarrollo del repollo. Algunos carecen de suficiente humedad, por lo cual hay que regarlos para obtener buenos rendimientos. Cuando el suelo se humedece por efecto de la lluvia o riego, el agua llenará todos los espacios porosos creando una película gruesa alrededor de las partículas de suelo. Bajo

estas condiciones se establece un estado de saturación y por ello el agua no estará fuertemente adherida o retenida a las partículas del suelo.

El agua gravitacional es indeseable desde el punto de vista agrícola, ya que ocupa la fracción del espacio poroso del suelo que bajo condiciones óptimas de labranza debe ser ocupado por aire. Esta agua es retenida a tensiones bajas por lo cual puede ser rápidamente dispuesta en respuesta a la fuerza de gravedad si no lo impide alguna característica indeseable del suelo. Cuando el suelo alcanza su capacidad de campo, el componente gravitacional deja de ser el factor principal del movimiento del agua siendo reemplazado por otros factores tales como la absorción por las raíces de las plantas y la evaporación. A medida que se extrae humedad, disminuye el espesor de la película de agua alrededor de las partículas de suelo y aumenta la fuerza o tensión de retención. La tensión de humedad expresa la fuerza a la cual las partículas de suelo retienen el agua. La tensión de humedad es medida en bares, lo que equivale a una unidad de presión negativa. También se mide en atmósferas o en centímetros de agua. Existe una relación inversa entre la tensión y el porcentaje de humedad del suelo (o pulgadas de agua por pie de suelo). Cuanto mayor sea el valor de tensión, menor será el porcentaje de humedad retenida en el suelo. Al aumentar la retención, las plantas no son capaces de absorber el agua a un ritmo lo suficientemente rápido para reponer la pérdida por transpiración y comienzan a marchitarse. Si las plantas son capaces de recuperarse de la marchitez, al colocarse en una atmósfera saturada de humedad, se dice que están en un estado de marchitez incipiente. Sin embargo, se puede alcanzar un punto en que el contenido de agua del suelo es tan bajo que las hojas de la planta no recuperan de la marchitez aún cuando se colocan en una atmósfera saturada de humedad. El contenido de agua del suelo a este punto se denomina porcentaje de marchitez permanente y representa una tensión de 15 bares. Este punto se considera una constante del suelo y varía ligeramente con la habilidad de la planta para absorber agua. El agua que permanece en el suelo cuando ocurre la marchitez permanente no está disponible a las plantas. Las plantas morirán si se mantienen por algún tiempo bajo estas condiciones. En términos prácticos el agua retenida en el suelo entre el punto de capacidad de campo (0.33 bar) y el punto de marchitez permanente (15 bares) es la que puede ser utilizada por las plantas y la llamamos agua disponible.

El agricultor debe evitar que el potencial de agua en el suelo alcance el punto de marchitez. Por esto, es aconsejable conocer la cantidad o el contenido de agua por volumen de suelo que puede ser extraído antes de alcanzar este valor de tensión. La curva de retención de agua provee esta información, ya que describe la relación entre la tensión hidrostática (fuerza a la cual es retenida el agua) y la cantidad (o porcentaje de humedad) presente en el suelo. Existe una curva de retención para cada tipo de suelo. Esto va a depender de variables tales como la cantidad de poros (porosidad), la superficie específica de las partículas del suelo, la textura y la estructura. En el Cuadro 1 se presentan los valores típicos de humedad para diferentes tipos de textura de suelo. Los valores se expresan en pulgadas de agua por pie de suelo y al lado de cada valor se expresa entre paréntesis el porcentaje volumétrico de humedad. El Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-NRCS, por sus siglas en inglés) ha publicado un documento de clasificación de los suelos para el sur de Puerto Rico (“Soil Survey of Ponce Area”) y otras áreas alrededor de la isla. Este documento indica las propiedades físicas y químicas de las distintas series de suelo e incluye información sobre la capacidad de retención de agua disponible (“available water

capacity”) en pulgadas por pulgadas de suelo. Si el agricultor multiplica el valor promedio para el tipo de suelo que tiene en su finca por la profundidad del sistema de raíces del repollo (unas 24 pulgadas) obtiene la cantidad de agua que puede estar disponible en cada serie de suelo en particular. Esta información es importancia para llevar a cabo las prácticas de manejo del riego de forma adecuada. Si el agricultor en un determinado momento aplica una cantidad de agua mayor a la que el suelo puede retener lo que provoca un evento de percolación. Esto significa una pérdida de agua que a su vez produce lavado de nutrimentos fuera de la zona donde están concentradas las raíces del repollo.

**Cuadro 1.** Valores típicos de humedad para diferentes tipos de textura de suelo (pulgadas por pie de suelo)

<i>Textura del suelo</i>	<i>Capacidad de Campo (0.33 bares de tensión)</i>	<i>Porcentaje de marchitez permanente (15 bares de tensión)</i>	<i>Contenido de humedad disponible al cultivo</i>
Arena (Sand)	1.2 (10)*	0.5 (4)	0.7 (6)
Arena francoso (Loamy sand)	1.9 (16)	0.8 (7)	1.1 (9)
Franco arenoso (Sandy loam)	2.5 (21)	1.1 (9)	1.4 (12)
Franco (Loam)	3.2 (27)	1.4 (12)	1.8 (15)
Franco limoso (Silt loam)	3.6 (30)	1.8 (15)	1.8 (15)
Franco arcilloso limoso (Sandy clay loam)	4.3 (36)	2.4 (20)	1.9 (16)
Arcilla arenosa (Sandy clay)	3.8 (32)	2.2 (18)	1.7 (14)
Franco arcilloso (Clay loam)	3.5 (29)	2.2 (18)	1.3 (11)
Franco arcillo limoso (Silty clay loam)	3.4 (28)	1.8 (15)	1.6 (13)
Arcilla limosa (Silty clay)	4.8 (40)	2.4 (20)	2.4 (20)
Arcilla (Clay)	4.8 (40)	2.6 (22)	2.2 (18)
<b>* números entre paréntesis indican el porcentaje de humedad por volumen.</b>			
<b>Fuente de la información: Ratliff et al. (1983).</b>			

### ***Absorción de agua***

La capacidad de absorción de agua del repollo disminuye a medida que aumenta la profundidad del suelo debido a que el sistema radicular de la planta no es homogéneo. El mismo es ramificado y ancho en la capa superior y va mermando o raleando y estrechándose a medida que se mueve hacia el interior del suelo. Por lo tanto, a mayor profundidad del suelo habrá una menor cantidad de raíces en contacto con el agua disponible.

La absorción de agua por la raíz compensa el agua perdida por transpiración. En días calurosos y secos la planta necesita ejercer una absorción rápida de agua para reponer la pérdida. La misma también aumenta como resultado de un aumento de la velocidad del viento. Si hay poca agua disponible en el suelo o la superficie de absorción de las raíces es reducida, ocurrirá un marchitamiento temporal de la planta. Esta condición por lo general desaparece al atardecer si el ritmo de absorción es suficiente para abastecer la cantidad de agua determinada por el ritmo de transpiración. Por tal razón, se debe regar la zona de raíces antes de que se agote toda el agua disponible. De esta forma se evita la disminución en la producción causada tanto por la excepcional inversión de energía necesaria para absorber las últimas porciones de agua disponible, como por el marchitamiento temporal, que limita la actividad fisiológica de las plantas.

Se han desarrollado métodos e instrumentos para programar el riego. Entre los métodos más sencillos utilizados para este propósito está la apreciación visual y táctil del suelo en combinación con indicadores del cultivo, tales como cambios en color, turgencia o ángulos de las hojas. Este método tiene la desventaja de que los síntomas o señales para iniciar el riego aparecen muy tarde, cuando es difícil evitar que el rendimiento y la calidad de la cosecha se afecte por el déficit de humedad en el suelo.

### ***Momento de aplicar riego***

En términos prácticos hay dos métodos que podemos utilizar para determinar cuándo regar. Un método consiste en aplicar el riego cuando la tensión de humedad en el suelo ha alcanzado un valor recomendado, dependiendo del tipo de cultivo. El riego se controla por medio de tensiómetros, bloques de resistencia eléctrica u otros dispositivos que nos indicarán, en forma relativa, si hay suficiencia o deficiencia de agua en el suelo. Las investigaciones en manejo de riego en el cultivo de repollo indican que los mayores rendimientos se obtienen al colocar los tensiómetros a 12 pulgadas de profundidad en el suelo y manteniendo lecturas en el instrumento menores de 45 centibares. Al utilizar tensiómetros, bloques de resistencia u otros indicadores de humedad es recomendable preparar una curva de calibración para conocer el porcentaje de humedad en el suelo que corresponde a la escala de medidas del instrumento.

El otro método recomendado es regar cuando el contenido de humedad del suelo se ha agotado hasta un valor permisible. Los valores permisibles de agotamiento de humedad se expresan en término de por ciento de agua disponible. En la mayoría de los cultivos, incluyendo el repollo, se recomienda iniciar el riego cuando el 50% de la humedad disponible del suelo se ha agotado. Por medio de ecuaciones y modelos matemáticos se puede determinar la cantidad de agua que ha utilizado el cultivo, lo que nos indica la cantidad de agua que se debe reponer al

suelo. Los métodos anteriormente indicados tienen como objetivo mantener niveles adecuados de humedad en el suelo y garantizar su disponibilidad al cultivo. Es deseable que el agricultor, técnico o empresario se familiarice con el uso de estos instrumentos y procedimientos para guiar las operaciones de riego y mejorar la eficiencia en el uso del recurso agua.

El sistema radicular de la planta del repollo es superficial (menor de 24 pulgadas), lo que significa que la mayoría de las raíces de absorción están a una profundidad entre 1 hasta 24 pulgadas. Se debe manejar el riego de tal modo que se mantenga una humedad adecuada en la zona de raíces, especialmente durante los períodos críticos de la germinación, la formación de la cabeza y la etapa final de desarrollo. Es importante mantener un programa de riego adecuado guiado por tensiómetros y otros métodos alternos. El exceso de agua en el repollo puede ser tan perjudicial como un déficit de humedad. El exceso de riego lava los nutrimentos y contribuyen al desarrollo de enfermedades y otras plagas que son perjudiciales. Condiciones de saturación en el suelo por un período largo de tiempo interfieren con el intercambio de gases en la zona de la raíz. El agricultor debe manejar las operaciones de riego haciendo uso eficiente del recurso agua y reduciendo hasta donde sea posible los costos de energía.

La cantidad de agua evaporada desde la superficie del suelo y la que pierde el cultivo por transpiración se conoce en conjunto como evapotranspiración (ET). La función del riego es reponer la pérdida por evapotranspiración en relación al tiempo. Si conocemos o estimamos la cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración en un período de tiempo dado podemos calcular la cantidad de agua que debemos reponer al suelo.

En los sistemas de micro riego, las pérdidas atribuibles a la evaporación pueden ser en algunos casos relativamente bajas, particularmente en sistemas de producción sobre bancos con cubierta plástica. Esto indica que la transpiración por parte de las plantas es el componente más importante en la pérdida de agua. Hay muchos factores que influyen en la pérdida de agua por evapotranspiración, principalmente la radiación solar, el tipo de suelo, la temperatura del aire, la humedad relativa, el viento, la precipitación, el tipo de cultivo, la etapa de desarrollo, el tamaño de la planta, su condición de salud, y el contenido de humedad del suelo. Se han desarrollado distintas fórmulas matemáticas para calcular la evapotranspiración. Muchas de estas fórmulas en términos prácticos resultan de limitado uso para nuestros agricultores debido al gran número de variables presentes, a la dificultad de asignar un valor promedio a cada variable, y a la incertidumbre de cómo cada variable pueda interactuar y afectar el consumo de agua por la planta. Dada esta limitación, algunas de estas fórmulas son aplicables a ciertos cultivos y a unas áreas geográficas o zonas climáticas específicas.

La bandeja o tanque de evaporación, conocida también como evaporímetro, es un instrumento de tamaño estándar comúnmente utilizado para estimar la evaporación o razón diaria de uso de agua. La bandeja tiene un diámetro de 47.5 pulgadas y una altura de 10 pulgadas. Por medio de un calibrador se mide el cambio en el nivel de agua debido a la evaporación o lluvia. La evaporación en la bandeja se mide en décimas de pulgada.

La bandeja o tanque de evaporación se coloca en el campo expuesto a las mismas condiciones climáticas que el cultivo. Resultados de investigaciones han demostrado que la razón de evaporación registrada en la bandeja es proporcional a la razón de uso de agua de un cultivo dado, cuando el suelo no está en déficit de humedad. La razón de evapotranspiración puede variar de una especie de planta a otra, aún cuando ambas especies sean sometidas a condiciones similares de clima y humedad. El método del evaporímetro no predice directamente las diferencias en el uso de agua para diferentes especies o prácticas de cultivo, pero esos valores de evaporación del tanque pueden ser ajustados o relacionados a los requisitos de riego de un cultivo dado (en este caso repollo), utilizando un factor o coeficiente del tanque ( $K_p$ ). Los valores del coeficiente del tanque ( $K_p$ ) varían con la ubicación, la humedad relativa, la velocidad del viento y el tipo y extensión del área que rodea el tanque. El Cuadro 2 presenta los valores ( $K_p$ ) recomendados para condiciones variables de los factores anteriormente indicados (Allen, 1998). Además del factor del tanque ( $K_p$ ), debemos utilizar un factor de cosecha ( $K_c$ ) para relacionar la pérdida de agua con el tipo de planta, etapa de desarrollo, resistencia estomatal y otros factores genéticos de la planta o cultivo.

En Puerto Rico, se ha realizado muy poca investigación de campo para validar los valores del coeficiente del tanque ( $K_p$ ) y los coeficientes de evapotranspiración de la cosecha ( $K_c$ ) para repollo. Se desarrolló un programa de computadora (PR-ET) para estimar los valores de los coeficientes utilizando data climática para diferentes regiones de Puerto Rico (Harmsen, 2002).

En teoría podemos determinar el consumo de agua de un cultivo ( $ET_c$ ) multiplicando la evapotranspiración potencial ( $ET_o$ ) por un coeficiente de cosecha ( $K_c$ ):  $ET_c = K_c (ET_o)$ . Utilizando el método del evaporímetro o tanque de evaporación podemos determinar el requisito de riego para el repollo mediante la siguiente fórmula:

$$L = (ET_o \times K_c) - E_r$$

$$ET_o = E_p \times K_p$$

En donde:

**L**= Lámina de agua que debemos aplicar (requisito de riego en pulgadas)

**ET<sub>o</sub>**= Evapotranspiración de referencia, o evapotranspiración potencial, medida en pulgadas de agua. Se refiere a la pérdida de agua de una superficie cubierta completamente de vegetación, cuando el suelo no está en déficit de humedad.

**E<sub>r</sub>**= Lluvia efectiva (medida en pulgadas). Al contabilizar la lluvia se utilizan solamente los valores de precipitación mayores a 0.15 pulgadas. Precipitación menor a esta cantidad por lo general se pierde por efecto de evaporación.

**E<sub>p</sub>**= Evaporación registrada en un tanque de evaporación (pulgadas de agua perdida desde el último riego).

**Cuadro 2.** Coeficientes del tanque (Kp) para el Evaporímetro Clase A bajo condiciones variables de ubicación, ambiente, humedad relativa y velocidad del viento (Allen, 1998: FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56)

Evaporímetro Clase A Humedad Relativa (%) Movimiento del viento (Km/día)	Caso A: Bandeja de evaporación rodeada por área verde (grama)			Caso B: Bandeja de evaporación rodeada por tierra seca y descubierta (sin cultivo)				
	A barlovento : Distancia del área verde (metros)	Baja < 40	Mediana 40 - 70	Alta > 70	A barlovento : Distancia del área seca (metros)	Baja < 40	Mediana 40 - 70	Alta > 70
Suave <175	1	0.55	0.65	0.75	1	0.70	0.8	0.85
	10	0.65	0.75	0.85	10	0.60	0.70	0.80
	100	0.70	0.80	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.50	0.60	0.70
Moderada 175 – 425	1	0.50	0.60	0.65	1	0.65	0.75	0.80
	10	0.60	0.70	0.75	10	0.55	0.65	0.70
	100	0.65	0.75	0.80	100	0.50	0.60	0.65
Fuerte 425 – 700	1000	0.70	0.80	0.80	1000	0.45	0.55	0.60
	1	0.45	0.50	0.60	1	0.60	0.65	0.70
	10	0.55	0.60	0.85	10	0.50	0.55	0.65
	100	0.60	0.65	0.70	100	0.45	0.50	0.60
Muy Fuerte > 700	1000	0.65	0.70	0.75	1000	0.40	0.45	0.55
	1	0.40	0.45	0.50	1	0.50	0.60	0.65
	10	0.45	0.55	0.60	10	0.45	0.50	0.55
	100	0.50	0.60	0.65	100	0.40	0.45	0.50
	1000	0.55	0.60	0.65	1000	0.35	0.40	0.45

**Kp**= Coeficiente del tanque. Ver los valores para cada caso en particular dependiendo de la ubicación, la humedad relativa, la velocidad del viento, y el tipo y extensión del área que rodea el tanque (Cuadro 2).

**Kc**= Coeficiente de evapotranspiración (Dado que no tenemos disponibles los coeficientes de evapotranspiración para repollo, se pueden utilizar valores generalizados y ajustar los mismos mediante el uso de tensiómetros o metodología recomendada por la FAO).

Una vez se obtiene el valor de la evapotranspiración se calculan los galones de agua que necesitamos aplicar utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Galones de Agua} = 0.623 \text{ gal} / (\text{pulgada})(\text{pie}^2) \times L (\text{pulgadas}) \times \text{Área del cultivo} (\text{pie}^2)$$

- **0.623** es un factor de conversión: un pie<sup>2</sup> equivale a 144 pulgadas<sup>2</sup> (12 pulgadas x12 pulgadas =144 pulgadas cuadradas). Un galón de agua ocupa un volumen de 231 pulgadas<sup>3</sup>. Por lo tanto 144 pulgadas por pie<sup>2</sup> divididas entre 231 pulgadas<sup>3</sup>/galón =**0.6233 galones/(pulgadas)(pie<sup>2</sup>)**
- **L** = lámina de riego (requisito de riego del repollo medido en pulgadas)
- **Área de cultivo** = área que ocupa el cultivo con relación al área de siembra. La mayoría de las siembras de repollo en la costa sur se realizan utilizando una distancia entre bancos de 6 pies (unas 72 pulgadas de separación de banco a banco). Utilizando el sistema de goteo se humedece una faja de unas 24 hasta 40 pulgadas de ancho a lo

largo del banco y se mantiene el área restante seca. Al determinar en la fórmula el área del cultivo se utiliza como referencia el por ciento del banco que será humedecido: Ejemplo: 40 pulgadas de un total de 72 pulgadas = 0.55. Este valor (0.55) lo multiplicamos por 42,305 (pies<sup>2</sup> en una cuerda) para obtener el área que será humedecida en una cuerda de terreno (= 23,267.75 pies<sup>2</sup>). Esto indica que de una cuerda de terreno solamente se humedecerá un área equivalente a 23,267.75 pies<sup>2</sup>.

Los sistemas de riego no son del todo eficientes en la distribución del agua, por lo que se debe tomar este factor en consideración al determinar los galones de agua a aplicarse. Se estima que la eficiencia de aplicación de agua en los sistemas de microriego es de un 90 por ciento. Dado esto, se dividen los galones de agua obtenidos en la fórmula entre la eficiencia del sistema para determinar los galones de agua que debemos aplicar.

En el campo se utiliza un medidor de flujo (metro) o una válvula volumétrica para determinar la cantidad de agua que se va a aplicar a cada área sembrada de repollo. Si se conoce la descarga de la línea de goteo (en términos de galones por minuto o galones por hora) se puede determinar el tiempo que se debe mantener el sistema operando para aplicar los galones que calculamos anteriormente. La frecuencia de riego la determina el agricultor teniendo en consideración la capacidad de retención de agua del suelo y otras condiciones o limitaciones presentes en el área sembrada. En la costa sur de Puerto Rico, por lo general, se hacen de dos a tres riegos por semana en el repollo, dependiendo de la etapa de crecimiento, condiciones de clima, tipo de suelo e infraestructura de riego de cada finca en particular. El agricultor debe planificar las operaciones de riego para suplir la necesidad de humedad del repollo, haciendo uso eficiente del agua y la energía.

Al utilizar la bandeja de evaporación para programar el riego, se necesita conocer tanto la cantidad de agua perdida (por evapotranspiración) como la ganancia de agua en el suelo (por riego o precipitación). Como punto de partida se puede aplicar riego suficiente para humedecer toda la zona de raíces del cultivo. Al determinar la cantidad de agua que se aplicará (pulgadas de agua) se debe tener en consideración la profundidad del sistema radicular del cultivo y la capacidad de retención de agua del suelo. La frecuencia y cantidad de cada nuevo riego estará dirigida a reponer la pérdida de agua debido a la evapotranspiración. En los períodos donde haya lluvia efectiva, la misma debe ser restada de la evapotranspiración. Cuando el valor de la lluvia (precipitación) es suficiente para reponer la pérdida por evapotranspiración no hay necesidad de aplicar riego. En el caso de eventos de mucha precipitación, se debe registrar solamente el valor máximo de humedad que puede retener el suelo en la zona radical. Para determinar la cantidad de riego se puede utilizar el formato presentado en el Cuadro 3:

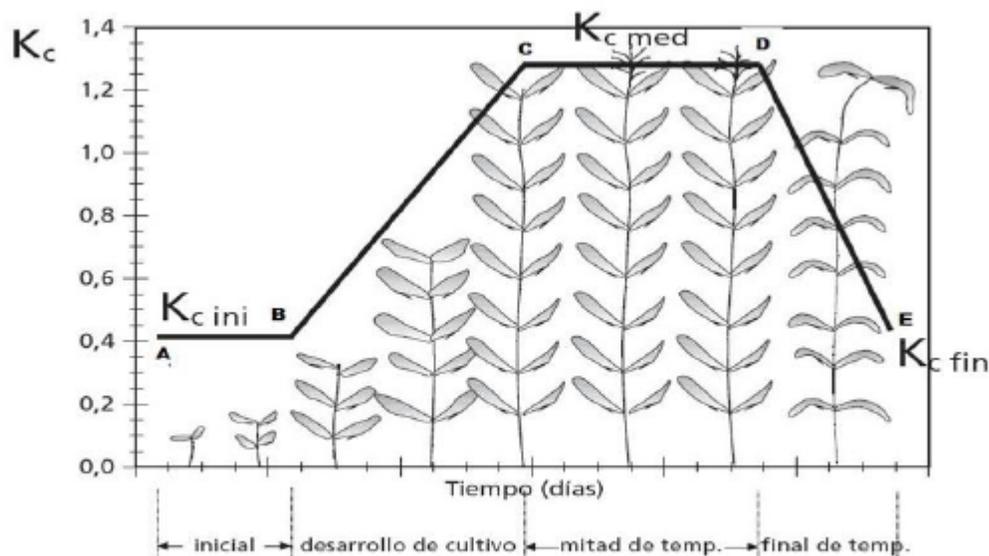
**Cuadro 3.** Formato para determinar el requisito de riego utilizando el tanque de evaporación.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fecha	Evaporación del tanque (pulgadas)	Evaporación Total para el periodo (Ep)	Coefficiente del tanque (Kp)	ETo potencial (referencia) (Eto)	Valor Kc	ETc Ajustada al cultivo	Lluvia Registrada (pulgadas)	Lluvia Efectiva (pulgadas)	Requisito de riego (pulgadas)

- **Columna 1**= Fecha (mes/día/año)
- **Columna 2**= Evaporación registrada en el tanque durante cada fecha
- **Columna 3**= Suma de la evaporación para el número de días desde el último riego
- **Columna 4**= Coeficiente del tanque. Determinar el valor dependiendo de la ubicación, la humedad relativa, la velocidad del viento, y el tipo y extensión del área que rodea el evaporímetro (Cuadro 2).
- **Columna 5**= Evapotranspiración potencial. Se obtiene multiplicando la evaporación de la bandeja (Ep) por el coeficiente de bandeja (Kp) (columna 3 x 4)
- **Columna 6** = Valor del coeficiente de cosecha (Kc) – Ver figura 1.
- **Columna 7**= Valor de la evapotranspiración del cultivo. Se obtiene multiplicando la evapotranspiración potencial por el coeficiente de la cosecha (columna 5 x 6).
- **Columna 8**= Lluvia diaria registrada (se mide utilizando un pluviómetro)
- **Columna 9** = Lluvia efectiva: es igual a la suma de los valores de precipitación (se suman solamente los valores mayores de 0.15 pulgadas) y se ajusta de acuerdo al balance de humedad en el suelo.
- **Columna 10** = Requisito de riego del cultivo en pulgadas. Se obtiene restando la lluvia efectiva al valor de la evapotranspiración del cultivo (columna 7-9). Si el valor es negativo no hay que aplicar riego.

NOTA: El valor del Coeficiente de cultivo (Kc) se puede ajustar para las distintas etapas de crecimiento del repollo (etapa inicial, etapa de desarrollo, etapa de mitad de temporada y etapa final) – Ver ilustración en Figura 1. Debido a las variaciones en las características propias del cultivo o variedad durante las diferentes etapas de crecimiento, el valor del coeficiente de cultivo (Kc) cambia desde la siembra hasta la cosecha. Algunos valores de Kc generalizados para repollo en las distintas etapas de crecimiento son los siguientes: Etapa inicial - 0.30, etapa de desarrollo - 1.0, etapa media - 1.0, y etapa final - 0.85. En Puerto Rico se ha realizado muy poca investigación para validar en el campo los coeficientes de cosecha para repollo. Podemos utilizar como punto de referencia unos valores generalizados y ajustar los mismos con la ayuda de tensiómetros o utilizando la metodología recomendada por la FAO.

**Figura 1:** Curva Generalizada de Coeficiente de cultivo  $K_c$  para repollo.



**1** Curva generalizada de Coeficiente de Cultivo  $K_c$ , fuente: Estudios FAO Riego y Drenaje 56

Una vez determinada la cantidad (pulgadas) de riego se calculan los galones de agua que se deben aplicar a cada campo. Para facilitar este procedimiento se utiliza el Cuadro 4:

**Cuadro 4:** Procedimiento para determinar los galones de agua a ser aplicados a la cebolla.

1	2	3	4	5	6	7
Fecha	Requisito de riego (pulgadas)	Área a ser regada (pies cuadrados)	Factor de conversión 0.623	Galones de agua	Factor de eficiencia (0.90)	Total de galones de agua (Valor ajustado tomando en consideración la eficiencia de aplicación del sistema)
			0.623		0.90	

- **Columna 1**= Fecha (mes/día/año)
- **Columna 2**= Requisito de riego del repollo determinado en el Cuadro 3
- **Columna 3**= Área que ocupa el cultivo con relación al área de siembra
- **Columna 4**= Factor de conversión para cambiar de pulgadas a galones de agua
- **Columna 5**= Galones de agua (columna 2 x 3 x 4)
- **Columna 6** = Factor de eficiencia (Se utiliza para tomar en consideración la eficiencia del sistema de riego. El riego por goteo se estima que tiene un 90 por ciento de eficiencia en la aplicación de agua.)
- **Columna 7**= Total de galones de agua (columna 5 ÷ 6)

El método del evaporímetro es un procedimiento que puede ser utilizado para estimar las pérdidas que ha tenido el cultivo por el efecto combinado de la evaporación y la transpiración para un periodo de tiempo dado. Para utilizar este método a nivel de campo es necesario que el agricultor tenga disponible datos de evaporación, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento de una estación meteorológica ubicada en la misma región climática que la finca. De no haber datos meteorológicos representativos, el agricultor puede establecer una pequeña estación para tomar la data climática o utilizar datos estimados dependiendo de la zona agroecológica aplicable a la ubicación de su finca (Harmsen, 2002).

Como complemento al sistema de riego por goteo, se ha hecho práctico el uso de cubiertas plásticas. El propósito principal de la cubierta es crear una relación favorable suelo, agua y planta. Las cubiertas no transparentes inhiben la germinación y el crecimiento de las malezas reduciendo de ese modo la competencia con el cultivo y la cantidad de mano de obra empleada en el control de malezas. Las cubiertas mantienen una reserva más uniforme de humedad en el suelo al reducir la pérdida de agua atribuible a la evaporación. También, facilitan la localización y manejo de fertilizantes y fumigantes aplicados a través del agua de riego, reduciendo en parte la pérdida atribuible a volatilización y lixiviación profunda. Sirven de barrera a ciertos patógenos del suelo y mantienen el producto libre de suciedad, requiriendo menos atención en la fase de clasificación, empaque y procesamiento.

Las cubiertas plásticas de suelo como complemento al sistema de microriego no pueden adaptarse a todas las cosechas, lugares y objetivos específicos.

A continuación se enumeran algunas de sus desventajas principales:

- Las cubiertas plásticas son costosas. Se recomienda su uso en cultivos de alto valor que se puedan adaptar a la mecanización.
- La mayoría de los plásticos utilizados como cubierta no se descomponen, por lo cual deben retirarse del campo al terminar la temporada de producción del cultivo.
- La instalación, mantenimiento, remoción y disposición de las cubiertas aumenta los costos de producción del cultivo.

Para producir repollos de buena calidad, con cabezas uniformes y compactas, es necesario mantener una razón óptima de crecimiento en la planta. Si la planta de repollo crece bajo condiciones adversas por la falta de riego las cabezas pueden tener formas irregulares o deformes, o ser más pequeñas y compactas que los tamaños comerciales. En la etapa de formación del repollo se requiere riego a intervalos frecuentes para mantener un crecimiento vigoroso, ya que el sistema de las plantas es fibroso y poco profundo. Según las cabezas de repollo se tornan firmes y compactas se debe reducir el riego. Regar en exceso durante la última etapa de crecimiento (después que el repollo ha alcanzado la madurez) puede ocasionar hendiduras. Por el contrario, la falta de agua puede provocar escaldaduras solares.

## Referencias

- Allen, R. G., L. S. Pereira, K. Raes y M. Martin, 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage, Paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Gierbolini, R. E., 1979. Soil Survey of Ponce Area of Puerto Rico. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service in cooperation with the University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station.
- Goyal, M. R., 1989. Estimation of monthly water consumption by selected vegetable crops in the semiarid and humid regions of Puerto Rico. AES Monograph 99-00, June, Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Río Piedras, PR. 431 pp.
- Hanson, B. R., S. Orloff y D. Peters, 2000. Monitoring soil moisture helps refine irrigation management. California Agriculture, Volumen 54 (3): pages 38-42 May – June 2000.
- Harmsen, E. W. y A. González, 2002. Puerto Rico Evapotranspiration Estimation. Computer Program PR-ET Version 1.0 User's manual. Prepared for the University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Río Piedras, PR. Grant SP-347, August, 2002. <http://www.UPRM.edu/abe/PRAGwater>.
- Hochmuth, G. J. y A. G. Smajstrla, 1998. Fertilizer Application and Management for micro (Drip)- Irrigated Vegetables in Florida. Univ. of Florida, Cooperative Extension Service Circular 1181, Institute of Food and Agricultural Sciences, Univ. of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/cv141>
- Maynard, D. N. y G. J. Hochmuth. 1997. Knott's Handbook for Vegetable growers. 4th ed. Wiley Interscience, New York, 390 pp
- Olson, S. M. y B. Santos: (Editors), 2012. Vegetable Production Handbook for Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences, IFAS Extension, University of Florida. [http://nfrec.ifas.ufl.edu/vegetable\\_handbook.shtml](http://nfrec.ifas.ufl.edu/vegetable_handbook.shtml)
- Ratliff, L. F., J.T. Ritchie y D. K. Cassel, 1983. Field measured limits of soil water availability as related to laboratory-measured properties. Soil Science Society of America 47:770-775.
- Smajstrla, A. G., y F. S. Zazueta, 1998. Estimating crop irrigation requirements for irrigation system design and consumptive use permitting. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Document AE-257, 6pp.
- Smajstrla, A. G., B. J. Boman, D. Z. Haman, F. T. Izuno, D. J. Pitts y F. S. Zazueta, 1997. Basic Irrigation Scheduling in Florida. Agricultural Engineering Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Bull. 249, 13pp.
- SCS, 1970. Irrigation Water Requirements. Technical Release No. 21. USDA Soil Conservation Service, Engineering Division

## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>**

### **MALEZAS<sup>2</sup>**

***Dr. Nelson Semidey y Dr. Wilfredo Robles<sup>3</sup>***

El crecimiento agresivo de las malezas es uno de los problemas que limita la producción eficiente del cultivo de repollo. Comúnmente, las malezas causan interferencia con el desarrollo del cultivo cuando compiten por los recursos disponibles en el suelo (ej., agua y nutrientes) y la luz solar. Dichos recursos son importantes para el crecimiento y desarrollo del repollo. Para que no se afecte el rendimiento del repollo, es recomendable que el cultivo esté libre de malezas desde el inicio de la siembra hasta por lo menos seis semanas después de la siembra. No obstante, malezas que persisten hasta la cosecha pueden también interferir con las tareas de cosecha y afectar la calidad del repollo. Se recomienda un manejo efectivo e integrado que considere los métodos de control de malezas descritos a continuación:

#### ***Control mecánico***

Incluye la preparación del suelo antes de la siembra o después de la cosecha, el desyerbo manual y el uso de la cultivadora u otros implementos mecánicos. Es deseable preparar el suelo adecuadamente (arar, rastrillar) antes de surcar para eliminar las malezas que están creciendo en el predio.

En siembras de trasplante el uso de cubiertas plásticas sobre los bancos de siembra es una práctica eficiente para controlar las malezas. Sin embargo, muchas veces algunas malezas emergen por los agujeros donde se hace el trasplante. Se recomienda que estas malezas se arranquen a mano para evitar la competencia de estas con las plántulas del repollo.

En siembras directas o sin cubiertas plásticas es necesario cultivar manualmente o con azada para controlar las malezas que han germinado junto al repollo. Esta práctica se puede complementar con el uso de una cultivadora mecánica. El desyerbo manual puede emplearse cuando sea necesario, aunque en escala limitada para no aumentar los costos de producción. Generalmente son necesarios dos pases de cultivadora, a intervalos de dos o tres semanas. Consulte la sección de 'Suelo y preparación del terreno' de este conjunto.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Catedrático (Retirado) y Catedrático Asociado, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

### ***Control cultural***

Consiste en la aplicación de prácticas de siembra que favorecen al cultivo y limitan el crecimiento y desarrollo de malezas. Las prácticas más usadas son: selección de época de siembra, densidad y distancia de siembra, y la rotación de cultivos. Consulte la información sobre este aspecto en la sección de 'Siembra'. Generalmente la abundancia de malezas es menor en siembras de diciembre a enero, en comparación con las siembras de abril hasta agosto. El aumento en la abundancia de malezas coincide con la época lluviosa local.

Siembras densas y distancias de siembra reducidas entre plantas permiten que los espacios vacíos se cubran en menor tiempo y el sombreado limite el crecimiento de las malezas. La rotación de siembra de repollo debe hacerse en secuencia con cultivos donde se hayan aplicado prácticas agresivas de manejo de malezas conducentes a evitar la producción de semillas y propágulos.

### ***Control químico***

Este método consiste del uso de herbicidas para controlar las malezas. Los herbicidas pueden ser utilizados antes de la germinación de malezas (preemergente) o después (postemergente). Cuando las malezas han germinado, se recomienda el uso herbicidas postemergentes y sembrar 2 o 3 días después. El herbicida seleccionado debe aplicarse ajustando la dosis al tipo de suelo y a las especies de malezas que predominan en el área a sembrar. Consulte la etiqueta del producto para determinar las especies de malezas que controla el herbicida, así como posibles combinaciones entre dos o más herbicidas para mejorar el espectro de control. Por ejemplo, herbicidas que controlan malezas de hoja ancha se pueden combinar en secuencia con herbicidas que controlan gramíneas para abarcar un mayor número de especies de malezas.

### ***Manejo integrado***

Es la combinación de varios métodos para obtener un control de malezas más efectivo. Un ejemplo de manejo integrado podría ser la aplicación de dos o más de las siguientes prácticas:

- 1) Prepare el suelo adecuadamente usando labranza primaria (arado), luego lleve a cabo labranza secundaria (rastras, "tiller") para eliminar las malezas que emerjan en el lapso entre cada pase de labranza, reduciendo así el depósito de semillas en el suelo.
- 2) Dependiendo del historial de las especies de malezas que crecen en el predio, aplique un herbicida preemergente e incorpórelo según recomendado.
- 3) Cuando emerjan malezas antes de la siembra aplique un postemergente sobre estas y siembre tres días más tarde.
- 4) Tres semanas más tarde aplique un postemergente selectivo para gramíneas, cuando estas alcancen de seis a ocho pulgadas de altura.
- 5) Mediante cultivo manual o mecánico controle aquellas malezas que han escapado a los herbicidas hasta el cierre de la plantación.

- 6) Después de la cosecha, tan pronto sea posible, es recomendable talar las malezas y arar nuevamente el terreno para detener el crecimiento de aquellas malezas que han escapado a las anteriores medidas de control.

De esta forma se evita la producción de semillas que van a germinar e interferir con las próximas siembras.

**Cuadro 1.** Malezas más problemáticas en el cultivo de repollo. Adaptado de Lugo y Semidey, (2002).

Nombre común		Nombre científico
Español	Inglés	
<b><i>Hoja fina</i></b>		
coquí	purple nutsedge	<i>Cyperus rotundus</i>
arrocillo	junglerice	<i>Echinochloa colona</i>
caminadora	itchgrass	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>
pata de gallina	goosegrass	<i>Eleusine indica</i>
pendejuelo	large crabgrass	<i>Digitaria sanguinalis</i>
yerba de hilo	sprangletop	<i>Leptochloa mucronata</i>
yerba johnson	johnsongrass	<i>Sorghum halepense</i>
<b><i>Hoja ancha</i></b>		
ajenjo cimarrón	Parthenium	<i>Parthenium hysterophorus</i>
bejuco de puerco	morningglory	<i>Ipomoea tiliacea</i>
Bledo	pigweed	<i>Amaranthus dubius.</i>
Datura	jimsonweed	<i>Datura stramonium</i>
leche vana	wild poinsettia	<i>Euphorbia heterophylla</i>
platanito	Asian spider flower	<i>Cleome viscosa</i>
peseta	horse purslane	<i>Trianthema portulacastrum</i>
verdolaga	purslane	<i>Portulaca oleracea</i>

## ***Referencias***

Lugo-Torres, M. de L. y N. Semidey-Laracuente. 2002. Guía para el reconocimiento de malezas comunes en zonas agrícolas de Puerto Rico. UPRM-EEA, Río Piedras, PR. 66 pp.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>

### INSECTOS<sup>2</sup> *Prof. Aristides Armstrong*<sup>3</sup>

Cerca de 15 especies de insectos afectan o están asociadas al cultivo del repollo en Puerto Rico (Cuadro 1). Sin embargo, no todas estas especies se consideran plagas.

**Cuadro 1.** Insectos más comunes en el cultivo de repollo

<i>Español</i>	<i>Nombre Común</i>		<i>Nombre Científico</i>
		<i>Inglés</i>	
alevilla del dorso de diamante	diamondback moth		<i>Plutella xylostella</i>
falso medidor	soybean looper		<i>Pseudoplusia includens</i>
agrimensor verde del repollo	cabbage looper		<i>Trichoplusia ni</i>
gusano del repollo	gulf white cabbageworm		<i>Ascia monuste</i>
gusano de las coles	imported cabbageworm		<i>Pieris rapae</i>
gusano cortador	armyworm		<i>Spodoptera sunia</i>
gusano cogollero	fall armyworm		<i>Spodoptera</i>
gusano de la remolacha	beet armyworm		<i>Spodoptera exigua</i>
minador de los vegetales	vegetable leafminer		<i>Liriomyza sativae</i>
mosca minador de la hoja	leafminer		<i>Japanagromyza inaequalis</i>
pulgón del repollo	cabbage aphid		<i>Brevicoiynne brassicae</i>
pulgón verde del repollo	green peach aphid		<i>Myzus persicae</i>
moscas blancas	whiteflies		<i>Bemisia spp.</i>
chinche de ala de encaje	lacewings		<i>Corythaica cyanthicollis</i>
vaquita de la caña	sugarcane root weevil		<i>Diaprepes abbreviatus</i>
hormigas bravas	fire ant, red imported fire ant		<i>Solenopsis spp.</i>

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999.

<sup>3</sup> Catedrático, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

A continuación se describen brevemente los insectos plaga que comúnmente atacan al repollo en Puerto Rico:

### ***Alevilla dorso de diamante***

La plaga principal del repollo en Puerto Rico es *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), conocida como la alevilla del dorso de diamante. Se le da este nombre porque el adulto, al poner sus alas en reposo sobre el abdomen, tiene la forma de un diamante. En sus primeras etapas la larva es de color translúcido con un tono grisáceo a amarillento. El primer estadio penetra la epidermis de la hoja, pero según madura al segundo estadio la larva emerge de la galería en la hoja y se alimenta con la cabeza y tórax metidos en la epidermis. Según va madurando, la larva adquiere un color amarillo-verdoso y las setas negras son bien distintivas. El último estadio larvar es de color verde. Esta última etapa es la que más daño hace. En Puerto Rico el ciclo de vida total (huevo a adulto) varía de 22.5 días a 39 días, con un promedio de 29 días.

La larva ocasiona el daño al alimentarse de la epidermis de las hojas y crear unos agujeros o "ventanitas". Debido a una combinación del daño mecánico del viento con el daño infligido por la larva la hoja se agujera. Este daño se conoce como el efecto de mosquitero o perforaciones de escopeta ("shot hole effect"). Un ataque severo en las plántulas afecta su punto de crecimiento, retardando su crecimiento. Una población abundante antes de la formación de la cabeza interfiere con el desarrollo normal de la planta y disminuye considerablemente el rendimiento. Además, puede ocasionar el desarrollo múltiple de puntos de crecimiento. Muchas veces se afecta el 100% de la siembra. Si las larvas de *Plutella* afectan la cabeza del repollo la harán comercialmente inservible. En ocasiones, después de la cosecha, aún quitando algunas hojas de la envoltura (de 5 a 6) de la cabeza del repollo, se puede observar daño y hasta larvas. Es común encontrar una hoja sana en la envoltura debajo de la cual hay larvas. El control de esta plaga es difícil ya que actualmente es resistente a casi todos los insecticidas comerciales registrados que se usan en repollo en Puerto Rico.

Dondequiera que se siembre repollo, siempre encontraremos a *Plutella*, particularmente en época de sequía. Muchas veces ya en el semillero hay plantas con huevos y larvas. De no controlarse a tiempo, las plantas van contaminadas al campo. Además, hay que señalar que *Plutella* tiene plantas hospederas alternas; hasta el momento hemos identificado al mastuerzo, *Lepidium virginicum*, como hospederero alterno en Puerto Rico.

Conociendo que esta es una plaga muy agresiva y que el control de este insecto es difícil, se recomienda un umbral económico de 0.5 larvas por planta. Se debe hacer un catastro en la siembra por lo menos una vez por semana, hasta detectar la presencia de la larva, y dos veces por semana subsiguiente.

En un semillero o en la etapa de plántula se puede utilizar un umbral conservador de una a dos larvas por planta. Tan pronto se alcance este umbral, se debe aplicar una formulación del insecticida biológico *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*), a la dosis más alta que recomiende la etiqueta, y repetir la aplicación según sea necesario (no más de dos aplicaciones semanales). Es importante una cobertura uniforme de todo el follaje, especialmente en el envés de las hojas para que el insecto ingiera una dosis letal del insecticida. Antes de trasplantar al campo se debe de alternar con un insecticida registrado que además sea un ovicida.

Los enemigos naturales de *Plutella* pueden ayudar a minimizar el daño de este insecto. Hay varios parasitoides y hongos entomopatógenos identificados que, aunque no controlan totalmente, ayudan a mantener la plaga bajo control. Estos organismos están bajo estudio y algunos se consiguen comercialmente. Muchos de los plaguicidas utilizados afectan los enemigos naturales, disminuyendo así su potencial de control. Los parasitoides *Diadegma insulare*, *Spilochalcis* spp., *Catolaccus* spp., *Aphanagmus* spp., *Apanteles* spp. y *Cotesia plutellae* están presentes en Puerto Rico. *Cotesia* está disponible en varios laboratorios comerciales en los Estados Unidos. Aunque aparentemente este parasitoide está establecido en Puerto Rico, se recomienda hacer liberaciones tan pronto se inicie la infestación de *P. xylostella* o se llegue al nivel de 0.5 larvas por planta. Además, los hongos entomopatógenos *Paecilomyces* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Giocladium* spp. y *Cladosporium* spp. han sido identificados en Puerto Rico atacando la larva y pupa de *Plutella*.

En el campo, se deben de examinar semanalmente las plantas para mantener el umbral de 0.5 larvas por planta. Existen variedades de repollo que toleran el ataque de *Plutella*, retardando el establecimiento de la larva hasta 30 o 40 días después del trasplante, y permitiendo un umbral de una a dos larvas por planta. Esto ayuda a minimizar las aplicaciones de insecticidas. Pero una vez se empieza a formar la cabeza es imperativo el uso semanal de insecticidas para no exceder 0.5 larvas por planta y poder tener un repollo comercial. Se sugiere aplicar un insecticida biológico (ej., *B.t.*) con uno organosintético; este último debe de alternarse semanalmente con otro de otra familia de insecticidas. De ser necesario se pueden realizar hasta dos aplicaciones semanales del insecticida biológico. Si se están liberando parasitoides no deben de aplicarse los insecticidas organosintéticos, a menos que los parasitoides no estén siendo efectivos en ese momento y se esté arriesgando la producción del cultivo.

### ***Pseudomedidores***

Hay dos pseudomedidores (Lepidoptera: Noctuidae) que afectan al repollo: *Pseudoplusia includens* (conocido como el "soybean looper" y agrimensor falso) y *Trichoplusia ni* (conocido como el "cabbage looper" y el agrimensor verde del repollo). Tanto los adultos como las orugas de ambas especies son muy parecidas y es muy difícil diferenciarlas en el campo.

*Trichoplusia ni* es la más común de las dos especies mencionadas. La oruga de este "looper" es verde, con una línea blanca muy fina en los lados y con dos líneas blancas en la parte dorsal media. El daño causado por este insecto se parece al causado por la dorso de diamante. Las primeras etapas larvales de este insecto se alimentan de la hoja dejando la epidermis dorsal, lo que se conoce como una "ventana". Al seguir alimentándose produce grandes agujeros en la hoja o devora el borde de las mismas. Ataca también las hojas que cubren la cabeza del repollo. Esta plaga es cada vez más abundante y causa daños severos. Se puede considerar a la misma como una de las principales plagas que atacan al repollo, particularmente en áreas donde se aplican muchos plaguicidas.

En cuanto al control, es necesario indicar que bajo algunas circunstancias (cuando no se aplican insecticidas organosintéticos) los enemigos naturales, tales como el parásito de huevos, *Trichogramma* spp., y el virus polihédrico nuclear ("nuclear polyhedrosis virus"), pueden mantener controladas las poblaciones de estos insectos. Estos enemigos naturales son más efectivos antes de la formación de la cabeza del repollo. El uso de plaguicidas desde la etapa de plántulas reduce la eficacia de estos organismos.

Durante la etapa de plántulas, si las larvas son lo suficientemente grandes como para infligir daño, se debe de aplicar un insecticida. Se recomienda, hasta donde sea posible, el uso de *B.t.* a la dosis más alta recomendada ya que este insecticida biológico es más efectivo en larvas pequeñas. Plantas jóvenes en la etapa donde hay de ocho a diez hojas verdaderas, antes de la formación de la cabeza, no deben de tratarse con insecticidas a menos que se tengan por lo menos de cinco a nueve larvas pequeñas o medianas por planta. En el caso de larvas maduras, al tener un conteo de una larva madura en 25 plantas jóvenes deben aplicarse insecticidas, alternando los mismos.

### ***Piéridos***

Durante la primavera y el verano es común ver en abundancia a una mariposa de color blanco-cremoso, la cual se conoce como *Ascia* (Lepidoptera: Pieridae). Esta mariposa deposita sus huevos amarillos en hileras en las hojas del repollo. La larva es de color verde oscuro con rayas negras y amarillo-blancuzcas a lo largo del cuerpo. La oruga está cubierta por pelos blancos. Desde el trasplante o el entresaque hasta la formación de la cabeza, el repollo puede tolerar un daño considerable causado por este insecto, cuando tenemos de una a dos larvas por hoja. Sin embargo, generalmente se encuentran cinco o más larvas por hoja, la cual pueden devorar totalmente. Una infestación severa podría afectar toda la siembra y causar pérdidas significativas.

*Pieris rapae* es otro piérido común durante la primavera y el verano. El adulto de esta especie es amarillo. Las larvas de ambas especies son muy parecidas y el daño económico es el mismo.

Estos insectos pueden causar daño severo durante la etapa de formación de la cabeza del repollo por lo que se deben realizar muestreos frecuentemente. Como con otras plagas, los enemigos naturales pueden, bajo algunas circunstancias, mantener bajo control a estos insectos. Parásitos como la larva de una mosca taquínida, las avispijas de los géneros *Trichogramma*, *Microplitis*, *Pteromalus* y *Apanteles*, y virus y bacterias han sido identificados como enemigos naturales y están bajo estudio.

### ***Cuerudos o "armyworms"***

En los últimos años se han identificado como nuevos registros a *Spodoptera sunia*, *S. frugiperda* y *S. exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) atacando al repollo en Puerto Rico. Las larvas de estas alevillas se pueden diferenciar entre sí de una manera muy generalizada: *S. sunia* tiene subdorsalmente unas manchas triangulares con un punto blanco dentro de los mismos; *S. frugiperda* (conocido como el "fall armyworm" y gusano cogollero o de otoño) se reconoce fácilmente por una "Y" invertida en la cabeza y por cuatro puntos negros arreglados en forma de trapecioide en el dorso de los segmentos; y *S. exigua* (conocido como el "beet armyworm" o

gusano de la remolacha) tiene un par de pequeños puntos negros a cada lado del protórax. *Spodoptera frugiperda* y *S. sunia* son de color verde oliva, siendo la última más oscura. Estas larvas u orugas atacan las hojas y se encuentran principalmente en la cabeza del repollo, la cual taladran y devoran. Se han observado larvas de estas especies taladrando la vena principal de las hojas. Las plantas que han sido atacadas severamente se quedan pequeñas y deformes.

Otra oruga de la familia Noctuidae que se ha encontrado ocasionalmente atacando al repollo es *Mocis latipes*. Esta oruga varía mucho en color, desde gris hasta amarillo pajoso, y se distingue porque en el dorso tiene dos puntos negros que se notan cuando la oruga se estira.

Estos insectos tienen una gama de hospederos bastante extensa, entre los que se encuentran las solanáceas y las gramíneas. Muchas veces estos insectos provienen de predios aledaños al de repollo, y por lo general cuando se eliminan las gramíneas de los alrededores los insectos invaden el repollo. Aunque estos cuerudos tienen enemigos naturales, se sabe muy poco del efecto de estos sobre esta plaga. Por lo general, el control que se utiliza es el químico. No se recomienda el uso de *B.t.*, específicamente contra el gusano de la remolacha.

### ***Minadores de las hojas***

Las pequeñas larvas de las mosquitas *Japanagromyza inaequalis* y *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) son las causantes de las minas serpentina en las hojas del repollo. Estos insectos son más dañinos en las primeras etapas del desarrollo de la planta. Las plantas en el semillero o poco después del trasplante pueden ser más susceptibles al daño. Una vez la larva eclosiona esta penetra a través de la epidermis de la hoja y hace una galería tipo serpentina.

Generalmente los enemigos naturales, como la avispa *Diglyphus* spp., ayudan a controlar a los minadores. Por lo general, en las primeras etapas del cultivo cuando los minadores atacan las plantas, estos no aumentan mucho en número debido a la presencia de los enemigos naturales. Hay evidencia de que, en las primeras etapas del cultivo, al controlar con insecticidas a los minadores se eliminan los enemigos naturales y la población de minadores aumenta.

En las plántulas, la mayoría de las minas ocurren en los cotiledones y en las primeras hojas verdaderas. Se debe de revisar el envés de las hojas, donde las minas pueden ser más obvias. Si la población de minadores es muy alta cuando las plántulas tienen cuatro o cinco hojas, posiblemente sea necesario el uso de insecticidas. Trate de que el mismo sea selectivo para esta plaga; es recomendable que sea sistémico. La aplicación de insecticida es imperativa si al examinar las plántulas se tiene un promedio de una mina por hoja. Por lo general, después que la planta tenga más de seis hojas el ataque del minador es bien tolerado.

### ***Áfidos***

Los áfidos (Homoptera: Aphididae) son insectos chupadores que se encuentran generalmente en el envés de las hojas. Son gregarios, o sea, se agrupan. Generalmente las formas ápteras (sin alas) son las que se observan en el campo. Las dos especies más comunes son *Brevicoryne brassicae* y *Myzus persicae*, las cuales se diferencian en que *M. persicae* es de un color verde olivo y *B. brassicae* tiene un color cenizo (que en realidad es verde cubierto con secreciones grises). Básicamente en todas las siembras de repollo hay plantas afectadas por

áfidos, pero rara vez se observan plantaciones afectadas total y severamente por áfidos. Las plantas afectadas severamente pueden mostrar enanismo y hojas enrizadas. Por lo general, se pueden observar poblaciones de áfidos más altas de lo normal después de períodos de lluvia seguidos por sequía, y en los meses más cercanos al verano.

Pequeñas colonias de áfidos pueden ser destruidas por enemigos naturales como las cotorritas o coccinélidos ("lady bug beetles"), larvas de las moscas sírfidas, parasitoides (*Aphidius* spp., *Lysiphlebus* spp., *Aphelinus* spp., *Diaeretiella rapae*, etc.) y hongos entomopatógenos como *Entornophthora aphidis*. Cuando los parasitoides atacan los áfidos, estos se momifican. Pero en brotes poblacionales del áfido raramente las poblaciones de enemigos naturales pueden aumentar lo suficientemente rápido para mantener las poblaciones de áfidos bajo los niveles económicos. Si este es el caso, es necesario el uso de insecticidas. Algunas prácticas culturales que podrían limitar la población del áfido son: remover las plantas con áfidos, destruir remanentes de cosechas, y remover o controlar hospederos alternos.

### ***Moscas blancas***

Lo que comúnmente conocemos como moscas blancas son unos diminutos insectos con alas blancas del género *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). Estos insectos chupadores cada vez son más frecuentes en el repollo. El daño que ocasionan ocurre mayormente en las hojas más viejas, más externas, las cuales se empiezan a doblar o enroscar y cuyo crecimiento se distorsiona. La planta deja de compactarse y no cierra, y la cabeza del repollo no se forma. Las plantas afectadas se tornan de un color más oscuro que las no afectadas. Si la planta muestra estos síntomas desde pequeña jamás crecerá; plantas adultas no formarán cabeza.

Por lo general los piretroides sintéticos matan los enemigos naturales de las moscas blancas, por ejemplo, a los parásitos. De esta manera la población de la mosca blanca aumenta. Hay que tomar en cuenta que los parásitos atacan las formas inmaduras de las moscas blancas.

### ***Otros insectos***

En ocasiones se ha informado a la chinche de ala de encaje, *Corythaica cyanthicollis* (Tingidae), afectando el follaje del repollo. En realidad es muy raro encontrar esta especie atacando a este cultivo. La vaquita de la caña, *Diaprepes abbreviatus*, se encuentra frecuentemente en el repollo, pero hasta ahora su daño al follaje ha sido insignificante. Si se siembra repollo en suelos que estaban sembrados con caña, yerba guinea u otras gramíneas, la larva de *Diaprepes* puede producir daños severos a la siembra del repollo. Hormigas del género *Solenopsis* frecuentemente afectan las plántulas al momento del trasplante. Se comen las raíces y cortan los pequeños tallos en la base del mismo. Cuando se utiliza plástico hacen sus nidos debajo del mismo y veces alrededor de las plantas.

### ***Manejo integrado para el control de insectos***

No podemos olvidar que no es una sola plaga o especie de insecto la que ataca al repollo. En toda siembra posiblemente observaremos a todos estos insectos, y al querer controlar unos se promoverá el crecimiento de otros, ocasionando brotes secundarios. Por eso es necesario estar seguro de cuáles insectos queremos controlar y el método de control a usarse. Por lo general, el

método más utilizado es el control químico, pero este no siempre es efectivo. Es importante aplicar el insecticida correctamente, esto es, dosis bien calculada y aplicación dirigida. Muchas veces si estas dos cosas no se hacen apropiadamente un buen insecticida se convierte en uno ineficiente. No se recomienda el uso rutinario de insecticidas sin saber si la plaga está presente y en qué cantidad. Tampoco se recomienda el uso de "cocktails" o mezclas de insecticidas organosintéticos aplicados a la misma vez. Es recomendable el uso alternado de insecticidas o de *B.t.* además del insecticida organosintético. El uso inapropiado de plaguicidas puede afectar la productividad de la cosecha. Aplicaciones descontroladas pueden fomentar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Actualmente no se puede depender tan solo de los insecticidas para el control de estas plagas. Por eso integramos varias prácticas de control y lo llamamos manejo integrado de plagas (MIP). Los objetivos principales del MIP son el controlar los insectos en forma más eficaz y económica; el manejar los plaguicidas para que sean más eficaces, tratando a la vez de minimizar su uso; y contaminar menos el medio ambiente. Entre los principios básicos del MIP están la exclusión o prevención de la entrada de los insectos-plagas al campo; la supresión, que básicamente es mantener la población de insectos a un nivel que no cause daño económico; la erradicación o eliminación del campo de aquellos insectos cuya presencia, aún a niveles bajos de población, no se puede tolerar; y el desarrollo de cultivares o variedades que resistan o toleren el ataque de los insectos.

Para poder cumplir los objetivos del MIP y seguir los principios del mismo es necesario identificar los insectos presentes, en particular poder identificar al insecto-plaga. Además, se debe realizar un estimado de la población insectil y predecir las pérdidas y riesgos. Para esto último se utiliza el umbral de acción o económico, que es el nivel poblacional del insecto plaga al cual es necesario implementar medidas de control para evitar daño económico al cultivo.

Hay varias prácticas que ayudan a definir o implementar un MIP: las prácticas culturales y mecánicas, el uso de enemigos naturales, el uso de trampas, el uso de cultivares o variedades resistentes y el uso juicioso de plaguicidas. Por ejemplo, la rotación de cosechas puede contribuir a evitar que se establezcan poblaciones de plagas que afecten la salud y vigor de la plantación. Es importante preparar un programa con las prácticas de control que cumplan con los principios del MIP.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>

### **ENFERMEDADES<sup>2</sup>** *Prof. Evelyn Rosa Márquez<sup>3</sup>*

El cultivo de repollo puede ser afectado por una o varias enfermedades en cualquier etapa de su desarrollo, estas pueden causar un daño leve, severo e inclusive destruirlo por completo. La prevención es la clave para controlar todas las enfermedades que afectan al repollo y otras plantas de la familia de las *Brassicas*. De observarse alguna enfermedad, un diagnóstico rápido y la implementación de un manejo adecuado, son pasos esenciales para asegurar el desarrollo adecuado del cultivo, el rendimiento y su calidad. Cuanto más conozcamos sobre una enfermedad, mayor es la posibilidad de desarrollar mejores estrategias de su manejo y control, las cuales pueden incluir desde aquellas que propicien el vigor y la salud de la planta hasta la aplicación de los plaguicidas recomendados para este cultivo.

**Cuadro 1.** Enfermedades más comunes en el repollo

<i>Nombre Común</i>		<i>Nombre Científico</i>
<i>Español</i>	<i>Inglés</i>	
<b>Bacterias</b>		
podrición negra	black rot	<i>Xanthomonas campestris</i>
podrición blanda	bacterial soft rot	<i>Erwinia caratovora</i>
necrosis marginal	bacterial marginal necrosis	<i>Pseudomonas marginalis</i>
mancha foliar	Xanthomonas leaf spot	<i>X. campestris</i> pv. <i>Armoraciae</i>
<b>Hongos</b>		
añublo lanoso	downy mildew	<i>Peronospora parasitica</i>
mancha foliar	Alternaria leaf spot	<i>Alternaria</i> spp.
sancocho	damping off	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium</i> spp.
podrición del tallo	wirestem, bottom & head rot	<i>R. solani</i>
podredumbre blanca	white mold or sclerotinia rot	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
<b>Protozoarios</b>		
raíz agarrotada del repollo	clubroot	<i>Plasmodiophora brassicae</i>
<b>Desórdenes fisiológicos</b>		
peca negra	black speck	
puntas quemadas	tip-burn	

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Catedrática Asociada, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

Algunos aspectos básicos a considerar en la aplicación de los plaguicidas son:

1. Información en la etiqueta del producto- debe ser leída en su totalidad
2. Dosis recomendadas para la enfermedad y el cultivo
3. Calibración del equipo y libras de presión a utilizarse en la aspersion- para obtener una buena cobertura y penetración del plaguicida
4. Velocidad y dirección del viento
5. El pH y calidad del agua.

De necesitar orientación sobre los plaguicidas con permiso de uso en Puerto Rico para este cultivo, puede comunicarse con el Agente Agrícola de su área o con la Clínica de Diagnóstico del Servicio Cooperativo de Extensión Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. A continuación se describen los síntomas de las enfermedades más comunes que podrían afectar al repollo en las diferentes etapas de desarrollo y las posibles prácticas de manejo para su control.

### ***Enfermedades causadas por bacterias***

#### **Pudrición negra**

Esta enfermedad, causada por *Xanthomonas campestris* var. *campestris*, ocurre tanto en repollo como en las demás *Brassicas* alrededor del mundo. Es la enfermedad bacteriana más severa que afecta este cultivo. Puede penetrar por aperturas naturales de la planta o raíces, y/o por heridas causadas por daño mecánico. Los síntomas pueden aparecer en cualquier etapa del desarrollo de las cabezas de repollo. Si la infección ocurre en etapa de plántulas estas se amarillan y eventualmente mueren. Estos síntomas de amarillamiento pueden confundirse con deficiencia nutricional. Ocasionalmente se podrían observar en los cotiledones manchas negras y ennegrecimiento de las venas. En plantas adultas, las lesiones comienzan típicamente con marchitamiento en el margen de las hojas externas seguido de amarillamiento. A medida que progresa la enfermedad, la lesión amarilla se extiende del borde de la hoja hacia la vena central en forma de "V". Las venas en el área afectada se van ennegreciendo, dando la apariencia de una redcilla negra, y con el tiempo el tejido de la hoja se torna color marrón y muere. El ennegrecimiento de las venas es un síntoma que siempre está presente en esta enfermedad. Esta bacteria puede moverse sistémicamente por la planta y, en estados avanzados de esta enfermedad, los síntomas de decoloración se pueden extender hacia el centro de la cabeza de repollo en donde el sistema vascular se ennegrece. Cuando esto ocurre, si se desprende una de las hojas afectadas y se examina la cicatriz dejada por esta, se puede observar necrosis en el área. Tanto el ennegrecimiento de las venas como la necrosis que se observa en la cicatriz cuando se desprende la hoja enferma, son síntomas característicos de esta enfermedad que ayudan al diagnóstico de la misma. En las plantas afectadas se puede observar una reducción en el tamaño de las cabezas, mostrando enanismo y el posible desprendimiento de las hojas exteriores. La infección inicial es generalmente seguida por la invasión de otros organismos, causando pudrición blanda en las cabezas. Por lo general los síntomas son más severos en un lado de la planta, teniendo como resultado cabezas deformes. Esta enfermedad puede comenzar en el campo y progresar durante el almacenaje de las cabezas, haciéndolas no-mercadeables. En lugares donde el repollo puede florecer, la bacteria también infecta la semilla. Esta bacteria puede persistir en residuos de plantas enfermas hasta por dos años, en malezas hospederas y en el

suelo hasta que todos los desechos de cosecha se descompongan. Esta enfermedad se observa con frecuencia en periodos húmedos y lluviosos. Se disemina en el campo por el salpicado del agua, el viento, las herramientas, los trabajadores, animales e insectos. Puede ser portada en la semilla.

*Manejo de la enfermedad:* Utilice semilla certificada libre de la enfermedad. Se recomienda usar prácticas culturales como la rotación de cultivos (por al menos tres años con cultivos que no sean *Brassicas*), el uso de riego por goteo, sembrar en bancos y en suelos con buen drenaje. Incorpore los residuos de las plantas tan pronto termine la cosecha para acelerar su descomposición y elimine las malezas hospederas, como por ejemplo *Lepidium virgicum* L. (lentejilla, “wild peppergrass”). Mantenga los trabajadores y maquinarias fuera del campo cuando las plantas estén húmedas para evitar la diseminación de la bacteria. Las prácticas culturales deben ir acompañadas de un programa de aspersiones con los plaguicidas con permiso de uso para esta enfermedad en el cultivo de repollo.

### **Pudrición blanda**

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Erwinia carotovora* var. *carotovora*. Los síntomas iniciales aparecen durante la formación de las cabezas. Estos se caracterizan por la presencia de manchas de apariencia aceitosa y difíciles de distinguir en la superficie de las hojas, estas manchas se dispersan rápidamente afectando la hoja entera. A medida que progresa la enfermedad el tejido afectado en las hojas se oscurece, se torna blando, baboso, y se pudre. Cuando las infecciones son severas las cabezas de repollo pueden partirse en el campo. Pueden haber cabezas de repollo infectadas pero no observarse síntomas por un largo período de tiempo, por lo que si no se detecta a tiempo, se pueden infectar los otros repollos que están a su alrededor. Las cabezas de repollo afectadas por esta enfermedad producen un olor desagradable muy distintivo, tal vez por la invasión de organismos secundarios. La invasión de esta bacteria ocurre principalmente por heridas, que pueden ser ocasionadas por insectos, de forma mecánica o lesiones causadas por otros patógenos. El desarrollo de esta enfermedad se favorece en el campo por condiciones húmedas y calientes. Las infecciones que ocurren durante el transporte y almacenamiento de las cabezas de repollo son generalmente consecuencia de la contaminación con patógenos que puede ocurrir en el campo o durante su manejo post-cosecha. Esta bacteria persiste en desechos de cosecha infestados y crece en un rango amplio de temperatura, desde 5 a 37 °C.

*Manejo de la enfermedad:* El manejo de esta enfermedad se basa principalmente en prácticas sanitarias y culturales. Siembre en el área una vez los residuos de cosecha se hayan descompuesto por completo o se hayan eliminado del campo. Lleve a cabo prácticas culturales como la rotación de cultivos con cereales y/o otros cultivos no susceptibles a la enfermedad; siembre en áreas de buen drenaje y a las distancias recomendadas. Como esta bacteria puede diseminarse por las herramientas de labranza y los envases utilizados (durante la cosecha, transporte y almacenamiento), estos deben lavarse y desinfestarse antes de volver a ser utilizados. Controle los insectos y evite causar heridas en las cabezas de repollo.

### **Mancha foliar por *Xanthomonas***

Esta enfermedad no ha sido reportada en Puerto Rico, sin embargo, ha sido identificada en diferentes partes del mundo entre ellas Florida, EE.UU., y es causada por *Xanthomonas campestris* var. *armoraciae*. Los síntomas comienzan como muchas pecas de apariencia acuosa distribuidas por toda la superficie de la hoja. Las manchas pueden aparecer tanto en hojas jóvenes como viejas, incluyendo las hojas externas de la cabeza del repollo. A medida que progresa la enfermedad, estas se agrandan formando manchas de forma circular o angular rodeadas por un halo fino translucido, el cual se hace más evidente al observar las hojas a través de la luz. Generalmente las lesiones tienden a ser más numerosas cerca de las venas grandes donde varias de ellas pueden unirse para formar grandes áreas necróticas a lo largo de ambos lados de las venas. Cuando el tejido en el área afectada se seca, se desprende dejando grandes huecos en las hojas. En ocasiones son tan numerosas las lesiones que la hoja se seca por completo. Cuando las lesiones se presentan en el borde de la hoja, esta enfermedad puede confundirse con el desorden fisiológico de quemazón de la hoja (“tip-burn”), porque con el tiempo el borde de la hoja adquiere la apariencia de hilachas. Esta bacteria sobrevive en residuos de cosecha pero no sobrevive en el suelo una vez los residuos se hayan descompuestos por completo, se transmite por semilla y sobrevive en otras *Brassicas* y malezas de la misma familia. El desarrollo de la enfermedad se favorece cuando las hojas permanecen húmedas por largos períodos de tiempo. Esta bacteria se disemina por el salpicado de la lluvia, por los trabajadores, los equipos y herramientas de trabajo.

*Manejo de la enfermedad:* Utilice semillas libres de la enfermedad ya que no hay cultivares o variedades de repollo resistentes. Se recomienda la rotación de cultivos por al menos tres años con cultivos que no sean *Brassicas*. Permita que los residuos de cosecha se descompongan totalmente antes de volver a sembrar. Siembre en suelos de buen drenaje y utilice riego por goteo. Mantenga los trabajadores y maquinarias fuera del campo cuando las plantas estén húmedas para así evitar diseminar la bacteria. Las prácticas culturales deben ir acompañadas de un programa de aspersiones con los plaguicidas con permiso de uso para esta enfermedad en el cultivo de repollo.

### **Necrosis marginal**

Esta enfermedad, causada por la bacteria *Pseudomonas marginalis*, no se ha observado en Puerto Rico en los últimos años. Se puede confundir con los síntomas causados por sequía o quemazón de la hoja (“tip-burn”). En sus inicios, en el margen de la hoja se puede observar puntos acuosos y amarillentos que con el tiempo se tornan pardos. A medida que progresa la enfermedad, por el borde o margen de las hojas se observa una necrosis marrón, la cual luego se extiende por las venas hacia el centro. Si esta enfermedad no se detecta al momento de la cosecha y se almacenan algunos repollos infectados, estos pueden infectar los demás repollos a su alrededor.

*Manejo de la enfermedad:* Para evitar la enfermedad se recomienda rotar con cultivos que no sean *Brassicas*, usar riego por goteo y controlar adecuadamente las malezas. Coseche las cabezas de repollo cuando estas no estén húmedas, ya sea por el rocío, la lluvia o riego; sea cuidadoso durante el manejo de las cabezas de repollo para no causarle daños mecánicos a las mismas durante la cosecha y el transporte. Remueva los residuos de cosecha o permita que estos se

descompongan totalmente antes de volver a sembrar. Mantenga a los trabajadores y maquinarias fuera del campo cuando las plantas estén húmedas para así evitar la diseminación de la bacteria.

### ***Enfermedades causadas por hongos***

#### **Añublo lanoso (“downey mildew”)**

Esta enfermedad causada por el hongo *Peronospora parasitica* puede aparecer en cualquier etapa del desarrollo del repollo y afectar todas las partes aéreas de la planta. Los síntomas del añublo lanoso son más severos cuando aparecen durante la etapa de plántula y por lo general, esta muere. Una vez el hongo invade las hojas, los síntomas iniciales son pequeñas manchas amarillas. A medida que progresa la enfermedad las manchas se agrandan y se tornan color marrón con apariencia de una red de color negro azulado. En condiciones de humedad en el envés de las hojas se puede observar el desarrollo de una masa de micelio algodonoso la cual es correspondiente a la mancha observada en el haz. Este es tal vez el síntoma más distintivo de esta enfermedad. Las cabezas de repollo con esta enfermedad generalmente no son mercadeables. Presentan manchas irregulares color liláceas y puede haber o no la presencia de micelio en las hojas externas. Si las hojas inferiores son contaminadas durante la etapa de crecimiento, los tallos podrían infectarse. El desarrollo de esta enfermedad se favorece por extensos períodos de humedad en las hojas, los cuales pueden ser causados por el rocío, neblina, riego o lluvia. Este hongo sobrevive en la semilla, residuos de cosecha y malezas hospederas. Se puede diseminar por el viento y el salpicado de la lluvia.

*Manejo de la enfermedad:* El manejo de esta enfermedad incluye usar prácticas culturales tales como la incorporación de los residuos de cosecha; controlar las malezas, con especial atención a las que sean *Brassicas*; evitar manipular o tocar las plantas cuando estas estén húmedas; y sembrar a las distancias recomendadas para aumentar la aireación entre las cabezas. Se recomienda el riego por goteo para evitar la humedad en las hojas por períodos prolongados. Una de las principales medidas de control incluye la aspersion de los fungicidas con permiso de uso para esta enfermedad en el cultivo de repollo.

#### **Mancha foliar por *Alternaria* (“*Alternaria leaf spot*”)**

Esta enfermedad puede ser causada por varias especies del hongo *Alternaria*. Casi todos las *Brassicas* son susceptibles a esta enfermedad, la cual puede aparecer en cualquier etapa de su desarrollo. Los síntomas iniciales son pequeñas manchas en las hojas, de color amarillo oscuro, en ocasiones de apariencia acuosa. Con el tiempo estas lesiones se agrandan formando manchas circulares color marrón claro con anillos concéntricos rodeados por un halo amarillo. Según progresa la enfermedad el tejido afectado se desprende de la hoja dejando huecos (“shot-hole”). Bajo condiciones de alta humedad, la lesión puede cubrirse con un hollín verde oscuro que es la masa de esporas del hongo. Las cabezas de repollo infectadas pueden presentar manchas en varias hojas. En muchas ocasiones, las infecciones por las diferentes especies de este hongo no afectan el tamaño ni el peso de la cabeza de repollo, pero ocasionan pérdidas porque afectan su calidad y apariencia. Si esta enfermedad aparece en la etapa de plántulas estas pueden presentar manchas necróticas, enanismo o muerte de los cotiledones. Este hongo puede ser acarreado en la semilla y sobrevivir en desechos de cosecha por mucho tiempo. El desarrollo de esta enfermedad es favorecido por periodos prolongados de alta humedad, temperaturas frescas y lluvia.

*Manejo de la enfermedad:* Utilice semilla que esté libre de la enfermedad. Lleve a cabo prácticas culturales como la rotación con cultivos que no sean hospederos, incorporación profunda de los desechos de cosecha, riego por goteo y sembrar a las distancias recomendadas.

### **Sancocho (“damping-off”)**

Esta enfermedad es causada por los hongos *Rhizoctonia* spp. y *Pythium* spp. Generalmente estos hongos afectan las plántulas en el semillero pero también pueden hacerlo después del trasplante. En ocasiones, cuando la infección ocurre en el semillero las plantas no emergen, y si logran emerger se desarrolla en su tallo, cercano al suelo, una lesión de apariencia acuosa. También se pueden afectar las raíces y vellos radiculares. Las plántulas que emergen se marchitan, se doblan y eventualmente mueren. En el campo es más común encontrar plantas afectadas en suelos compactados o que no tienen buen drenaje. El desarrollo de esta enfermedad se favorece con días nublados, alta humedad, suelos húmedos y compactados, y alta densidad de plantas.

*Manejo de la enfermedad:* Se recomienda no sembrar la semilla muy profunda y tener un manejo adecuado del agua en el semillero. Antes del trasplante, lleve a cabo prácticas culturales como la rotación de cultivos, la incorporación profunda y/o la eliminación de los desechos de cosechas previas, utilización de riego por goteo y sembrar a las distancias recomendadas.

### **Pudrición del tallo (“wirestem”)**

*Rhizoctonia solani* es el hongo que ocasiona esta enfermedad que ocurre luego que emergen las plántulas. Puede afectar las raíces, tallos y hojas. Un síntoma característico de esta enfermedad es que la corteza externa del tallo cercano al suelo se oscurece y se seca formando un cancro en esa área, dejando expuesta la parte interna del tallo. En ocasiones, bajo condiciones ambientales apropiadas, las plántulas infectadas tienden a recuperarse, sin embargo, el hongo continúa creciendo y eventualmente la planta muere o se queda enana y no puede producir cabezas de repollo mercadeables. En niveles bajos del patógeno, esta enfermedad puede prevalecer o ser más severa que el sancocho. Condiciones ambientales de alta humedad, días nublados, suelos de poco drenaje y húmedos y alta densidad de plantas favorecen el desarrollo de esta enfermedad. Este patógeno sobrevive en los residuos de cosecha indefinidamente. También produce esclerocios que sobreviven en el suelo durante condiciones ambientales adversas o poco favorables.

*Manejo de la enfermedad:* Lleve a cabo prácticas culturales como la rotación con cultivos que no sean hospederos, incorporación profunda de los desechos de cosecha, riego por goteo, sembrar en suelos de buen drenaje y a las distancias recomendadas. Evite sembrar las plántulas muy profundas en el suelo ya que el tallo es lo más susceptible de la plántula.

### **Podredumbre blanca**

Esta enfermedad también se conoce como pudrición blanda acuosa o pudrición del tallo por *Sclerotinia*. Es causada por el hongo *Sclerotinia* spp. y se observa inicialmente en la parte inferior del tallo y de la cabeza cercanos al suelo. En repollo, los síntomas producidos por este hongo son pequeñas lesiones circulares de apariencia húmeda las cuales con el tiempo se agrandan y se cubren de micelio blanco de apariencia algodonosa. El tejido afectado se torna

blando y acuoso. A medida que la infección avanza la masa de micelio invade la cabeza de repollo y produce los esclerocios que son las estructuras de reproducción. Estos pueden verse unidos a la masa de micelio; si la infección es bien severa pueden observarse a nivel del suelo. Los esclerocios son de color negro, varían de tamaño y pueden persistir en el suelo por varios años. Este hongo no solo afecta las cabezas de repollo en el campo sino que también puede causar pudrición durante su transporte y/o almacenamiento. El hongo puede diseminarse en el campo por semilla contaminada, desechos de cosecha, movimiento de suelo infectado por maquinarias, escorrentías de agua y/o trabajadores. También puede diseminarse por el viento a las cabezas de repollo.

*Manejo de la enfermedad:* Evite la diseminación del hongo por el equipo agrícola, los trabajadores, semilla o material vegetativo. Esta enfermedad se puede manejar utilizando métodos integrados como: arar profundo; sembrar a las distancias recomendadas para asegurar buen flujo de aire y reducir las condiciones de humedad; utilizar riego por goteo; y la rotación con cultivos menos susceptibles al hongo, como lo son las cebollas, las gramas o los cereales. Tenga buen manejo de las malezas hospederas como lo son el bleo ("*Amaranthus dubius* Mert") y achicoria (*Sonchus oleraceus* L.) entre otros.

### ***Enfermedades causadas por protozoarios***

#### **Raíz agarrotada**

La mayoría de los cultivos que pertenecen a las *Brassicaceae* son susceptibles al protozoario *Plasmodiophora brassicae* causante de esta enfermedad. El repollo es bien susceptible. Los síntomas iniciales que se observan en las plantas infectadas son la disminución en el crecimiento, hojas con amarillamiento y una tendencia a marchitarse durante los días calientes, ya que la planta no puede absorber agua y nutrientes eficientemente. Cuando este protozoario infecta a plantas jóvenes estas se quedan enanas o pueden morir y si es a plantas adultas estas continúan desarrollándose pero no producen cabezas mercadeables. *Plasmodiophora brassicae* infecta el repollo a través de los vellos radiculares o heridas en las raíces, las cuales se distorsionan y presentan agrandamiento. Las malformaciones en las raíces varían en tamaño, desde una pequeña hinchazón hasta grandes masas aglomeradas lo que le da el nombre a la enfermedad. Según progresa la enfermedad las raíces pueden partirse permitiendo que organismos secundarios invadan la planta causando pudrición, y como consecuencia produciendo olores desagradables. Este protozoario persiste en el suelo por lo menos durante siete a diez años y se disemina a través del agua de escorrentías, el agua de riego, los zapatos de los trabajadores, herramientas y los residuos de cosecha.

*Manejo de la enfermedad:* Se recomienda el uso de plántulas libres de la enfermedad. Entre las prácticas culturales recomendadas están la rotación con cultivos que no pertenezcan a la familia *Brassicaceae* por alrededor de 7 a 10 años en predios con historial de la enfermedad, sembrar en suelos con buen drenaje y controlar las malezas. Desinfeste las herramientas y maquinaria luego de ser utilizadas en predios con la enfermedad.

## ***Desórdenes fisiológicos***

### **Peca negra (“black speck”)**

Esta es una enfermedad no parasítica en la etapa madura del repollo. Los síntomas observados son manchas diminutas color marrón oscuro a negras distribuidas al azar sobre las hojas externas de la cabeza. Ocasionalmente pueden estar rodeadas por un halo estrecho de color amarillo. A medida que este desorden progresa las lesiones pueden unirse formando grandes manchas. Los síntomas pueden presentarse cuando las cabezas de repollo se almacenan a temperaturas frescas por un largo periodo de tiempo. La peca negra puede confundirse con las etapas tempranas de los síntomas causados por *Alternaria*.

### **Puntas quemadas (“tip-burn”)**

Los síntomas externos generalmente se observan cuando las cabezas de repollo alcanzan la madurez, estas pueden presentar quemazón en el borde de las hojas externas. Sin embargo, los síntomas comienzan en la parte interna de la cabeza como manchas amarillosas o marrón claro, las cuales con el tiempo adquieren una apariencia seca ocurriendo necrosis o quemazón en el borde de las hojas internas. Si se cosechan las cabezas en su estado temprano de maduración, podría no observarse ningún síntoma externo de este desorden, pero al abrirse las cabezas se observaría la lesión interna. El “tip-burn” no progresa por sí solo, pero el tejido ya afectado se predispone a la pudrición negra. Este desorden fisiológico está relacionado a la deficiencia de calcio o la habilidad de la planta de mover el calcio a hojas de crecimiento activo y puede agravarse con las temperaturas altas y suelos fertilizados excesivamente. El rápido crecimiento y suelos de pobre aireación parecen también contribuir a la incidencia del “tip-burn.” Se han sugerido varias estrategias para minimizar este desorden fisiológico, entre ellas está el realizar aplicaciones de nitrógeno adecuadamente para que no haya crecimiento excesivo.

## ***Referencias***

- Black, Lowell L., 2001. Vegetable Diseases: A Practical Guide. AVRDC [http://www.avrdc.org/LC/database/Cabbage\\_view.php](http://www.avrdc.org/LC/database/Cabbage_view.php)
- Brandes, G.A, T. M. Cordero and R. L. Slikes, editors. 1959. Pags. 30-37. Diseases of Vegetables: Crucifers. En: Compendium of Plant Diseases with 125 colored illustrations. Published by ROHM & HAAS Co. The Lake City Press.
- Coelho, P. S. and A. A. Monteiro. 2003. Expression of resistance to downy mildew at cotyledon and adult plant stages in *Brassica oleracea* L. *Euphytica* 133(3):279-284.
- Cortés-Monllor, A., 1990. *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, causal agent of soft rot disease in some crops in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 74(1): 83-92.
- Cortés-Monllor, A., 1992. Enfermedades comunes y métodos de control en repollo. En: Memorias del Foro Técnico Cultivo y Producción de Repollo. Barranquitas, PR. pags. 17-19
- Cortés-Monllor, A., 1992. Diseases associated with pathovars of the *Xanthomonas campestris* group in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 76(3-4): 187-207.
- Cortés-Monllor, A. 1993. Diseases caused by *Pseudomonas* spp. in some cultivars in Puerto Rico- an updating. *J. Agric. Univ. P.R.* 77(3-4): 207-227.

- Harter, L. L., L. R. Jones y J. C. Walker. Cabbage diseases. En: US Department of Agriculture. Farmer's Bulletin No. 1351. Washington, D.C. UNT Digital Library. <http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc9965/>.
- Humpherson Jones, F. M., 1989. Survival of *Alternaria brassicae* and *A. brassicicola* on crop debris of oilseed rape and cabbage. *Ann. Appl. Biol.* 115(1):45-50.
- Koike, S. T. y K. V. Subbarao. 2009. UC IPM Pest Management Guidelines: Cole Crops **En:** Diseases, UC ANR Publication 3442. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/selectnewpest.cole-crops.html>
- Koike, S. T., P. Gladders y A. O. Paulus. 2007. *Brassicaceae*. En: Vegetables Diseases: A Color Handbook. Academic Press. Pags. 155-198.
- Kucharek, T., J. Strandberg and A. Gevens. 2011. Black rot of crucifers. Plant Pathology Department Fact Sheet PP-13. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/VH/VH01300.pdf>
- Kucharek, T., 2004. Disease Control in Crucifers: Broccoli, Brussels Sprouts, Cabbage, Cauliflower, Chinese Cabbage, Collards, Kale, Mustard, Radish, Rutabaga, Turnip (*Brassica* and *Raphanus* spp.). Plant Pathology Department PDMG-V3-37. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/PG045>.
- Kucharek, T., 2000. Downy mildew of Crucifers. Plant Pathology Department, Fact Sheet PP-33. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://plantpath.ifas.ufl.edu/takextpub/FactSheets/pp0033.pdf>
- Kucharek, T., T. Momol y R. N. Raid, 2006. Florida Plant Disease Management Guide: Crucifers. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Publication #PDMG-V3-37. <http://edis.ifas.ufl.edu/pg045>
- Langston, D. B., Jr., 2009. Cabbage Disease Management. En: Commercial Production and Management of Cabbage and Leafy Greens. William Terry Kelley, Greg MacDonald, and David B. Adams, Editors. [http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk\\_id=6280](http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk_id=6280)
- Momol, T., R. Raid y T. Kucharek, 2000. *Alternaria* Diseases of Crucifers. Plant Pathology Department, Fact Sheet PP-34. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Mossler, M. A., B. C. Larson y O. N. Nesheim, 2011. Florida Crop/Pest Management Profile: Cabbage. Agronomy, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Reviewed July 2011. Publication No. CIR1256.
- EDIS website: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Pernezny, K., J. B. Jones, P. D. Roberts y E. Dickstein, 2003. An outbreak of a leaf spot disease of cabbage in Southern Florida Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *armoraciae*. *Plant Disease* 87 (7): 873

- Pohronezny, K. y L. H. Purdy, 1994. Sclerotinia Diseases of Vegetable and Field Crops in Florida. Plant Pathology Department Fact Sheet PP-22. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/VH015>.
- Ryall, A. L. y W. J. Lipton, 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol. 1. Second edition. Vegetables and Melons.
- Snowdon, A. L., 1991. *Brassicas*. Pags. 139-169. *En*: A Colour Atlas of Post-harvest Diseases & Disorders of Fruits & Vegetables. Published by Wolfe Scientific Ltd. Volume 2: Vegetables.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>

### NEMATODOS<sup>2</sup> *Prof. Arístides Armstrong*<sup>3</sup>

Los nematodos son pequeños gusanos microscópicos que habitan en el suelo. Por lo general se encuentran atacando las raíces de las plantas. Las plantas afectadas por estos parásitos muestran amarillamiento o clorosis en las hojas, enanismo, y crecimientos o deformidades en las raíces. En Puerto Rico existen varias especies de nematodos fitoparásitos que atacan a las hortalizas. Estos son más comunes en condiciones frescas y húmedas. Suelos sueltos y con poco drenaje favorecen la presencia de nematodos. Por lo general, en el área sur de la isla, debido a las altas temperaturas y poca precipitación pluvial, no se encuentran plantaciones de hortalizas atacadas por nematodos. Sin embargo, es común encontrar plantaciones atacadas por nematodos en el área noroeste y centro de la isla, donde las temperaturas son más frescas y la precipitación es más abundante.

El nematodo que más frecuentemente afecta las hortalizas en Puerto Rico es *Meloidogyne* spp., el cual prefiere suelos arenosos. Hay varias especies reportadas en las hortalizas, siendo las más comunes *M. incognita* y *M. arenaria*. Los ciclos de vida, daño y biología son similares para estas especies. A este nematodo se le conoce como el nematodo nodulador o de agalla (“root-knot nematode”) ya que causa agallas o nódulos en la raíces.

La mejor manera de determinar si las plantas están afectadas por nematodos es revisar las raíces y buscar nódulos en las mismas. Por lo general, los nódulos o agallas tienen forma irregular. Si se cortan y abren las agallas se podrían observar bajo un estereoscopio las hembras, las cuales son diminutas y parecen perlas blancas dentro del tejido. Las agallas dañan el tejido vascular, interfiriendo con el flujo de nutrimentos y agua desde las raíces hasta las diferentes partes de la planta, lo que provoca síntomas en la parte aérea de la planta. Por ejemplo, plantas infectadas desde su etapa de plántulas serán enanas y se marchitarán. Plantas muy infectadas y llenas de nódulos propiciarán plagas secundarias como hongos y bacterias.

Hay varios métodos para controlar los nematodos. Por ejemplo, por saneamiento, el cual consiste en limpiar tanto las herramientas de labranza como la maquinaria utilizada, ya que estas ayudan a diseminar los nematodos al acarrear suelo contaminado. Entre los métodos culturales está el buen manejo del abono y del agua. La rotación de cultivos también es una manera efectiva para minimizar la incidencia de nematodos. El método más utilizado es el control químico, donde se puede fumigar las cajuelas del semillero, y fumigar el predio antes del trasplante (sólo cuando las poblaciones sean excesivamente altas). Para más información consulte con el agente agrícola del Servicio de Extensión Agrícola en su municipio.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999.

<sup>3</sup> Catedrático, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo<sup>1</sup>

### COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA<sup>2</sup>

*Prof. Guillermo J. Fornaris Rullán<sup>3</sup>*

#### *Momento para cosechar*

En la planta del repollo, la cosecha se llevará a cabo cuando la cabeza haya alcanzado la combinación deseada en cuanto a su tamaño y firmeza. El tamaño que tenga la cabeza en esta etapa dependerá en gran medida de la variedad de repollo sembrada y de la distancia de siembra utilizada. En ese momento, la cabeza ya deberá de sentirse bien firme al presionarla con los dedos. Cuando las plantas en un predio de repollo llegan a dicha etapa de desarrollo, el proceso de cosecha debe comenzarse tan pronto sea posible. De no hacerlo, el crecimiento continuo de hojas nuevas dentro de las cabezas puede causar que las mismas se hiendan. Hay variedades de repollo más susceptibles que otras a dicha condición. La incidencia de cabezas hendidas o rajadas puede incrementar de ocurrir durante esta etapa: una lluvia inesperada, un período de sequía seguido por uno de lluvias, un patrón de riego irregular, o por la aplicación tardía de un fertilizante nitrogenado. Por otro lado, si las cabezas de repollo se cosechan antes de tiempo (ie., ‘inmaduras’) los rendimientos en el predio se van a reducir, las cabezas podrían estar muy blandas para tolerar posibles daños físicos y mecánicos durante su manejo, y tendrían un largo de vida más corto en almacenamiento.

En el repollo producido en Puerto Rico el período desde el trasplante de las plántulas hasta la cosecha puede fluctuar de unos 60 a 80 días. El largo de dicho período dependerá principalmente de la variedad de repollo que sembremos, junto a las condiciones prevalecientes durante el crecimiento y desarrollo de las plantas (ie., los factores de clima, la época del año, el control de insectos y enfermedades, la disponibilidad de nutrimentos y humedad en el suelo, las distancias de siembra utilizadas, entre otras).

En una siembra de repollo se estarían realizando de uno a cuatro cosechos o pases, a intervalos de aproximadamente una semana. El número de cosechos dependerá de la uniformidad que presenten las cabezas de repollo al momento de comenzar la cosecha, lo cual va a estar influenciado principalmente por la variedad sembrada y por otros factores de producción.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Catedrático Asociado, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

### ***Proceso de la cosecha***

La cosecha se realiza mayormente a mano, doblando la planta hacia un lado y cortando el tallo más abajo de la cabeza para dejarle de tres a cuatro hojas exteriores, esto con el propósito de que dichas hojas protejan las cabezas durante su manejo. Estas hojas exteriores deberán de estar sanas y bien adheridas a la cabeza. Algunos mercados locales no desean dichas hojas protectoras para no tener que removerlas luego. En la mayoría de dichos mercados, se estima que las cabezas de repollo van a estar disponibles para la venta al detal y en manos de los consumidores dentro de los próximos dos o tres días después de su cosecha, por lo que se entiende que las mismas posiblemente van a sufrir menos daño por manejo y casi no se almacenarían.

Según se van cosechando las cabezas de repollo en el campo, en ocasiones las mismas se colocan momentáneamente sobre las propias plantas para luego recogerlas y empacarlas en los sacos de fibra de nilón. Otros agricultores proceden a recogerlas y colocarlas a granel dentro de envases grandes (ej., field bins) o en un carretón, para entonces llevarlas hasta un centro de empaque. Durante la cosecha se podría utilizar algún tipo de ayuda mecánica, como un equipo con brazos mecánicos extendidos sobre las hileras. Cada brazo mecánico puede consistir de una corredera, con una correa sin fin (“conveyer belt”), sobre la cual se van colocando las cabezas de repollo. Dicha correa sin fin mueve las cabezas a lo largo del brazo mecánico hasta una plataforma o punto central donde van a ser empacadas en el campo o hasta unos envases grandes o carretones en los cuales serían transportadas a granel.

### ***Prevención de daños y contaminación durante la cosecha***

Independientemente del sistema de cosecha que utilicemos en el repollo, es importante adiestrar a todo el personal que participa en este proceso en cuanto al manejo correcto del producto. Este adiestramiento tiene el propósito de reducir los posibles daños por cortaduras, impactos o magulladuras que pueden sufrir las cabezas de repollo como resultado de un mal manejo durante y después de su cosecha. Dichos daños físicos y/o mecánicos le causarán pérdida de agua al repollo al afectarse sus tejidos y a través de los mismos se facilitará la entrada de microorganismos patógenos. Las cabezas podrían también sufrir daños por cortaduras durante la cosecha, causadas por las cuchillas que son utilizadas en dicho proceso. Los daños por impacto, que resultan en la rotura de hojas internas y cabezas hendidas, pueden ocurrir cuando ‘tiramós’ las cabezas de repollo sobre superficies duras, ya sea cuando estas se encuentran sueltas o en sacos. De ser posible, la cosecha del repollo se debe de realizar durante el período más fresco del día, siempre y cuando las plantas se encuentren bastante secas, para prevenir la propagación de enfermedades. Debemos de evitar el dejar el repollo cosechado bajo el sol. El mismo debe ser colocado bajo sombra lo antes posible después de su cosecha, para evitar que aumente su temperatura interna, comenzar a bajarle la misma, e ir reduciendo la velocidad del proceso natural de su deterioro.

Las cuchillas que se utilizan para desprender las cabezas de repollo durante la cosecha pueden ser una fuente primaria en la diseminación de enfermedades. Las cuchillas deben ser desinfectadas rutinariamente durante dicho proceso para prevenir que en la superficie de estas se acumule el posible inóculo de patógenos y evitar la posible contaminación de cabezas sanas. Para este propósito se deben colocar baldes o pailas que contengan una solución desinfectante

[ej., de 1 onza de ‘cloro comercial’ (hipoclorito de sodio al 5.25%), por galón de agua] al final de algunas de las hileras del predio en donde se van a estar cosechando las cabezas de repollo. Los cosechadores pueden desinfectar sus cuchillas periódicamente, sumergiendo y agitando las mismas ‘brevemente’ en dicha solución. Las cuchillas no deben ser expuestas por mucho rato a esta solución desinfectante, ya que la misma tiene propiedades corrosivas. Al finalizar el día de cosecha, todas las cuchillas utilizadas deberán ser nuevamente desinfectadas en dicha solución.

### ***Selección y Clasificación***

Como la mayor parte del repollo cosechado en Puerto Rico se empaqueta en el campo, el proceso de selección y clasificación se realiza principalmente al momento de la cosecha. Aunque no lo empaquemos en el campo, la primera selección y clasificación siempre se llevará a cabo durante la cosecha para reducir en lo posible el transporte de cabezas de repollo hasta el centro de empaque que luego tendrían que ser descartadas. Se van a estar cosechando las cabezas que cumplan con los requisitos establecidos de tamaño y firmeza, que se encuentren libres de hendiduras y de daños mecánicos o por insectos, y libres de defectos severos, amarillamiento o pudrición. El repollo para el mercado local debe ser relativamente pesado con respecto a su tamaño. Para una selección y clasificación más minuciosa que la que se puede llevar a cabo en el campo, las cabezas deberán ser transportadas hasta un centro de empaque. La rigurosidad que utilicemos durante todo este proceso de selección, clasificación y preparación del repollo, dependerá de las exigencias del mercado en el cual planificamos vender el producto.

**Clasificación según el USDA** - El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) tiene establecidos estándares de clasificación en repollo, efectivos al 1 de septiembre de 1945, para los siguientes dos grados de calidad: “U.S. No. 1” y “U.S. Commercial”. A un lote de repollo que no haya sido clasificado de acuerdo con estos dos grados se le denomina “Unclassified”. Las siguientes características son las que se toman en consideración al momento de clasificar las cabezas presentes en un lote de repollo: que estas sean de una misma variedad o de características varietales similares, que estén sólidas (firmes); que no se encuentren marchitas por pérdida de humedad, blandas o hendidas; que se encuentren libres de pudrición blanda, libres de presencia de tallo floral, y libres de daños causados por decoloración, congelamiento, enfermedades, insectos, daños mecánicos o de otro tipo. El tallo no debe sobresalir más de ½ pulgada del punto donde la hoja más externa está adherida a la cabeza del repollo; un tallo más largo podría causarle daño a otras cabezas durante su manejo.

El USDA describe el tamaño del repollo de acuerdo a su peso. En el caso del repollo producido en Puerto Rico, del tipo “Domestic”, la clasificación sería la siguiente:

<b><u>Tamaño</u></b>	<b><u>Peso</u></b>
“Small”	bajo 2 lb
“Medium”	entre 2 y 5 lb
“Large”	sobre 5 lb

De contar con un inspector del “USDA Agricultural Marketing Service” destacado en el lugar, el mismo certificaría la clasificación del repollo, lo que nos brindaría un lenguaje común entre vendedores y compradores. Para más información sobre la clasificación del repollo pueden comunicarse con las oficinas del “USDA Agricultural Marketing Service” o con la Oficina de Inspección de Mercados del Departamento de Agricultura de Puerto Rico.

## ***Empaque***

La gran mayoría del repollo cosechado en Puerto Rico se empaqueta en sacos de malla de fibra plástica, principalmente de polipropileno. Cada saco empaquetado con repollo deberá tener un peso mínimo de 50 libras netas. Si por ejemplo estamos en el mercado que prefiere cabezas de repollo con un peso promedio de 3 a 3½ libras por cabeza, para poder completar el peso mínimo de 50 libras netas por saco se necesitan en cada saco de 15 a 17 cabezas con dicho peso promedio, aproximadamente.

En otros lugares y mercados también se utilizan cajas en el empaque del repollo, ya sean estas de cartón o de madera y alambre. Dicho tipo de empaque le brinda mucha más protección a las cabezas durante su manejo. Al utilizar sacos para el empaque de las cabezas, es más crítico que el manejo de estos se realice con mucho cuidado para evitar que la calidad del repollo se afecte como resultado de posibles golpes, magulladuras y daños por compresión. Para prevenir o reducir la incidencia de daños por compresión en las cabezas de repollo, independientemente de que las cabezas se encuentren sueltas o empaquetadas en sacos, no es recomendable formar estibas de más de 5 pies (1.5 m) de altura.

## ***Condiciones para su almacenamiento o transporte***

**Temperatura y Humedad Relativa** - Para alargarle la vida a las cabezas de repollo durante su almacenamiento y transporte, los dos factores más importantes que deberán ser controlados son *su temperatura interna y la humedad relativa del ambiente que las rodea*. La mayoría del repollo producido localmente llegará a manos del consumidor en menos de una semana después de su cosecha. Si este se va a almacenar por más de una o dos semanas bajo refrigeración, las condiciones óptimas para su almacenamiento serían de una temperatura de 32° F (0° C) y una humedad relativa mayor de 95%, casi al punto de saturación (ej., entre 98 y 100%). Bajo dichas condiciones, el tipo de repollo producido en Puerto Rico podría mantenerse en buen estado por un periodo de tres a seis semanas en almacenamiento refrigerado. Una circulación de aire adecuada entre las cabezas de repollo durante su almacenamiento o transporte refrigerado ayudará a mantener de forma uniforme la temperatura y la humedad relativa en el lugar, además de ayudar a remover el ‘calor de respiración’ (“heat of respiration”) generado de forma continua por el propio repollo. El repollo puede sufrir daño por congelación (“freezing injury”) si este se mantiene expuesto a temperaturas menores de 30.4° F (-0.9° C), presentando posteriormente áreas oscuras, translúcidas y acuosas en algunas hojas que luego se deterioran rápidamente. Estas hojas eventualmente se secan o se pudren dependiendo de la humedad relativa prevaleciente.

Las hojas exteriores que protegen la cabeza del repollo ayudan a evitar que las hojas internas pierdan humedad, ya que las exteriores son menos susceptibles a sufrir marchitez. Esto es aún más crítico cuando la humedad relativa ambiental es baja. Si tiene un lugar con buena ventilación donde la temperatura sea bastante fresca, puede almacenarlo por un período corto, por ejemplo, de uno a tres días. De no tener facilidades adecuadas para almacenar el repollo, el mismo deberá ser entregado lo antes posible al comprador.

**Calor de campo y calor de respiración** - Para aumentar las posibilidades de que las cabezas de repollo puedan mantenerse en buenas condiciones por más tiempo, es importante bajarles la temperatura lo más rápido posible después de su cosecha con el propósito de removerles el *calor*

*del campo* (“field heat”) acumulado en ellas. El *calor del campo* consiste de la energía de calor que se ha acumulado en el producto luego de su cosecha (o desprendimiento de la planta), principalmente durante el período de tiempo en que el repollo cosechado se mantuvo en el campo. En ningún momento debemos de permitir que su temperatura aumente después de la cosecha, lo cual le puede ocurrir cuando el producto está expuesto a una temperatura ambiental mayor que su propia temperatura interna inicial. Este aumento en temperatura también ocurre por efecto del *calor de respiración* (“heat of respiration”) que va generando el propio repollo de forma continua, como parte del proceso de *respiración* que ocurre en él por ser este un tejido vivo. Si se aumenta la temperatura del repollo, aumenta la *razón de respiración* en sus tejidos y a su vez el *calor de respiración* que se libera de dicho proceso fisiológico; lo contrario ocurre al bajarle su temperatura interna. Por ejemplo, se estima que el *calor de respiración* generado por el repollo es de 880-1,320 Btu/ton/día, cuando tiene una temperatura interna de 32° F (0° C); siendo este de 3,520-4,440 Btu/ton/día, a 50° F (10° C); y de 6,160-10,560 Btu/ton/día, a 68° F (20° C). Dichos valores son importantes para determinar los requisitos de refrigeración del repollo, los cuales dependerán de la temperatura a la cual planificamos mantener el mismo durante su almacenamiento o transporte. El bajarle la temperatura al repollo también ayudará a reducir la pérdida de agua y a reducir la razón de crecimiento de los microorganismos patógenos que puedan estar presentes.

**Pre-enfriamiento** – A todo el repollo que se va a mantener refrigerado durante las próximas etapas se les debe bajar su temperatura lo antes posible y de forma rápida después de su cosecha, mediante lo que se conoce como un enfriamiento rápido o *pre-enfriamiento* (“pre-cooling”). El método de *pre-enfriamiento* más lento, pero más utilizado, consiste en colocar el repollo en un cuarto o salón refrigerado (“room cooling”) durante varias horas, para bajarle la temperatura interna hasta la recomendada para su almacenamiento o transporte. En muchos casos podría tomar de 18 a 24 horas en un cuarto o salón refrigerado para poder bajar una temperatura interna inicial de 80° F a una final de 32° F (26.7° a 0° C). Esto se podría lograr más rápidamente usando para dicho propósito el método de *pre-enfriamiento* que utiliza aire frío forzado (“forced-air cooling”), el cual va a requerir ciertas modificaciones en el salón refrigerado, como lo son un sistema de refrigeración con mayor capacidad, el uso de abanicos especiales, entre otras.

**Atmósfera Controlada** – El almacenamiento bajo condiciones de *atmósfera controlada* puede ser una práctica común para el repollo que se produce comercialmente en latitudes más altas, principalmente en siembras tardías y con el propósito específico de ser almacenado, como es el caso del repollo del tipo o clase “Danish”. El uso de una atmósfera controlada donde se baja la concentración de oxígeno (ej., 2.5-5%) y se sube la de dióxido de carbono (ej., 2.5-6%), bajo condiciones de temperaturas de 32-41° F (0-5° C) y humedad relativa sobre 95%, le puede brindar algunos beneficios a este tipo de repollo. Dichos beneficios pueden ser el mantenimiento del color y sabor del repollo, el retardar el crecimiento de raíces y tallo, y el reducir la caída o abscisión de hojas. Se estima que niveles de oxígeno menores de 2.5% causarían fermentación, y niveles de dióxido de carbono mayores de 10% causarían decoloración interna. El tipo de repollo sembrado en Puerto Rico y en muchos otros lugares es el que se conoce como repollo del tipo ‘doméstico’ o ‘para mercado fresco’. El tipo de repollo ‘para almacenamiento’ es uno que generalmente crece en latitudes más altas, con un crecimiento más lento, que alcanza tamaños mucho más grandes, sus hojas pueden ser más gruesas y podría ser almacenado durante un periodo 4 a 6 meses o más.

**Gas etileno** - El repollo es sensible a la presencia del gas etileno. El propio repollo también produce etileno de forma natural, pero a unas cantidades bien bajas [ $<0.1 \mu\text{L/kg-hr}$ , a  $68^\circ \text{F}$  ( $20^\circ \text{C}$ )]. De ser almacenado o transportado junto a productos perecederos que generan bastante etileno al madurar (ej., guineos, manzanas, tomates, melones "cantaloupe", etc.), en las hojas del repollo puede ocurrir amarillamiento o pérdida del color verde y también la abscisión o desprendimiento de estas.

**Enfermedades postcosecha** - Para reducir la propagación de enfermedades y el deterioro o pudrición que las enfermedades postcosecha pueden causar en repollo, se deben almacenar solamente las cabezas que se encuentren en buenas condiciones, libres de daños, de hojas sueltas, o deterioradas. Al momento de sacarlas de su almacenamiento, se deben descartar nuevamente las cabezas de repollo (o las hojas de estas) que presenten deterioro. El mantener el repollo a una temperatura baja durante su almacenamiento y transporte ayuda a retardar el crecimiento de muchas de las enfermedades que causan pudrición. Algunas de las enfermedades postcosecha que pueden afectar el repollo son:

- Pudrición negra (black rot), causada por la bacteria *Xanthomonas campestris*
- pudrición blanda bacteriana (bacterial soft rot), causada por la bacteria *Erwinia carotovora*
- mancha bacteriana (bacterial spot), causada por la bacteria *Pseudomonas cichorri*
- pudrición de moho gris (gray mold rot), causada por el hongo *Botrytis cinerea*
- mancha foliar por Alternaria (Alternaria leaf spot), causada por el hongo *Alternaria brassicae*
- pudrición blanda por Rhizopus (Rhizopus soft rot), causada por el hongo *Rhizopus stolonifer*
- añublo lanoso (downy mildew), causada por el hongo *Peronospora parasitica*
- pudrición de la cabeza por Rhizoctonia (Rhizoctonia head rot), causada por el hongo *Rhizoctonia solani*
- manchitas negras de la hoja (black leaf speck), desorden fisiológico en el repollo

**Consideraciones específicas en el transporte** - La información antes mencionada aplica tanto para el almacenamiento como para el transporte del repollo. Algunos otros aspectos a ser particularmente considerados en su transporte, son los siguientes:

- Todo vehículo utilizado en el transporte de repollo deberá ser inspeccionado previo a ser cargado. Es sumamente importante que el mismo sea inspeccionado en cuanto a su limpieza para poder prevenir la contaminación del repollo con químicos tóxicos o por organismos patógenos, de entre los cuales algunos podrían afectar al propio repollo o a la salud del consumidor.
- Si se utiliza un transporte refrigerado, se debe verificar que la insulación en paredes, piso y techo se encuentre en buenas condiciones, que su sistema de refrigeración esté funcionando adecuadamente, que las áreas de circulación de aire (ej., techo y piso) se encuentren despejadas, que las puertas sellen bien, etc.
- Si el repollo se encuentra almacenado bajo condiciones refrigeradas previo a su transporte, el medio de transporte debería ser siempre uno refrigerado; de lo contrario ocurrirá condensación de agua sobre las cabezas de repollo al estas ser expuestas a una temperatura mayor.
- Previo a ser cargado, el transporte refrigerado deberá ser pre-enfriado a la misma temperatura a la cual se encuentra el producto refrigerado.

- En el caso de repollos no-refrigerados, se debe de evitar que su temperatura aumente al utilizar un transporte no-refrigerado. Dichos repollos deberán ser protegidos del sol durante el viaje, el cual se recomienda que se lleve a cabo durante las horas frescas del día, y de ser posible, contar con alguna forma o diseño de ventilación de aire dentro del transporte para reducir así la acumulación de calor en su interior durante el viaje.

## Referencias

- Boyette, M. D., Sanders, D. C. y E. A. Estes, 1992. Postharvest cooling and handling of cabbage and leafy greens. Agricultural Extension Service, North Carolina State University. Publicación AG-413-5. 5 p. Versión electrónica en:  
<http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-413-5/index.html>
- Boyette, M. D., Wilson, L. G. y E. A. Estes, 1989. Introduction to proper postharvest cooling and handling methods. Agricultural Extension Service, North Carolina State University. Publication AG-414-1. 6 p. Versión electrónica en:  
<http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-414-1/index.html>
- Cantwell, M, y T. R. Suslow. 2013 (updated). Cabbage (round and Chinese types): recommendations for maintaining postharvest quality. Postharvest Technology Center, Department of Plant Sciences, University of California at Davis. 3 p. Versión electrónica en: <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/Cabbage/>
- FAO, 2006. Repollo (*Brassica oleracea*). Fichas Técnicas – Productos Frescos y Procesados. INPHO – FAO. 3 p. Versión electrónica en:  
[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/REPOLLO.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/REPOLLO.HTM)
- Gull, D. D., 1988. Harvesting and handling. *En*: Hochmuth, G. J. (Editor), Cabbage production guide for Florida. Commercial Vegetable Guide Series. Florida Coop. Ext. Service, IFAS, Univ. of Florida. Circular 117 E. p. 9-11.
- Hardenburg, R. E., Wataba, A. E. y C. Y. Wang, 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA, ARS. Agriculture Handbook #66. p. 55.
- Hurst, W. C., 2009. Harvest and handling. *En*: Commercial Production and Management of Cabbage and Leafy Greens. The University of Georgia Cooperative Extension, Colleges of Agricultural and Environmental Sciences & Family and Consumer Sciences. Boletín 1181. p. 32-35. Versión electrónica en:  
[http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/B%201181\\_2.PDF](http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/B%201181_2.PDF)
- Prange, R. K. 2004. Cabbage. *En*: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks (Preliminary On-line Version - Draft Revised 2004). USDA, ARS. Agriculture Handbook 66. 5 p.  
Versión electrónica en: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/044cabbage.pdf>
- Ryall, A. L. y W. J. Lipton. 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol. 1. Vegetables and Melons (2<sup>da</sup> Edición). AVI Publ. Co., Westport, CT, p. 123-124, 288, 383-385, 391-397.
- Sargent, S., 1999. Handling Florida vegetables: cabbage. Florida Coop. Ext. Service, IFAS, Univ. of Florida. Document SS-VEC 923. 3p.

- Swiader, J. M. y G. W. Ware, 2002. Cole crops: cabbage, broccoli, cauliflower and related crops. Capítulo 14, *En*: Producing vegetable crops (5<sup>ta</sup> Edición). Interstate Publishers Inc., Danville, IL. p. 279-281.
- USAID. 2008. Manual de producción de repollo. Programa de Diversificación Económica Rural (USAID-RED). Oficina FHIA, La Lima, Cortes, Honduras. p. 24-26. Versión electrónica en:[http://www.fintrac.com/cpanelx\\_pu/USAID%20RED/USAID\\_RED\\_Manual\\_Produccion\\_repollo\\_enero\\_2008.pdf](http://www.fintrac.com/cpanelx_pu/USAID%20RED/USAID_RED_Manual_Produccion_repollo_enero_2008.pdf)
- USDA, 1945. United States standards for grades of cabbage. USDA Agricultural Marketing Service. Fruit and Vegetable Division, Fresh Products Branch. 4p. Versión electrónica en:<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5050254>
- Wang, C. Y., 2003. Leafy, floral and succulent vegetables. Capítulo 25, *En*: Bartz, J. A. and J. K. Bretch. (Editores). Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables, 2<sup>da</sup> Edición. Marcel Dekker, Inc. New York, NY. p. 405, 609.

Universidad de Puerto Rico  
 Recinto Universitario de Mayagüez  
 Colegio de Ciencias Agrícolas  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA**

**Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo <sup>1</sup>**  
**PRESUPUESTO MODELO<sup>2</sup>**  
**(una cuerda con riego por goteo)**

*Dra. Myrna Comas<sup>3</sup>, Agro. Nelson Rojas<sup>4</sup> y Agro. Luis Conty<sup>5</sup>*

Este presupuesto modelo tiene el propósito de servir de guía para estimar los ingresos y gastos para establecer y operar una cuerda de repollo con riego por goteo. Debido al gran número de factores que pueden afectar la operación agrícola esperamos observar diferencias en el manejo y la producción entre fincas y aún entre siembras dentro de una misma finca. Por lo que es importante que al establecer la siembra se ajusten los gastos de acuerdo a los precios vigentes en el mercado. De necesitar ayuda para preparar el presupuesto para su siembra puede comunicarse con el agente agrícola del Servicio de Extensión Agrícola de su municipio o con los autores de esta sección.

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO \$/ UNIDAD	VALOR \$
<b>INGRESOS</b>				
Venta de repollo <sup>6</sup>	750	sacos 50 libras	12.00	9,000.00
Subsidio salarial	222	hora	2.72	603.84
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>				<b>\$9,603.84</b>
<b>GASTOS</b>				
<b>GASTOS DE MATERIALES</b>				
Semilla <sup>7</sup>	0.2	libra	186.00	37.20
Propagación de semilla <sup>8</sup>	15,000	plántula	0.045	675.00
Abono <sup>9</sup>				350.00
Herbicida <sup>10</sup>	--	--	--	126.00

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo* (Publicación 158), cuya primera versión fue publicada con fecha de Diciembre 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2014.

<sup>3</sup> Especialista en Economía Agrícola, Servicio de Extensión Agrícola.

<sup>4</sup> Ex-Administrador, Región Ponce, Servicio de Extensión Agrícola.

<sup>5</sup> Economista Agrícola, Departamento de Agricultura.

<sup>6</sup> El rendimiento obtenido dependerá de la incidencia de plagas en el área, factores ambientales como la lluvia, la capacidad empresarial del agricultor, la variedad de repollo sembrada, entre otros.

<sup>7</sup> El costo de semilla varía de acuerdo al híbrido utilizado.

<sup>8</sup> Se basa en una distancia de siembra de 1'x 1' en doble hilera.

<sup>9</sup> La fórmula de abono que se utilizará dependerá del análisis de suelo y de la disponibilidad en el mercado. El estimado de gastos de abono se calculó a base de la aplicación de 150 libras de nitrógeno por ciclo de producción.

Plaguicidas <sup>11</sup>	--	--	--	1,000.00
Plástico negro	2	rollo 4,000'	142.25	284.50
Manga de cabezal	0.5	rollo 300'	250.00	125.00
Mangas de riego <sup>12</sup>	1	rollo 7,000'	166.00	166.00
Conectores	70	c/u	0.54	37.80
Uniones	20	c/u	0.50	10.00
Agua de riego <sup>13</sup>	--	--	--	180.00
Material de empaque	750	Saco 50 lb	0.45	337.50

**TOTAL DE GASTOS DE MATERIALES** \$3,329.00

***GASTOS MANO DE OBRA<sup>14</sup>***

Trasplante	24	hora	7.25	174.00
Instalación sistema de riego	3	hora	7.25	21.75
Instalación plásticos	6	hora	7.25	43.50
Resiembra	2	hora	7.25	14.50
Abonamiento	8	hora	7.25	58.00
Control de malezas	12	hora	7.25	87.00
Riego y fertigación	10	hora	7.25	72.50
Aplicación de plaguicidas	13	hora	7.25	94.25
Cosecha <sup>15</sup>	120	hora	7.25	870.00
Disposición de plásticos, mangas de riego y recipientes de plaguicidas <sup>16</sup>	24	hora	7.25	174.00
Obligaciones patronales <sup>17</sup>	20%	nómina		321.90

**TOTAL GASTOS DE MANO DE OBRA** \$1,931.40

<sup>10</sup> El costo del herbicida es mínimo porque se utilizan plásticos y riego por goteo para la siembra. Este costo puede variar con las condiciones climatológicas y la eficiencia con que el agricultor maneje su sistema de riego.

<sup>11</sup> El valor de los plaguicidas varía de acuerdo a la incidencia de plagas en el área. Los plaguicidas que utilice el agricultor deben tener registro de uso para este cultivo. El agricultor debe leer la etiqueta de los mismos y poner en práctica las recomendaciones teniendo en cuenta la protección del medio ambiente.

<sup>12</sup> Se asume que la finca posee la infraestructura de riego, incluyendo tanques y dosificadores para los fertilizantes. El costo de la infraestructura varía de acuerdo a la fuente de agua disponible en la finca, la topografía y otros factores.

<sup>13</sup> Se paga basándose en el costo de la energía.

<sup>14</sup> En este caso se aplicó el salario mínimo federal (SMF) y la cantidad de mano de obra es mínima ya que se utiliza el tractor. El SMF aplica cuando se tienen más de 14 obreros fijos (o 500 días-hombre en un trimestre), o las ventas exceden \$0.5 millón, o se exporta (se realiza comercio interestatal).

<sup>15</sup> Comienza a partir de 70 días de haberse efectuado el trasplante. Incluye costo de clasificación y empaque.

<sup>16</sup> Para recoger el plástico y las mangas se pasa la taladora, luego se corta y despega el plástico con el tractor y finalmente se recoge el plástico y las mangas manualmente.

<sup>17</sup> Las obligaciones patronales incluyen pagos al Internal Revenue Service (Seguro Social), Corporación del Fondo del Seguro del Estado (Seguro Obrero), Departamento del Trabajo (Seguro por Desempleo) y Negociado del Seguro Social Choferil (Seguro Choferil).

**GASTOS DE ALQUILER DE MAQUINARIA<sup>18</sup>**

Preparación de terreno <sup>19</sup>	11	hora	40.00	440.00
Siembra	1	hora	40.00	40.00
Fertilización	1	hora	40.00	40.00
Aplicación de plaguicidas	10	hora	40.00	400.00
Cosecha	5	hora	40.00	200.00
Disposición de mangas y plásticos	1.5	hora	40.00	60.00

**TOTAL GASTOS DE USO DE MAQUINARIA** \$1,180.00

**OTROS GASTOS**

Uso del terreno <sup>20</sup>	--	--	--	60.00
Electricidad				160.00
Disposición de plásticos, mangas de riego y recipientes de plaguicidas <sup>21</sup>	--	--	--	165.00
Seguros	--	--	--	150.00
Seguridad	--	--	--	50.00
Administración, supervisión e imprevistos	10%	Nómina	1,931.40	193.14
Interés sobre gastos <sup>22</sup>	7%	gastos	7,218.54	505.30

**TOTAL DE OTROS GASTOS** 1283.44

**TOTAL DE GASTOS** 7,723.84

**INGRESO NETO** \$1,880.00

<sup>18</sup> Los gastos de maquinaria incluyen el costo del operador y del combustible.

<sup>19</sup> La preparación del terreno incluye arado, rastrillado, banqueo, aplicación de abono base, instalación de mangas de riego y del plástico.

<sup>20</sup> Esto representa un costo de arrendamiento por cuatro meses, incluyendo las contribuciones.

<sup>21</sup> Incluye el costo del alquiler de recipiente para la disposición de los plásticos, las mangas y los recipientes de plaguicidas.

<sup>22</sup> Aproximadamente 7% del total de gastos.