

MACADAMIA

MACADAMIA INTEGRIFOLIA

PROTEACEAE

La macadamia es originaria de la zona subtropical de Australia en la región costera, al sur de Queensland y al norte de Nueva Gales del Sur, cuyo clima es caliente y lluvioso.

Existen tres especies de macadamia: *M. tetraphylla* con cuatro hojas y concha rugosa, *M. integrifolia* con tres hojas y concha lisa y *M. ternifolia* con tres hojas, nuez amarga y pequeña.

De estas tres especies, las únicas que se cultivan comercialmente con la *M. integrifolia* y la *M. tetraphylla*.

En Costa Rica, los cultivares que mejor se adaptan son los de *Macadamia integrifolia*.

CLIMA Y SUELOS

La zona para el cultivo comercial de esta nuez debe tener una buena distribución de las lluvias durante todo el año. con un máximo de dos meses de estación seca, aunque en zonas con una época seca más larga, se puede cultivar con el suministro de riego por gravedad. El promedio anual de precipitación adecuado para la macadamia, está comprendido entre 1.500 y 3.000 mm.

El cultivo se adapta a un rango amplio de temperatura, desde los 18°C hasta los 29°C, pero para obtener una buena producción es necesario que la temperatura baje periódicamente a 18°C y se mantenga estable para estimular la floración, lo que permitiría tener producción la mayor parte del año. La altitud a la cual se debe sembrar la macadamia está muy relacionada con la temperatura y está comprendida entre los 400 y 1.000 msnm. Se puede sembrar en zonas ubicadas hasta 1.200 msnm si la nubosidad no es muy densa, ya que el cultivo requiere una luminosidad mínima de tres horas.

Si la zona en que se establece la plantación, es ventosa, se debe plantar en aquellos sitios que tengan protección natural o plantar barreras rompevientos antes del establecimiento de la plantación para evitar problemas de volcamiento, quebradura de ramas, caída de flores y de frutos inmaduros. Se recomienda formar la barrera con varias especies propias de la zona, de porte bajo, medio y alto.

El suelo más adecuado para la macadamia es fértil, de por lo menos 75 cm de profundidad, sin capas impermeables, suelto, bien drenado y con pH entre 5,5 y 6,5.

La pendiente del terreno debe ser inferior a 30%. Si la finca tiene problemas de pendientes, se recomienda sembrar a contorno en terrazas individuales y hacer drenajes a contorno o alguna otra práctica que permite evitar, tanto el lavado del suelo como la pérdida de nueces.

ZONAS DE CULTIVO Y EPOCAS DE SIEMBRA

En Costa Rica la macadamia se cultiva en: la zona Atlántica (Siquirres, Guácimo y Pococí) en los lugares cuya altitud sea mayor de 400 msnm, en Turrialba, Jiménez, San Carlos, Tilarán, Upala, Guatuso, el Valle Central, Pérez Zeledón y Coto Brus.

CULTIVO

VARIEDADES

En Costa Rica se utilizan cultivares mejorados en Hawaii de la especie *Macadamia integrifolia*.

Con base en evaluaciones de campo de los cinco clones hawaianos más propagados en Costa Rica, se

determinó que los que presentan un buen comportamiento productivo, en altitudes entre 400 y 600 msnm, son el Kakea (HAES 508) y Keaau (HAES 660).

Estos mismo clones, tiene un excelente comportamiento en altitudes superiores a los 600 msnm, donde también se recomienda sembrar el Keaau (HAES 600) y Keauhou (HAES 246).

Estos mismos clones tienen un excelente comportamiento en altitudes superiores a los 6000 msnm, donde también se recomienda sembrar el Keaau (HAES 600) y Keauhou (HAEA 246).

Recientemente, en Hawai se han obtenido los cultivares Makai (HAES 800), Mauka (HAES 741), Purvis (HAES 294) y Pahala (HAES 788), los cuales se están probando en nuestro país.

Algunas personas han introducido otros materiales provenientes de Australia, Israel y California, de los cuales también habría que esperar algún tiempo para observar su comportamiento.

En estos momentos existe una gran cantidad de árboles de semilla que están iniciando su producción, los cuales se deben evaluar con la finalidad de obtener material vegetativo adaptado a condiciones locales.

Existen además algunos materiales segregantes de clones de *M. integrifolia* que presentan un buen comportamiento en cuanto a adaptación y producción en altitudes comprendidas entre lo 200 msnm, como Willou, Kailua, Mak y otros más. Sin embargo, estos materiales, al igual que los anteriores, deben ser bien estudiados antes de recomendar su propagación.

PROPAGACION

No se recomienda reproducir la macadamia por semilla ya que el desarrollo de la plantación, así como la producción, puede resultar muy desuniforme.

Las variedades recomendadas se deben propagar por injerto, para obtener precocidad y uniformidad tanto en el crecimiento como en la producción y lograr buena calidad.

Como patrón se utilizan arbolitos de *Macadamia integrifolia* producidos a partir de semilla extraída de plantaciones establecidas en nuestro país.

Un kilogramo de semilla tiene aproximadamente ciento treinta semillas; para establecer una hectárea, es necesario entre 3,5 a 4 kg de semilla.

Preparación de semilla

La germinación de las semillas es difícil y desuniforme, por ello se recomienda el siguiente proceso para obtener un vivero homogéneo y de buen sistema radical.

La semilla a utilizar no debe tener más de ocho días de recolectada y preferiblemente ser de concha delgada, como la del clon HAES 660.

La semilla en concha se expone al sol, hasta que reviente y la almendra sea visible, luego se sumerge en agua durante ocho horas y se eliminan las que floten. Las que se van al fondo se sumergen en una solución de benomil (Benlate, 2 g/l) o carboxin (Vitavax, 6 g/l) durante veinte minutos.

Una vez tratadas las semillas se siembran en eras, las cuales pueden conformarse con suelo bien suelto, que permita enterrar la semilla hasta tres cuartas partes de su diámetro; es decir, la parte superior de la semilla queda expuesta. En caso de que el suelo sea muy pesado, se debe mezclar en granza o serrín hasta una profundidad de 5 cm. La semilla se debe enterrar con la sutura hacia arriba y el micropilo (punto blanco) ligeramente inclinado hacia abajo en ángulo 45°.

Es conveniente aplicar insecticida en polvo sobre las eras para evitar el ataque de hormigas negras a la almendra.

En el momento en que emerja la radícula, aproximadamente a los treinta días, las semillas se sacan del suelo y se pasan a bolsas de polietileno negro, en el vivero. Debe tenerse mucho cuidado con el

transporte para que no se rompa la raíz.

Vivero

El trasplante debe hacerse a bolsas de polietileno negro de 20 cm de diámetro y 60 cm de largo y tres milésimas de espesor llenas con suelo fértil y de textura franca o arenosa.

Las plántulas deben trasplantarse de forma que su sistema radical quede recto, sin torceduras, para evitar la mala formación de la raíz.

Sólo se debe trasplantar una plántula por bolsa, para favorecer el crecimiento del tronco.

Dos meses después del trasplante, se debe fertilizar en forma localizada con 2 g/bolsa de la fórmula 10-30-10 ó 8-32-6, aplicación que se repite un mes después; posteriormente, se aplicarán 3 g/bolsa de la fórmula 20-7-12-3-2 cada dos meses hasta el trasplante y se complementará con micronutrientes en forma de fertilizante foliar.

Injerto

El injerto de los arbolitos puede realizarse a los ocho meses después del trasplante a la bolsa, si tienen una altura de 40 cm y un diámetro entre 0,5 y un centímetro.

Para reproducir las variedades de macadamia se utiliza el injerto de enchape lateral o enchape latera modificado.

Las púas se deben tomar de cualquier rama madura de árboles sanos, deben tener un diámetro similar al del patrón una longitud mínima de 10 cm y por lo menos tres nudos verticilos.

Las ramas de donde se sacarán las púas se deben anillar con anterioridad, entre seis y ocho semanas antes, con el fin de provocar la acumulación de carbohidratos y estimular la actividad de las yemas auxiliares. El corte se debe proteger con una pasta cobre corte, para prevenir la posible infección con *botridiplodia*.

Una vez cortadas las púas, se deben cubrir con una solución compuesta de 95% de parafina y 5% de cera de abeja, para evitar el ressecamiento y deterioro. Las púas se pueden mantener en un lugar fresco, dentro de una bolsa plástica con papel absorbente húmedo y a 5°C, hasta por una semana antes de injertar.

El injerto se debe amarrar con cinta plástica, con un color característico para cada clon, y la base del injerto debe ser cubierta con la solución descrita.

Los arbolitos se llevan al campo aproximadamente tres meses después del prendimiento del injerto, una vez que la púa tiene dos brotes vigorosos de 30 a 30 cm de altura.

SIEMBRA

La época de siembra en la que se corre menos riesgo de pérdida de árboles es al inicio de la época lluviosa.

Antes de dar inicio al establecimiento de la plantación, es importante procurar corregir las limitantes que presente el área en la cual se pretende sembrar macadamia.

Si la topografía del terreno presenta áreas inclinadas o con grados de pendiente difíciles, se deben realizar con obras de conservación de suelos, para evitar tanto el lavado de los suelos como la pérdida de nueces, una vez que los árboles empiecen a producir.

Lo recomendado en terrenos con pendiente, es un trazado a contorno, sembrar bajo el sistema a tres bolillos y la confección de terrazas individuales en una posición vertical al suelo, lo cual a la vez favorecerá las labores de fertilización, atomización y manejo de malezas. Se recomienda además, de acuerdo al grado de pendiente, la confección e canales de guardia, acequias de ladera, la siembra de barreras vivas y cultivos de cubierta.

En caso de que el terreno sea de topografía plana se deben tomar las previsiones necesarias para evitar encharcamiento, por medio de la confección de buenos drenajes. En este caso se puede sembrar a tres bolillos, rectangular o en cuadro.

Se recomienda sembrar una mezcla de cultivares, para favorecer la polinización cruzada y una mejor distribución de las plantas en el campo.

Se deben sembrar hileras alternas de árboles con copa vertical (crecimiento ortotrópico, clones 344 y 660) con árboles con copa de crecimiento abierto (ancho o crecimiento plagiotrópico, clones 508 y 246), a distancias de 7 x 8 m, 7 x 7 m y 7 x 6 m, si la plantación es en monocultivo, y a 9 x 7 m y 8 x 6 m si es en asocio con otros cultivos.

El contar con buenos arbolitos para establecer la plantación es otro factor de éxito; deben tener brotes de por lo menos 25 cm de alto, con un sistema radical bien desarrollado, que no estén amarillentos y que provengan de un vivero responsable.

Los huecos de siembra deben tener 40 cm de ancho por 60 cm de fondo, asegurándose que en el fondo del mismo no quede alguna piedra grande o capas impermeables de cascajo o arcilla, con el fin de evitar malformaciones en el sistema radical. El hueco debe rellenarse con tierra fértil y aplicar en el fondo, 80 g de la fórmula 10-30-10 y otros 80 g alrededor de la mitad del adove.

Es importante tener cuidado a la hora de la siembra, de cortar las raíces que hayan salido de la bolsa por los orificios de drenaje, ya que generalmente salen en una posición torcida y deben eliminarse antes de la siembra.

Una vez sembrados los árboles, se recomienda cortar la cinta del amarre del injerto, para evitar estrangulamiento del tallo, al aumentar de grosor; sin embargo, es importante conservar la cinta suelta y adherida al árbol para que le sirva de identificación inicial al agricultor.

MANEJO DE LA PLANTACION

Fertilización

Se debe establecer un programa de fertilización de acuerdo con la interpretación del análisis de suelo y foliar. Para realizar el análisis foliar, las ramas no deben estar en crecimiento y las hojas deben provenir del segundo nudo, debajo del ápice de crecimiento. La muestra deberá estar formada por cien hojas tomadas de distintos árboles seleccionados al azar. Tomar por aparte las muestras de cada variedad.

En la siembra, se aplican 160 g/árbol de fertilizante fórmula 10-30-10; un mes después de la siembra y a la salida de las lluvias se fertiliza con 160 g/árbol de Nutrán. En el segundo año, se hace una aplicación con cualquier fórmula completa en el inicio de las lluvias, un mes después y a la salida de las lluvias fertilizar con una fuente de nitrógeno. A partir del cuarto año se deben hacer dos aplicaciones con fórmula completa y a la salida de las lluvias, una con nitrógeno.

La fertilización al suelo debe complementarse con suministro adecuado de elementos menores como hierro, zinc, boro y magnesio por vía foliar.

Poda

Se debe procurar que los arbolitos que se trasplantan tengan un solo brote; en caso de que tengan varios brotes, se deben eliminar a los treinta o cuarenta y cinco días después del trasplante.

El brote de injerto debe crecer sin competencia hasta que alcance entre 90 y 120 cm de altura, por lo que no se debe permitir que crezcan los brotes laterales; por esta razón, se debe estar eliminando esos brotecillos durante esta etapa.

Cuando el brote principal alcanza 90 a 120 cm se dejan crecer los brotes laterales para obtener la copa ramificada; si al alcanzar los 120 cm, la ramificación no se ha producido, se corta el meristemo apical por encima de un nudo de tres hojas. Una vez ocurrido el brote lateral se deben dejar sólo tres ramas distribuidas a distancias similares en toda la circunferencia del tronco, las cuales constituyen el primer

piso del árbol. Luego se permite el crecimiento del brote central otros 60 cm de altura donde se inducirá la formación del segundo piso, mediante la eliminación del ápice junto con el primer grupo de hojas, el que estará formado por tres ramas laterales producidas según el procedimiento descrito.

Una vez que se completa la formación del segundo piso se permite el libre desarrollo del árbol. Posteriormente, periódicamente se efectuarán podas de limpieza de las ramas secas o agotadas.

Combate de malezas

Siempre deben mantenerse limpio unos 2m alrededor del tallo y cuando comienza a cosechar se debe ampliar a 1 m más, afuera de la gotera.

En los primeros años de establecido el cultivo, se pueden sembrar otros cultivos propios de la zona, que no compitan con la macadamia. Cuando no se utiliza este espacio con algún cultivo, se debe mantener baja la maleza ya sea con herbicidas o con chapea manual o chapeadora mecánica.

Los herbicidas que han dado buen resultado en macadamia son paraquat (0,3 kg ia/ha) y el glifosato (1 kg ia/ha), así como las mezclas de paraquat (0,3 kg ia/ha con gardoprim (1,25 kg ia/ha).

PLAGAS DE LA MACADAMIA

Insectos dañinos y su combate

Abeja arragre *Trigonna* spp. (Hymenoptera: Apidae)

Este insecto paraliza el crecimiento de la planta ya que se comen las hojas nuevas y partes suculentas de los brotes, además puede ocasionar una muerte descendente.

El combate químico es poco efectivo, ya que elimina poca cantidad de abejas; se recomienda el uso de tapavientos de gandul ya que atraen a esta abeja, lo que disminuye el ataque al cultivo, pero lo más efectivo es destruir los nidos, localizados en un radio máximo de 200 m alrededor del punto en donde se detectó el daño.

Hormiga arriera *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae)

Corta en pedazos las hojas y brotes tiernos y maduros, lo cual afecta negativamente el crecimiento.

El combate consiste en distribuir en los caminos y alrededores del hormiguero cualquier producto recomendado contra hormigas.

Perforador de la nuez *Ecdytolopha torticornis*

Esta es una plaga nueva, que está comenzando a cobrar importancia ya que su incidencia cada vez es mayor. Su daño se inicia con la perforación del fruto y la formación de galerías entre ésta y la concha; luego perfora la concha y se alimenta de la nuez, sirviendo esta abertura como puerta de entrada para hongos oportunistas.

Resulta sencillo identificar las nueces dañadas ya que en la abertura de entrada se depositan los excrementos de la larva, semejantes al aserrín.

Por el hábito de alimentación de esta plaga, resulta difícil el uso de insecticidas para el combate; de la larva, sin embargo, se está probando insecticidas biológicos contra la plaga.

Afidos

Causan enrollamiento en las hojas tiernas al alimentarse de ellas.

En el país no se le considera como plaga, por lo que no se recomienda la aplicación de insecticidas.

Acaros y su combate

Acaros

Brevipalpus sp.

(Acarina: Tenuipalpidae)

Se alimentan de savia de las hojas y brotes nuevos y causan un raspado en la epidermis. Estos ácaros atacan también las nueces verdes y les confieren un aspecto de sarna áspera y agrietada por donde pueden penetrar hongos que la terminan de dañar.

El ataque de ácaros daña principalmente la apariencia del fruto y sólo se amerita el combate si como consecuencia del ataque, los frutos se deforman.

Vertebrados y su combate

Roedores

Los roedores que causan más daño son las ardillas y las ratas.

Hacen un orificio en la nuez, se comen la almendra y además causan la caída de frutos.

El combate se puede realizar con rodenticidas comerciales o con cebos de warfarina con almendras de macadamia.

Enfermedades y su combate

Enfermedades de la raíz

Maya

Rosellinia bunodes

Esta enfermedad se presenta con mayor frecuencia en terrenos con mucha materia orgánica en descomposición y con alta retención de agua. El síntoma característico es la presencia de hojas con tonos rojizos, que se caen fácilmente. Las raíces o zonas dañadas despiden un característico olor a fermentación leve.

Para evitar el ataque de esta enfermedad, no se debe sembrar en terrenos no recomendados para el cultivo.

Los árboles enfermos deben sacarse con toda la raíz, trasladarlos fuera de la plantación y quemarlos; en el hueco se debe espolvorear cal y PCNB en una dosis de 40 g/m² o una solución con 20 g/4 l. Al mismo tiempo, es recomendable hacer una zanja de 0,5 m de profundidad alrededor del área en donde apareció el árbol enfermo.

Pudrición de la raíz

Armillaria mellea

Se presenta en terrenos arcillosos, con mal drenaje y con materia orgánica en descomposición. Al igual que en el caso de la maya, las hojas se tornan rojizas, pero al morir el árbol no se desprenden. Al nivel del suelo, la corteza y la madera tiene una coloración café claro y al quitarla, un micelio blanco crece en forma de abanico sobre la madera.

Para prevenir el ataque de esta enfermedad, no se debe sembrar en terrenos con las características antes descritas. Al aparecer árboles enfermos, eliminarlos y aplicar un desinfectante al suelo.

Pudrición negra de la raíz

Ceratocystis fimbriata

Es un gran problema en suelos con alta retención de agua. Los árboles afectados presentan pobre desarrollo, clorosis en las hojas y muerte descendente. Para evitar la incidencia de esta enfermedad, es recomendable, evitar las heridas y mejorar el drenaje y atomizar con cobres la base del árbol.

Al raspar la corteza cercana al suelo, se ve un color azul violáceo con un mal olor característico.

Enfermedades del tallo

Agrietamiento de la corteza

Botryodiplodia theobromae

Esta enfermedad es capaz de afectar arbolitos de vivero y árboles jóvenes de dos a tres años. Se

presenta más frecuentemente en el Atlántico.

Esta enfermedad causa en el tallo un abultamiento de la corteza. Bajo esta zona abultada se presentan grietas o estrías longitudinales. En el follaje se observa primero una clorosis, luego la muerte de las partes terminales de las ramas, que adquieren una coloración gris oscura en la madera. En casos severos produce la muerte de la rama y las hojas quedan adheridas.

La mejor medida de combate se realiza con la poda, cortando las ramas correctamente y cubriendo el corte con pasta cobre cortes. Para esto se recomienda cortar el patrón al ras, a nivel del injerto a sellar el corte con pintura de asfalto o pasta bordelesa, así como todos los cortes de poda.

Chancro del tallo

Phytophthora cinnamomi

La enfermedad causa problemas en suelos compactos; en Costa Rica se ha presentado en pocas ocasiones.

Las lesiones se presentan en la corteza, en forma de agrietamiento, con exudación gomosa. Los síntomas avanzados se presentan como un estriamiento del tronco, con áreas irregulares de corteza muerta, descendente y poco desarrollo del árbol.

Se recomienda sembrar en suelos bien drenados y evitar herir el tronco. En caso de ataque de la enfermedad, eliminar el tejido enfermo y proteger el corte con pasta bordelesa o aplicar el fungicida metalaxyl.

Enfermedades del follaje

Quema de la hoja

Cylindrocladium sp.

Esta enfermedad ataca las hojas jóvenes, tanto en el campo como en el vivero. La lesión avanza de los bordes hacia el centro y cubre desde una cuarta parte a la mitad de la hoja. Tiene un borde oscuro entre el tejido afectado y el sano, pero en el envés se puede observar un micelio blanco.

El combate se realiza con los fungicidas captafol (Difolatán) o benomil (Benlate) en dosis de 2,25 g y 0,75 g/l, respectivamente.

Quema

Pestalotia sp.

Ataca desde el vivero hasta la plantación adulta y en los últimos años su severidad ha aumentado.

Los síntomas se caracterizan por una necrosis en el extremo de la hoja. En condiciones de alta humedad relativa, en el envés de las hojas se pueden observar puntos negros muy pequeños.

Una medida de prevención es mantener un buen nivel nutricional de las plantas. El combate químico se realiza desde la etapa de vivero, con mancozeb.

Tizón de la flor

Botrytis sp.

Se presenta con mayor intensidad en la zona Atlántica, especialmente entre diciembre y enero, con las temperaturas bajas.

El combate se realiza con aplicaciones de benomil o mancozeb.

Enfermedades de la nuez

En Costa Rica, las pudriciones del fruto constituyen uno de los factores limitantes en cuanto a producción de nuez comerciable, ya que se han detectado daños en la nuez en diferentes zonas y plantaciones del país, que afectan entre 10% y 90% o más de la cosecha.

Este problema es complejo, ya que no se le puede atribuir el daño a un solo agente, ya que en él actúan hongos, bacterias e insectos. Sin embargo, se considera que el principal agente causal de daño es la levadura *Nematospora coryli*, que produce manchas blancas hundidas en la nuez. Hay evidencias que indican que esta levadura es transmitida por chinches, los cuales al alimentarse de los frutos

inyectan toxinas que producen lesiones secas, hundidas arrugadas y con estrías de color café; además, incluso pueden transmitir otros hongos y bacterias.

Por lo anterior se podría considerar que las pudriciones y daños en los frutos se corregirían combatiendo los chinches; no obstante, al no contar aún con resultados de estudios que permitan su combate y al presentar la macadamia una floración irregular y de fácil desprendimiento por el viento o por aplicaciones de productos al follaje, no es factible dar una recomendación segura y efectiva para evitar y combatir estos males.

Hay hongos que se pueden desarrollar en la cáscara del fruto y posteriormente penetrar la concha y llegar a la nuez, donde producen pudriciones. Se aconseja en estos casos efectuar la cosecha una vez por semana y enviarla inmediatamente a la planta procesadora para que la descascaren. Hay que aclarar que esta práctica no reduce el daño causado por los chinches, hongos y bacterias expuesto en el párrafo anterior.

COSECHA

Aproximadamente la mitad de los árboles de una plantación de la misma edad, inician la producción de nueces a los cuatro años de edad.

Cuando las nueces están maduras, por sí solas se desprenden del árbol. La recolección se realiza en el suelo por lo menos una vez por semana, ya que pueden ser destruidas por las ratas o por la humedad, la cual favorece el desarrollo de hongos que reducen la calidad de la nuez.

Antes de enviar las nueces a la procesadora, es preferible eliminar la cáscara.

Tomado del libro: Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 1991