

# Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico

Guías de 18 cultivos

---

## Macadamia



© Asociación Naturland - 1ª edición 2000

Este trabajo fue realizado por Naturland e.V. con la colaboración de la Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit mbH) y con medios del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de la República Federal de Alemania (BMZ, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit). Las guías de 18 cultivos de importancia económica mundial, fueron elaboradas por diferentes autores.

Nombramos a los siguientes:

Franz Augstburger, Jörn Berger, Udo Censkowsky,  
Petra Heid, Joachim Milz, Christine Streit

Las guías de cultivo están disponibles en español, en inglés y en alemán de los siguientes cultivos:

ajonjolí (sésamo), algodón, banano, cacao, café, caña de azúcar,  
castaña (nuez de Brasil), cayú, coco, hibisco, macadamia,  
mango, maní (cacahuete), papaya, pimienta, piña, té, vainilla.

Las guías de cultivo de banano, mango, piña y pimienta fueron revisadas por Udo Censkowsky y Friederike Höngen en 2001 para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Negocio y Desarrollo (UNCTAD).

En 2002 se publicaron dos guías de cultivo en inglés de arroz y dátiles.

Los autores hacen énfasis en que estas guías solamente dan recomendaciones generales sobre los cultivos y que de ninguna manera reemplazan el asesoramiento específico al agricultor, de acuerdo a la región donde cultiva.

Todas las guías han sido elaboradas y revisadas muy cuidadosamente por los autores. A pesar de ello puede haber errores en el contenido. Los reglamentos legales mencionados en las especificaciones de productos, tienen el estado de 1998 y pueden cambiar en el transcurso del tiempo. Por estas razones, tanto el editor como también los autores no asumen responsabilidad legal o garantía por las informaciones contenidas.

Además los autores ruegan hacer llegar a Naturland cualquier tipo de comentario crítico, complemento o nueva información importante, ya que Naturland desea actualizar las guías constantemente. Por favor diríjense a la siguiente dirección:

Asociación Naturland  
Kleinhaderner Weg 1  
82166 Gräfelfing  
Alemania  
teléfono: +49 - (0)89 - 898082-0  
fax: +49 - (0)89 - 898082-90  
e-mail: [naturland@naturland.de](mailto:naturland@naturland.de)  
página web: [www.naturland.de](http://www.naturland.de)

Agradecemos a Peter Brul, Agro Eco, sus los valiosos comentarios sobre el manuscrito, así como a todos los otros colaboradores de esta obra, sobre todo a Sybille Groschupf, que en trabajo minucioso fue eliminando todos los errores del texto y que hizo el diseño gráfico apropiado.

## Indice

<b>1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Botánica</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Variedades y países de cultivo</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3. Aplicaciones y sustancias que contiene</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Técnicas del cultivo</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1. Requerimientos del lugar</b> .....	<b>3</b>
2.1.1. Requerimientos climáticos .....	4
2.1.2. Requerimientos de suelos.....	5
<b>2.2. Semillas y Plántulas</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3. Técnicas de plantar</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4. Posibilidades de diversificación</b> .....	<b>7</b>
<b>2.5. Fertilización y aprovisionamiento de nutrientes</b> .....	<b>8</b>
<b>2.6. Control fitosanitario biológico</b> .....	<b>10</b>
2.6.1. Enfermedades.....	10
2.6.2. Plagas .....	10
<b>2.7. Cuidados culturales y manejo del cultivo</b> .....	<b>12</b>
2.7.1. Podas .....	12
2.7.2. Control de hierbas (malezas) .....	13
<b>2.8. Cosecha y manejo post cosecha</b> .....	<b>13</b>
2.8.1. Cosecha .....	14
2.8.2. Procesamiento en la finca.....	14
<b>3. Especificaciones del producto</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1. Pepas de Macadamia</b> .....	<b>15</b>
3.1.1. Procesamiento .....	15
3.1.2. Requerimientos de calidad.....	16
3.1.3. Empaque y almacenaje.....	18



# Producción Orgánica de Macadamia

## 1 Introducción

Hasta el momento la Macadamia es la única planta de cultivo comercial originaria de Australia. La región de la cual proviene este árbol de nuez es la selva subtropical de la costa oeste de Queensland en Nueva Wales del Sur. La macadamia era un importante alimento para los aborígenes. El cultivo comercial de la nuez se inició por los años 30 en Hawai, se impulsó por los 60 en Australia y se extendió luego al continente americano. A través de una creciente preferencia mundial y por haberse dado a conocer, la demanda de esta “exquisita nuez” es mayor a la oferta, por eso tiene hasta hoy precios altos. En los últimos años se cultivaron grandes extensiones, que para el nuevo milenio entrarán en producción temiéndose se llegue a provocar una caída del precio<sup>1</sup>

### 1.1 Botánica

La Macadamia pertenece a la familia de las Proteaceae. El árbol alcanza una altura de 15 - 20 m. La inflorescencia en forma de racimo llega a tener 30 cms. de largo con 100 a 300 flores. Las flores de la Macadamia integrifolia son blanco - amarillentas, la de la Macadamia tetraphylla son rosadas, ellos son hermafroditas capaces de autofecundarse. Sin embargo se da frecuentemente la autoesterilidad, por eso se cultiva diferentes variedades para promover la fecundación externa<sup>2</sup>. De la flor a la madurez de la semilla pasan de 6 - 11 meses.

### 1.2 Variedades y países de cultivo

Dos variedades y sus híbridos son importantes para los cultivos comerciales:

*Macadamia integrifolia* (también *M. ternifolia*) y *Macadamia tetraphylla*.

La *M. tetraphylla* se adecua más bien a lugares fríos. Su lugar de origen está en Australia entre los 27° y 29° latitud sur.

La *M. integrifolia* es originaria de los 23° y 27° latitud sur y se adecua a lugares cálidos y secos.

---

<sup>1</sup> BAUMGART, B. (1994): The Macadamia - A Native Australian Gourmet Nut. Tesis de grado Witzgenhausen.

<sup>2</sup> Las abejas tanto salvajes como domésticas son eficientes polinizadoras. La polinización eólica es por el contrario insignificante.

<b>Características de diferenciación</b>				
<i>M. integrifolia</i>	3 hojas por nudo	inflorescencia blanca	hojas apenas espinosas	cáscara lisa
<i>M. tetraphylla</i>	4 hojas por nudo	inflorescencia rosada	hojas más espinosas	cáscara rugosa

La *M. tetraphylla* no se adapta muy bien a un clima como el de Hawai, sin embargo allá se inició la investigación de la Macadamia, hasta entonces se había seleccionado más especies de la *M. integrifolia*. Desde Hawai se extendió a otros países. Por eso se han adaptado diferentes especies de *M. integrifolia* a diferentes lugares.

El cultivo ecológico se realiza en pequeña escala en Australia y Nueva Zelanda, en Kenia se han convertido superficies más grandes<sup>3</sup>. En cultivos ecológicos se pueden presentar problemas en variedades de alto rendimiento ya que necesitan un mayor aprovisionamiento de nutrientes, son sensibles a la sequía, enfermedades e insectos<sup>4</sup>. El exacto conocimiento del clima del lugar es una condición importante para la introducción de las especies.

### **1.3 Aplicaciones y sustancias que contiene**

Por su fino aroma la Macadamia es considerada como una de las nueces comestibles más nobles. Ligeramente tostada con o sin aceite de coco y sal incrementa su aroma.

**Modos de uso** de la Macadamia.

- Cruda o tostada, entera o despedazada.
- La pulpa procesada sirve para chocolatería, repostería, puré de nuez, salsas y helados.
- La pulpa de menor calidad puede ser destinada para la obtención de aceite comestible, jabones y cosméticos.
- La torta obtenida luego de la extracción del aceite puede ser usada como alimento para ganado.
- El pericarpio (Husk) debe estar 1 año en compost antes de servir como abono o ser usado como cubierta de suelo.
- La cáscara externa es buena leña y puede ser usada para el secado de las nueces así como para tostar café y la obtención de carbón vegetal.
- Su fuerte madera puede ser usada en carpintería.

<sup>3</sup> Gesellschaft für Ressourcenschutz GmbH (1998): comunicación verbal. Göttingen

<sup>4</sup> Baumgart, B. (1998): comunicación verbal. Hannover

**Composición del Pericarpio, la Cáscara y la Pulpa de la *M. integrifolia* en % de Materia Seca<sup>5</sup>**

Componente	Pericarpio	Cáscara	Pulpa
Tanino	4,5	--	--
Agua	17,7	10,39-19,98	2,92-5,1
Ceniza	3,7	0,86-2,3	1,43-1,88
N	0,6	0,26-0,28	1,14-1,16
P	0,07	0,02-0,03	0,18-0,21
K	1,85	0,09-0,17	0,21-0,66
Ca	0,12	0,08-0,1	0,08-0,31
Mg	0,12	0,01-0,04	0,11-0,13
Azúcar	--	--	3,68-6,51
Carbohidratos (total)	--	21,04-23,75	9-14,81
Almidón	--	--	--
Grasa	--	0,28-0,32	71,4-75,44
Fibra	--	61,15-65,75	1-2,3

## 2 Técnicas del cultivo

### 2.1 Requerimientos del lugar

En el lugar originario de la Macadamia, la selva australiana seca, han quedado pequeños pedazos de selva en su estado natural. La Macadamia alcanza en la parte profunda de la selva, creciendo en forma erguida para alcanzar la luz, una altura de hasta 20 mts. (en plantaciones 6 - 8 mts.) y pertenece al estrato medio alto de la selva. Los árboles que son más altos que la Macadamia son de hoja caduca y no hechan hojas durante 6 meses al año. Durante todo este tiempo la Macadamia recibirá buena luz. Esta característica de la Macadamia en su lugar natural nos da información importante para la organización de esta en agroforestería. La Macadamia viene de suelos con basalto y granito preponderantemente porosos y bien descompuestos.

En terrenos vecinos con similar precipitación pero con suelos más superficiales de arena y pizarra y de rhyolit y trachyt se puede desarrollar de buena manera. Por el desmonte que han sufrido la selva y montes bajos se puede encontrar a la Macadamia a lo largo de los ríos (aparentemente por cuenta propia).<sup>6</sup>

<sup>5</sup> KERMONT, P. und BAUMGART, B. (1995): The Macadamia: from the seed to the supermarket. Australia.

<sup>6</sup> BAUMGART, B. (1994): The Macadamia - A Native Australian Gourmet Nut. Tesis de grado Witzenhansen.

Las hojas gruesas y raíces proteoidicas permiten a este árbol un acondicionamiento a clima duros mediterráneos, sin embargo para alcanzar óptimas producciones las condiciones climatológicas están más estrechamente ligadas que para un simple crecimiento vegetativo. Lo más apropiado es un clima cálido, semihúmedo, subtropical.

### 2.1.1 Requerimientos climáticos

#### Temperatura

La temperatura, en especial las medias diarias y anuales, tiene una importante influencia en los resultados de la producción<sup>7</sup>.

La Macadamia alcanza buenas producciones en regiones con las siguientes características:

- Temperaturas anuales entre 20 y 25° C
- Diferencia entre temperaturas diurna y nocturna mínima de 8° C
- Temperatura media en verano entre 25 y 30° C
- Temperatura media en invierno de 20° C
- Para la floración las temperaturas nocturnas deberían bajar de los 19° C
- Regiones libres de helada son recomendables. Frió por debajo de los -6° C mata árboles jóvenes y destroza hojas y flores en árboles adultos, heladas leves pueden ser soportadas por estos últimos. La capacidad de soportar heladas es similar que para la palta, limón y naranja. Por debajo de los 10° C se ve perjudicado el contenido nutricional y la composición de los ácidos grasos.
- En períodos largos sobre los 40° C se queman las hojas expuestas al sol y la producción disminuye.

#### Altura

Buenos lugares son aquellos que se encuentran en regiones subtropicales con clima continental. Sin embargo se encuentra también en microclimas especiales como por ejemplo el de Hawai. Allí se incrementa la calidad de la pulpa a partir de los 700 m.s.n.m. Esta no es dependiente de la altura si no del incremento de la humedad y las bajas temperaturas que pueden ser provocadas por el ascenso de la neblina. En el sudeste asiático, en región ecuatorial, crecen bien los árboles, existe una floración y crecimiento de hojas esporádico durante todo el año, lo que depende de la carencia de diferencia de temperaturas estacionales. En Kenia, también cerca al Ecuador, se encuentran plantaciones exitosas entre los 1000 y 1900 m.s.n.m. con un clima claramente estacional. Allí el crecimiento vegetativo y la

---

<sup>7</sup> STEPHENSON, R. A. and WINKS, C. W. (1991): *Macadamia integrifolia*. In PROSEA Plant resources of South- East Asia, -2- fruits and edible nuts. Verheij E.W.M. und Coronel R.E. (Hrsg.) Pudoc/Prosea Wageningen.

floración están sincronizados luego de un período frío y nublado, teniéndose como estación importante aquella con suficiente radiación solar<sup>8</sup>.

### **Requerimiento de agua**

- Una precipitación pluvial media entre 1500 y 2000 mm. es en la mayoría de los lugares suficiente.
- En zonas con suelos porosos y volcánicos, como en Hawai, la Macadamia se desarrolla bien con precipitaciones mayores a los 4000 mm.
- El sistema radicular superficial aprovecha de buena manera una buena lluvia distribuida durante el año.
- La mayor necesidad de agua se la tiene durante la formación de la nuez y la acumulación de aceite ( en Australia de noviembre a enero).
- Con una buena precipitación no hace falta riego adicional, pero si cuando aquella es menor a los 1000 mm.

### **Humedad del ambiente**

Condiciones húmedas incrementan la posibilidad de ataque de Raceme Blight (*Botrytis cinérea*), antracnosis (*Colletotrichum gleosporides* var. *Minor*) y Husk spot (*Cercospora*). Habrá que evitar los lugares con neblina. Una buena circulación de aire es lo mejor.

### **Viento**

- Vientos muy fuertes pueden romper las ramas y desraizar los árboles.
- Variedades sensibles al viento son: 800, 246, 508.
- Variedades resistentes al viento son: 344, 660, 741, A4, A16.
- Vientos fuertes reducen el crecimiento vegetativo, la floración y la producción.

### **2.1.2 Requerimientos de suelos**

Suelos con variadas propiedades son los propicios, mientras sean drenados y tengan un pH entre 5,0 - 6,5 ( el óptimo de 5,0 - 5,5 ). El suelo ideal es arcilloso profundo y suelto. Por la capacidad de adaptación de la Macadamia suelos con buena cantidad de humus y nutrientes son recomendables. Se deben evitar suelos pesados, impermeables y gredosos con estructuras pobres ya que el sistema radicular superficial aprovecha condiciones de terreno bien drenado y el riesgo de Phytphthora disminuye, esto afecta en el desarrollo de la planta y se puede dar hasta el aborto de los frutos.

---

<sup>8</sup> STEPHENSON, R. A. and WINKS, C. W. (1991): Macadamia integrifolia. In PROSEA Plant resources of South- East Asia, -2- fruits and edible nuts. Verheij E.W.M. und Coronel R.E. (Hrsg.) Pudoc/Prosea Wageningen.

## 2.2 Semillas y Plántulas

En cultivos comerciales la multiplicación se la realiza básicamente por medio vegetativo ya que se pueden perder las propiedades de las variedades. La prioridad en el vivero es evitar el contagio de enfermedades. Como pie de injerto se tienen a plantines sembrados a una distancia de 3 cms en una cama con arena de río gruesa con la cicatriz puesto hacia abajo.

En Australia se usan frecuentemente plantines de la variedad H2, de la misma manera se usarán la 741 y *Macadamia tetraphylla*. Las nueces usadas como semilla pueden permanecer toda una temporada. La germinación de la mayoría de las nueces se realiza entre la 3 y la 5 semana. En cuanto las plántulas tengan 5 cms. de alto y de 2 - 3 hojas verdes (primero son rosadas) son transplantadas a bolsitas de polietileno. Se aprovecha entonces de elegir plántulas con buen desarrollo radical. Las que tengan de 9 -12 meses de edad y que tengan un diámetro de 1 - 1,3 cms. servirán de pie de injerto.

Las púas deben ser anilladas de 6 - 8 semanas antes del injerto, esto quiere decir retirar un anillo de 2,5 cms de la corteza y el cámbium para luego ser enriquecidas con carbohidratos.

Los momentos más oportunos para injertar son otoño y en especial primavera. Los injertos que mejor resultado han dado son; "whip-graft" y "budding". La Macadamia por su madera dura es difícil de injertar, por eso es importante contar con herramientas filas y bien desinfectadas y contar con diámetros similares en el pie y la púa.

Las plantas jóvenes crecerán más rápido cuando hayan desarrollado las raíces proteoídicas. Algunos productores de plantines consideran que vacunar la tierra de cultivo con tierra de viejas plantaciones es favorable<sup>9</sup>. Ellos obtienen un claro mejor desarrollo de sus plantines ( la causa hasta hoy es desconocida). Dosis regulares de hojas descompuestas para el vivero son buena medida.

Los arbolitos serán transplantados a su lugar de desarrollo final cuando alcancen una altura de 40 cms y ya estén acostumbradas al sol. Por medio de la práctica del injerto se ha acortado la fase de planta a los primeros frutos de 7 a 3 años.

## 2.3 Técnicas de plantar

Para la implantación de terrenos grandes es recomendable la planificación en colaboración con expertos ya que las fallas se notan tarde y ya casi son irreversibles.

Protección contra vientos, dirección de los surcos, drenaje, riego, etc, deben ser planeados antes. Los cultivos rompevientos ya deben estar establecidos. La

---

<sup>9</sup> MALCOLM, H., and TROCHOULIAS, T. (1979): Proteoid roots help macadamia nut trees. Agricultural Gazette of New South Wales 90 (1), Australia.

Casuariana, una leguminosa arbustiva de rápido crecimiento, se ha adaptado muy bien como tal.

No se puede generalizar la recomendación de distancia entre planta y planta ya que esta dependerá de varios aspectos, como ser; variedad (ramaje vertical o extendido), la topografía de la región, la fertilidad del suelo, precipitación (acceso a riego), cortinas rompeviento y mecanización.

Orientativamente se puede indicar:

**Distancia entre surcos** 7 - 11 mts.

**Distancia entre plantas** 4 - 8 mts.

**Plantaciones densas** afectan en producciones tempranas y altas por hectárea, en los primeros 10 años pero a un costo promedio mayor por planta. En sistemas con elevadas densidades se procede a plantar primero densamente para luego ralea la mitad, sin embargo por la escasez de luz la producción disminuye. Las variedades apropiadas son la ; 660, 344, A16, 741.

**Plantaciones espaciadas** significan costos más bajos y un tiempo más largo para la poda de rejuvenecimiento, las variedades más apropiadas son la; 246, 880, 333. Hasta que el cultivo concluya serán las producciones en ambos sistemas, similares.

La plantación se realizará en primavera u otoño con temperaturas medias y lluvias favorables. Las plantas jóvenes deberán tener una altura de 40 cms., más grandes son en realidad más resistentes. Si es que han estado mucho tiempo en la bolsa de polietileno puede provocarse una deformación en la masa radical y de esta forma frenarse un poco su crecimiento. Se debe controlar el sistema radical y solo las plantas con buen desarrollo serán plantadas definitivamente. El desarrollo radical puede ser reanimado si se realiza una pequeña poda.

El hueco para la plantación debe tener 45 cms. de profundidad y un diámetro de 60 cms. En el llenado se mezclarán y voltearán la capa superior con un poco de compost y fosfato crudo, se debe pisar y asentar suavemente para lograr tapar bien la raíz. Superficialmente se puede echar algo de estiércol animal antes de la cobertura orgánica. Los árboles pueden ser plantados con una inclinación de 10° hacia la dirección principal del viento y así poder desarrollar un tronco fuerte cuando no han sido estaqueados.

La cobertura orgánica se inicia en diámetros de 1 m luego en diámetro de la copa protegiendo de esta manera de maleza y falta de agua. La capa de cobertura orgánica debe tener un grosor de 5 -10 cms y no debe tener contacto con el tronco. En regiones cálidas con temperaturas de 30 - 35° C se debe proteger a las plantas jóvenes con sombra.

## 2.4 Posibilidades de diversificación

La producción convencional de la Macadamia se realiza en grandes cultivos. Esto se realiza condicionado a una máxima mecanización y rendimiento, causando problemas ecológicos en la explotación. En pocos países industrializados no se

justifica una inversión intensiva en mecanización. Manualmente se podrá estructurar la plantación de una forma más flexible y acondicionarse mejor al lugar ya que la transitabilidad con maquinas ya no tiene importancia. Los surcos se harán en curva de nivel y la cosecha manual va a permitir coberturas orgánicas más grandes.

La adaptación de la Macadamia a sistemas agroforestales es muy buena. Exitosas han resultado algunas plantaciones estratificadas<sup>10</sup> en combinación con el café, en Africa (Kenia, Tansania, Malawi) así como en Centro y Sudamerica (Colombia , Guatemala, Bolivia). Al elegir la distancia entre plantas deben considerarse las condiciones locales para evitar algún ataque de hongos.

En Nueva Zelandia y Australia se cultiva en combinación con árboles silvestres. La combinación con *Paulownia* dio buen resultado, diferente tipo de eucaliptus compiten agresivamente a la Macadamia<sup>11</sup>.

Entre los surcos y durante los primeros años se pueden sembrar algunas especies anuales como ser; Mandioca, Maíz, Porotos, Hortalizas y Hierbas aromáticas o condimentos<sup>12</sup>. Si esto va a suceder durante los 10 primeros años se debe pensar en tener mayor espacio entre los surcos. Se puede también tener cultivos perennes, como combinación pudiendo estos ser; la piña, el banano, el café, el maracuya, la papaya, y la palta (este último no debe estar encima de la Macadamia).

En el sistema agroforestal habrá que prever que aquellas especies que más tarde darán sombra a la Macadamia tengan hojas caducas. Las que no sean así deberán ser cortadas antes de la floración y la época de la producción de fruta buscando una buena penetración de luz. Principalmente habrá que procurar integrar varias especies locales al cultivo.

## 2.5 Fertilización y aprovisionamiento de nutrientes

Como muchas otras especies de hojas gruesas la Macadamia forma raices proteoídicas y tiene la capacidad de aprovechar los nutrientes de suelos pobres. Cuando la oferta de nutrientes es baja se incrementa la producción de raices proteoídicas, las cuales por sus profundas raicillas cubren una mayor superficie, logrando captar ácidos orgánicos y por consiguiente nutrientes, en especial fosfatos de difícil solubilidad.

Durante los primeros 4 años se pueden usar abonos animales (en cuanto haya disponibilidad) y gruesas capas de cobertura orgánica. Más tarde habrá que cuidar que al usar abonos animales se provoquen sobredosis de N, una insuficiencia de K y que el pH suba mucho. Con fertilizantes orgánicos con alto contenido de N como el estiércol fresco habrá que cuidar el ciclo anual del árbol, de tal manera que no se produzca un crecimiento vegetativo cuando el árbol se encuentra en la fase de

---

<sup>10</sup> WAITHAKA, J.H.G. (1998): comunicación escrita. Sector: Asesoramiento agrícola. Nairobi.

<sup>11</sup> KERMONT; P. (1998): comunicación escrita. División: Producción y Asesoramiento en Macadamia. Queensland.

<sup>12</sup> WAITHAKA, J.H.G. (1998): comunicación escrita. Sector: Asesoramiento agrícola. Nairobi.

formación de la nuez. Por el alto contenido de nutrientes en el suelo se obtienen hojas débiles y una menor formación de raíces proteoídicas.

Con aplicaciones de harina de basalto (entre otros alto contenido de K) se hicieron buenas experiencias. Se recomienda usar harinas de basalto que tengan un grosor de grano menor a 2 - 5 mm<sup>13</sup>.

Ejemplos de fertilizantes recomendados:

- Harina de roca
- Compost
- Estiércol
- Siembra con cubierta de suelo y abono verde
- Cobertura orgánica (mulch)
- Fertilizantes de algas (ricos en elementos menores)

#### Extracción de nutrientes de 1000 Kg "Nusts in Husk"<sup>14</sup>

Parte de la planta	N [kg]	P [kg]	K [kg]	Ca [kg]
Pericarpio (Husks)	21,2	1,1	28,0	1,0
Cáscara	7,3	1,4	2,9	0,7
Pulpa	12,0	1,2	2,4	0,4
<b>Total</b>	<b>40,5</b>	<b>3,7</b>	<b>33,3</b>	<b>2,1</b>

#### Mulch (cobertura orgánica)

La Macadamia es especializada en el aprovisionamiento de nutrientes directamente de la materia orgánica en descomposición de suelos de baja fertilidad.

Los aspectos **favorables** del mulch son:

- Protección de la raíz de temperaturas extremas
- Fortalecimiento de la fauna del suelo
- Incremento de la contención de humedad y evitar la evaporación
- Evitar el encenagamiento del suelo
- Impulsar el crecimiento de las raíces proteoídicas
- Regular la presencia de malezas
- Incremento del material orgánico del suelo, mejorando por lo general las propiedades del mismo

Material recomendado como mulch (cobertura orgánica) puede ser por ejemplo; coberturas de vegetación cortada, material originado de podas de árboles, pericarpios bien procesados en compost, pastos, bagazo de caña de azúcar, follaje de leguminosas, tallos de maíz y sorgo, cáscaras de maní y bosta de animales.

<sup>13</sup> BOBBERT, H. (1998): comunicación verbal. Departamento: Producción de macadamia biodinámica. Australia

<sup>14</sup> KERMONT, P. und BAUMGART, B. (1995): The Macadamia: from the seed to the supermarket. Australia

## 2.6 Control fitosanitario biológico

### 2.6.1 Enfermedades

En comparación con otros árboles frutales la Macadamia tiene pocas enfermedades graves. Los virus no son significativos y las bacterias tienen importancia menor. La elección del lugar es decisiva para prevenir el ataque por hongos.

**Enfermedades importantes en cultivos convencionales de Macadamia son:**

Hongo	Medidas de prevención y control
<i>Phytophthora cinamoni</i> Trunk Canker	También en aguacate (palta) y piña. Problemático especialmente en viveros y árboles jóvenes. Plantar solo árboles sanos. Evitar compactación y anegamiento del suelo. Evitar heridas en el tronco y salpicaduras de barro. Retirar el tejido afectado y aplicar caldo bordelés <sup>15</sup> .
<i>Armillaria mellea</i> , Root-rot	Con frecuencia en suelos recién desboscados. Propagación por raíces dejadas en el terreno. Tala oportuna de árboles infectados y tratamiento del suelo contra mayor propagación, usando cal apagada como desinfectante.
<i>Pseudocercospora sp.</i> Macadamia Husk Spot	Solo en Australia. Causa gran caída de nueces. Concluir la cosecha antes de la floración. Cosechadora tipo „Finger-weel“ dispersa menos esporas. Usar variedades resistentes.
<i>Ceratocystis fimbriata</i>	En aguas estancadas con temperaturas bajas o tejidos heridos.
<i>Rosellinia bunodos</i>	Aplicación de cal en forma preventiva, talar árboles afectados.
<i>Botrydiplozia theobromae</i>	Medidas de higiene al injertar.
<i>Phytophthora palmivora</i>	Distancia a plantaciones de cacao y goma (hevea). Humedad relativa muy alta.

### 2.6.2 Plagas

El manejo biológico de plagas llama la atención no solamente en la agricultura biológica, sino también en el IPM (Integrated Pest Management). Hay que mantenerse informado del estado actual de la investigación científica.

En plantaciones muy diversificadas (Agroforestería) rara vez ocurren plagas.

**Los siguientes insectos pueden volverse plagas en plantaciones de Macadamia:**

<sup>15</sup> En el reglamento para la agricultura ecológica de la Unión Europea 2092/91 el uso de **preparaciones de cobre** (sales de cobre eg. Caldo Bordelés) para el control de enfermedades de las plantas está limitando hasta el 31 de marzo 2002. Sin embargo hasta el 31 de marzo 2002 el organismo de certificación debe otorgar un permiso para el uso de preparaciones de cobre. Caso que preparaciones de cobre deben aplicarse es muy importante seleccionar preparaciones con poco contenido de cobre para que reduzca la acumulación de cobre en el suelo.

Insecto	Particularidades
Flower caterpillar <i>Homoeosoma vagella</i>	Más en regiones cálidas. Recolectar a tiempo. Hay diversos parásitos, por ejemplo <i>Trichogramma</i> , evitar sustancias de efecto amplio como el Neem <sup>16</sup> . En casos de emergencia <i>Bacillus thuringiensis</i> .
Fruit spotting bug <i>Amblypelta nitida</i>	Plantas huéspedes: aguacate (palta), mango, cayú, papaya, guayava, cítricos. Huevecillos de parásitos y feromonas están a prueba en Australia.
Macadamia nut borer <i>Cryptophlebia ombrodelta</i>	Larva que come la pulpa. Plantas huéspedes: Lychees, nuez de pecan, maracuyá y plantas ornamentales (poncianas y bauhinias). <i>Trichogramma cryptophlebia</i> se usa con éxito en África del Sur. Uso de <i>Elachertus sp.</i> en China. Trampas de feromonas están a prueba en Australia.
Macadamia felted coccid <i>Eriococcus ironsidei</i>	Cuidado en viveros: Infección por transporte de púas y envío a nuevas y sanas plantaciones tiene que evitarse.
Macadamia twig-girdler <i>Neodrepta luteotactella</i>	Existen 20 parásitos predadores, por eso no usar productos de amplio espectro, sino parásitos.
Macadamia leafminer <i>Acrocercops chionosema</i>	Sobre todo en hojas nuevas (viveros). Poda ligera evita brotamiento. <i>Elachertus sp.</i> se usa con éxito.
Green vegetable bug <i>Nezara viridula</i>	También en la nuez pecan. Pruebas con moscas predatoras aún no han sido concluidas.

Ratas y otros roedores comen con gusto las nueces y pueden causar grandes pérdidas; también en este caso se puede decir que la afección es menos en plantaciones diversificadas.

Medidas recomendadas son<sup>17</sup>:

- Cosechar frecuentemente
- En la cosecha última retirar todas las nueces
- Tener gatos

<sup>16</sup> En el reglamento para la agricultura ecológica de la Unión Europea 2092/91 no está permitido el uso de preparaciones del **Neem** excepto en la producción de semillas y materiales de propagación. Sin embargo la prohibición del uso del Neem en el cultivo de productos de consumo está en el proceso de discusión. Por eso pregunta a su organismo de certificación para informaciones actuales sobre el uso del Neem.

<sup>17</sup> Contra ratas se puede usar una mezcla de:

a) Harina de maíz, una parte cemento, una parte queso molido.  
 b) partes grano triturado de trigo, una parte yeso, una parte queso molido.  
 a) y b) poner agua al lado. Que no sea accesible para niños! (SCHULZ, B. 1993). Ökologischer Landbau im Südosten Brasiliens. Der Tropenlandwirt (51), Witzzenhausen. Las ratas aprenden tan rápido que cortan el cebo de sustancias con efecto rápido después de que se han muerto las primeras ratas (BROSZAT, W. (1995) Macadamia-Nüsse anbauen. Deutscher Entwicklungsdienst, Germany).

- En cuanto empiezan a dar nueces, si se tuviera cortina rompe vientos de pasto Barner habrá que cortarlas.
- Quitar nidos de ratas.
- *Aloyria triphylla* como cebo causa presión alta y la muerte en ratas.

## 2.7 Cuidados culturales y manejo del cultivo

### 2.7.1 Podas

#### **Arboles jóvenes:**

En los primeros 6 años se promueve el crecimiento vegetativo. En los 2 primeros años se promueve el brote principal y con cortes se reduce el riesgo de que se quiebren las ramas posteriormente, sobre todo cuando es una variedad que crece a lo ancho. Variedades de crecimiento recto como Kau (344) y Llauka (741) necesitan menos poda porque resisten mejor al viento. En cada poda no se debería quitar más que un 10% para no frenar el crecimiento.

A una altura de 80 cm se caba el brote principal para incentivar la ramificación. De las ramas altas, luego se quitan “ramas de hendedura”<sup>18</sup>. Solo se dejan máximo dos ramas en cada nudo; las próximas 1-2 ramificaciones a una altitud de 1,5 - 2 m y en otra dirección que la primera. Los brotes de raíz se cortan periódicamente.

#### **Arboles en producción**

Los trabajos de mantenimiento se hacen en la primavera, directamente después de la última cosecha. En árboles grandes se cortan ramas no productivas, viejas, quebradas, secas, las que crecen hacia adentro y nueces que se han quedado. Con más edad se “cierra” ( los árboles están grandes y demasiado cerca) la plantación y hay que realizar podas en forma periódica. El material cortado se corta finamente como para cobertura y se pone bien esparcido al suelo.

Entre los surcos se afloja el suelo si es necesario para mejorar la infiltración de agua. Limpiar canales de desagüe que están llenos de tierra o material orgánico y todos los charcos y huecos de ratas que estén debajo del árbol deben ser llenados. Directamente antes de la cosecha se limpia el suelo mediante sopladores, hileradoras especiales o rotocultores. Las máquinas de cosecha que se usan necesitan un suelo bastante limpio en relación a la cosecha a mano, donde solo se recoge las nueces que han caído temprano; en la mayoría son aquellas inmaduras o afectadas por insectos.

---

<sup>18</sup> “Ramas de hendeduras” están con un ángulo menor que 90° al brote principal. Bajo presión se quiebran fácilmente.

### 2.7.2 Control de hierbas (malezas)

#### Mulch

El mejor control de hierbas debajo de las copas es la colocación de una capa de mulch gruesa (10-15cm). Hay que evitar el contacto directo con los troncos para evitar podredumbres. La cobertura orgánica se pone mejor al final de la cosecha para que el material se descomponga y se asiente hasta que caigan las próximas nueces.

#### Coberturas

Es deseable tener una cubierta vegetal entre los surcos (protección de las raíces, fijación de nitrógeno, conservación del suelo, evitar evaporación y el posible uso de esta como forraje). Esta vegetación puede, sin embargo, competir con el árbol en agua y nutrientes. También puede molestar en la cosecha mecánica o manual. Deben tomarse en cuenta estos aspectos cuando se vayan a elegir las plantas que se vayan a sembrar para cubrir el suelo.

Es conveniente usar plantas que tengan raíces profundas ya que la Macadamia tiene raíces superficiales. Hasta que el suelo esté completamente cubierto se deben controlar las hierbas.

#### Buenas coberturas son:

- aquellas resistentes a la sombra, sequía y a posibles heladas.
- aquellas que no sean trepadoras.
- perseverantes.
- de fácil mantenimiento.
- que no sean huéspedes de parásitos que afecten luego a la Macadamia.

El *Arachis pintoii* es buena cobertura bajo plantaciones permanentes, aguanta la sombra pero sus cacahuetes atraen a las ratas. *Lotus pedunculatus* (Maku Lotus) ha sido exitosamente probado pero tarda dos años en establecerse. Por su crecimiento hacia lo alto se debe segar antes de la cosecha. Otras leguminosas apropiadas son; la alfa alfa, lupino, *Crotalaria ssp.* y *Desmodium ssp.* Al usar leguminosas se recomienda la inoculación de las semillas con los *Rhizobium* adecuados, así se desarrollaran más rápido y se garantiza la fijación de N.

## 2.8 Cosecha y manejo post cosecha

La primera cosecha, económicamente significativa se espera tener a los 7 años después de la plantación. A los 15 - 20 años se llega a la capacidad máxima de producción posible.

El promedio de producción de nuez con cáscara es de 5,5 ton/ha en Australia y de 7,5 ton/ha en Hawai. Dependiendo de la densidad y el lugar de la plantación se obtendrán de 20 a 45 kgs de cada árbol.

### 2.8.1 Cosecha

Ya que el grado de madurez es difícil de determinar en forma visual, los frutos no se recolectan del árbol mismo. Por esta razón se espera que estos por su estado de madurez caigan por su cuenta para luego ser recogidas manualmente o a máquina. Intervalos cortos de cosecha, de 1 a 2 semanas, reducen las pérdidas producidas por el ataque de roedores y la descomposición. El período de cosecha puede durar de 3 a 6 meses dependiendo de la variedad y el clima.

Una desventaja de las máquinas cosechadoras que se usan es que solamente trabajan bien en suelos limpios. Al mismo tiempo lastiman a las raíces superficiales que también sufren por la compactación del suelo por usarse máquinas pesadas. En Australia, la cosecha mecánica solo se justifica si se obtiene un rendimiento mínimo de 35 ton al año de nuez con cáscara. Las máquinas solo trabajarán en terrenos planos o poco ondulados además se requieren hileras largas de plantas.

**Ventajas de la cosecha manual:** La valiosa capa de mulch y las raíces superficiales no serán retiradas ni lastimadas. No se recolectan piedras junto con las nueces. La cosecha también se puede hacer en suelo húmedo y en terreno donde la maquinaria no accede. Para hacerlo más fácil se pueden instalar redes bajo los árboles sobre las que caerán las nueces. Esto hace innecesario limpiar el terreno antes. Otra ventaja de las redes es que los frutos no tocan directamente el suelo y se reduce la infección por hongos. La desventaja de la red es su alto costo de adquisición y mantenimiento.

**Ventaja de la cosecha mecánica:** Menos costo en plantaciones grandes, no se tienen problemas por falta de mano de obra. No se tienen que medir las porciones cosechadas por los trabajadores para calcular el sueldo.

### 2.8.2 Procesamiento en la finca

Para evitar el calentamiento de las nueces, se quita su cáscara verde (Dehusking) en la finca misma dentro de las 24 horas antes de la venta del producto. Al cosechar a máquina hay que realizar una prelimpieza para que cuerpos extraños no causen daños al "Dehusker". Después se separan las nueces no peladas en un baño de agua, las nueces inmaduras flotarán, las nueces maduras descenderán.

Las nueces que flotan deben ser revisadas ya que nueces maduras con poco porcentaje de agua igual pueden flotar. Por eso las nueces que flotan se pelan y se las vuelve a poner al agua. Si se hunden son inmaduras o dañadas. Nueces maduras peladas flotan por su alto contenido de grasa.

Nueces con cáscara por lo general son entregadas en forma inmediata o almacenadas en silos con ventilación permanente y así secadas de 25 a 10% de humedad.

Nueces de *M. tetraphylla* y de *M. integrifolia* se procesan por separado. Nueces de árboles no mejorados son difíciles de tratar por causa de su variada calidad, estas pueden ser usadas para consumo propio.

## 3 Especificaciones del producto

### 3.1 Pepas de Macadamia

#### 3.1.1 Procesamiento

La pepa de la Macadamia se encuentra por su fino aroma, su sabor y textura entre las mejores y más finas nueces del mundo llegando a tener un alto valor comercial. Se negocia en distintas clases de calidad y se usa en la industria de snacks, de dulces, chocolates y productos de repostería.

A continuación se describen las etapas en el tratamiento de las nueces de la Macadamia.

- **Secado**

Rápidamente después de la entrega se secan las nueces en la planta de procesamiento a un porcentaje de humedad de 1,5 % . Esto es un requisito necesario para cascar la nuez fácilmente sin hacer mucho daño a la pulpa. También se evita que restos de la pulpa se queden pegados a la cáscara, lo que es un requisito indispensable para el almacenamiento y la obtención de un tostado óptimo. El secado tarda, dependiendo de la temperatura, de 31 a 270 horas.

- **Pelado**

Las cáscaras extremadamente duras de la Macadamia por lo general se cascan mecánicamente con cilindros en forma de V rotando. Las nueces de 12 a 35 mm de tamaño son adecuadas. Para cascar a mano se necesitan rompenueces especiales, también se pueden usar martillos sencillo. El rendimiento en pepa llega a ser aproximadamente el 30 - 40%.

- **Tostado**

El procesamiento más importante es el tostado hasta llegar al color deseado. La pepa de la Macadamia se puede tostar seca a 135° C, en aceite de Macadamia, aceite de soya parcialmente hidratada o aceite de coco desodorizado, siempre a 136° C y en 12 - 15 minutos.

El aceite de soya en relación al de coco tiene la ventaja de que no ocupa el lugar del ácido graso no saturado en la pepa.

Tostar seco en tambores de acero inoxidable con aire caliente y sin grasa solamente es posible con *M. integrifolia*. El alto contenido de azúcar en *M. tetraphylla* se carameliza al tostar, pero aunque tiene buen sabor no tiene buena presentación (se pone color marrón).

- **Limpieza y clasificado**

La limpieza y clasificación de la pulpa se puede lograr con diferentes métodos, por ejemplo con trilladora, soplando y por separación electrónica por el color. Todos estos tienen a la separación manual como última y determinante etapa. Se puede

llegar a tener una idea sobre el contenido de aceite en la pulpa si se deja esta en baño de agua o sal por la capacidad de flotar que tiene. Así se clasifican en las siguientes clases:

- Clase 1.** Peso específico < 1,00. Contenido de aceite > 75%.  
Esta pepa queda entera para consumir.
- Clase 2.** Peso específico 1,00 - 1,02. Contenido de aceite 75 - 71%.  
Esta pepa es usada normalmente para dulces y productos de repostería.
- Baja Calidad.** Peso específico >1,02. Contenido de aceite < 71%. No se tuestan, se usan para la fabricación de aceite de Macadamia.

Antes de empaquetar se quitan cuerpos extraños (piedritas, restos de cáscaras). Las pepas se separan por las siguientes clases de tamaños ("styles"), los cuales describen el porcentaje de pulpa entera en una unidad. Como medida para el tamaño de la pulpa se usa el diámetro en mm.

Style no.	Name	Description
0	Super Macs	min. 95% large whole kernels
1	Wholes	min. 90% whole kernels
2	Wholes and Halves	min. 50% whole kernels
3	Cocktail	min. 15% whole kernels and min. 90% half and larger
4	Tidbits	min. 80% half kernels, max. 5% wholes (size min. 9 mm)
5	Large diced	industrial roasted product (size 9-12 mm)
6	Chips	suitable for industrial use (size min. 5 mm)
7	Bits	industrial roasted product (size 3-6 mm)
8	Fines	suitable for industrial use (size smaller than 3 mm)

La pepa de Macadamia no debe ser tratada con Methylbromid, Oxido de etileno o rayos ionizados.

### 3.1.2 Requerimientos de calidad

A continuación se presentan algunas características de calidad de pepas de macadamia incluidos sus grados de exigencia, mínimos y máximos. Principalmente las normas legales o también los importadores son quienes imponen dichas exigencias. Importadores y exportadores, sin embargo, pueden acordar grados mínimos y máximos diferentes de los presentes, siempre y cuando éstos se encuentren dentro el marco que imponen las normas legales.

Determinantes de calidad	Grados mínimos y máximos
--------------------------	--------------------------

Aspecto externo	específico según clase de calidad
Sabor y olor	Específico del tipo, fresco, no rancio, no enmohecido
Pureza	Libre de agentes externos como arena, piedrecillas, restos de fibra, insectos, etc.
número peróxido	max. 1,0 equivalentes por mil de peróxido de hidrógeno pro kg de grasa
ácidos grasos libres	máx. 1, %
<b>Residuos</b>	
Pesticidas	No detectable
Bromuro	No detectable
Oxido de etileno	No detectable
<b>Metales pesados</b>	
Plomo (Pb)	Máximo 0,50 mg/kg
Cadmio (Cd)	Máximo 0,05 mg/kg
Mercurio (Hg)	Máximo 0,03 mg/kg
<b>Microorganismos</b>	
Gérmenes en total	Máximo 10.000/g
Levaduras y mohos	Máximo 500/g
Enterobacteriaceae	Máximo 10/g
Escherichia coli	No detectable
Staphylococcus aureus	Máximo 100/g
Salmonelas	No detectable en 25 g
Coliformas	Máximo 10/g
<b>Micotoxinas</b>	
Aflatoxina B <sub>1</sub>	Máximo 2 µg/kg
Suma de las aflatoxinas B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub>	Máximo 4 µg/kg

Con el objeto de satisfacer las exigencias de calidad y de evitar la eventual contaminación de las pepas de macadamia, el procesamiento se deberá efectuar en condiciones de absoluta higiene y limpieza. A continuación algunas recomendaciones a seguir:

- El equipamiento (lavatorio, cuchillería, etc.), las superficies de trabajo y secado (rejillas, esterillas, etc.), los espacios y almacenes de la empresa se deberán limpiar periódicamente.
- El personal trabajará en buen estado de salud y dispondrá de instalaciones donde pueda lavarse su cuerpo y sobre todo las manos (lavaderos, inodoros, etc.), y portará ropa de trabajo limpia y lavable.
- El agua que se use para la limpieza deberá estar libre de heces fecales y otros contaminantes.
- La eventual tenencia de animales obligará a cuidar que tanto animales como sus excrementos no entren en contacto con el producto

### **3.1.3 Empaque y almacenaje**

#### **Empaque de unidades grandes (bulks)**

Las pepas de macadamia para su exportación a Europa se empacan principalmente en envases de 10 kg o 20 kg, hechos de folios de material encogible (p.ej.: de polietileno o de polipropileno), materiales que no permiten que penetre vapor de agua. Todo ello en unidades grandes (bulks). Antes del sellado el producto puede recibir una aplicación de gas protector (p.ej. nitrógeno) o directamente ser sellado al vacío (vacuum packing, and/or nitrogen flushing) para evitar que el contenido se vuelva rancio.

#### **Empaque de venta**

Si las pepas de macadamia se empacan ya en el país de origen en pequeñas unidades destinadas al consumidor final, su envase deberá cumplir las siguientes funciones:

- Proteger al producto contra pérdida de aroma y absorción de olores y sabores indeseados (protección del aroma).
- Proteger el contenido quebradizo contra daños.
- Ofrecer suficiente conservabilidad, lo que implica que deberá impedir tanto la pérdida como la absorción de humedad.
- Contener un espacio para poder publicitar las informaciones específicas del producto.

Se podrían utilizar los siguientes **materiales de envase**:

- Latas de aluminio
- frascos de vidrio
- redes para nueces en cáscara

#### **Embalaje para el transporte**

Para el transporte de unidades grandes o de envases pequeños destinados al consumidor final se necesita un embalaje especial. En la selección de este embalaje se deberá observar lo siguiente:

- El embalaje de transporte, p.ej.: de cartón, será tan sólido que las unidades grandes ni los envases pequeños puedan sufrir daños por presión externa.
- Sus dimensiones y medidas se elegirán de tal forma que el contenido -sean unidades grandes o envases pequeños- esté bien firme y no pueda moverse durante el transporte.
- Sus dimensiones y medidas se adecuarán a dimensiones y medidas tanto de las paletas como de los contenedores de transporte.

### **Identificación de los embalajes de transporte**

Los embalajes deberán estar marcados con los siguientes datos:

- Nombre completo y dirección del productor/exportador, país de origen.
- Denominación y clasificación del producto.
- Año de cosecha
- Peso neto, unidades
- Número de caja
- Lugar de destino, con dirección del comerciante, importador.
- Clara identificación de calidad biológica del producto<sup>19 20</sup>.

### **Almacenaje**

Nueces en su cáscara se pueden guardar 4 semanas a 10 % de humedad con ventilación constante, sin embargo debería preverse de procesarlas lo más antes posible.

Nueces para consumo propio se pueden conservar en lugar seco y aerado evitando el contacto directo con el sol, para eso se lo apila con una altura máxima de 25 cms. y se voltea una vez a la semana.

Nueces con cáscara y pulpa se puede conservar en envases impermeables al aire, hasta 6 meses si existe un porcentaje óptimo de humedad de 1,5 %. Si la temperatura está entre los 1 - 4° C se las puede conservar hasta los 12 meses, El moho se evitará de la siguiente manera;

- a) Temperaturas menores a 7° C
- b) Humedad relativa del ambiente menor a 20 %.

Una vez empacadas, las pepas de macadamia se almacenarán en espacios protegidos del sol, a temperaturas bajas (menos de 18° C.) y baja humedad ambiental.

---

<sup>19</sup> La denominación específica como producto ecológico (etiquetado) debe tomar en cuenta los reglamentos legales del país de importación. Una información actual sobre la denominación de productos ecológicos esta disponible en su organismo de certificación. El reglamento para la agricultura ecológica de la Union Europea (CEE) 2092/91 deberá aplicar para exportaciones a Europa.

<sup>20</sup> En la elaboración de productos ecológicos se garantizará que la mercancía no sufrió contaminación alguna (tal como se especifica en las Normas) ni durante su elaboración, empaque, almacenaje ni durante su transporte. Por esta razón los productos reconocidos como ecológicos deberán llevar denominación específica, claramente marcada.

Si se almacenan en un depósito mixto, los productos convencionales y biológicos serán debidamente separados para evitar confusiones. La mejor forma de lograrlo es adoptando las siguientes medidas:

- Información y capacitación específica del personal
- Marcación específica de los silos, paletas, tanques, etc. que se encuentran en los depósitos
- Hacer distintivos usando colores (p.ej.: verde para producto ecológico)
- Efectuar por separado el control de ingresos y egresos (Libro de almacén)

Está terminantemente prohibida la protección de almacenes mixtos con sustancias químicas (p.ej.: gasificación con bromuro metílico). Se evitará, en lo posible, la tenencia de productos ecológicos y convencionales en un depósito.