

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMA  
AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL



COOPERACIÓN ESPAÑOLA

PROYECTO DE GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA  
DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS PARA LA PRODUCCIÓN  
DEL NONI (*Morinda citrifolia L*), EN PANAMÁ

# MANEJO ECOLÓGICO DEL CULTIVO DE NONI

**Ing. Miguel A. Acosta**  
**Investigador - IDIAP**

Panamá, Junio 2003

## ANTECEDENTE

Las plantas del género *Morinda* están distribuidas en las zonas tropicales del mundo. La misma incluye alrededor de 80 especies, algunas utilizadas como plantas ornamentales y otras en la producción de jugos medicamentos y en la obtención de colorantes. El origen de la especie *citrifolia* abarca una amplia extensión de tierra que va desde la India hasta el norte de Australia. En el Caribe americano, a lo largo de la costa centroamericana, existe un área destinada a proteger una de las biodiversidades más ricas del mundo, en donde se reportan un sinnúmero de plantas con extraordinarias propiedades curativas. Esta región, conocida como el Corredor Biológico Mesoamericano, posee cerca del 8% de la biodiversidad biológica del planeta, por lo que ofrece las mejores condiciones agroclimáticas para el crecimiento, desarrollo y fructificación de plantas de incalculables beneficios.

En Panamá, la especie *citrifolia* es de reciente introducción, puesto que fue traída de la isla de Hawaii al inicio del siglo 20, por botánicos norteamericanos del Jardín Botánico Summit y distribuida en todo el territorio nacional como planta ornamental. En el Caribe panameño, la especie *Morinda citrifolia* L. se localiza en la Isla de Colón y la Laguna de Chiriquí, en la provincia de Bocas del Toro; la Isla Escudo de Veraguas, en la provincia de Veraguas; las comunidades de Río Indio, Salud, Piña, Viejo Chagres y el Lago Gatún, en la Costa Abajo de Colón; María Chiquita, Portobelo, La Guaira, Nombre de Dios y Palmira, en la Costa Arriba de Colón. El río Aligantí y algunas islas del archipiélago de San Blas se encuentran cubiertas con noni. En la provincia del Darién, las comunidades indígenas de Paya y Mortí, presentan bosquecillos silvestres de noni. En las comunidades de Alanje, San Andrés y Gualaca, en la provincia de Chiriquí existen plantaciones comerciales de noni. En las provincias de Coclé y Panamá Oeste las plantaciones comerciales de noni están ubicadas en las comunidades de Río Hato, Churuquita Grande, Santa Clara, San Carlos y Nuevo Emperador. En Panamá Este hay una plantación comercial de noni de gran envergadura, ubicada en la comunidad de Cañita.

El noni panameño, considerado como un producto ecológico, se cultiva en las áreas protegidas y

propósito de este manual es poner a disposición de extensionistas y productores, las alternativas agronómicas generadas en el cultivo de noni, por los investigadores de IDIAP.

## **REQUERIMIENTO AGROECOLÓGICO**

Un requisito fundamental que debe considerar el productor de noni es el manejo de la información agroclimática para el manejo óptimo de la planta, que puesta en práctica en su finca, le permita a la planta expresar los mayores potenciales de producción de frutos. Antes de tomar la decisión de establecer una plantación comercial de noni, el agricultor debe contar con registros locales de la altura del sitio de producción, la temperatura del aire, el viento, la luz solar, la precipitación pluvial y las características texturales del suelo, como la profundidad, pendiente, drenaje, pH y los requerimientos de nutrientes.

### **1. Requerimientos fisiográficos**

#### **1.1. Altura sobre el nivel del mar**

Siendo el noni una planta propia del trópico, se le ha visto crecer y fructificar hasta los 500 msnm. Sin embargo, en la vertiente del Caribe panameño, las plantaciones silvestres se encuentran a 20 msnm y entre los 10 y 200 msnm, las plantaciones comerciales del Pacífico.

### **2. Requerimientos climáticos**

#### **2.1. Temperatura del aire**

El máximo crecimiento y desarrollo del árbol de noni se observa en aquellas zonas del país donde se registran temperaturas diurnas que fluctúan entre los 25 y 30 °C, condición térmica muy particular del centro de origen de la especie en mención.

Es importante considerar que cuando la temperatura del aire supera los 30 °C, se produce un efecto negativo directo en la planta de noni. Las altas temperaturas incrementan en tal magnitud los procesos fisiológicos, que la planta pierde volúmenes considerable de agua por evapotranspiración. De igual manera, la pérdida de humedad en el suelo por evaporación, es significativa. Sin embargo, la planta de noni posee mecanismos de defensa contra las altas temperaturas del aire, que consiste en envolver o enrollar las hojas y cerrar los estomas. Este mecanismo de defensa ocurre en las horas de mayor intensidad solar; reduciendo con ello la pérdida de agua por evapotranspiración.

#### **2.2. Viento**

Los vientos calientes desecan el follaje de la planta de noni, hasta el extremo de causar necrosis en hojas y ramas. En las plantaciones cercanas al mar, las gotas de agua salina arrastradas por el viento a gran velocidad, chocan y se depositan sobre el follaje, provocando en las hojas quemaduras de consideración.

Durante la estación seca, las plantas expuestas a fuertes y constantes vientos, sufren rasgaduras en las hojas, caídas de flores, reducción en la población de insectos polinizadores, evapotranspiración excesiva, caída de frutos y una reducción en el número y peso del fruto. Una manera de contrarrestar los daños ocasionados por los vientos, consiste en cubrir la plantación de noni con árboles de gran altura cuyo propósito es la de establecer una cortina o barrera rompeviento. Por lo general, para establecer cortinas rompevientos se utilizan entre tres y cinco hileras de árboles, en el sistema de siembra conocido como tribolillo. El árbol de Eucalipto, es el más utilizado como barrera rompeviento.

### **2.3. Luz**

La luz solar es el factor climático que afecta en forma directa el crecimiento, desarrollo y fructificación de la planta de noni, una vez culminada la labor del trasplante definitivo. Por todos es sabido que la fotosíntesis depende directamente de la luz y es a través de ella, que la planta elabora los azúcares necesarios para crecer, desarrollarse y fructificar.

Al inicio el noni fue considerado como una planta muy propia del sotobosque. Sin embargo, las plantaciones que han sido cultivadas a exposición solar, han expresado las mayores producciones de frutas. Un efecto contrario se ha observado en plantaciones que han crecido debajo de plantaciones maderables, palmeras de coco, plátano y banano. En condición de semisombra la planta de noni apenas logra captar un 50% de luz solar, favoreciendo el alargamiento expresivo del tallo en detrimento de la producción de flores y frutos. Bajo estas condiciones, también se ha podido observar una reducción considerable de insectos polinizadores, importantes en la producción y productividad de la planta de noni.

### **2.4. Precipitación pluvial**

El agua y la fotosíntesis determinan el crecimiento y desarrollo de la planta de noni. Entre las funciones del agua se mencionan: 1) Reactiva la fotosíntesis; 2) es el medio de transporte de los nutrientes; y 3) regula la temperatura de la planta. Durante la estación seca, las plantaciones comerciales de noni en el Pacífico están expuestas a largos períodos de estrés hídricos; fenómeno atmosférico que en muy contadas ocasiones ocurre en el Caribe.

También es importante señalar el efecto negativo que causa la saturación de agua en el suelo a la planta de noni, durante un período de tiempo prolongado. En el Caribe, las constantes y prolongadas lluvias, son la causa principal de la saturación de agua en el suelo, en especial en aquellas áreas aledañas a la costa y que son afectadas por la marea. La presencia permanente del agua en el suelo, ocasionan en primera instancia, una deficiencia de oxígeno en las raíces y posteriormente en toda la planta; hasta provocar su muerte. Cuando se tiene esta situación, es importante construir canales de drenaje bastante profundos.

La planta de noni parece adaptarse muy bien en aquellas zonas donde existen registros de precipitación superior a los 2800 mm anuales. Aquellas áreas donde la precipitación pluvial por debajo de este índice de requerimiento, es necesario que el cultivo cuente con un sistema de riego.

### **3. Requerimientos edáficos**

#### **3.1 Textura**

En el país, la planta de noni crece en suelos de diferentes texturas. Sin embargo, los árboles más desarrollados y productivos se encuentran en suelos de textura arenosa muy cercanos a la costa. También existen plantaciones de noni creciendo en suelos rojos arcillosos, ácidos y altamente saturados de aluminio (Al); y en suelos grises esmectíticos cuyos contenidos de hierro y manganeso, son bastante considerables. Los suelos de textura franca, son ideales para establecer una plantación comercial de noni, ya que su estructura porosa facilita el crecimiento y desarrollo de las raíces, y almacenan el agua y los nutrientes en forma eficiente.

#### **3.2. Profundidad y drenaje del suelo**

Otros requerimientos edáficos de gran importancia son la profundidad y el drenaje del suelo. Cuando los suelos son profundos la raíz principal de la planta crece y penetra sin obstáculo, permitiendo a la planta de noni sostenerse y extraer de los estratos inferiores del suelo, los nutrientes requeridos. En cuanto al drenaje, la planta de noni es muy sensible al encharcamiento, y sobre todo cuando el nivel freático se mantiene permanentemente sobre la superficie del suelo. Cuando ocurre esta situación, se observan en el follaje signos de clorosis, muy particular cuando ocurre una deficiencia de nitrógeno.

La construcción de canales de drenaje constituye una actividad imprescindible, en particular cuando las parcelas presentan una topografía plana y problemas de manto freático en la superficie del suelo. Para sacar el agua de escorrentía o del manto freático a la mayor velocidad posible, se deben construir canales secundarios a distancias que no excedan los 25 metros. Estos canales deben vertir las aguas de escorrentía y residual a un canal principal o colector, construido paralelamente y con suficiente profundidad y declive, como para evacuar las aguas por gravedad.

#### **3.3. pH**

La planta de noni no parece reaccionar en forma negativa a la acidez del suelo, ya que se han observado plantaciones creciendo en suelos con pH inferiores a 5. Sin embargo, para establecer un cultivo de noni se prefieren suelos ligeramente ácidos (entre 5.5 y 6.8 de pH). Como cualquier especie halófila, la planta de noni tolera la salinidad. Prueba de ello es que en el Caribe panameño, las plantas de noni crecen muy cerca de la costa y en las zonas de manglares, donde las concentraciones de sodio (Na) son extremadamente altas.

#### **3.4. Pendiente**

Al establecer un cultivo de noni se deben escoger preferiblemente aquellas parcelas con pendientes que no superen el 10%. Cuando el cultivo se establece en parcelas escarpadas, las labores de cultivo, la cosecha y el transporte de la fruta del campo al sitio de acopio se dificultan; a tal punto que los costos de producción se incrementan, con respecto a las plantaciones de noni ubicadas en terrenos completamente planos.

### 3.5. Nutrientes

El suelo de por sí es un reservorio de nutrientes y como tal debe poseer además las mejores propiedades físico químicas y biológicas, que asegure el crecimiento y desarrollo de la planta. Para ello resulta imprescindible estimular y preservar en el suelo y la fauna microbiana. Desde el punto de vista ecológico, son dos los elementos importantes que sustentan el manejo físico, químico y biológico del suelo. El primer elemento consiste en incorporar materia orgánica; y como segundo elemento a considerar, consiste en utilizar las leguminosas como cultivo de cobertura; que además de aportar al suelo materia orgánica, nitrógeno y otros nutrientes, lo protege de la erosión hídrica.

Otros elementos a considerar en el manejo ecológico del suelo consisten en: 1) Mejorar las condiciones de drenaje para oxigenar del sistema radicular de la planta; 2) mantener la humedad a capacidad de campo; 3) crear las condiciones óptimas de pH y temperatura del suelo; y 4) estimular a nivel del suelo el crecimiento de los microorganismos.

El uso de las leguminosas alimenticia y de cobertura, aseguran la disponibilidad de material orgánico y nutrientes en las plantas de noni, mediante la transformación que realizan los microorganismos sobre el follaje depositado en el suelo.

### MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

La planta de noni del género *Morinda* y la especie *citrifolia*, es miembro de la familia *Rubiaceae*, como también los son el borjón y el café. Es un arbusto o árbol pequeño, que a los 20 años logra una altura de seis metros y es cuando alcanza su madurez productiva. Su crecimiento es erecto, compuesto de un tallo principal de donde se desprenden cuatro ramas angulares y glabras. Las ramas secundarias poseen nudos separados de donde emergen los racimos florales. Posee una raíz principal o pivotante, de donde se desprenden las raíces secundarias. Su capacidad de penetrar en el suelo es impresionante.

#### Hoja

Las hojas son opuestas de 12 a 28 centímetros de largo y de 7 a 16 centímetros de ancho. Son agudas en el ápice y cuneiformes (forma de cuña) en su base, de color verde oscuro y glabras tanto en el haz como en el envés. Posee un pecíolo alado, de 12 a 20 milímetros de largo y 2 milímetros de diámetro.

#### Inflorescencia

Las flores son sésiles y se unen en la base del capítulo. La corola es de color blanca carnosa, compuesta de cinco lóbulos. La parte interior de la corola presenta pilosidades, mientras que la parte exterior es glabra. El cáliz es un tubo cilíndrico de donde emergen los estambres. El cáliz está compuesto por cuatro o seis estambres ligeramente separados, en la base de la corola. Las anteras se encuentran enroscada en los ápices de los estambres y son las estructuras donde se produce el polen. El estigma es el órgano receptor del polen y se encuentra ubicado en el interior

del cáliz. Esta ubicación del estigma en el caliz, limita en gran medida la polinización de la flor, de no intervenir los insectos polinizadores.

### **Infrutescencia**

El noni es un fruto compuesto formado por ovarios o carpelos unidos. Los carpelos individuales se distinguen fácilmente por las marcas en las paredes carpelares. Cada carpelo presenta un pequeño círculo u “ojo”, que no es más que la cicatriz del cáliz o el disco ovarial que queda después de la caída de la flor.

Una vez que se desprende la última flor, el crecimiento de la infrutescencia es bastante rápido, sin embargo, depende de las condiciones de humedad que imperen en el lugar. Este período toma alrededor de 40 días. Las infrutescencias son globosas, a veces deformes, cuyo peso puede variar de 50 a 300 gramos. Cuando la infrutescencia alcanza la madurez fisiológica adquiere una coloración blanca conocida como “punto de porcelana”. Pasado tres días, la infrutescencia adquiere un color entre amarillo pálido a transparente, lo que indica que esta lo suficientemente madura y lista para despulpar.

### **Semilla**

La semilla es discoidal, de 0.4 a 0.6 centímetros de diámetro y de color marrón, provista de una bolsa de aire que le permite flotar en el agua. Cada carpelo produce cuatro semillas, sin embargo, el número total de semilla en la infrutescencia va a depender del número de carpelos. La viabilidad en la semilla de noni depende de tres factores básicos: 1) El peso de la infrutescencias; 2) el método de separación o extracción que se utilice; y 3) el tiempo de almacenamiento.

## **EL MANEJO ECOLÓGICO DEL CULTIVO DE NONI**

Al contrario de lo que suele informarse, no necesariamente la falta de recursos materiales es el factor que más incide en las actividades de producción agropecuaria de los productores panameños. No están conscientes de que ellos mismos pueden solucionar muchos de sus problemas productivos y económicos. Tanto es así, que en sus propias fincas están disponibles los recursos necesarios para iniciar su autodesarrollo. Un aspecto importante es que los productores no cuentan con la suficiente información tecnológica para identificar las causas internas que originan sus problemas y en consecuencia no le brindan la importancia que merecen. Le dan mayor importancia a las causas externas, abocándose a la búsqueda infructuosa de insumos y agrotecnologías foráneas, para intentar sin éxito la solución de los problemas de producción. Cuando la búsqueda resulta infructuosa, caen innecesariamente en la pasividad, apatía y fatalismo; en el ciclo vicioso conocido como “subdesarrollo”.

Si consideramos al noni como una planta homeopática, la producción sostenible debe enmarcarse dentro de una agricultura eminentemente limpia. La producción sostenible del cultivo de noni pretende mantener la productividad del cultivo en el tiempo, a través del uso de prácticas agronómicas que mejoren la eficiencia biológica del sistema y su capacidad productiva, preservar la biodiversidad y trabajar para que esta se autosostenga y se autoregule.

Para producir noni bajo el enfoque ecológico, se requiere que extensionistas y productores adquieran un poco de conciencia ambiental y voluntad ciudadana, que sigan al pie de la letra cada una de las alternativas u opciones tecnológicas que les brinda este documento. Cada una de estas opciones tecnológicas buscan el mejoramiento del suelo, la diversificación de la producción, la modificación de las condiciones microclimáticas para desfavorecer el crecimiento y desarrollo de las plagas y la conservación del agroecosistema. Estas técnicas agroecológicas que se ofrecen son culturalmente compatibles, puesto que toman en cuenta la racionalidad de los agricultores y permiten además combinar los conocimientos tradicionales con los elementos de la agricultura moderna.

## **1. Semillero**

La introducción reciente del noni en el país, conlleva la existencia a nivel local de escasa información relacionada con la confección y manejo del semillero. El éxito en el establecimiento de un cultivo de noni, comienza con el establecimiento del semillero. La semilla para emerger, requiere de un delicado y cuidadoso manejo. Con la implementación del semillero, además obtener plantas bien desarrolladas, busca manejar en forma eficiente las plagas a que son susceptibles.

### **1.1. Ubicación**

La ubicación del semillero es sumamente importante, ya que las plántulas de noni en las horas de la mañana requiere de la mayor luminosidad posible. Cuando las plántulas se mantiene en un ambiente de baja luminosidad los tallos crecen delgados, largos y débiles, fenómeno conocido como “etiología”. El semillero debe estar orientado hacia la salida del sol, de manera tal que los rayos solares penetren los entresurcos, y reducir cualquier exceso de humedad que pueda favorecer el crecimiento y desarrollo de los hongos fitopatógenos propios del almacigo.

### **1.2. Infraestructura**

Por lo general, cuando se va a construir un semillero se debe recurrir preferiblemente a la utilización de aquellos materiales que se encuentren disponibles en la finca, Para la siembra se prefieren cajas de madera, sin embargo, el uso de cajas o bandejas de plástico y de metal, constituyen otras alternativas menos económicas. Las cajas o semilleros deben levantarse sobre una mesa o y/o talanquera.

Tradicionalmente el semillero se construye sobre un cajón de madera de 1.0 metros de ancho por 3.0 metros de largo y 6.0 pulgadas de alto, cubierto en su parte inferior con una lámina de zinc liso perforado; para facilitar la salida del exceso de agua. El cajón debe ser colocado sobre una mesa de 1.25 metros de altura, confeccionada con madera redonda o cañaza. Una forma de evitar que las hormigas cortadoras tengan acceso al semillero, es colocar en cada pata de la mesa un recipiente con insecticida.

### **1.3. Substrato**

Cada viverista tiene preferencia por un substrato en particular, que van desde el uso de un tipo de suelo, mezclas de suelos en igual o diferentes proporciones y material orgánico. En años recientes, se ha generalizado el uso del substrato sintético. Sin embargo, en lo que parecen coincidir los viveristas es en el enriquecimiento del substrato, mediante la inclusión de cualquier material de origen orgánico.

Durante la emergencia, la plántula de noni se nutre exclusivamente de los carbohidratos almacenados en la semilla. Este período se extiende hasta que la plántula emite la cuarta hoja funcional (entre 30 y 40 días), y se realice el trasplante a la bolsa. Durante este período la plántula no está en capacidad de absorber los nutrientes que pueda estar disponibles en el substrato. Más bien, el substrato además de económico, debe ser lo suficientemente poroso como para facilitar la extracción de la plántula y reducir el deterioro del sistema radicular en el momento de la extracción. Bajo esta premisa, la arena constituye el substrato más apropiado para el manejo del semillero. Seleccionado el substrato, se recomienda desinfectarlo con pases de agua caliente.

### **1.4. Selección y manejo de la semilla**

La reproducción sexual o por semillas es el principal medio de propagación de la planta de noni. Prueba de ello, es la existencia en el Caribe panameño del corredor silvestre de noni, cuya distribución se deba probablemente a esta forma de reproducción.

Para obtener semillas de excelente calidad se debe recurrir a la selección de frutos sanos y bien formados, cuyo peso deben superar los 150 gramos. Cuando se seleccionan frutos grandes o pesados, las semillas genéticamente maduras, alcanzan a los 60 días alcanzan una viabilidad de hasta el 80%.

La separación de la semilla del fruto debe ser manual. Cuando se utilizan medios mecánicos, la viabilidad de la semilla se reduce significativamente. En el proceso de licuado de la fruta, las espas o cuchillas metálicas de la licuadora, rompen las bolsas de aire de las semillas y/o ocasionan pequeñas heridas en la testa o en el embrión. Una vez realizada la siembra, un gran porcentaje de éstas mueren en el proceso de emergencia, por pudrición o por el ataque de los patógenos causantes del mal de almácigo.

Si lo que se quiere es obtener la mayor cantidad de semillas viables, la separación debe hacerse de forma manual. Se debe partir entonces, de la selección de frutos grandes y extremadamente maduros. La separación de las semillas del endospermo se realiza en un recipiente con agua, donde se macera las frutas con las manos. Mediante un colador se cierne el macerado, obteniéndose la mayor cantidad de semillas sin daños físicos alguno. Terminado el proceso de cernido, se lavan o enjuagan las semillas con agua limpia y se escurren en papel de periódico, en un período de 24 horas y a temperatura ambiente. Terminado el período de secado, las semillas estarán lista para la siembra.

Entre más fresca es la semilla, mayor es su viabilidad; y en la medida que pasa el tiempo, su viabilidad se reduce significativamente, independientemente del sistema de almacenamiento que se utilice. Otro aspecto importante en la semilla denoni, es que su viabilidad es bastante irregular, ya que a nivel de campo la emergencia se inicia a partir de los 20 días y se prolonga hasta pasado los 60, días después de sembrada.

### **1.5. Siembra**

La siembra del noni en el semillero, debe hacerse preferiblemente en hileras. La siembra en hilera facilita las labores de limpieza y la extracción de plántulas con el sistema radicular completo. Las semillas se depositan en hileras separadas a 8.0 centímetros y a 3.0 centímetros de profundidad, y se cubren con una capa de arena de 3.0 a 5.0 centímetros de espesor.

El semillero debe permanecer cubierto con pencas u hojas de plátano o banano durante la noche y destapado durante el día. También debe recibir por lo menos dos riegos suaves durante el día, que garanticen la emergencia y crecimiento de las plántulas.

## **2. Vivero**

En el país existen varios tipos de diseños de viveros, que van desde los más sofisticados (casa con techo de plástico, malla alrededor y provista de un sistema de riego por micriaspersión), hasta los rudimentarios (talanquera de madera redonda utilizada en la producción de frutas y hortalizas como granadilla, maracuyá, chayote y cucurbitáceas). El propósito de la construcción del vivero es reducir en las plántulas embolsadas, el estrés hídrico a que son sometidos sus raíces en el proceso de embolsado o trasplante.

De los viveros evaluados, el vivero tipo talanquera ha mostrado la mayor funcionalidad en el manejo del estrés hídrico de las raíces en las plántulas embolsadas. Este tipo de vivero además de proporcionar ingresos adicionales por la venta de frutas y hortalizas, mantiene en su interior, la temperatura ambiental constante y por debajo de los 30 °C durante el día; reduciendo el estrés de los plántones y el número de riego.

El trasplante o embolsado debe hacerse cuando las plántulas en el semillero, emiten la tercera o cuarta hoja. En la actividad se utilizan bolsas de polietileno negro perforadas con capacidad de 2.0 libras de sustrato. Como sustrato se recomienda utilizar la mezcla de una porción de arena, dos porciones de suelo franco y una porción de bocashi. El bocashi tiene la función de mejorar las características físico químicas del sustrato. Una vez culmine la labor de embolsado, los plántones deben ser colocados ordenadamente dentro del vivero, en donde recibirán todos los cuidados que se requieran. Además de suministrar diariamente a las plántulas un riego suave, también deben recibir una aspersión de un fertilizante foliar al 5% (5.0 cc / litro de agua), cada 15 días, con el propósito de suplir a las plantas las necesidades de macro y micronutrientes. La aspersión foliar de nutrientes en los plántones de noni han garantizado un crecimiento de hasta 40 centímetros de altura, en 90 días después del embolsado.

### 3. Selección y preparación del terreno

Para establecer un cultivo de noni se prefieren terrenos planos, de textura franca y con drenaje entre moderado a bueno. La preparación del suelo comienza con el corte manual o mecánico de la vegetación y su posterior distribución uniforme en la superficie de parcela a manera de cobertura. Posteriormente, se procede a marcar o estaquillar la parcela para la perforación de los huecos, de acuerdo a la distribución espacial programada.

### 4. Siembra o trasplante

#### 4.1. Distribución espacial y densidad de siembra

Antes de seleccionar la distribución espacial de siembra, se debe considerar el sistema de producción (asocio o monocultivo). Sin embargo, para el caso del noni se debe iniciar con una población de 10 000 plantas por hectárea. Esta recomendación técnica se basa en la concepción de que la producción de frutos es directamente proporcional al número de plantas productivas. En la medida que ocurran incrementos en el número de planta por unidad de superficie, ocurrirán incrementos en la producción de frutos; como se puede observar en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Producción de frutos de noni versus la población de plantas por hectárea.**

Distribución espacial Metros		Población Plantas/ha miles	Producción de frutos kg/árbol	Producción de frutos ton/ha
Distancia hileras	Distancia plantas			
1.00	1.00	10 000	14.23	142.3
2.00	2.00	2 500	8.32	20.8
3.00	3.00	1 100	4.39	4.8

Fuente: IDIAP, Panamá, 2003.

#### 4.2. Hoyado

Una vez que se marca la parcela, se construyen los huecos. Para el caso del noni, se recomiendan hoyos de 20 centímetros de diámetro y 30 centímetros de profundidad. En suelos arcillosos y compactados, el hoyado tiene que ser mecánica y para ello se recomienda el uso del taladro helicoidal; y en suelos francos, la operación tiene que ser manual mediante el uso de herramientas como la coa y la pala coa.

#### 4.3. Siembra o Trasplante definitivo

El trasplante definitivo de la plántula de noni en el campo, se prefieren plantas de tallos fuerte y leñosos, con follaje exuberante y con alturas que superen los 40 centímetros. En el trasplante definitivo se recomienda el uso de la técnica del enarenado, que consiste en estratificar el suelo en forma de capas, mediante la utilización de diferentes materiales. Una vez construido el hoyo, la primera operación consiste en adicionar entre 2.5 y 3.0 libras del material orgánico o abono; seguido de una capa de suelo con la cual se acuña la plántula y la última operación consiste en

adicionar una capa de arena de aproximadamente 10 centímetros de espesor. De esta manera se consigue un suelo de tres estratos muy diferentes entre sí, tanto física como químicamente.

En los enarenados clásicos, la arena imprime velocidad a la infiltración del agua. El bajo calor específico de la arena, acelera el calentamiento y enfriamiento de los estratos y su porosidad encierra una gran masa de aire que actúa como aislante térmico; evita que durante el día el suelo alcance altas temperaturas y se enfríe excesivamente durante la noche. Entre las ventajas que presenta la técnica del enarenado, se mencionan: 1) Reduce la incidencia de las enfermedades causadas por los patógenos del suelo; 2) prolonga la efectividad de la rodaja; 3) acelera la madurez fisiológica en los frutos; y 4) incrementa la productividad de los árboles.

El trasplante definitivo de la plántula de noni en el campo mediante la técnica del enarenado, se resume en cinco pasos básicos: 1) Adicionar en el fondo del hoyo 2.5 y 3.0 libras del abono fermentado bocashi; 2) adicionar una capa delgada de suelo sobre el bocashi, para reducir el contacto que pueda darse entre éste y las raíces de la plántula; 3) desprender la bolsa del plantón; 4) colocar la plántula dentro del hoyo y afirmarlo con el suelo extraído en el hoyado; y 5) adicionar seguidamente una capa de arena de aproximadamente 10 centímetro de espesor hasta formar un montículo pequeño alrededor de la base del tallo.

## **5. El manejo de las malezas**

El concepto “maleza” existe sólo en la mente humana y tiene relación directa con las actividades que el hombre desarrolla. En la naturaleza no existen malezas. Tampoco desde el punto de vista botánico o taxonómico puede concebirse el término maleza.

Desde el punto de vista agronómico una planta se considera maleza, cuando inoportuna o dificulta el crecimiento de las plantas cultivadas. La palabra maleza tiene un significado relativo, ya que las plantas nobles pueden, bajo ciertas circunstancias, pueden ser consideradas como malezas. De acuerdo con lo anterior y en sentido universal, maleza es cualquier planta fuera de lugar.

### **5.1. Ecología de las malezas**

Las malezas presentan, en diferentes grados, una o varias de las siguientes características: 1) Espontaneidad; 2) adaptación al medio; 3) fácil propagación sexual y vegetativa; 4) latencia; 5) facilidad de dispersión; 6) alto poder germinativo; 7) alta eficiencia en el uso del suelo, agua, CO<sub>2</sub> y luz; 8) alta eficiencia competitiva respecto a otras plantas; y 9) alelopatía.

Como la supresión de las malezas se traduce casi siempre en un incremento en el rendimiento de los cultivos, existe la tendencia a despreciar el papel que ellas desempeñan en los ecosistemas. Por ejemplo: 1) Preservan el suelo de la erosión; 2) sirven de alimento y abrigo a los animales incluida la entomofauna benéfica; 3) son útiles desde el punto de vista médico; 4) suministran materia orgánica y reciclan los nutrientes del suelo; 5) constituyen una reserva genética de valor incalculable; y 6) tiene valor estético y ornamental.

## **5.2. Problemas ocasionados por las malezas**

Las malezas causan dos tipos de problemas a los cultivos: los directos y los indirectos.

### **5.2.1. Problemas directos**

El problema directo más importante es la interferencia en el desarrollo del cultivo, conocido como competencia. Las malezas compiten ventajosamente con el cultivo por luz, agua, nutrientes, CO<sub>2</sub> y espacio.

El cultivo de noni debe permanecer libre de competencia con las malezas durante los primeros 350 días posterior al trasplante definitivo o en campo. La presión que ejercen las malezas durante la época crítica de competencia, tienden a retardar el crecimiento de la planta y en el peor de los casos causar su muerte.

### **5.2.2. Problemas indirectos**

La maleza manisuris (*Rottboellia cochinchinensis* L. W. Clayton) hospeda algunos patógenos, destacándose el hongo *Colletotrichum sp.* agente causal de la enfermedad conocida como antracnosis. La batatilla (*Ipomoea sp.*) coloniza rápidamente la planta de noni, impidiendo a los insectos realizar la labor de polinización de las flores. Otra especie, es el bledo espinoso (*Amaranthus spinosus*), que posee tal cantidad de espinas, que causan a los recolectores de frutos daños físicos o reacciones alérgicas, durante la cosecha.

## **5.3. Métodos de manejo**

El manejo de malezas se basa en el principio de crear condiciones ambientales y suelo favorables al cultivo y desfavorables a las malezas. Esto implica el empleo de un conjunto de prácticas manuales, mecánicas y culturales; que beneficien al cultivo e impidan el establecimiento, crecimiento y desarrollo de las malezas.

La selección del método o métodos a aplicar en cada caso específico depende de: 1) Las especies de malezas que componen el complejo; 2) las condiciones ambientales imperantes en el sitio; 3) las características físicas, químicas y fisiográficas del suelo; y 4) la disponibilidad de mano de obra.

### **5.3.1. Manejo manual**

Para el caso del noni, se recomiendan por lo menos dos deshierbas al mes. Una vez que las plantas han superado el período crítico de competencia, y cubierto los entresurcos, la deshierba se puede reducir a una actividad por mes. En síntesis, el manejo manual de malezas será efectivo en la medida que haya disponibilidad de mano de obra.

### 5.3.2. Manejo mecánico

El manejo mecánico de las malezas se refiere a aquella práctica que hace uso de equipos después del trasplante definitivo de las plántulas en el campo. Esta práctica solo es factible en siembras en hileras y en terrenos de poca pendiente. La maquinaria que se recomienda para el manejo de las malezas en el cultivo de noni, es la desbrosadora; puesto que además de reducir el tiempo de desbrosado, utiliza un mínimo de mano de obra.

### 5.3.3. Manejo cultural

El éxito del manejo cultural de malezas en el cultivo de noni, conlleva la utilización en el trasplante de plántulas vigorosas, que compitan en igualdad de condiciones por luz, agua, espacio y CO<sub>2</sub>.

La época de trasplante puede influir en la intensidad de manejo de las malezas. Si la plántula de noni se trasplanta al inicio de la estación lluviosa, cuando el complejo de maleza es abundante, el agricultor necesita intensificar el manejo de las mismas. Si el cultivo se establece poco antes del período de sequía, la presión de las malezas disminuye considerablemente. Las malezas tampoco serían problemas si el trasplante se realiza al final de la estación seca. Cuando se reinician las lluvias, las plantas de noni han cubierto parte de la superficie, antes de que las malezas germinen y cubran los entresurcos.

Otra forma de manejar las malezas después del trasplante, consiste en asociar el cultivo de noni con leguminosas alimenticias y/o de cobertura. Aún cuando la sombra que produce el follaje de la planta de noni afecta el crecimiento de las leguminosas durante los primeros meses, estas afixian las malezas que logran emerger. Por lo tanto, con este sistema de manejo, se pueden obtener excelentes rendimientos de noni y de frijoles, con un costo mínimo en la supresión de malezas.

### 5.3.4. La confección de la rodaja

La rodaja no es más que aquella área que circunda la base del tallo. La rodaja permite mantener la base del tallo libre de malezas y afectiva, la técnica del enerenado.

## 6. Manejo de los insectos plagas

El único insecto plaga de importancia económica en el cultivo de noni en el país, es la hormiga cortadora conocida también como arriera (*Atta sp.*). Este insecto defolia de tal manera la plántula de noni, que de no mantener un control continuo y efectivo, puede causar la muerte inmediata de la misma.

Siempre se ha considerado al zañago (*Trigona sp. familia Himenoptera*) como un insecto plaga, quizás porque en algunas ocasiones se le ha visto alimentándose de las yemas de crecimiento y hojas jóvenes de la planta de noni. Sin embargo, esta abeja junto a algunas especies de hormigas, son las encargadas de realizar la polinización en las flores del noni. Es probable que el establecimiento de colmenas de abejas en las plantaciones de noni, ayuden en primera

instancia a elevar la productividad de la planta y a la vez, generar ingresos adicionales con la venta de la miel.

## **7. Nutrición de la planta**

Es difícil encontrar en el país, suelos que contengan una reserva de nutrientes lo suficientemente completa, para suplir las necesidades de la planta de noni. Sin embargo, la planta de noni requiere suplir las necesidades de los siguientes elementos: Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio entre los macronutrientes; el azufre y el hierro, entre los micronutrientes.

### **Nitrógeno:**

La planta de noni responde rápidamente al suministro de nitrógeno. Es el elemento principal del protoplasma en las células vegetales, de allí su importancia en el crecimiento de la planta. Su deficiencia se manifiesta mediante la aparición de signos de clorosis o pérdida del pigmento verde, conocido como clorofila, en el follaje de la planta. El nitrógeno es parte de un sinnúmero de sustancias importantes en el metabolismo de la planta.

### **Fósforo:**

El fósforo también está presente en los procesos metabólicos que tienen lugar en las células de la planta. La deficiencia de fósforo suele ser crítica para la planta de noni, ya que este nutriente forma parte de las moléculas que transforman la energía solar en energía química (formación de fotoasimilados). El fósforo interviene en el crecimiento de la planta (división celular) y su deficiencia retrasa el crecimiento de la planta, principalmente el sistema radicular, y las yemas de crecimiento vegetativo y reproductivo. La adición del fósforo en el suelo, debe hacerse lo más cercano posible al sistema radicular; ya que este elemento en el suelo se mueve muy lentamente.

### **Potasio:**

Aún cuando en los suelos del trópico se reportan la existencia de reservas considerables de potasio, sólo el 1% de está disponible a las plantas. La deficiencia de potasio en la planta se manifiesta a través de una reducción significativa en el contenido de carbohidratos y azúcares de los frutos.

### **Calcio:**

El calcio es tan esencial en la planta como lo es nitrógeno. Las mayores producciones de noni está asociado al contenido de calcio en el suelo, y a la adición de fuentes orgánicas, como la harina de hueso y la harina de caparazón de camarón; cuando está deficiente en el suelo. El calcio está muy ligado a la resistencia de los tejidos vegetales a las enfermedades. Por ejemplo: el problema nutricional conocido como "Vejigón del fruto de noni", está muy ligado a la relación Ca : Mg. Cuando la relación Ca : Mg es menor de 4:1, los signos de vejigón se manifiestan casi en forma inmediata.

**Magnesio:**

Este nutriente es importante en la formación del pigmento verde conocido como clorofila, aunque en el proceso no forme parte de ella. En los tejidos vegetales actúa como activador enzimático. Su deficiencia se manifiesta por la presencia de un amarillamiento en las zonas intervenales de las hojas viejas, que influyen negativamente en la producción de frutos.

**Azufre:** El azufre es el ingrediente principal en la construcción de los aminoácidos (cistina, cisteína y metionina). La deficiencia de azufre afecta el crecimiento de la planta, la emisión de inflorescencias y la producción de frutos.

**Hierro:**

Cuando hay deficiencia de hierro, en las yemas de crecimiento (retoños) de la planta, se observan signos de amarillamiento.

**7.1. Abonos orgánicos**

El noni es un cultivo que ha mostrado responder muy bien a la aplicación de abonos orgánicos como el compost y el bocashi. El abono orgánico no es más que un mejorador de suelo, cuyos nutrientes los aporta el material orgánico que lo forma. De la materia orgánica que contiene el abono, se alimentan insectos, lombrices y microorganismos, que al morir ponen a disposición de la planta los nutrientes. Aporta también micronutrientes pero en pequeñas cantidades, y que por lo general no forman parte de las fórmulas químicas granuladas; también mejora la estructura del suelo como para permitirle almacenar agua. El abono permanece por más tiempo en el suelo y libera los nutrientes a las plantas muy lentamente; mientras que el fertilizante químico corrige una deficiencia en forma rápida. Otra característica muy particular del abono, es que en el proceso de descomposición de la materia orgánica por los microorganismos, no se libera hidrógeno, elemento responsable de la acidificación del suelo.

En el mercado existen un sinnúmero de abonos comerciales, que van desde los abonos compuestos, humus, hasta los abonos fermentados. La planta de noni responde favorablemente a la adición de 2.5 y 3.0 libras de bocashi. Este debe ser incorporado a un lado de la planta en el sistema conocido como media luna. En caso de que las plantas de noni muestren signos de deficiencia de calcio, se recomienda adicionar en el suelo 2.0 y 3.0 libras de harina de hueso o harina de caparazón de camarón, respectivamente.

**8. Manejo de los nemátodos**

Los daños que ocasionan los nemátodos en la planta de noni son notables, ya que en el follaje de la planta se observa síntomas de amarillamiento y retardo en el crecimiento. La mayor concentración de nódulos o agallas producidas por el nemátodo se localizan en el ápice de las raíces, que impiden la absorción del agua y los nutrientes del suelo y además, bloquean el paso ascendente y descendente de estos a otros órganos de la planta.

Los nemátodos agalladores del género *Meloidogyne* se encuentran distribuidos a nivel mundial, afectando el crecimiento de las plantas. De este género, se reportan las especies patogénicas: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla* y *M. salasi*.

Tradicionalmente, los problemas causados por los nemátodos se resuelven con la aplicación de nematicidas químicos muy efectivos, pero inconvenientes por su toxicidad humana y los daños severo que causan al ecosistema. En los últimos años, las enmiendas orgánicas han mostrado ser efectivas en la reducción de la población de nemátodos; como la gallinaza y la harina de caparazón de camarón.

El mecanismo de acción de la gallinaza consiste en que la materia orgánica estimula e incrementa la actividad microbial (algas, bacterias, hongos del género Actinomicetos y otros organismos), y ésta a su vez promueve la actividad enzimática, de tal manera que en el suelo enmendado se acumulan compuestos orgánicos que ejercen acciones de un nematicida biológico.

La enmienda quitinosa como la harina de caparazón de camarón, ha resultado efectiva en el manejo de la población de nemátodos agalladores. Existe evidencia de que la quitina forma parte de la matriz gelatinosa que envuelve la masa de huevos en las especies de nemátodos del género *Meloidogyne*. Por consiguiente, la incorporación de quitina al suelo, estimula el crecimiento de hongos nematófagos consumidores de quitina. Los nematófagos, además de la quitina adicionada al suelo, consumen la quitina que forma parte de la matriz gelatinosa que envuelve la masa de huevos. Una vez que nematófagos consumen la cobertura quitinosa de la masa de huevos, quedan expuestos en la solución del suelo a las condiciones adversas de temperatura y humedad, y a ser parasitados y/o consumidos por otros microorganismos. La dosis por planta de harina de caparazón de camarón a adicionar en la planta, va a depender de la población de nemátodos agalladores que estén presentes en el suelo. Por lo tanto, si no se cuenta con la información sobre la población de nemátodos agalladores en el suelo, se recomienda incorporar en el suelo y a un lado de la planta, 8 onzas de harina de caparazón de camarón, en intervalos de tiempo de 50 días aproximadamente.

## 9. Manejo de las enfermedades

En el semillero se han encontrado los hongos *Colletotrichum sp.*, *Phytophthora sp.* y *Fusarium sp.*, a quienes se le atribuyen la muerte de plántulas de noni en el semillero. La presencia de los hongos *Colletotrichum sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicilium sp.* y *Trichoderma sp.*, en frutos podrido de noni, es muy común. También se ha identificado el hongo *Colletotrichum sp.*, agente causal de la enfermedad conocida como antracnosis; parasitando el follaje de la planta de noni; sin embargo, hasta el presente no se tiene reporte sobre el efecto económico de esta enfermedad en el cultivo de noni.

## 10. Poda

Como parte de la familia *Rubiaceae*, la planta de noni responde a la poda de formación. La poda de formación consiste en suprimir las ramas viejas e improductivas, localizadas en los dos últimos tercios de la planta; hacia una arquitectura triangular tipo arbolito. Con la poda de formación se busca: 1) promover el crecimiento y la productividad de las ramas nuevas; 2)

facilitar las labores de cultivo; y 3) facilitar la recolección y el transporte de los frutos del campo al sitio de acopio.

Otro tipo de supresión que se puede aplicar en cultivos de alta densidad, es la poda de "soca". Cuando el noni se establece en alta densidad, 10 000 plantas por hectárea aproximadamente, y bajo el arreglo espacial de 1.00 metros entre hileras y 1.00 metros entre plantas, el cultivo se cierra de tal manera, que las operaciones de manejo del cultivo y la recolección de frutos, es inoperante. Una manera de corregir los problema agronómico que traen el uso de alta densidad consiste en suprimir el 50% de las hileras, la cual la población se reduce a la mitad (5 000 plantas por hectárea), y cuya distribución en el campo se modifica a 2.00 metros entre hileras y 1.00 entre plantas. Posteriormente, se suprime el 50 % de las entre plantas, reduciendo la población de noni a lamitad (2 500 plantas de noni por hectárea); y se modifica la distribución espacial de siembra a 2.00 metros entre hileras y 2.00 metros entre plantas.

## **11. Cosecha**

En lugares donde las precipitaciones pluviales están por encima de los 3 000 mm anuales, la planta de noni expresa producciones de hasta 36 kilogramos de fruta por árbol año, en un arreglo espacial de 3.00 metros entre hileras y 3.00 entre plantas que equivalen a unapoblación de 1100 plantas de noni por hectárea. Una vez que la fruta alcance la maduréz fisiológica, tres días después estará de cosecha. En esta fase o etapa, el fruto adquiere el color blanco hueso, conocido también como "punto de porcelana". Siendo el noni un fruto perecedero, tres días después alcanza la maduréz completa, distinguiendose por el color amarillo pálido y el olor penetrante muy característico.

La recolección de los frutos es manual y se debe efectuar en las primeras horas de la mañana y/o en las últimas hora de la tarde. La refracción de los rayos solares por el color blanco de los frutos, afectan significativamente la recolección de los frutos. Cuando se presentan días muy soleados, los recolectores cegados por la luz solar reflejada en el color blanco del fruto, inconsientemente cosechan una gran cantidad de frutos que aún no han completado la maduréz fisiológica (frutos blancos que presentan carpelos inmaduros o de color verde). Las áreas verde en el fruto de noni no son más que carpelos inmeduros, que no han tenido el tiempo suficiente para madurar. Estas manchas verde, porteriormente tornan negra, que desmejorando la calidad y el sabor de lapulpa.