



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

RAÍCES SALUDABLES SIGNIFICAN LARGA VIDA PRODUCTIVA PARA CACAO, CAFÉ Y OTROS PERENNES LEÑOSOS



rikolto
VECO

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza
en América Central

Dr. José Mauricio Rivera C.

La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
Marzo de 2018



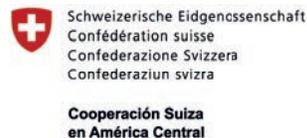
FUNDACIÓN HONDUREÑA
DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

RAÍCES SALUDABLES SIGNIFICAN LARGA VIDA PRODUCTIVA PARA CACAO, CAFÉ Y OTROS PERENNES LEÑOSOS

Dr. José Mauricio Rivera C.
Jefe del Departamento de Protección Vegetal
FHIA

Este documento ha sido editado en el Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA

Este documento ha sido impreso con el apoyo
del Proyecto Gestión del Conocimiento en la Cadena de Valor del Cacao en Centroamérica



Se permite su reproducción total o parcial siempre que se cite la fuente.

La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
Marzo de 2018

581.10428

R621 Rivera C., José Mauricio

Raíces saludables significan larga vida productiva para cacao, café y otros perennes leñosos / José Mauricio Rivera C.— 1a.ed.—
La Lima, Cortés: FHIA, 2018

14 p. : il.j

1. Raíces 2. Órganos vegetativos de las plantas
3. *Theobroma cacao* L. 4. *Coffea arabica* L. I. FHIA II. Departamento
de Protección Vegetal

581.10428—dc20

Contenido

Presentación	2
I. Introducción	3
II. ¿Qué hacen las raíces y adónde lo hacen?	3
III. ¿Porqué y cuándo las raíces dejan de funcionar apropiadamente?	4
3.1. Daños en la etapa de germinación	4
3.2. Daños en la etapa de vivero	5
3.3. Daño en el trasplante	6
IV. ¿Cuáles son los síntomas que indican que las raíces no están funcionando apropiadamente?	7
V. ¿Qué hacer para promover formación de un sistema saludable de raíces?	9
5.1. Bolsas de vivero de tamaño adecuado	9
5.2. Apropiada selección de plantas	9
5.3. Apropiada selección del sitio de siembra	10
5.4. Manejo pre-siembra apropiado, siembra oportuna y con clima favorable	10
5.5. Poda de raíces al trasplante	11
5.6. Poda de la parte aérea al trasplante	11
5.7. Tamaño apropiado del agujero de siembra	11
5.8. Siembra a la profundidad apropiada	12
5.9. Conveniencia de utilizar "mulch"	12
5.10. Tutorado optativo	12
5.11. Fertilización inicial oportuna y frugal	12
5.12. Hidratación apropiada de las plantas	13
5.13. Monitoreo pos-siembra	13
VI. Literatura revisada	13

Presentación

Es una premisa aceptada que el primer paso para el manejo efectivo de plagas de los cultivos es la identificación de la plaga responsable del daño observado, información con la cual es entonces posible seleccionar y aplicar las medidas de manejo más apropiadas. Desde su creación en 1984 la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) ha brindado a los productores el servicio de diagnóstico fitosanitario para asistirles en el manejo de plagas. Históricamente, la mayoría de las muestras recibidas para diagnóstico han sido de cultivos anuales (p.e. hortalizas, granos básicos), y las plagas diagnosticadas en ellas han sido esencialmente insectos, ácaros y microorganismos causantes de enfermedades (hongos, bacterias, nematodos, otros). Inesperadamente, este patrón de cultivos y agentes causantes de anomalías cambió substancialmente en 2012, año a partir del cual con inusitada y creciente frecuencia han sido recibidas para análisis muestras de plantas perennes leñosas (café y cacao principalmente, pero también especies maderables, aguacate, y otras) cuya anomalía reportada era “marchitez” expresada como amarillamiento foliar, pérdida de las hojas, aparente retraso en crecimiento y desarrollo, y con frecuencia la muerte.

Condiciones comunes de todas estas muestras fueron que eran usualmente plantas en el rango de 2 a 6 años de edad, algunas entrando en sus primeras producciones comerciales, mostraban evidentes malformaciones de raíces y, sin excepción, habían estado expuestas al estrés prolongado provocado por las anormales variaciones en precipitación pluvial y altas temperaturas frecuentemente registradas en el país desde 2012-13. Aunque a partir de las raíces de dichas plantas usualmente fueron aislados hongos, por las circunstancias de su ocurrencia y su naturaleza, al igual que la severidad del daño general observado, se concluyó que la anomalía reportada no correspondía a lo esperable de hongos cuando estos actúan como causa primaria de la anomalía. Consecuentemente, se descartó a hongos u otros agentes bióticos como causa primaria del problema. Ante lo anterior, se inició una búsqueda intensiva de información bibliográfica sobre el problema, concluyéndose que la causa de la “marchitez” de la plantas era, en principio, producto de deficiencias funcionales de los sistemas radicales debidas a malformaciones rastreables a mal manejo en las tempranas etapas en semillero, vivero y siembra en el campo. Al respecto, está documentado que en plantas perennes leñosas con tales deficiencias radicales el efecto negativo es magnificado por prevalencia de condiciones climáticas adversas, en particular limitaciones de agua y temperaturas extremadamente altas, tal como frecuentemente ha ocurrido en años recientes.

El propósito de este documento es dar la voz de alerta sobre el problema, informar sobre las causas y circunstancias del mismo, y formular recomendaciones conducentes al establecimiento exitoso de plantaciones de cacao, café, maderas preciosas, pimienta gorda, aguacate y otras especies vegetales similares. La mayoría de la información presentada proviene de la literatura técnica y científica sobre producción de plantas perennes ornamentales y forestales en América del Norte y Europa, y alguna información adicional de naturaleza observacional sobre café, aguacate y cacao procede de fuentes en América Latina y otras partes del mundo. Esperamos que este aporte de la FHIA a la producción agrícola sea de utilidad al satisfacer las necesidades de información de los productores involucrados en el cultivo de plantas perennes leñosas para diferentes propósitos, propiciando que se obtenga el objetivo de establecer plantaciones de larga vida productiva gracias a la atención que se preste a las plantas en las primeras fases de su vida.

La FHIA agradece al Proyecto Gestión del Conocimiento en la Cadena de Valor del Cacao en Centroamérica, ejecutado por RIKOLTO Centro América, con el apoyo de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), por el financiamiento otorgado para la impresión de quinientos (500) ejemplares de la primera edición 2018.

I. Introducción

“Porque después de todo he comprendido que lo que el árbol tiene de florido, vive de lo que tiene sepultado” (del poema Soneto, por Francisco Luis Bernárdez. Argentino. 1900-1978).

La duración de la vida de las plantas es determinada por el efecto de múltiples factores, unos inherentes a las plantas mismas (ecofisiología, genética, etc.), otros propios del ambiente físico natural (agua, suelo, temperatura, etc.) y, en el caso de las plantas cultivadas, también por los factores que constituyen el manejo agronómico o cultural propio del cultivo particular. En plantas perennes leñosas **cultivadas** ha sido científicamente documentado que las malformaciones de raíces, usualmente resultado del mal manejo inicial en semillero, en vivero o al trasplantar, constituyen uno de los factores críticos más negativos por la restricción permanente ejercida en la capacidad de las plantas de absorber el agua y nutrimentos necesarios para crecimiento y desarrollo saludables. Plantas con dicha condición tarde o temprano manifestarán en el campo síntomas cuyo detonante habría sido uno o combinación de los siguientes factores: la carga fisiológica impuesta por la entrada en producción, la exposición prolongada a déficits de agua y/o persistente prevalencia de altas temperaturas, y el deficiente manejo agronómico. Para sobrevivir dichas plantas recurren a utilizar y agotar sus reservas de agua y carbohidratos, un proceso fisiológicamente debilitante que las tornará más susceptibles al ataque de patógenos oportunistas en sus raíces y parte aérea y, con mucha frecuencia, el desenlace será la muerte de las plantas afectadas. Otros factores, solos o en combinación con problemas de raíces mal formadas, también pueden conducir al mismo desenlace, incluyendo quemaduras de raíces por agroquímicos (por ejemplo herbicidas y fertilizantes), suelos compactados, etc.



Plantas de cacao con: A. Desarrollo normal, y B. Pobre desarrollo y declinación debido a raíces defectuosas.

El fenómeno arriba descrito es evidentemente un proceso complejo, con intervención de distintos elementos a lo largo de la vida de la planta, y cuya detección y manejo requiere de sólido conocimiento sobre las circunstancias de su ocurrencia. Es esperable que ocurrirá con mayor frecuencia dada la expectativa de más frecuentes episodios prolongados de sequía y temperaturas altas derivados de alteraciones en el patrón climático.

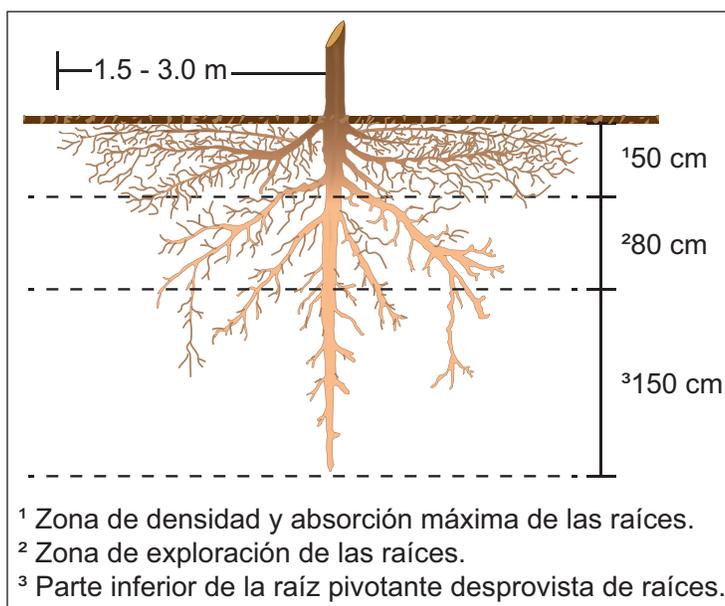
II. ¿Qué hacen las raíces y adónde lo hacen?

El establecimiento exitoso de cualquier árbol o arbusto que se trasplante depende de que se cumplan las siguientes condiciones: utilización de la especie o variedad apropiada para el ambiente escogido, utilización de plantas de alta calidad (partes aéreas y subterráneas), aplicación de manejo óptimo, y utilización de suelo u sustrato apropiado para satisfacer las necesidades de la especie escogida. El no considerar cualquiera de dichos factores incrementa la probabilidad de sembrar plantas que al desarrollarse resulten ser de productividad mediocre y frecuentemente ocurra su muerte prematura. Desafortunadamente, por estar ocultas bajo tierra las raíces son usualmente la parte de la planta a la cual se presta menos atención y, a pesar de su evidente importancia, muchas veces se excluyen del

criterio de selección para decidir cuales plantas son las que se llevarán al campo definitivo de siembra. Ello hace relevante entender cuál es el papel que las raíces juegan en la vida de las plantas.

Para una planta las raíces tienen cuatro funciones principales, a saber: (1) absorber del suelo los minerales, agua y oxígeno requeridos, (2) proporcionarle el anclaje al suelo, (3) manufacturar y/o almacenar compuestos elaborados (hormonas, carbohidratos, otros), y (4) almacenar reservas de agua y minerales. La primera función es considerada la más importante pues es esencialmente de donde deriva el saludable crecimiento y desarrollo de la planta, y cualquier factor que interfiera en dicha función tendrá consecuencias negativas sobre la producción esperada y la duración de la vida de la planta.

Las raíces más importantes para cumplir la función de absorción de agua y minerales son aquellas raíces superficiales localizadas hacia y más allá de la línea imaginaria correspondiente al borde exterior del dosel (o franja de goteo). Dependiendo de la especie particular y edad de la planta, en los trópicos húmedos la mayoría de dichas raíces se localizan en los primeros 60-90 cm de profundidad del suelo, y horizontalmente suelen extenderse hasta dos o más veces el diámetro de la copa. Dos tipos de raíces son las encargadas en dicha sección del suelo de cumplir la función de absorción. Primeramente, las denominadas “pelos radiculares o pelos absorbentes”, estructuras microscópicas muy delicadas, translúcidas y de cortísima vida (2-7 días según circunstancias y especie involucrada) que directamente realizan la mayor parte de la absorción. En segundo lugar, las raíces absorbentes de las cuales nacen los pelos radiculares, y cuya función principal es transportar hacia las raíces más gruesas el material absorbido por los anteriormente mencionados pelos radiculares.



Vista lateral del sistema de raíces idealizado de un árbol de cacao en producción.¹

III. ¿Porqué y cuándo las raíces dejan de funcionar apropiadamente?

Los factores que afectan negativamente el funcionamiento de las raíces de árboles y arbustos ocurren en cualquier época a lo largo de su vida. Sin embargo, por la frecuencia de ocurrencia, la magnitud y persistencia del efecto a largo plazo, y que son susceptibles de prevenir tempranamente, se considera de mayor importancia aquellos que ocurren durante las etapas de germinación, almácigo y trasplante, y constituyen el tema de este documento. No son cubiertos otros factores que afectan negativamente a las plantas en el semillero, vivero y una vez establecida en campo (p.e. las condiciones físico-químicas del suelo o sustrato, clima prevaeciente, plagas y enfermedades).

3.1. Daños en la etapa de germinación

Está documentado que en café y otras plantas propagadas a partir de semilla las anomalías de las raíces (p.e. pivotante bifurcada) causadas en la etapa de germinación son resultado principalmente de daños mecánicos sufridos durante el beneficio de la semilla utilizada, déficit de oxígeno causado por utilizar un sustrato inadecuado (p.e.

¹ Adaptado de Palencia G.E., Gómez R. y Mejía L.A. 2007. Cartilla patrones de cacao. CORPOICA. Bucaramanga, Colombia. 25 P.

de textura muy fina) o bien aplicación excesiva de agua de riego, siembra demasiado superficial o profunda, el daño provocado por químicos aplicados al suelo o sustrato, etc.

3.2. Daños en la etapa de vivero

Por su posterior impacto en la sobrevivencia de las plantas, en esta etapa el factor más frecuente e importante suele ser la utilización de bolsas de tamaño menor al requerido para las plantas en base a la expectativa de crecimiento de sus raíces y duración de su estadía en el vivero. El normal crecimiento vertical y horizontal de las raíces determinará que eventualmente choquen contra el fondo y las paredes de la bolsa o maceta, provocando su desviación forzada para evitar el obstáculo, creciendo así adaptándose a la forma de la bolsa (u otro recipiente) donde crecen confinadas. El resultado es la formación de raíces horizontales con la malformación llamada “cola de choncho” y pivotantes cuyo extremo inferior tiene forma de “J” o bien de “L”, defectos ambos que afectarán substancialmente la capacidad de absorción de agua y minerales una vez establecidas las plantas en el campo.

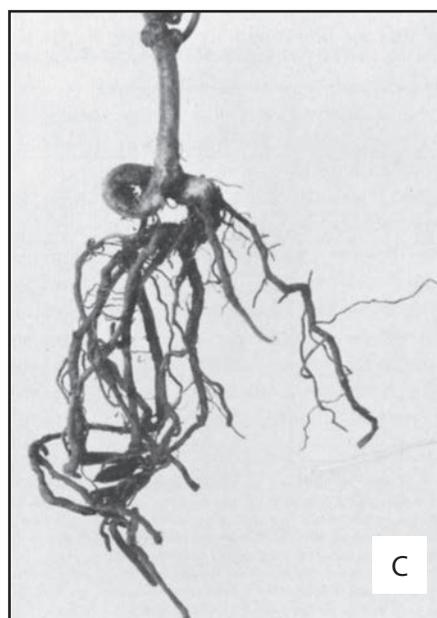
Otras malformaciones y disfunciones de consecuencia se originan al hacer el trasplante de germinador a bolsa y de bolsa al campo, incluyendo que la poda de raíz pivotante, si se hace, puede ser demasiado drástica, o bien el anormal doblamiento de las raíces hacia arriba que ocurre al forzar la planta dentro de un agujero que no tiene la profundidad ni la anchura apropiada para la masa formada por raíces y suelo. Daños adicionales pueden derivarse de infección por nematodos y patógenos fúngicos, y mal manejo agronómico en el vivero.



Sistemas de raíces de plantas juveniles de vivero mostrando: A. Desarrollo apropiado en cacao. B y C. Sistemas defectuosos en cacao, y D. Raíz malformada en caoba.



Planta de cacao con la parte basal del tallo malformada debido a siembra inapropiada al trasplantar del semillero a la bolsa.



Plantas de especies forestales con la parte basal del tallo malformada debido a siembra inapropiada al trasplantar de macetas pequeñas a macetas más grandes. A. Pino con sistema radicular bien formado, B y C. Liquidámbar con sistema radicular malformado.²

3.3. Daño en el trasplante

Toda planta trasplantada al campo definitivo experimentará estrés severo, lo cual se denomina “shock del trasplante”, y el cual se debe primordialmente al daño que sufren las raíces, especialmente las raíces localizadas hacia la periferia. El daño más importante ocurre específicamente en los pelos radiculares y las raíces absorbentes por efecto de la deshidratación que sufren al estar expuestas al aire aún por unos pocos minutos. Daño mecánico adicional es causado por el estira y encoge del pilón durante la manipulación previa a sembrarlo, al igual que al realizar la poda intencional de raíces (cuando es requerida) de manera muy drástica.

Para una planta recién trasplantada el resultado de la pérdida de sus raíces es la reducción temporal de su capacidad de bombeo, lo cual la incapacita para extraer del suelo el agua y minerales en la cantidad necesaria para establecerse saludablemente. Agregado al daño directo a las raíces, las plantas recién trasplantadas son sensibles al efecto negativo del viento (deshidratación y hamaqueo), a la exposición a luz y temperaturas extremas, a excesos o déficits

² Adaptado de: Root Development of Nursery-Grown Landscape Trees. R.W. Harris. Proceedings of Symposium on Root Form of Planted Trees. Victoria, B.C., Canada. May 16-19, 1978. p 288.

hídricos, pobreza de oxígeno en el suelo, etc. En suma, el shock o estrés del trasplante es una condición compleja que requiere de un proceso de recuperación, en un nuevo ambiente. Dicha recuperación puede tomar entre 2 y 6 meses, y en algunos casos aún más tiempo, dependiendo de la especie involucrada, condiciones del suelo, manejo agronómico y las condiciones climáticas prevalecientes.

Si las alteraciones en las funciones de las raíces son irreversibles (p.e. resultado de malformación del sistema de raíces), la planta no se recuperará del shock del trasplante y su mala condición se vuelve crónica, pudiendo ser magnificada por otros factores, p.e., persistente exposición a altas temperaturas, sequía, falta de oxígeno por saturación hídrica del suelo, siembra profunda que ubica la cintura del tallo bajo nivel del suelo, etc. Por lo general, las plantas con malformaciones radiculares no expresan síntoma alguno de su efecto negativo durante la etapa de crecimiento vegetativo inicial, pero seguramente al entrar en la fase reproductiva mostrarán los síntomas en la parte aérea indicativos de insuficiente absorción de agua y nutrientes.

IV. ¿Cuáles son los síntomas que indican que las raíces no están funcionando apropiadamente?

Síntomas indicativos del shock de trasplante incluyen:

- Crecimiento lento y aletargamiento del desarrollo en comparación a las plantas menos afectadas.
- La planta aparenta crecer normalmente por un tiempo, seguido por etapa de crecimiento lento, repentinamente para su crecimiento.
- Hojas subdesarrolladas, escasas y de coloraciones anormales (p.e. amarillentas) sugestivas de deficiencias nutricionales, flácidas y sin brillo, con márgenes y/o ápices color café pudiendo eventualmente toda la lámina foliar mostrar dicha coloración, defoliación.
- Muerte regresiva de ramas.



Planta de cacao en campo con síntomas aéreos indicativos de mal funcionamiento de raíces (A) y malformación de la raíz responsable primariamente de la condición de dicha planta (B).

Las plantas afectadas suelen presentarse como plantas aisladas o bien pequeños grupos de plantas que destacan dentro de la plantación por su pobre apariencia y desarrollo. Los síntomas y muerte se suceden con mayor o menor rapidez dependiendo del sitio particular (altura sobre el nivel del mar, tipo de suelo, etc.), el clima prevaleciente, el manejo y la edad del cultivo. Todos los síntomas mencionados son inespecíficos y se asemejan a los observados cuando ocurre daño a las raíces causados por insectos o enfermedad infecciosa, suelos compactados, obstáculos

a las raíces (piedras, suelos compactados, otros), factores todos que afectan negativamente el funcionamiento del sistema radicular. En consecuencia, el diagnóstico de la condición deberá basarse en un sistemático análisis de las condiciones históricas y circunstancias a que ha estado expuesto el cultivo desde el trasplante, la inspección cuidadosa del sistema radicular de una muestra de plantas afectadas y, de ser posible, remitir muestras apropiadas a un laboratorio de diagnóstico fitosanitario.



Planta adulta de cacao con mal formación de raíces derivadas de permanencia prolongada en vivero en bolsa de tamaño inadecuado.



A. Planta de cacao de 6 años muerta. B y C. Mal formación de raíces producto de enrollamiento de raíces secundarias alrededor del cuello de la planta.

V. ¿Qué hacer para promover formación de un sistema saludable de raíces?

Es claro que el desarrollo y crecimiento saludable de cualquier planta requiere que exista un balance entre el tamaño y el funcionamiento de su parte aérea (tallos, ramas, hojas, frutos, flores) y los de su parte subterránea (raíces), de manera que cada una de ellas sea capaz de captar (agua, minerales, luz solar, dióxido de carbono) o producir las sustancias (carbohidratos, aminoácidos, hormonas, etc.) que le correspondan y que son requeridos en cantidades apropiadas para formación de nuevos tejidos.

El daño, la destrucción o el agotamiento de parte o toda la masa subterránea de la planta afectan negativamente a la masa aérea, y viceversa. En consecuencia, el énfasis deberá ser en prevenir la ocurrencia de daño o condiciones que predispongan al daño de las raíces desde temprano en su desarrollo. A continuación se describen una serie de prácticas cuya implementación de manera integrada constituyen los “mandamientos” de la producción de plantas perennes leñosas, ordenadas en forma ajustada a la cronología del desarrollo de dichas plantas.

5.1. Bolsas de vivero de tamaño adecuado

Al trasplantar las plantas del semillero o de la cama de enraíce a bolsas o macetas de vivero ocurre la primera y más importante oportunidad de prevenir deformaciones en las raíces. En consecuencia, el tamaño de bolsa o maceta a utilizar deberá ser el más apropiado para la especie de planta que se propaga considerando el desarrollo de su sistema radicular y el tiempo esperado de permanencia en vivero. Por ejemplo, para plantas de cacao actualmente en la FHIA se está recomendando que el tamaño mínimo de bolsa a utilizar en viveros nunca deberá ser inferior a 7 x 10 pulgadas (19 x 25 cm) si la planta será trasplantada al campo definitivo transcurridos 6-7 meses en vivero. Si el plazo de permanencia en vivero es mayor obligatoriamente se deberán utilizar bolsas de mayor tamaño.

5.2. Apropiada selección de plantas

Se seleccionan en el vivero solamente plantas saludables y vigorosas, descartando a cualquier planta con evidencia de crecimiento retardado o apariencia extraña que pudiera originarse en un sistema radicular malformado/deficiente, daño de insectos o enfermedad. Plantas que han permanecido en vivero más tiempo del técnicamente apropiado y en bolsas de tamaño menor al apropiado para desarrollo de raíces bien formadas, deberán ser sometidas a cuidadosa inspección y sujetas a rechazo si se requiere. El comprador deberá exigir records que evidencien las fechas críticas en la producción (siembra, trasplante a bolsa, etc.).

Síntomas a poner atención al respecto incluyen: que la parte aérea muestra subdesarrollo evidente en comparación al común del vivero, hojas con coloraciones indicativas de deficiencias nutricionales, quemaduras de los ápices y márgenes foliares, etc. La inspección directa en vivero de las raíces de una pequeña muestra de plantas representativas de plantas saludables y no saludables es una buena medida para evitar sorpresas desagradables en el futuro. Con ello se evitaría casos de raíces laterales estranguladoras, pivotantes cuya punta tiene forma de “J” o de “L”, cola de chanco, plantas sembradas demasiado profundas en la bolsa, y otras anormalidades.



El manejo adecuado de las plantas en el vivero permite un buen desarrollo de las mismas.

5.3. Apropiaada selección del sitio de siembra

Asumiendo que la especie de planta es apropiada para el clima del área general de siembra, se deben escoger sitios específicos de siembra cuyos suelos satisfagan condiciones químicas, físicas y biológicas apropiadas para la especie en lo que concierne a: textura, estructura, pH, fertilidad, drenaje, balance de minerales, contenido de materia orgánica, etc. Si son suelos cuya textura es extremadamente arcillosa o arenosa convendría enmendar el suelo de relleno con buen suelo a la siembra para darle a la planta un buen inicio.



Planta en condiciones adversas para su futuro desarrollo y producción.

5.4. Manejo pre-siembra apropiado, siembra oportuna y con clima favorable

El transporte de las plantas al sitio de siembra y en general la manipulación pre-siembra deberá ser en condiciones que prevengan exponerlas a estrés adicional al que naturalmente sufrirán una vez en el campo. Ello incluye evitar o reducir la exposición al sol y viento deshidratante en la paila de vehículos, hidratarlas previo al transporte, descargarlas en sitio sombreado en el sitio de siembra, etc. Al ser trasplantadas las plantas deberían de ser de la edad apropiada para la práctica y en una condición agronómica que posibilite reducir el estrés del trasplante al mínimo posible. Las condiciones ambientales preferidas para la siembra ocurren cuando prevalecen condiciones ambientales menos extenuantes para las plantas, incluyendo períodos nubosos, con temperatura fresca y alta humedad (ambiental y edáfica). Si la siembra se demora las plantas listas para siembra deberán ser conservadas en ambiente fresco, sombreado,

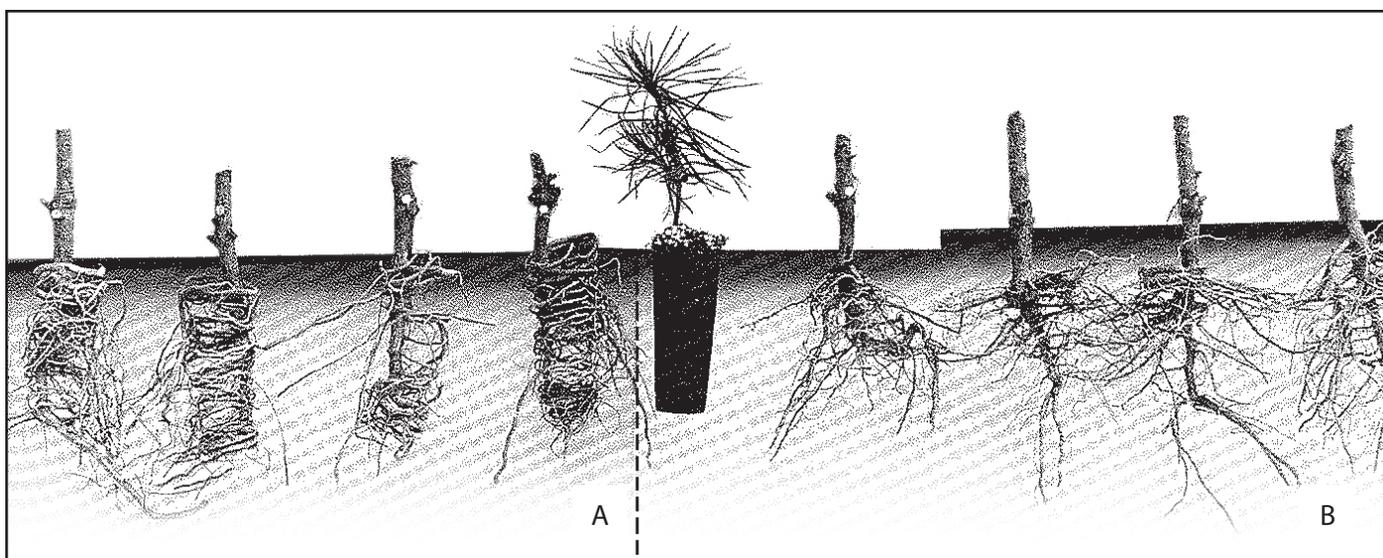


Previo a su trasplante, las plantas deberán protegerse para evitar daños o estrés en las mismas.

protegido del viento y asegurándose de mantener las raíces húmedas. Estas medidas contribuirán a que soporten mejor el estrés al que se someten normalmente en el trasplante, mejorando así las probabilidades de un rápido establecimiento y saludable vida productiva.

5.5. Poda de raíces al trasplante

En la industria de ornamentales la poda de raíces es utilizada como correctivo en aquellos casos en los cuales la estadía prolongada en un receptáculo en vivero ha determinado que las raíces crezcan siguiendo la forma de las paredes internas del contenedor. El propósito de la práctica es eliminar las raíces malformadas que ocurren hacia la periferia y fondo del receptáculo para promover que de los extremos cortados de las raíces secundarias y terciarias rápidamente crezcan nuevas raíces que deberán seguir la trayectoria aleatoria de las raíces propia de su desarrollo natural en el campo, sin confinación física ejercida por bolsas y macetas. Evidentemente, la poda temporalmente impone a la planta un estrés adicional al trasplantarla, pero ello es compensado por el desarrollo rápido de un sistema de raíces bien formado y balanceado.



Efecto de la poda en el sistema radicular al trasplantar de maceta a maceta en vivero forestal: A. Plantas con notoria malformación debido a que no fueron podadas al trasplantarlas a la segunda maceta, y B. Plantas con sistema de raíces mejor formado por efecto de poda apropiada en toda la longitud del pilón al ser trasplantadas.³

5.6. Poda de la parte aérea al trasplante

Existe evidencia científica indicativa de que la poda aérea debe ser mínima puesto que los árboles se restablecen más rápido del shock de trasplante cuánto más follaje activo tienen. La poda, si se hiciera, deberá ir dirigida exclusivamente a cortar ramas y follaje muerto, enfermo o dañado, nunca al tejido foliar sano y activo.

5.7. Tamaño apropiado del agujero de siembra

La mayoría de la literatura sobre el tema recomienda que el diámetro del agujero de siembra deberá ser, por lo menos, el doble del diámetro de la bolsa, y que al suelo del relleno se debe agregar enmiendas orgánicas que hayan completado su proceso de descomposición y que ya no representen riesgo alguno para la planta. Ello crea

³ Adaptado de: Some Possible Methods of Influencing The Root Development of Containerized Tree Seedlings. Proceedings of Symposium on Root Form of Planted Trees. Victoria, B.C., Canada. May 16-19, 1978. p299

condiciones de suelo óptimas para que las nuevas raíces emitidas en la periferia del pilón se establezcan rápida y apropiadamente.

5.8. Siembra a la profundidad apropiada

La siembra de plantas a demasiada profundidad suele ser una causa primaria y muy frecuente de declinación y muerte eventual de plantas. Es evidenciada por muerte regresiva de raíces de mayor orden (terciarias u cuaternarias) seguida por la correspondiente muerte regresiva de follaje en la parte aérea. Al respecto, la recomendación generalizada en la literatura es que el agujero de siembra nunca debería ser más profundo que la bola formada por el suelo y raíces de la planta al sembrarla. En suelos de arcilla pesada estas medidas son aún más obligadas para prevenir el efecto negativo de la humedad sobre el tejido de la base del tallo, el cual es más sensible al exceso de humedad e invasión por hongos que el tejido de las raíces. A la siembra debería ser posible visualizar en la línea del suelo el “cuello” de la planta, un ligero engrosamiento inicial en la base del tallo que corresponde a zona de la cual se originan las raíces secundarias.



5.9. Conveniencia de utilizar “mulch”

La utilización de mulch promueve el saludable establecimiento de plantas recién sembradas gracias a que cumple varias funciones, incluyendo: protección del daño que extremos climáticos (como altas temperaturas y vientos deshidratantes) causan a las delicadas raíces absorbentes localizadas predominantemente cerca de la superficie del suelo, ayuda el manejo de malezas, y preserva la humedad del suelo. Sin embargo, el exceso de mulch puede ser negativo pues atrapa humedad excesiva en la cercanía de la base del tronco, lo cual podría afectar negativamente la planta, en particular si la siembra es más profunda de lo apropiado. Para prevenir lo anterior, el mulch debería tener la forma de un cráter en el cual el grosor del material en la zona en que entra en contacto con la base del tallo no deberá ser mayor a 1 pulg (2.5 cm) y hasta 2-4 pulg (5- 10 cm) hacia el borde del agujero de siembra.

5.10. Tutorado optativo

No es una práctica necesaria en todos los casos pero si el sitio de siembra está expuesto a vientos ello asegura que las plantas no sean hamaqueadas, lo cual provocaría daño en las raíces.

5.11. Fertilización inicial oportuna y frugal

La mayoría de la literatura sobre el tema aconseja no fertilizar al momento del trasplante por el riesgo de quemadura química a las raíces ya presentes y a las que sean emitidas seguidamente al trasplante. Si hay necesidad de fertilizar, nunca poner el fertilizante químico en el agujero de siembra pues puede causar daño a las raíces expuestas directamente al contacto y a las delicadas nuevas raicillas que son emitidas pos-trasplante. En lugar de fertilizante químico es recomendable en esta etapa utilizar como material de relleno compost ya maduro u otra fuente de nutrientes de bajo riesgo. Considerar fertilizar hasta que la planta ha pasado el shock del trasplante, lo cual en los trópicos húmedos podría tomar de 3 a 6 meses dependiendo de la especie y su condición al trasplante, al igual que del manejo y clima prevalecientes. Se debe evitar fertilización nitrogenada fuerte en esta etapa de desarrollo pues promueve una actividad fisiológica en la parte aérea que no guarda proporción con la condición funcional de las raíces a la siembra.

5.12. Hidratación apropiada de las plantas

El sistema de raíces de las plantas recién trasplantadas transitoriamente carece de capacidad para manejar sequía o excesos de agua. Los déficits hídricos inducidos por períodos de sequía son considerados como una de las causas principales de falla de plantas recién trasplantadas. Por otra parte, la saturación del suelo por agua impide la necesaria absorción de oxígeno por las raíces. Se debe evitar que sufran uno u otro extremo mencionado en el primer año y asegurar que se mantengan apropiadamente hidratadas en función del clima prevaleciente. Donde se dispusiese de riego, hay que asegurarse que sea suficiente para las necesidades, o lo que es más común, que no sea excesivo. El exceso de agua sofocará a las raíces, en particular en suelos de arcillas pesadas, causando su muerte por anoxia. Se recomienda regar inmediatamente después de realizada la siembra y nuevamente al día siguiente, y de allí en adelante a intervalos de tres días hasta que se juzgue que el árbol ha desarrollado raíces que aprovechen la humedad natural del suelo. En general, la cantidad de agua y frecuencia de riego dependerán de la especie de planta, del suelo involucrado y de las condiciones de temperatura, precipitación y viento prevalecientes.

5.13. Monitoreo pos-siembra

Para el saludable establecimiento de cualquier planta perenne es de capital importancia la detección temprana de probables alteraciones en la función de las raíces, detección que sólo es posible en base a los síntomas observados en la parte aérea. Ello obliga a mantener un monitoreo sistemático de la nueva plantación en base al cual poder realizar la detección y ejecutar las medidas correctivas, si estas son aplicables, incluyendo la sustitución de plantas con problemas por plantas saludables que garanticen larga vida productiva.

Ya sea con fines productivos (o bien recreacionales), el establecimiento de plantas perennes leñosas se hace con la expectativa de una prolongada vida de las mismas, expectativa que sólo podrá lograrse si crecen y se desarrollan vigorosas y saludables. En el caso de plantaciones establecidas con fines productivos (fruta, madera, etc.), el costo de su establecimiento suele ser muy alto y se amortizará apropiadamente lo largo de los años productivos solamente si las plantas son capaces de producir eficientemente durante el más largo tiempo posible. Salvo la ocurrencia de fenómenos climáticos imprevisibles, las personas que establezcan plantaciones comerciales podrán obtener de ellas el deseado provecho económico en la medida que sean capaces de aplicar oportunamente a las plantas aquellas de las prácticas descritas cuando y como se requiera.

VI. Literatura revisada

- Amoroso, G.; Frangi, P. Piatti, R. Ferrini, F. Fini, A. and Faoro, M. 2010. Effect of Container Design on Plant Growth and Root Deformation of Littleleaf Linden and Fieldelm. *HortScience* 45(12): 1824-1829.
- Arcila P., Jaime. 2007. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. Pp 22-60. *Sistemas de Producción de Café en Colombia*. CENICAFE, Colombia.
- Day D., S; Wiseman, P. Eric; Dickinson, Sarah B. and Harris, J. Roger. 2010. Contemporary Concepts of Root System Architecture of Urban Trees. *Arboriculture & Urban Forestry* 36 (4):149-159.
- Gilman, E. F. and Sadowski, L. 2014. Selecting Quality Trees from the Nursery. Publication No. ENH 1060, UF IFAS.
- Gilman, E. F. and Kempf, Brian. 2009. Strategies for Growing a High-Quality Root System, Trunk and Crown in a Container Nursery. Urban Tree Foundation, California. Recovered from: [http://www.fire.ca.gov/resource_mgmt/downloads/NurseryTreeProductionStrategies_10_2009\[1\].pdf](http://www.fire.ca.gov/resource_mgmt/downloads/NurseryTreeProductionStrategies_10_2009[1].pdf)

- Gilman, E.F.; Harchick, C. and Wiese, C. 2009. Pruning Roots Affects Tree Quality in Container-Grown Oaks. *J. Environ. Hort.* 27 (1): 7-11.
- Hirons, Andrew D. and Bartlett, R. A. 2011. Fundamentals of Tree Establishment: a Review. Paper presented at the Conference: Trees, People and the Built Environment. Birmingham, U.K. Recuperado de [http://forestry.gov.UK/pdf/trees-people-and-the-buit-environment_Hirons.pdf/\\$FILE/trees-people-and-the-buit-environment_Hirons.pdf](http://forestry.gov.UK/pdf/trees-people-and-the-buit-environment_Hirons.pdf/$FILE/trees-people-and-the-buit-environment_Hirons.pdf).
- Johnson, Gary R. Hauer, Richard J. 2000. A Practitioner's Guide to Stem Girdling Roots of Trees. St. Paul, MN: University of Minnesota Extension Service. Recuperado de The University of Minnesota Digital Conservancy, <http://hdl.handle.net/11299/49810>.
- Kennelly, M. O'Mara, J. Rivard, C. Miller, G.L.; and Smith, D. 2012. Introduction to Abiotic Disorders in Plants. APS. The Plant Health Instructor. Recuperado de www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/Abiotic.aspx. DOI: 10.1094/PHI-I_2012-10-29-01.
- Kohut, J. 10 Tips For Minimizing Transplant Shock. Northscaping Info Zone Article. Recuperado de www.northscaping.com/IZArticles/TS-0011
- Kujawski, Ron. 2011. Long-term Drought Effects on Trees and Shrubs. Fact Sheet. University of Massachussets. Recuperado de <http://ag.umass.edu/landscape/fact-sheets/long-term-drought-effects-on-trees-shrubs>.
- Mathers, H. M.; Lowe, S. B.; Scagel, C.; Struve, D. K. and Case, L. T. 2007. Abiotic Factors Influencing Root Growth of Woody Nursery Plants in Containers. *HortTechnology* 17 (2): 151-162.
- Palencia G.E., Gómez R. y Mejía L.A. 2007. Cartilla patrones de cacao. CORPOICA. Bucaramanga, Colombia. 25 p.
- Perry, Thomas O. 1982. The Ecology of Tree Roots and the Practical Significance Thereof. *Journal of Arboriculture*. 1982 Vol. 8, No. 8; 197-211.
- Perry, Thomas O. 1989. Tree Roots: Facts and Fallacies. 19 pp. Recuperado de www.Arnoldia.arboretum.harvard.edu/pdf/articles/1989-49-4-tree-roots-and-fallacies.pdf.
- Schaffer, B. 2006. Effects of Soil Oxygen Deficiency on Avocado (*Persea americana* Mill.) trees. In: Memoria Seminario Manejo del Riego y Suelo en el Cultivo del Palto. 27-28 Septiembre 2006. INIA-CRI. Chile.
- Struve, D. K. 2009. Tree establishment: A Review of Some of the Factors Affecting Transplant Survival and Establishment. *Arboriculture and Urban Forestry*. 35 (1): 10-13.
- Thompson, J. R. 1991. Influence of Root System Morphology and Site Characteristics on Development of Transplanted Northern Red Oak (*Quercus rubra* L.) seedlings. Doctoral Dissertation, Iowa State University. In *Retrospective Theses and Dissertations*. Paper 9783.
- Wiseman, Eric. 2004. Water Stress in Trees. In: *Arborist News Topics in Plant Health Care*. Recuperado de www.isa-arbor.com.



FUNDACIÓN HONDUREÑA
DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

Es una organización de carácter privado, sin fines de lucro que contribuye al desarrollo agrícola nacional.

Su misión es la generación, validación y transferencia de tecnología, en cultivos tradicionales y no tradicionales para mercado interno y externo.

Provee servicios de análisis de suelos, aguas, tejidos vegetales, residuos de plaguicidas, diagnóstico de plagas y enfermedades, asesorías, estudios de mercado, capacitación e informes de precios de productos agrícolas.



DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL

Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.
Tels: (504) 2668-2470, 2668-2827, Fax: (504) 2668-2313
La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
correo electrónico: fhia@fhia-hn.org

Visite nuestra página en Internet
www.fhia.org.hn