



# **ASFIXIA RADICULAR. ESTRATEGIAS DE MANEJO EN COLOMBIA**

**David Santiago Lynce-Duque**

---





# **Cultivo de Aguacate en Colombia**



# Área Sembrada

- **1992** - 7.332 has
  - **2009** - 18.838 has
  - **2010** - 22.393 has
  - **2011** - 24.657 has. (Agronet, 2011)
- 
- *Tercer lugar de área sembrada en frutales en Colombia detrás del Banano (74.365 has) y los Cítricos (54.729 has).*



# Producción

- **2009** - 183.854 toneladas.
- **2010** - 226.441 toneladas.
- **2011** - Pronostico 229.351 toneladas.
- **Importaciones**                 2009 - 12.500 toneladas  
  2010 - 9.044 toneladas
- **Exportaciones**                2009 - 31,93 Toneladas  
  2010 - 56,07 Toneladas. (Agronet, 2011).



# Problemática

- En Colombia el hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands, se encuentra distribuido en varias zonas y provoca perdidas entre 30 y 50% de los árboles en la etapa de vivero y durante los dos primeros años de establecimiento del cultivo, (Bernal E & Diaz D, 2005)
- *Verticillium sp.* Nees, *Armillaria mellea* Kumm, *Rosellinia sp* De Not, entre otras, se reportan como presentes en los cultivos de aguacate en Colombia atacando las raíces.
- Estas enfermedades están ligadas a condiciones de alta humedad del suelo y presentan síntomas similares de expresión (decaimiento, estancamiento de desarrollo, marchitez, pérdida de vigor, amarillamiento, pérdida de color y brillo de las hojas y muerte de los árboles).



# Problemática

- Muchos expertos en el mundo señalaban que la muerte de los árboles se debía al exceso de agua en la zona de raíces, donde *P. cinnamomi* causaba destrucción de las mismas.
- Estudios posteriores en California, Florida y Chile, indicaron que la hipoxia o anoxia en suelos inundados o pobremente drenados dañaban las raíces y causaban mortalidad de árboles, incluso en ausencia *P. cinnamomi*. (Schaffer, 2006 p.1-2)
- En Colombia hasta hace unos años, la mortalidad de árboles solo se atribuía a esta enfermedad o a otras asociadas en el suelo.
- Manejos encaminados solo a control de estas y no la causa,
- Controles erráticos, costosos y resultados poco satisfactorios para los agricultores, con muerte de los árboles meses o años después.



# **Asfixia Radicular**



# Asfixia Radicular

- “Los árboles de aguacate son relativamente sensibles a la inundación comparados con otros frutales y en suelos orgánicos con alta capacidad de retención de agua, la capacidad fotosintética neta declina poco después de que los árboles son inundados” (Sheaffer & Whiley, 2002).
- Un drenaje pobre o inundación de los suelos causa daños mas serios y rápidos, o la muerte de la planta, que en suelos con falta de humedad; un pobre drenaje produce perdida de vigor de las plantas, marchitamiento y un color de hojas verde pálido a amarilloso (Agrios, 2005)
- Las raíces fibrosas de las plantas decaen, probablemente porque se reduce el suministro de oxígeno a las raíces. (Agrios, 2005)





# Asfixia Radicular

- Los poros del suelo están ocupados por agua y por aire
- En los procesos de retención e inundación, la porosidad del suelo y la aireación, son los determinantes principales de sanidad y desarrollo de los árboles. (Salamanca S, 1984)
- El agua influye directamente en el movimiento del aire, ya que si los poros están llenos de agua el movimiento es menor, afectando la facultad de absorción de nutrientes por una baja concentración de oxígeno (Lopez R. & Lopez M., 1990).
- El exceso de agua excluye el aire, conlleva a condiciones anaerobias, restringe el crecimiento de las raíces e interfiere con la actividad de microorganismos”. (Suarez-Vasquez, 2001)



# Asfixia Radicular

- La falta de oxígeno en el suelo en los cultivos de aguacate induce múltiples trastornos fisiológicos, como cierre de estomas, menor crecimiento de las raíces, inhibición de la fotosíntesis y el transporte de carbohidratos, se altera el equilibrio hormonal, se aumenta la porción de etileno y otros productos tóxicos dañando el sistema radicular por acumulación en una respiración anaeróbica (Ferreyra, et. al,2006).
- Se altera la vía de formación de energía. 36 ATP contra 2 ATP.
- Como resultado se dañan las células y los tejidos de la planta, y se permiten la entrada de factores externos que causan la muerte de los árboles.



# **Causas de la Asfixia Radicular en Colombia**



# Causas Asfixia Radicular

---

- Por las condiciones tropicales colombianas, múltiples factores se involucran en la ocurrencia de asfixia radicular.
  - Ubicación en zona tropical ( $12^{\circ}$  N –  $4^{\circ}$  S)
  - Colombia se encuentra ubicada en La Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). Convergencia entre el aire de los hemisferios norte y sur, y debido a la convergencia de flujos del Atlántico Norte y del Pacífico sur.
  - Fenómenos de La Niña y El Niño
  - Tres grandes Cordilleras que cruzan de norte a sur divididas por los ríos Magdalena y Cauca.
  - Temperaturas altas de los valles y bajas de las altas cumbres



# Causas Asfixia Radicular

---

- Las zonas productoras de aguacate en Colombia se encuentran en su mayoría en las mismas zonas donde se produce o se produjo Café (*Coffea arabica* L.).
- Estas zonas presentan suelos volcanicos con:
- Materia orgánica del 1 al 24%,
- *Densidades aparentes (Da)* 0,4 a 1,4 g/cm<sup>3</sup>,
- Porosidades de 42 al 80% (Suarez-Vasquez, 2001),
- Suelos francos a franco arenosos (arena >40%)
- Buena retención de humedad, buena precolación y buena aireación.



# Causas Asfixia Radicular

---

- Precipitaciones entre 1400 a 2800mm anuales, repartidos en todo el año, con dos épocas de precipitación fuerte y dos veranos con baja precipitación.
- La cantidad de agua no es controlable. Mayoría de cultivos sin sistema de riego.
- Adaptaciones técnicas de siembra de zonas templadas o tradicionales sin ningún manejo técnico.
- Sustratos de Árboles de Vivero de  $0,5 - 0,7\text{g/cm}^3$

# Causa Asfixia Radicular





# Establecimiento

- Costo estándar de establecimiento con marco de 7x7m (204 arb/ha), \$7USD y \$10USD,
- La mortalidad de árboles en condiciones inadecuadas de manejo fluctúa entre 40-50% de la población establecida, incrementando el valor de establecimiento por árbol en igual proporción.
- En ciertas los árboles soportan los primeros meses de establecimiento y algunos mas de desarrollo en campo, con inversión de US\$20 a US\$30 extras a el costo de establecimiento. Estas perdidas pueden estar cerca del 20% de la población de árboles.



# Establecimiento

















# **Estrategias de Manejo de Asfixia Radicular en Colombia**





# Sustratos y Viveros





- Los sustratos deberían ser similares, en cuanto a la estructura y densidad, a la del suelo del sitio definitivo de siembra.
- Actualmente viveros tecnificados y certificados usan proporciones de mezclas de sustratos de:
  - 70-80% de suelo Franco o Franco Arenoso,
  - 20-25% de Arena y
  - 10-15% de una fuente orgánica.



# Prácticas Previas al Establecimiento

*Prácticas Previas al Establecimiento*



- Pruebas de granulometría (Boyucos), para determinar las proporciones de Arenas, Limos y Arcillas, presentes en el suelo.
- Como medida general suelos con porciones de arena superiores al 40%, son aptos para el cultivo de aguacate.
- Se deben revisar otras características generan retención de agua, por compactación, capas endurecidas o cambios bruscos de textura de perfil, entre otros

# Prueba Infiltración Simple

- Hacer agujeros en el suelo, de 20x20cm de ancho a diferentes profundidades (20, 40, 60cm,...). En cada uno de estos se debe aplicar agua, normalmente 2 litros estando el suelo humedo, equivalentes a 50mm de lluvia
- El tiempo que demora el agua en infiltrar es medido y si es demasiado, mas de 2 horas o no se infiltra, el suelo no seria apto para el cultivo de aguacate, ya que predispone a tener problemas de asfixia radicular.





# Sistema de Siembra



# Sistema de Siembra

- Un sistema de siembra adecuado para las zonas tropicales debe buscar principalmente:
  - ubicar el cultivo en el tipo de suelo adecuado,
  - intervenir en la menor expresión la estructura del suelo, y
  - acomodar la densidad del suelo, acorde con la densidad del suelo circundante, para evitar la retención de agua.
- El tamaño del hueco pequeño. En ancho máximo el doble de diámetro de la bolsa de vivero y en profundidad el tamaño de la bolsa en altura, para hacer un bajo movimiento de tierra













# Sistema de Siembra

- La compactación en la siembra debe buscar que el suelo adicionado quede en igual o similar dureza que el suelo circundante en el hueco.
- Usar una herramienta de pisado en cada uno de los sitios, aplicando capas delgadas de suelo que deben ser pisadas o apretadas hasta el punto de dureza, que no compacte el suelo o lo impermeabilise.
- No es recomendable hacer terrazas en cada sitio de siembra. Por tanto es indispensable que la siembra se realice buscando que el cuello del tallo o el nivel de la primera raíz quede sobre el nivel de la pendiente, como si la siembra se realizara en plano.







# **Pisado de Platos y Mejora de Densidad del Suelo**





- Para los árboles establecidos y que presentan problemas por asfixia radicular ligados a sistemas de siembra inadecuada, se puede realizar una labor de mejora de la densidad del suelo.
- Esta labor consiste en hacer una adición de suelo a cada hueco original de siembra sin afectar las raíces presentes, usando un cabo o trozo de madera redondo, con una rebaja hacia la punta para permitir que este entre fácilmente.





- Se hacen agujeros cerca al tallo en el hueco de siembra sin dañar raíces, adicionar al agujero suelo seco desmenuzado, apretar cada cantidad de suelo aplicado hasta cubrir el hueco.
- El procedimiento se debe realizar alrededor del árbol, requiriéndose 3 a 5 agujeros por cada sitio, dependiendo de que tanto



























# Conclusiones

- La asfixia radicular del aguacate en Colombia es una problemática que no había sido identificada ni manejada adecuadamente.
- La densidad del suelo, su textura y su capacidad de infiltración eran factores no analizados al momento de establecer cultivos de aguacate.
- Las condiciones ambientales tropicales de Colombia, con altas precipitaciones, ubicación en la ZCIT, los fenómenos de El Niño y La Niña, las características de los huertos ubicados en las laderas y valles interandinos, las cordilleras, y la adopción de técnicas de siembra y de manejo no aptas para esas condiciones, provocan pérdidas sustanciales en los cultivos de aguacate, a causa de la asfixia radicular.



# Conclusiones

- Las diferentes técnicas descritas, que inician desde la etapa de vivero con sustratos densos, sistemas de siembras para las condiciones tropicales, y manejos posteriores en cultivos establecidos con la adición de suelo a los huecos de siembra, se presentan como alternativas que reducen pérdidas económicas para los productores de aguacate.



**Muchas  
Gracias!!!!**