



El Colegio de la Frontera Sur

Efecto de la intrusión salina en huertos familiares en la
costa de Tabasco, México

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Alejandro Alcudia Aguilar

2012



El Colegio de la Frontera Sur

Villahermosa, Tabasco, 14 de diciembre de 2012.

Las personas abajo firmantes, integrantes del jurado examinador de:

Alejandro Alcudia Aguilar

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada:

“Efecto de la intrusión salina en huertos familiares en la costa de Tabasco, México”.

para obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.**

	Nombre	Firma
Director de Tesis	Dr. Johannes Cornelis van der Wal	_____
Asesor	Dr. Cristian Tovilla Hernández	_____
Asesor	Dr. José David Álvarez Solís	_____
Asesor	Dr. Juan Suárez Sánchez	_____
Sinodal adicional	Dr. Pablo Martínez Zurimendi	_____
Sinodal adicional	Dr. Miguel Ángel Díaz Perera	_____
Sinodal suplente	Dr. Regino Gómez Álvarez	_____

Dedicatoria

A mis padres, José Ángel Alcudia Ehuan y Antonia Aguilar Aguilar, por motivarme cada día y decirme que la vida no es tan complicada, si no que cada quien la complica a su modo de ser. ¡Sí se pudo!

A mis hermanos Osiris del Carmen Alcudia Aguilar y José Jesús Alcudia Aguilar, a ustedes por su cariño y alegría

A ti Amada Aguilar Moreno ⁺, por haberme apoyado desde un principio. De todo corazón gracias.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México por financiar el proyecto FORDECYT “Gestión y estrategias de manejo sustentable para el desarrollo regional en la cuenca hidrográfica transfronteriza Grijalva” (clave 143303).

A El Colegio de la Frontera Sur y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado durante estos dos años.

A mi tutor, Dr. Hans Van der Wal, por su apoyo brindado en la elaboración de esta tesis, sus acertados consejos, sugerencias y sobre todo por la paciencia en aclarar mis dudas. Por compartir sus conocimientos, enseñarme la manera correcta de trabajar, a ser perseverante y motivarme. Gracias por todo lo compartido.

Al Dr. Juan Suárez Sánchez, Dr. David Álvarez Solís y Dr. Cristian Tovilla, por sus comentarios y sugerencias para elaborar esta tesis.

A los sinodales externos Dr. Pablo Martínez Zurimendi, Dr. Miguel Ángel Díaz Perera, Dr. Regino Gómez Álvarez, por sus comentarios y el tiempo dedicado a revisar la presente tesis.

A los integrantes del equipo de huertos familiares, por su gran apoyo e interés en cada una de las actividades: Ing. Manuel Vargas, Pedro Santiago Montejó, José Javier Isidro Hernández, Fermín Espíndola, Isidra Pérez Ramírez, Adriana del Carmen Ríos Hernández, Pedro Hernández Pérez, Xavier Alejandro Hernández Bautista y Alejandro Martínez, y a todos aquellos que me faltaron por mencionar ¡mil gracias!

A Yuri del Carmen y Fabiola Gpe. Valenzuela Que, por el tiempo convivido y sus ánimos para seguir adelante.

A cada una de las familias dueñas de los huertos quienes muy amablemente me permitieron el acceso a sus hogares.

INDICE

Introducción	1
Definición del huerto familiar	1
Las funciones del huerto familiar	1
Huertos y suelos	4
Huertos familiares y el cambio climático.....	5
Intrusión salina en huertos y geomorfología	7
Motivos, objetivos e hipótesis.....	13
Motivos.....	13
Objetivos	14
Objetivos específicos	14
Hipótesis	15
ARTICULO SOMETIDO	16
CAMBIO CLIMÁTICO, SALINIDAD Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES EN HUERTOS FAMILIARES DE LA COSTA DE TABASCO, MÉXICO.....	17
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	19
MATERIALES Y MÉTODOS	21
Muestreo en huertos.....	21
Experimento en vivero	22
RESULTADOS.....	25
Variables ambientales y composición de especies de huertos en la costa.....	25
Salinidad del suelo en las macetas	27

Crecimiento y biomasa de las plantas	28
Modelo	33
DISCUSIÓN.....	33
Salinidad y composición de especies en los huertos en la costa de Tabasco	33
Salinidad y tolerancia a ella en tres especies frecuentes (experimento en vivero).....	35
Observaciones finales.....	36
AGRADECIMIENTOS.....	37
LITERATURA CITADA	38
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	44
Discusión	44
Conclusiones.....	47
ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
Apéndice 1 Matriz de abundancia de especies en huertos familiares en la costa de Tabasco	59
Anexo 1 Profundidades del agua freática y su conductividad eléctrica en las cuatro fechas, diciembre 2011 (F1), marzo 2012 (F2), mayo 2012 (F3) y julio 2012 (F4).	63
Anexo 2 Profundidades del agua freática y conductividad eléctrica de los 30 cm superiores del suelo, en las cuatro fechas, diciembre 2011 (F1), marzo 2012 (F2), mayo 2012 (F3) y julio 2012 (F4).....	65
Anexo 3 Biomasa en raíz (g), tallo (g) y hoja (g) en cuatro cosechas, 19 de marzo (F1), 19 de abril (F2), 19 de mayo (F3) y 19 de junio (F4). Especie 1 (guanábana), especie 2 (mango) y especie 3 (naranja). Tratamiento 1 (124 μ S/cm), tratamiento 2 (1084 μ S/cm), tratamiento 3 (2143 μ S/cm), tratamiento 4 (4031 μ S/cm) y tratamiento 5 (7631 μ S/cm).	67
Anexo 4 Altura de la planta, diámetro del tallo, hojas con clorosis, necrosis, total de hojas, brotes vivos y muertos, en tres cosechas, 19 de abril (F2), 19 de mayo (F3) y 19 de junio (F4). Especie 1 (guanábana), especie 2 (mango) y especie 3 (naranja). Tratamiento 1 (124 μ S/cm), tratamiento 2 (1084 μ S/cm), tratamiento 3 (2143 μ S/cm), tratamiento 4 (4031 μ S/cm) y tratamiento 5 (7631 μ S/cm).....	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de situaciones geomorfológicas y factores que influyen en la intrusión salina en la costa de Tabasco.....	8
Cuadro 2. Cantidades de sal aplicadas a las macetas de guanábana, mango y naranja a lo largo del experimento. Fecha 2: a los 32 días; Fecha 3: a los 62 días; Fecha 4: a los 93 días después de haber iniciado el experimento.	23
Cuadro 3. Profundidad del manto freático en una muestra de 19 huertos en localidades de la costa en Tabasco.....	26
Cuadro 4. Conductividad eléctrica del suelo en las macetas con plantas de guanábana, mango y naranja a los 62 y 93 días después de iniciado el experimento. Datos de conductividad son expresados en $\mu\text{S}/\text{cm}$	28
Cuadro 5. Conductividad eléctrica de la mitad superior e inferior del suelo en los 5 tratamientos de guanábana, mango y naranja. 1 = guanábana; 2 = mango; 3 = naranja. i: mitad inferior; s: mitad superior. Conductividad se expresa en $\mu\text{S cm}^{-1}$	28
Cuadro 6. Altura y número de hojas en plantas de guanábana, mango y naranja expuestas a estrés salino durante 32, 62 y 93 días. Especie 1 = guanábana; 2 = mango; 3 = naranja. Fecha 2, 3 y 4: 32, 62 y 93 días después de inicio.....	30
Cuadro 7. Biomasa de hojas y raíces y biomasa total de plantas de guanábana, mango y naranja sometidos a 5 niveles de estrés salino. PST = peso seco total; RPH = peso relativo de las hojas; RPR = peso relativo de las raíces. T = tratamiento. Los pesos son indicados en g. 1: guanábana; 2: mango; 3: naranja.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El huerto tradicional campesino en el sur de México (Figura tomada de Barrera, 1980).	3
Figura 2. Descenso de los ríos, lo cual permite la intrusión del agua del mar. (Figura tomada de West <i>et al.</i> , 1969).	9
Figura 3. Incremento del nivel del mar por vientos del norte, lo cual permite la entrada del mar tierra adentro (Figura tomada de Ortiz-Pérez <i>et al.</i> , 2010).	10
Figura 4. Intrusión de agua salina por efecto de la extracción de agua subterránea. (Figura tomada de Graniel <i>et al.</i> , 2004).	11
Figura 5. Retroceso de la línea costera, de 1943 a 2008 (Figura tomada de Ortiz-Pérez <i>et al.</i> , 2010).	12
Figura 6. Retroceso de la línea de costa en la localidad de Sánchez Magallanes, estado de Tabasco en septiembre del 2004 (Figura tomada de Hernández, 2007).	12
Figura 7. Localización de los 19 huertos familiares de la costa, con mediciones de salinidad en agua freática, suelo y composición de especies. Los números hacen referencia a cada huerto. (Imagen tomada de Google Earth, 2012).	21
Figura 8. Conductividad eléctrica media en el sobrenadante de muestras de los 30 cm superiores del suelo en huertos familiares en la costa de Tabasco. t1 = diciembre 2011; t2 = marzo 2012; t3 = mayo 2012; t4 = julio 2012. Los números a la derecha refieren a los huertos de la muestra.	25
Figura 9. CCA con datos de abundancia de las especies y la conductividad eléctrica (A) y profundidad del manto freático (B) como factores ambientales. La conductividad eléctrica se encuentra asociada con el eje 1, que el programa traza en el espacio multi-dimensional de los datos.	27
Figura 10. Diferencias promedios en altura y número de hojas sin y con necrosis en 14 plantas de guanábana, mango y naranja entre las fechas 2 y 3, y 3 y 4. En las tres fechas se midieron las mismas plantas.	31

Introducción

Definición del huerto familiar

Los huertos familiares han sido definidos de distintas maneras. Algunos autores los consideran como sistemas agroforestales del trópico con asociaciones deliberadas de árboles, arbustos, cultivos herbáceos y/o animales, dentro del límite del complejo residencial y utilizando principalmente la mano de obra familiar (Fernández y Nair, 1986; Méndez y Gliessman, 2002). Otros los describen como el espacio ocupado por las plantas y los animales, que junto con las construcciones de la casa, cocina, sitio para bañarse, lavadero, pozo, gallineros y chiqueros, conforman la unidad donde habita la familia campesina (Terán y Rasmussen, 1994). Otros autores consideran los huertos como sistemas agroforestales agrodiversos, que contribuyen a la economía familiar de la población al proveer productos para consumo, trueque y comercialización, de distintos usos: alimentos, ornamentales, medicinales, maderables, combustibles, usos culturales y otros (Jiménez *et al.*, 1999; Ospina, 2005).

Las funciones del huerto familiar

Los huertos cumplen con una serie de funciones, tanto ecológicas, como sociales y económicas. Entre las funciones destaca la de conservación de la biodiversidad. En Pomuch, Campeche habían 53 familias botánicas con un total de 142 especies en una muestra de 24 huertos. De las 142 especies, 79 eran árboles y arbustos, mientras que 63 eran de otras formas de crecimiento. Las familias con mayor número de especies fueron las Fabaceae, Rutaceae y Solanaceae (Poot *et al.*, 2008). En el municipio de Huimanguillo, Tabasco, había en 79 huertos un total de 228 especies de plantas, distribuidas sobre 175 géneros y 79 familias. (Hidalgo *et al.*, 2003). En el ejido El Caobanal 1ª sección, en el mismo municipio de Huimanguillo, Tabasco, se reporta un total de 56 especies de plantas medicinales, que pertenecen a 35 familias botánicas (Puente *et al.*, 2010). En los huertos de la

región sierra en Tabasco, se encontraron 174 especies que pertenecían a 54 familias botánicas. Las familias con los mayores números de especies fueron las Solanaceae, Fabaceae, Rutaceae, Cucurbitaceae, Arecaceae (Hernández, 2000). En 109 huertos en el estado de Tabasco, se reportaron 143 especies arbóreas (Pérez, 2010).

La gran riqueza de especies en los huertos es debido a la gran variación que hay entre los huertos, entre otros factores debido a su papel económico. Se ha observado que los huertos de familias ricas difieren de los huertos de familias pobres. Para una familia rica puede ser más importante su función de proveer valores estéticos, y para una familia pobre su función de proveer alimentos y de evitar el gasto de dinero en efectivo. A la variación relacionada con estos factores económicos, se une la variación por otros factores: la diversidad cultural, fisiográfica, climatológica, y de los recursos naturales del país y aun al interior de las regiones. Lo anterior confirma y explica que los huertos son efectivamente sistemas biológicamente diversos, y que por lo tanto cumplen con una función en la conservación de las especies y de bancos de germoplasma. Asimismo, se caracterizan por su diversidad estructural. Debido a su diversidad de especies y su diversidad estructural los huertos cumplen con conjuntos de funciones biológicas y ecológicas (Lok, 1998): los árboles proveen espacios para que aniden o descansen diferentes especies de aves, y dan soporte a trepadoras y epífitas; albergan una diversidad de invertebrados; los árboles, al enraizar profundamente, reciclan nutrientes, evitan erosión al retener suelo y disminuir el impacto de las gotas de lluvia en el suelo, generan beneficios hidrológicos al fomentar la infiltración del agua, y generan micro-climas particulares que pueden ser aprovechados por especies con requerimientos específicos (Lok, 1998; Torquebiau, 1992; Jensen, 1993; Gliessman, 1998). Todas estas funciones son similares a las del bosque, con los cuales los huertos muestran cierta similitud, con la gran diferencia de que los huertos están generados y manejados para responder a las necesidades de la gente (Soemarwoto, 1987; Torquebiau, 2000).



Figura 1. El huerto tradicional campesino en el sur de México (Figura tomada de Barrera, 1980).

Los huertos cumplen con funciones económicas, al generar productos para el autoconsumo, para la venta y para el trueque, de acuerdo a las necesidades de las familias (Vara 1980; Terán y Rasmussen, 1994). Las características de los huertos mantienen una relación con las condiciones y estrategias socioeconómicas de sus dueños (Cuanalo y Guerra 2008; Alayón y Gurri, 2008; Poot, 2008). La finalidad del huerto no es optimizar la producción de un solo producto, sino garantizar al hogar diferentes productos a lo largo del año y lograr una estabilidad a largo plazo a partir de la diversidad (Altieri, 1991). Esto se logra a través de la diversidad de especies de plantas y la integración del componente animal (Lok, 1998). El huerto tiene un aporte al ingreso total del hogar mediante la producción de alimentos para el autoconsumo y la venta de diferentes productos a lo largo del año (Samaniego y Lok, 1998; Méndez y Gliessman, 2002). Los productos destinados a la venta son comercializados en los mercados locales y en las zonas urbanas. El dinero que se obtiene es utilizado para adquirir diversos productos que no son cultivados en sus propios huertos (Juan y Madrigal, 2005).

El trueque de material genético fomenta la experimentación y la adaptación de nuevas especies, creando una diversidad de especies nativas y exóticas (Guerra, 2005).

También en el aspecto social el huerto familiar cumple con importantes funciones, como proporcionar espacios de esparcimientos tanto para niños, jóvenes y adultos. Así mismo se proveen espacios en donde los niños realizan actividades de correr y subirse a los árboles, además de que ahí se llevan a cabo labores domésticas como el lavado y colgado de la ropa (Cuanalo y Guerra, 2008). Dentro de los huertos se crean secciones, de acuerdo a las actividades de la familia y la cultura de la región (casa, cocina, zona de lavado, pozo, área para cría de animales de traspatio, semilleros, área de frutales y/o maderables, área de plantas de ornatos y/o medicinales, área con colmenas para la producción de miel y otros derivados). Las secciones están relacionadas con el género masculino o femenino de las personas que las atienden (Lok, 1998).

Las relaciones sociales fomentan el intercambio con otras mujeres, por ejemplo de especies de ornato o especies comestibles (Poot, 2008). Los huertos son cambiantes, y son modificados por el hombre para amoldarlo a los intereses en un entorno social (Lok 1998). Los dueños y dueñas les confieren nuevas funciones, les restan funciones, les dedican tiempo y se organizan para su mantenimiento (Méndez y Gliessman 2002).

Huertos y suelos

Las características del suelo influyen en la productividad de las plantas en el huerto familiar (Palma y Triano, 2007). La composición específica de la comunidad de plantas en los huertos familiares responde entre otros factores a las características de los suelos, su drenaje, su fertilidad, y su salinidad. Generalmente se cultivan las especies que mejor se adaptan a las condiciones locales, o bien se crean espacios con características particulares para cultivar

especies no adaptadas a las condiciones vigentes del suelo, por ejemplo, en recipientes, áreas con riego, etc. (Méndez y Gliessman, 2002).

La cantidad de agua disponible en el suelo tiene un efecto importante en la productividad de las plantas. Depende del tamaño y la disposición de los poros. En suelos arenosos y desagregados, el agua tiende a drenar por acción de la gravedad. Los suelos compuestos por partículas finas suelen tener una porosidad total superior, y retienen cantidades mayores de agua (Kramer, 1974). De esta manera, la textura del suelo ejerce una influencia directa sobre las propiedades de retención de agua y nutrientes.

En Tabasco existen diferentes tipos de suelos (Palma *et al.*, 2006). En la costa los suelos tienen generalmente el manto freático elevado, alta permeabilidad interna y texturas arenosas. Pueden presentar inundación por agua salobre. Generalmente son pobres en materia orgánica. En áreas bajas, cerca de las lagunas, los suelos tienden a ser arcillosos.

Huertos familiares y el cambio climático

El cambio climático puede afectar la composición y producción de los huertos familiares por aumento en la temperatura, por afectar la distribución de las lluvias, y en las costas por la elevación del nivel del mar e intrusión salina. La producción diversificada en huertos cobra particular importancia en la costa en periodos de relativo aislamiento por incidencia de inundaciones y huracanes. Estos fenómenos naturales, que son cada vez más frecuentes debido al cambio climático, afectan a los cultivos y pueden ocasionar bajos rendimientos.

En la costa de Tabasco se vive actualmente el incremento del mar como consecuencia del cambio climático (Estrada, 2001). El incremento del nivel del mar causa daños a la agricultura por la salinización de suelos, del agua superficial y de los acuíferos subterráneos costeros (Banco Mundial, 2008). Este efecto no se

presenta solamente en la cercanía al mar sino también tierra adentro. Esto puede repercutir en los ecosistemas y a las actividades económicas de la población (Haque, 2006 y Ortiz *et al.*, 2010).

En la costa del Golfo de México se observa una tendencia de retroceso en los perfiles de playa hacia el estado de Tamaulipas y perfiles más estrechos hacia los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán (Carranza-Edwards *et al.*, 2004). El aumento de unos pocos centímetros se traducirá en la regresión de la línea costera. En la costa de Tabasco, sobre el frente deltaico del río San Pedro y San Pablo, se observa el retroceso de la línea de la costa hacia el interior. También se observa el retroceso costero en la zona de Sánchez Magallanes (Hernández, 2007). El incremento del nivel del mar también modifica y transforma las áreas de inundación.

Con la elevación del nivel del mar se presenta el fenómeno de la intrusión salina (Ortiz *et al.*, 2010). La intrusión salina es el fenómeno de avance de aguas salinas en espacios antes no ocupados por ellas. Se retira la carga hidráulica de agua dulce en el acuífero, y su lugar es ocupado por agua salina proveniente del mar. En la costa de Tabasco las posibles causas son el incremento en el nivel del mar por causa del cambio climático, modificaciones de la línea costera por acciones del hombre, y la sobreexplotación por bombeo de los recursos hídricos del manto freático (Bocanegra, 2002).

La regresión de la línea costera en Tabasco y Campeche causa que los manglares estén sujetos a intrusiones periódicas de aguas salinas. Durante la temporada seca de marzo hasta mayo, la carga de los ríos sobre las lagunas y el mar es reducida, lo cual permite la intrusión salina (West, 1985, Ortiz *et al.*, 2010).

La intrusión salina influye en la producción agrícola y pecuaria. El crecimiento y la salud de las plantas puede verse afectado por la salinidad, ya que algunas especies son susceptibles aún a bajos contenidos de sal (Haque, 2006). La

concentración alta de sales solubles causa una mala distribución de la raíz y deficiencias en la nutrición en las plantas y desordenes fisiológicos (Foth, 1984, Adams, 1991). A alta salinidad, el desarrollo de las hojas y el crecimiento del tallo se reducen y los meristemos se mueren. Las elevadas concentraciones de Na^+ y Cl^- en el suelo disminuyen las actividades de diversos iones, conduciendo a desequilibrios nutricionales de Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} y NO_3^- , y reduciendo la disponibilidad y transporte de Ca^{2+} a las partes en crecimiento de la planta (Grattan y Grieve, 1999). El balance entre la absorción del agua y la transpiración está dirigido por el potencial hídrico, la cual determina la cantidad de agua en los tejidos. A alta salinidad el potencial hídrico de la planta decrecerá, así mismo una transpiración alta causará descenso del potencial hídrico en toda la planta (Van Iperen, 1996).

Las plantas difieren en su tolerancia a la salinidad. Por lo anterior, al aumentarse la salinidad en los suelos, algunas plantas podrán permanecer, mientras que otros ya no prosperarán. De esta manera, la composición específica es influida por la salinidad del suelo y agua freática, ya sea porque la población elimina especies que no producen bien en estas condiciones, o bien por mortandad de individuos de especies no tolerantes. Los cambios en la composición de especies en los huertos familiares modifican la múltiple funcionalidad de los huertos familiares.

Intrusión salina en huertos y geomorfología

Los huertos familiares de la costa se localizan en distintas condiciones geomorfológicas. En la región costa del estado de Tabasco podemos distinguir los lomeríos de tierras rojas, los diques de río, canales antiguos en pantanos, bordos de playa, y dunas (West, 1985). Las condiciones geomorfológicas influyen en la incidencia de la intrusión salina, en interacción con los factores que influyen en ella:

- F1 Mareas diurnas

- F2 Reducción de las descargas de los ríos en temporadas secas sobre las lagunas y el mar, permitiendo la entrada de agua de mar.
- F3 Elevación del mar por vientos del norte (nortes).
- F4 Extracción del agua subterránea para diferentes usos.
- F5 Reducción en los niveles de los ríos en temporada de seca.
- F6 Precipitación pluvial.
- F7 Incremento del nivel del mar por el deshielo de casquetes (West, 1985).

A partir de las condiciones geomorfológicas en las zonas bajas de la costa de Tabasco y los factores que influyen en la intrusión de sal en cada una de estas condiciones, se realizó una matriz que indica la intensidad de la intrusión salina en cada combinación de factores y geomorfología (Cuadro 1) tal como lo espera el autor con base en consideraciones como altura del elemento geomorfológico, y distancia al mar, detallados a continuación.

Cuadro 1. Matriz de situaciones geomorfológicas y factores que influyen en la intrusión salina en la costa de Tabasco.

		Factores						
Geomorfología		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Tierras rojas en colinas		0	0	0	++	+++	+++	++
Diques de río		+	+++	0	0	++	+++	++
Bordes de canales antiguos en pantanos		0	+	0	0	+	++	0
Bordos de playa		+++	0	+++	+++	+++	0	+++
Dunas		+++	0	+++	+++	+++	0	+++

Factores: (1) mareas altas, (2) entrada de agua de sal, por el bajo nivel de los ríos, (3) elevación del mar por efecto del viento (nortes), (4) extracción del agua subterránea, (5) reducción de agua en los niveles de río en la época de seca, (6) precipitación pluvial, (7) incremento del mar por el deshielo de casquetes polares.

Mareas diurnas – dunas. A lo largo de la costa del Golfo de México, las invasiones temporales de las mareas rara vez rebasan los 50 cm a lo largo de la costa. Si las dunas son altas, este factor no tendrá mucho efecto, debido también a la poca capilaridad en suelos arenosos.

Descenso de los niveles del río – Diques del río. En la temporada de seca (marzo - mayo) en Tabasco, la descarga de ríos sobre lagunas y el mar se reduce, lo que provoca intrusión salina. Esto puede aumentar la salinidad en los diques del río (Figura 2), particularmente cuando estos no son altos.

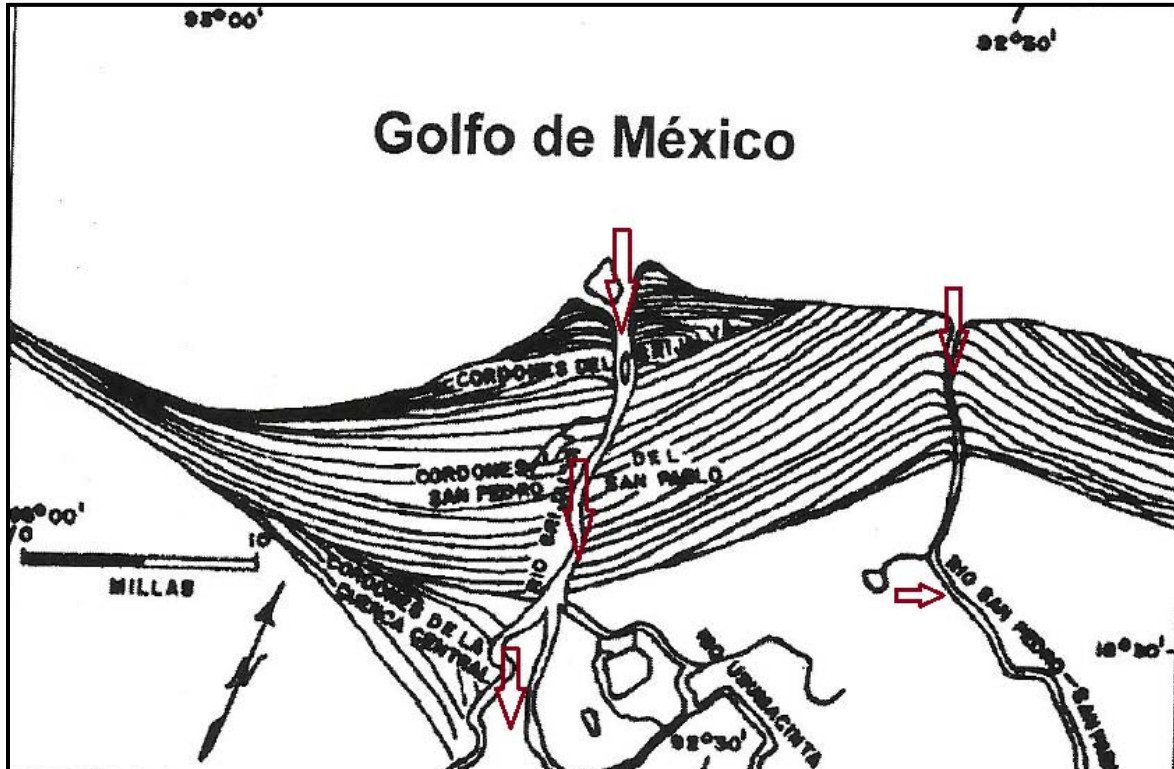


Figura 2. Descenso de los ríos, lo cual permite la intrusión del agua del mar. (Figura tomada de West *et al.*, 1969).

Elevación del mar por vientos del norte – bordos de playa.

Elevación del mar por vientos del norte (nortes) en Tabasco (noviembre – febrero) causa que el agua salina entre en lagunas y en las partes bajas de los cauces de

los ríos, e inunda ocasionalmente los terrenos bajos que se encuentran próximos. Esto puede afectar la salinidad en los diques de los ríos y bordos de playa (Figura 3). Los bordos de playa son depósitos marinos antiguos, paralelos a las costas, cuyos partes altas alternan con franjas bajas.



Figura 3. Incremento del nivel del mar por vientos del norte, lo cual permite la entrada del mar tierra adentro (Figura tomada de Ortiz-Pérez *et al.*, 2010).

Extracción de agua subterránea – tierras rojas, barras de playas, etc. La extracción del agua subterránea rompe el equilibrio hidrodinámico y puede resultar en intrusión salina (Figura 4).

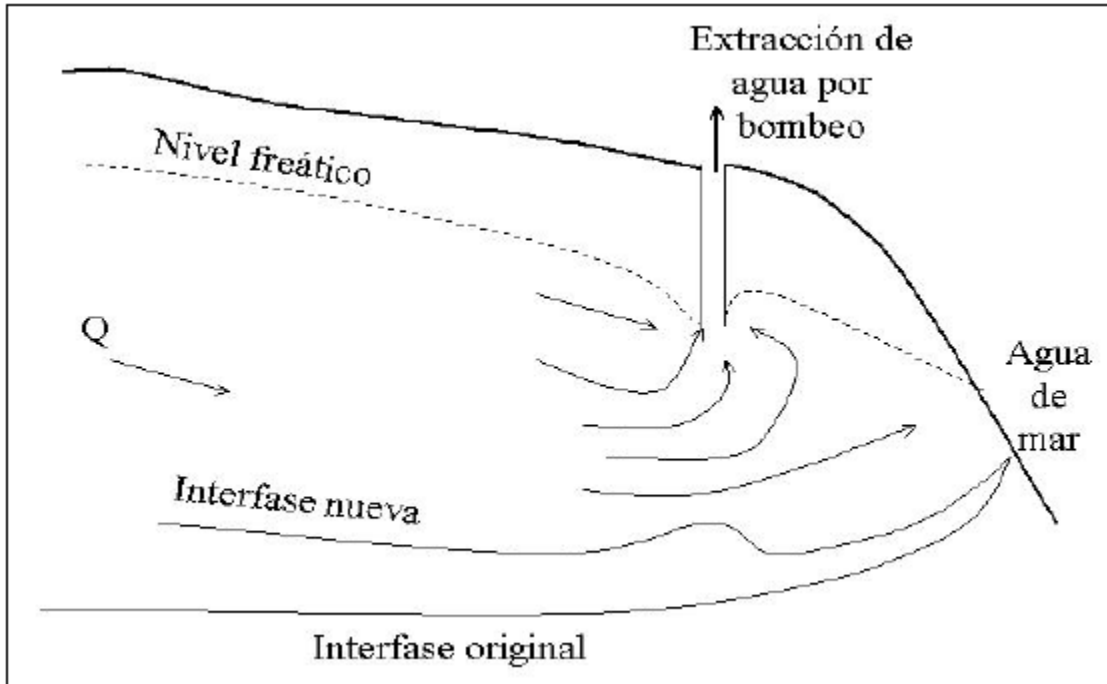


Figura 4. Intrusión de agua salina por efecto de la extracción de agua subterránea. (Figura tomada de Graniel *et al.*, 2004).

Incremento del nivel del mar (calentamiento global) – dunas.

El retroceso de la línea costera ocasiona la intrusión salina en el manto freático y puede llevar también a la inundación de zonas bajas con agua del mar (Figura 5 y Figura 6). Lo anterior tiene un impacto sobre todo en la cercanía de la línea de costa.

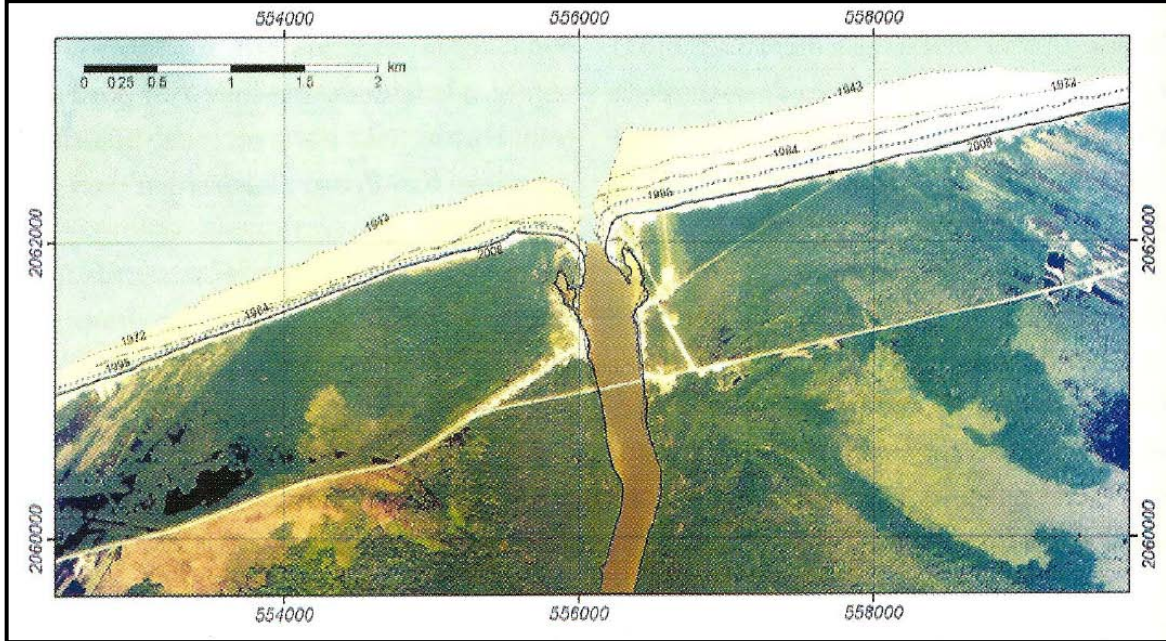


Figura 5. Retroceso de la línea costera, de 1943 a 2008 (Figura tomada de Ortiz-Pérez *et al.*, 2010).



Figura 6. Retroceso de la línea de costa en la localidad de Sánchez Magallanes, estado de Tabasco en septiembre del 2004 (Figura tomada de Hernández, 2007).

El efecto de los factores mencionados en su interacción con la geomorfología en la salinidad en cada punto del territorio es un tanto impredecible (West *et al.*, 1985). Por lo anterior, parece conveniente indicar la geomorfología entre los metadatos en muestreos de salinidad, para en su momento al disponer de suficientes datos, estar en condiciones de analizar la relación con mayor detalle.

Motivos, objetivos e hipótesis

Motivos

Los huertos familiares son sistemas agro-diversos que actualmente contribuyen a la conservación de la biodiversidad, como también a las necesidades económicas y alimenticias de las familias. Estudios realizados generalmente en especies arbóreas y arbustivas demuestran la riqueza de especies en los huertos familiares (Hidalgo *et al.*, 2003; Poot, 2008; Puente *et al.*, 2010; Pérez, 2010).

La composición de especies en los huertos familiares responde, entre otros factores, a las características del suelo, agua y clima. Esto cobra particular importancia en los huertos de la costa de Tabasco, donde el cambio climático genera intrusiones salinas, que pueden ocasionar cambios en el suelo y a consecuencia en la flora. Hasta la fecha no hay investigaciones sobre el impacto del cambio climático sobre la composición de especies en los huertos familiares.

Por esta razón se realizó un estudio exploratorio sobre la incidencia del fenómeno en huertos familiares en la costa. En el estudio se analiza si la salinidad del suelo es actualmente un factor que influye en la composición de especies arbóreas y arbustivas en los huertos familiares en la costa de Tabasco. Paralelamente se analizan datos de crecimiento y biomasa en un experimento en vivero, en el cual se sometieron plantas de las tres especies frecuentes (guanábana, mango y naranja) en los huertos familiares a diferentes concentraciones de NaCl en el agua de riego. Se determina el índice de tolerancia al estrés de las tres especies y se delibera si se podrán mantener al incrementar la salinidad del suelo por causa de

la intrusión salina en los huertos, comparando la salinidad del suelo generado en el experimento con la salinidad encontrada en los huertos de la costa.

Objetivos

Contribuir a conocer los impactos del cambio climático global en los huertos familiares de la costa de Tabasco.

Objetivos específicos

- Determinar la salinidad del suelo en una muestra de huertos de la costa del estado de Tabasco.
- Determinar la composición de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas perennes en la muestra de huertos de la costa.
- Determinar las especies más frecuentes en la muestra de huertos de la costa.
- Analizar si existe una relación en la composición de especies y la salinidad encontrada en los suelos en los huertos de la costa.
- Medir parámetros de crecimiento en las plantas de las especies más frecuentes: guanábana (*Annona muricata* L.), mango (*Mangifera indica* L.) y naranja agria (*Citrus aurantium* L.) sometidos a diferentes concentraciones de sal en el agua de riego en vivero.
- Determinar la respuesta a la salinidad en biomasa de las tres especies más frecuentes: guanábana (*Annona muricata* L.), mango (*Mangifera indica* L.) y naranja agria (*Citrus aurantium* L.) y calcular su índice de tolerancia.

Hipótesis

- La intrusión salina impacta en una parte de los huertos en la costa de Tabasco, indicando que al continuar el cambio climático se producirá un impacto en la diversidad de los mismos.
- La salinidad del suelo varía entre los huertos familiares en la costa, encontrándose desde suelos no-salinos hasta suelos de alta salinidad.
- La salinidad del suelo influye en la composición de especies en los huertos familiares de la costa.
- Los parámetros de crecimiento y biomasa en las tres especies muestran una relación con la salinidad del agua de riego aplicada.
- Las especies más frecuentes se estresan en vivero a niveles de salinidad que son comunes en los huertos familiares en la costa.

ARTICULO SOMETIDO

CAMBIO CLIMÁTICO, SALINIDAD Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES EN HUERTOS FAMILIARES DE LA COSTA DE TABASCO, MÉXICO.

Climate change, salinity and species composition in home gardens of the coast of Tabasco, Mexico.

A Alcudia-Aguilar*, H van der Wal, J Suárez-Sánchez, D Álvarez-Solis, y C. Tovilla-Hernández

(AAA) (HVDW) El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Carretera Villahermosa a Reforma Km. 15.5, Ra Guineo segunda sección. Código Postal 86280, Villahermosa, Centro, Tabasco, México. aalcudia@ecosur.mx

(JSS) Laboratorio de Medio Ambiente, Facultad de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Autopista San Martín-Tlaxcala, Km. 10.5, A.P. No. 12. Código Postal 90120, San Felipe Ixtacuixtla, Tlaxcala, México.

(DAS) El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de las casas. Carretera Panamericana y periférico sur s/n, Barrio María Auxiliadora. Código Postal 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

(CTH) El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. Carretera Antigua Aeropuerto Km. 2.5, Código postal, 30700, Tapachula Chiapas.

RESUMEN

El cambio climático incide en los ecosistemas naturales y artificiales costeros por la elevación del nivel del mar y la consiguiente intrusión salina. El presente artículo tiene como objetivo determinar si la salinidad del suelo influye actualmente en la composición de especies en los huertos familiares en la costa de Tabasco, México, y determinar la tolerancia a la salinidad de las tres especies arbóreas más frecuentes. Se determinó la frecuencia y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en 19 huertos familiares, y se determinó la conductividad eléctrica del suelo. En vivero se sometieron plantas de las tres especies arbóreas más frecuentes (guanábana, mango y naranja agria) a 5 niveles de conductividad (124, 1084, 2143, 4031 y 7631 $\mu\text{S cm}^{-1}$), se determinó la altura de las plantas y la biomasa de raíz, tallo, y hojas. Se calculó la conductividad a la cual se reduce la biomasa en 50% (EC_{50}) y el índice de tolerancia al estrés (ST-Index). La composición de especies en campo mostró relación con la salinidad de los suelos. EC_{50} en guanábana, mango y naranja eran 9580, 10220 y 17430 $\mu\text{S cm}^{-1}$, y el ST-Index 16810, 9300 y 8830 $\mu\text{S cm}^{-1}$. El hecho de que la

salinidad influya en la composición de especies indica que el cambio climático cambiará la composición de especies en los huertos familiares. De las tres especies estudiadas en vivero, la abundancia de naranja agria se vería más afectada. Se discuten brevemente opciones de adaptación y mitigación.

Palabras clave: índice de tolerancia al estrés, guanábana, naranja agria, mango.

ABSTRACT

Climate change influences natural and artificial ecosystems in coastal areas through the rising sea level and the saline intrusion this causes. It is the goal of this article to determine if the salinity of soils presently influences the species composition of home gardens at the coast of tabasco, Mexico, and to determine the tolerance to salinity in the three most frequent species. We determined the frequency and abundance of the tree and shrub species in 19 home gardens, and we determined electric conductivity of the soil. In a nursery we submitted plants of the three most frequent species (guanabana, mango and orange) to 5 levels of conductivity (124, 1084, 2143, 4031 and 7631 $\mu\text{S cm}^{-1}$), determined the height of plants and the biomass of roots, axis and leaves. We calculated the conductivity which reduces biomass by 50% (EC_{50}), and the index of tolerance to stress (ST-Index). The species composition in the field was related with soil salinity. EC_{50} in guanabana, mango and orange were 9580, 10220 and 17430 $\mu\text{S cm}^{-1}$, and ST-Index 16810, 9300 and 8830 $\mu\text{S cm}^{-1}$. The fact that salinity influenced species composition indicates that climate change will modify the species composition in home gardens. Of the three species studied in the nursery, the abundance of orange will be most affected. We discuss briefly some options for adaptation and mitigation.

Key words: Index of tolerance to stress, guanabana, mango, orange.

INTRODUCCIÓN

Los huertos familiares son asociaciones deliberadas de árboles, arbustos, cultivos herbáceos y/o animales, dentro de los límites residencial y utilizando, principalmente la mano de obra familiar (Méndez & Gliessman 2002; Lok 1998; Jiménez *et al.* 1999). Se distribuyen ampliamente en comunidades rurales, particularmente en el trópico húmedo (Kumar & Nair 2004).

Los huertos familiares cumplen con diferentes funciones (Lok 1998). Conservan una alta biodiversidad, hacen reciclaje de nutrientes, evitan la erosión, generan beneficios hidrológicos, proveen nichos de aves y crean micro-climas (Lok 1998, Torquebiau 1992; Jensen 1993; Gliessman 1998). Proveen de múltiples beneficios económicos, al generar productos para el autoconsumo y para la venta (Lok 1998; Teran & Rasmussen 1994; Niñez 1987). Su diversidad de especies vegetales y animales permite cosechar productos alimenticios durante todo el año, además de productos como leña, plantas medicinales, condimentos y ornamentales (Méndez & Gliessman 2002). La producción diversificada en huertos familiares cobra particular importancia en periodos de relativo aislamiento por la incidencia de inundaciones y huracanes (Porro *et al.* 2002; Magaña 2005; Caetano *et al.* 2010).

La composición de especies en los huertos familiares tiene una relación con las condiciones climáticas y las características de los suelos (Porro *et al.* 2002). Generalmente se cultivan las especies que mejor se adaptan a las condiciones locales, o bien, adaptan los espacios para generar las condiciones que requieren las especies (recipientes, áreas con riego, etc.) (Méndez & Gliessman 2002, Pérez 2009).

El cambio climático modifica las condiciones de los suelos en los huertos en la costa (Caetano *et al.* 2010). El incremento en el nivel del mar provoca el aumento de la salinidad a consecuencia de la intrusión salina, es decir el fenómeno de avances de aguas salinas en espacios no ocupados por ella, donde se retira la carga hidráulica de agua dulce en el acuífero, y su lugar es ocupado por agua salina proveniente del mar (Bocanegra *et al.* 2002; Conde *et al.* 2004; Caetano *et al.* 2010). Asimismo, con el cambio climático aumentan la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos (Hernández *et al.* 2007; Caetano *et al.* 2010; Ortiz-Pérez *et al.* 2010). Lo anterior tiene consecuencias críticas en los ecosistemas y en las actividades humanas (Pannier 1992; Ortiz-Pérez *et al.* 2010).

La salinidad de los suelos afecta la capacidad de las plantas de absorber agua y con ello de regular su temperatura, y de asegurar que continúe la fotosíntesis, que los nutrientes lleguen donde son

requeridos, y que los productos del metabolismo son transportados (Van-Iperen 1996). Al volver inhóspito el suelo, la salinidad causa una mala distribución de las raíces y deficiencias de nutrimentos y desórdenes fisiológicos en la planta (Foth 1984; Adams 1991). A alta salinidad, el desarrollo de las hojas y el crecimiento del tallo se reducen y los meristemos se mueren. Las elevadas concentraciones de Na^+ y Cl^- en el suelo disminuyen las actividades de diversos iones, conduciendo a desequilibrios nutricionales de Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} y NO_3^- , y reducen la disponibilidad y transporte de Ca^{2+} a las partes en crecimiento de la planta (Grattan & Grieve 1999).

Las especies toleran un rango variable de concentraciones de sal en el entorno antes de que su crecimiento se afecte negativamente, con algunas especies susceptibles aun a bajas concentraciones de sal (Grattan & Grieve, 1999; Haque, 2006). La tolerancia a la salinidad se ha expresado como la biomasa relativa, es decir la relación entre la biomasa generada a cierta concentración de sal y la biomasa generada sin salinidad:

$$Y_r = Y/Y_m \quad (\text{Ecuación 1})$$

En ecuación 1, Y_r es la biomasa relativa, Y la biomasa obtenida con salinidad, e Y_m la biomasa obtenida sin salinidad. Correia *et al.* (2010) ajustaron un modelo exponencial que relaciona la biomasa relativa de la especie arbórea algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) con la conductividad del agua de riego:

$$Y_r = ae^{bEC_i} \quad (\text{Ecuación 2})$$

En ecuación 2, EC_i es la conductividad eléctrica del agua de riego, y a y b son constantes del modelo. Steppuhn *et al.* (2005), a partir de la relación entre las concentraciones de sales y la biomasa de las especies, proponen el índice de tolerancia de estrés (ST-Index):

$$ST - index = EC_{i50}(1 + b) \quad (\text{Ecuación 3})$$

En ecuación 3, EC_{i50} es la conductividad eléctrica cuyo Y_r en ecuación 1 es igual a 0.5, y b la constante observada en la ecuación 2.

Hasta la fecha son pocas las investigaciones sobre el impacto del cambio climático sobre los huertos familiares. El objetivo del presente artículo es analizar si la salinidad es un factor que influye en la composición de especies en huertos familiares en la costa y determinar si las tres especies son tolerantes a niveles de salinidad que se presentan en los huertos de la costa. Se determinó la salinidad del suelo y se realizó un censo de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas perennes en una muestra de huertos familiares en la costa de Tabasco; asimismo, se midieron parámetros de crecimiento en plantas de las especies más frecuentes guanábana (*Annona muricata* L.), mango

(*Mangifera indica* L.) y naranja agria (*Citrus aurantium* L.) sometidos a diferentes concentraciones de sal en el agua de riego de manera experimental. Se modela la respuesta a la salinidad de la biomasa de las tres especies más frecuentes en los huertos familiares y se determina el índice de tolerancia a la salinidad. Se hipotetiza que actualmente la concentración de sal del suelo influye en la composición de especies, y que las especies frecuentes se estresan a niveles de salinidad comparables a los que se presentan en los huertos familiares en la costa. De confirmarse ambas hipótesis, es probable que se reduzca en el largo plazo la diversidad cultivada en los huertos familiares, afectando su multi-funcionalidad y contribución a la economía familiar.

MATERIALES Y MÉTODOS

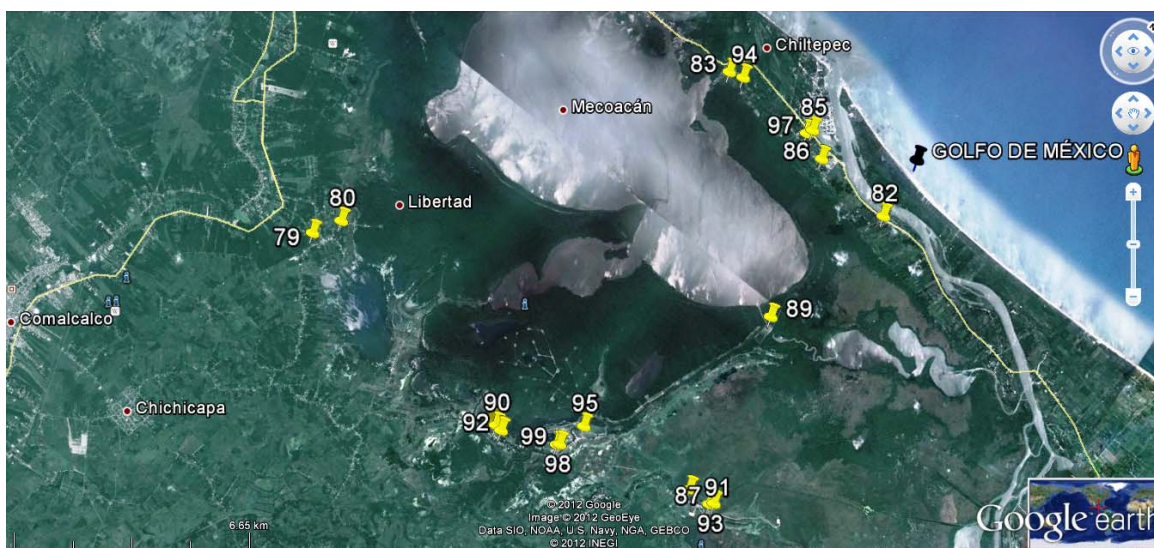


Figura 7. Localización de los 19 huertos familiares de la costa, con mediciones de salinidad en agua freática, suelo y composición de especies. Los números hacen referencia a cada huerto. (Imagen tomada de Google Earth, 2012).

Muestreo en huertos

Se realizó un recorrido por ocho comunidades en el segmento de costa en los municipios de Paraíso (18°16'N 93°32'W), Jalpa de Méndez (18°04'N 93°00'W) y Comalcalco (18°09'N 93°05'W), seleccionadas con base en información previa sobre la posible intrusión salina en su territorio (Caetano *et al.* 2010; Ortiz-Pérez *et al.* 2010). En las comunidades se inició conversación con

personas en la calle y se les pidió permiso para censar las plantas arbóreas y arbustivas cultivadas en su huerto, tomar muestras de suelo y determinar la profundidad del manto freático.

En cada uno de la muestra total de 19 huertos, se tomaron tres muestras de los 30 cm superiores del pedón, distribuidas sobre el área del huerto, en 4 fechas distintas: finales de la temporada de lluvias, periodo de nortes, periodo de secas, e inicio de la temporada de lluvias. En las mismas fechas, se barrenó el suelo hasta llegar al agua freática y se midió a que profundidad se encontraba. En el laboratorio se secaron las muestras y se tomó una sub-muestra de 12 g, a la cual se añadió 60 ml de agua destilada. Se mezcló el agua y el suelo, y se dejó la suspensión en reposo durante mínimamente 24 horas antes de determinar la conductividad eléctrica con el equipo multi-paramétrico Hannah (HI 9828) en el agua sobrenadante. Para cada huerto, se determinó el promedio de las conductividades determinadas en las muestras correspondientes a las cuatro fechas, y la profundidad media en que se encontraba el agua freática.

Se registraron las especies y se identificaron por su nombre común; en caso de encontrar especies desconocidas se tomaron muestras para su identificación en el herbario. A partir del registro de especies se determinó la abundancia y la frecuencia de las especies arbóreas y arbustivas. Se elaboró una matriz de abundancia de las especies encontradas en los huertos, y se aplicó el análisis canónico de correspondencia (CCA por sus siglas en inglés) con la conductividad eléctrica y la profundidad del manto freático.

Experimento en vivero

General. El experimento se llevó a cabo en El Colegio de la Frontera Sur, unidad Villahermosa, del 19 de marzo hasta el 19 de junio del 2012, en un vivero cubierto con malla sombra del 50% y plástico transparente. Las bolsas con plantas fueron colocadas sobre estructuras de metal que evitara su contacto directo con el suelo y enraizamiento. Durante el periodo experimental la temperatura mínima media fue de 18.1°C y temperatura máxima de 33.9°C (CONAGUA 2012).

Se seleccionaron las tres especies más frecuentes, después de excluir el coco (*Cocos nucifera*) por presentar una alta tolerancia a la salinidad (Remison *et al.* 1988) y el amplio espacio requerido para su manejo. Las especies seleccionadas (guanábana, mango y naranja agria) fueron consideradas en el experimento. Se adquirieron las plantas de las tres especies en el mismo vivero comercial. Las plantas adquiridas eran vigorosas, sanas, de aproximadamente ocho meses de edad y de pie franco, cultivados en bolsas de volumen similar con el mismo sustrato.

Diseño experimental.

El diseño fue de bloques al azar con un solo criterio de clasificación - los tratamientos de salinidad – y se consideran las plantas individuales como repeticiones. La distribución de los bloques, de originalmente 25 plantas, se realizó con números aleatorios (Segura 2000). Los tratamientos fueron: agua de purificada (control, $124 \mu\text{S cm}^{-1}$), y soluciones con $10 \text{ mmol NaCl l}^{-1}$ ($1084 \mu\text{S cm}^{-1}$), $20 \text{ mmol NaCl l}^{-1}$ ($2143 \mu\text{S cm}^{-1}$), $40 \text{ mmol NaCl l}^{-1}$ ($4031 \mu\text{S cm}^{-1}$), $80 \text{ mmol NaCl l}^{-1}$ ($7631 \mu\text{S cm}^{-1}$). Para medir la conductividad eléctrica de cada solución se utilizó un multi-paramétrico HANNA, modelo HI 9820. Cada planta recibió con un intervalo de tres días una cantidad de 300 ml de agua de riego con las concentraciones de sal arriba mencionadas. Durante el experimento se midieron parámetros de crecimiento y se cosecharon cinco plantas al azar en cada uno de los tratamientos a los 32, 62, y 93 días contados a partir del inicio del experimento.

Cuadro 2. Cantidades de sal aplicadas a las macetas de guanábana, mango y naranja a lo largo del experimento. Fecha 2: a los 32 días; Fecha 3: a los 62 días; Fecha 4: a los 93 días después de haber iniciado el experimento.

trat	mmol/l	sal / maceta fecha 2		sal / maceta	sal / maceta fecha 4
		g/l	(g)	fecha 3 (g)	(g)
1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2	10	0.58	0.61	1.19	1.78
3	20	1.16	1.22	2.37	3.56
4	40	2.33	2.46	4.77	7.15
5	80	4.67	4.93	9.55	14.33

Variables determinadas.

En la fecha 3 (19 de mayo 2012), se midió la conductividad por duplicado en el agua sobrenadante en dos muestras compuestas del suelo de las 5 macetas de las plantas cosechadas de cada tratamiento. En la fecha 4 se hicieron 3 mediciones de conductividad del suelo en cada una de las 5 macetas cosechadas en cada tratamiento y especie: una medición de conductividad en la mitad superior del suelo en la maceta; una de la mitad inferior, y una medición de la mezcla de las dos

partes. Antes de proceder a la medición, se secaron las muestras en una estufa durante 12 horas a 60 °C. La conductividad eléctrica se midió utilizando el método de conductimetría (Etchevers 1992). Se agregó agua destilada al suelo en proporción 5: 1. Se agitó la mezcla y se dejó reposar la suspensión por 24 horas. Se midió la conductividad eléctrica en el sobrenadante.

Se contó el número total de hojas, hojas con clorosis, hojas con necrosis, y brotes laterales y la altura total de la planta, en las cosechas a los 32, 62, y 93 días después de iniciado el experimento. Se determinó el peso seco de las hojas, tallo y raíces, después de secar las plantas durante 24 horas en una estufa secadora a 60° C. Se calculó la relación de peso de las hojas y el peso total de la planta (RPH); la relación peso de los tallos y peso total de la planta (RPT), la relación de peso de la raíz y peso total de la planta (RPR). El peso seco total (PST) se calculó como la suma de los pesos de hojas, brotes, tallos y raíces.

Modelo de respuesta a la salinidad y ST-Index. Se utilizó el modelo propuesto por Steppuhn *et al.* (2005) para modelar la respuesta de la biomasa total de las plantas en función de la conductividad del agua de riego y para determinar la tolerancia a la salinidad de las tres especies.

Análisis estadísticos

Se usó la prueba de Shapiro-Wilk para análisis de normalidad. En caso de normalidad, se usó ANOVA de una vía, con los tratamientos de salinidad como factores y consideró a las plantas como repeticiones. Si el valor de F fuera significativo, se usaría la prueba HSD de Tukey para determinar si había diferencias significativas entre pares de tratamientos. A falta de normalidad se usaron las pruebas no-paramétricas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Después de CCA, se utilizó la prueba de permutación para determinar si el *eigenvalue* era significativo. Todos los análisis se realizaron en el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS

Variables ambientales y composición de especies de huertos en la costa

La conductividad eléctrica en la capa superior del suelo mostró una alta variación entre los huertos y las temporadas de muestreo (Figura 8). La profundidad a la cual se encontraba el agua freática variaba de 1.50 m a 5.83 m (Cuadro 3). La mayor profundidad se observaba en mayo 2012, al final de la temporada seca, y la menor profundidad al final de la temporada de lluvias, en diciembre 2011 (F = 2.922, p = 0.043, Tukey's HSD test, Q = 4.096, p = 0.028).

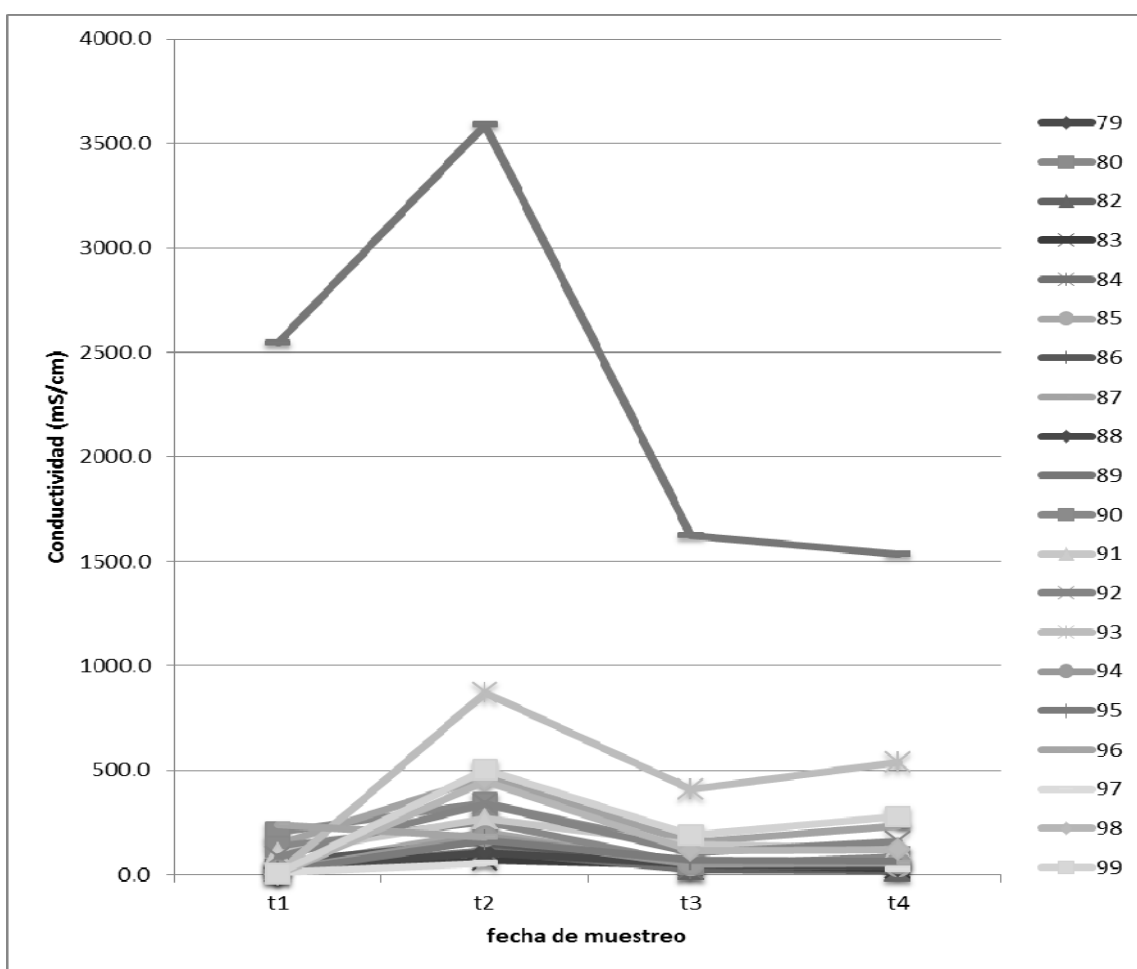


Figura 8. Conductividad eléctrica media en el sobrenadante de muestras de los 30 cm superiores del suelo en huertos familiares en la costa de Tabasco. t1 = diciembre 2011; t2 = marzo 2012; t3 = mayo 2012; t4 = julio 2012. Los números a la derecha refieren a los huertos de la muestra.

Cuadro 3. Profundidad del manto freático en una muestra de 19 huertos en localidades de la costa en Tabasco.

	Promedio (m)	Mínimo (m)	Máximo (m)
Diciembre 2011	3.21	1.78	5.27
Marzo 2012	3.41	2.00	5.75
Mayo 2012	3.64	2.00	5.83
Julio 2012	3.47	1.50	5.50

CCA con los datos de abundancia de las especies como variables de respuesta y la conductividad eléctrica media de los suelos y la profundidad media del manto freático como variables ambientales, arrojó un *eigenvalue* de 0.288 en el eje 1 (Figura 9). Este valor era significativo de acuerdo con la prueba de permutación ($p = 0.01$). Las coordenadas de los huertos sobre el eje 1 mostraron una correlación significativa con los valores de conductividad (Spearman $\rho = 0.83$, $p < 0.001$), mientras que no había tal relación de profundidad con las coordenadas en el eje 2.

Las especies frutales son las más frecuentes en los huertos, sin embargo, también se encuentran especies maderables y forrajeras. La palma de coco (*Cocos nucifera* L.) es la especie que más destaca entre los frutales de la costa, por ser tolerante a altas concentraciones de sal a diferencia de otras especies. Después de la palma de coco se encontró con frecuencia a la guanábana (*Annona muricata* L.), mango (*Mangifera indica* L.), naranja agria (*Citrus aurantium* L.), macuilis (*Tabebuia rosea* (Bertol.) A. DC.), guayaba (*Psidium guajava* L.), limón (*Citrus limon* L.) y ciruela (*Spondias purpurea* L.)

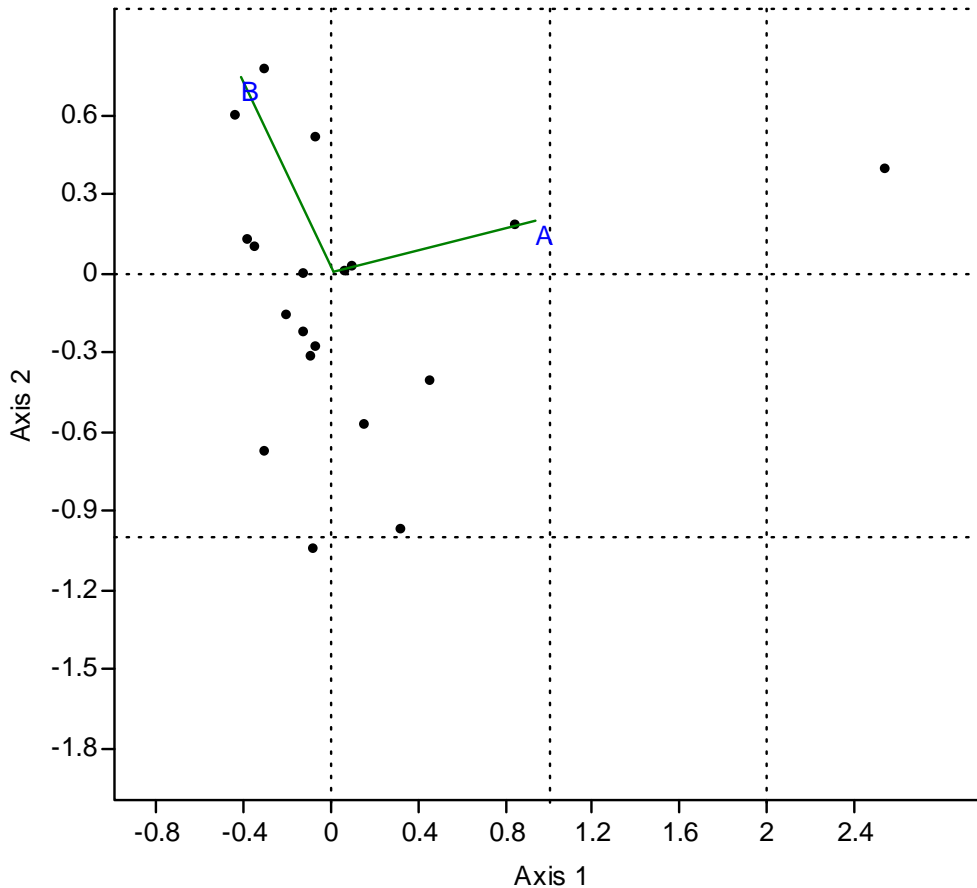


Figura 9. CCA con datos de abundancia de las especies y la conductividad eléctrica (A) y profundidad del manto freático (B) como factores ambientales. La conductividad eléctrica se encuentra asociada con el eje 1, que el programa traza en el espacio multi-dimensional de los datos.

Salinidad del suelo en las macetas

En la fecha 3 (19 de mayo), la conductividad eléctrica en muestras de suelo de las macetas incrementó de tratamiento al tratamiento 5 a los 62 días. Sin embargo, a los 93 días solamente aumentó consistentemente en mango. En naranja se observaron niveles similares de conductividad en los tratamientos 3, 4 y 5, y en guanábana aumentó hasta el tratamiento 4, mientras que el tratamiento 5 presentó un valor intermedio entre los observados en los tratamientos 3 y 4 (Cuadro 4). La conductividad en el suelo en la mitad inferior de las macetas era mayor que en su parte superior (Cuadro 5). En la parte superior se encontró la mayor conductividad en el tratamiento 5 en naranja, mientras que en guanábana y mango no variaba entre los tratamientos 4 y 5. En el suelo inferior, se

observó la mayor conductividad en el tratamiento 4 en guanábana y naranja, y en mango en el tratamiento 5.

Cuadro 4. Conductividad eléctrica del suelo en las macetas con plantas de guanábana, mango y naranja a los 62 y 93 días después de iniciado el experimento. Datos de conductividad son expresados en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Trat.	62 días			93 días		
	guanábana	mango	naranja	guanábana	mango	naranja
1	93	81	210	109	117	206
2	553	310	503	825	624	711
3	723	729	1074	943	1183	1367
4	1114	1363	1257	2125	1926	1152
5	1356	1941	1888	1452	2204	1514

Cuadro 5. Conductividad eléctrica de la mitad superior e inferior del suelo en los 5 tratamientos de guanábana, mango y naranja. 1 = guanábana; 2 = mango; 3 = naranja. i: mitad inferior; s: mitad superior. Conductividad se expresa en $\mu\text{S cm}^{-1}$.

especie	1	2	3	1	2	3
	i	i	i	s	s	S
1	298.0 ^a	228.0 ^a	698.2 ^a	59.0 ^a	54.4 ^a	75.8 ^a
2	1555.0 ^a	2323.3 ^b	1720.0 ^{ab}	352.0 ^{ab}	257.0 ^a	223.0 ^a
3	1213.7 ^a	2309.6 ^b	2516.0 ^{ab}	482.7 ^b	437.2 ^{ab}	456.7 ^{ab}
4	3366.7 ^b	2396.7 ^b	3430.0 ^b	1031.3 ^c	1240.7 ^c	763.3 ^{bc}
5	1888.4 ^{ab}	3383.3 ^b	2085.3 ^{ab}	1307.2 ^c	1026.3 ^{bc}	1378.0 ^d

Crecimiento y biomasa de las plantas

En guanábana, no había diferencias significativas en altura entre tratamientos en la fecha 2 ($F = 2.16$, $p = 0.078$) (Cuadro 6). En la fecha 3, la altura era significativamente mayor en el tratamiento 1 que en los tratamientos 4 y 5, y mayor en el tratamiento 2 que en el tratamiento 5 ($F = 6.95$, $p = 0.000$; Tukey's *HSD* 5.70 y 6.48, $p = 0.001$ y 0.000, y 4.27 y 0.027). En la fecha 4 se mantuvieron

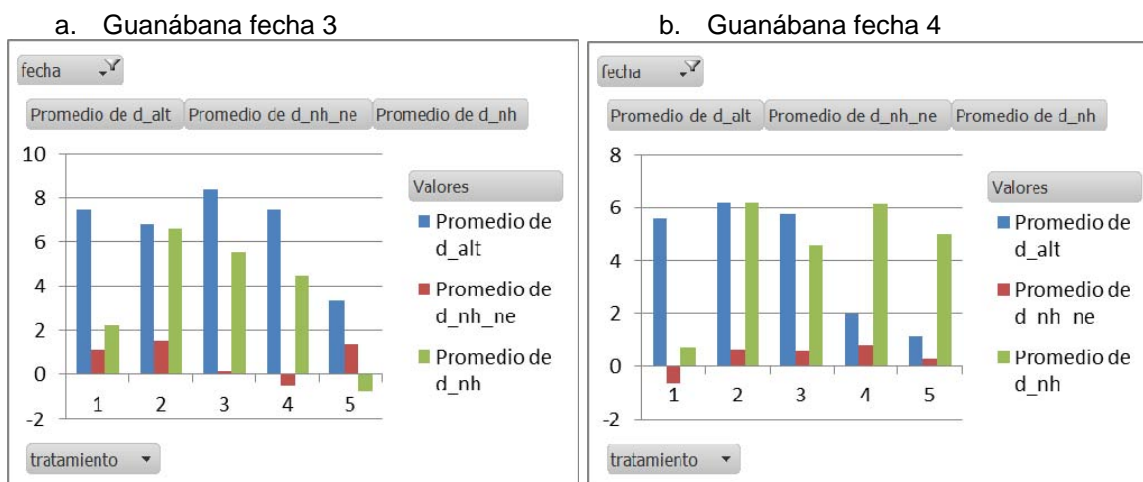
estas diferencias ($F = 5.88$, $p = 0.000$; Tukey's *HSD* 4.56 y 6.06, $p = 0.02$ y 0.000 , y 4.50 y 0.018). El número de hojas no mostró diferencias significativas en las fechas 2, 3 y 4 ($F = 0.91$, 1.571 y 1.988, $p = 0.461$, 0.199 y 0.107). En mango, no había diferencias significativas en altura entre tratamientos en las fechas 2, 3 y 4 ($F = 2.22$, 2.03 y 2.28, $p = 0.071$, 0.096 y 0.070) (Cuadro 6). No había diferencias significativas entre tratamientos en el número de hojas en las fechas 2 y 3 ($F = 1.28$ y 0.76, $p = 0.281$ y 0.552), mientras que en la fecha 4 los tratamientos 1 a 4 resultaron en mayores números de hojas que el tratamiento 5 ($F = 5.59$, $p = 0.001$, Tukey's *HSD* = 4.07, 4.89, 6.29 y 4.56, $p = 0.042$, 0.009, 0.000 y 0.167).

En naranja, la altura de las plantas no varió significativamente entre tratamientos en la fecha 2 ($F = 1.268$, $p = 0.287$). En la fecha 3 las plantas fueron más altas en los tratamientos 1 y 3 que en el tratamiento 5 ($F = 4.557$, $p = 0.002$, Tukey's *HSD* = 4.85 y 4.44, $p = 0.008$ y 0.019). En la fecha 4 se mantuvieron las diferencias entre los tratamientos 1 y 3 vs. 5 ($F = 7.216$, $p = 0.000$, Tukey's *HSD* = 6.28 y 4.07, $p = 0.000$ y 0.042), y además fueron más altas las plantas en el tratamiento 1, que en 2 y 4 (Tukey's *HSD* = 4.35 y 6.14, $p = 0.025$ y 0.001). El número de hojas en la fecha 2 fue mayor en el tratamiento 2 que en los tratamientos 4 y 5 ($F = 5.836$, $p = 0.000$, Tukey's *HSD* = 5.85 y 5.44, $p = 0.001$ y 0.002). En la fecha 3, había más hojas en los tratamientos 1, 2 y 3 que en el tratamiento 5 ($F = 5.694$, $p = 0.000$; Tukey's *HSD* = 4.95, 5.54 y 5.30, con $p = 0.006$, 0.002 y 0.003). Estas diferencias se mantuvieron en la fecha 4 ($F = 12.97$, $p = 0.000$; Tukey's *HSD* = 7.69, 8.23 y 7.75, con $p = 0.000$ en los 3 casos). Además, los tratamientos 1, 2 y 3 mostraron más hojas que el tratamiento 4 (Tukey's *HSD* = 4.27, 4.81 y 4.33, con $p = 0.029$, 0.010 y 0.026) (Cuadro 6).

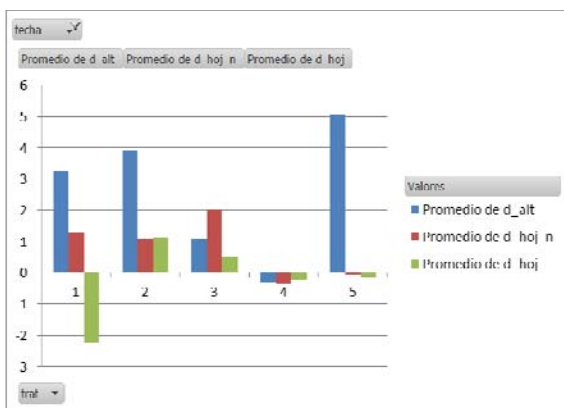
Cuadro 6. Altura y número de hojas en plantas de guanábana, mango y naranja expuestas a estrés salino durante 32, 62 y 93 días. Especie 1 = guanábana; 2 = mango; 3 = naranja. Fecha 2, 3 y 4: 32, 62 y 93 días después de inicio.

especie	1	1	1	2	2	2	3	3	3
trat / fecha	2	3	4	2	3	4	2	3	4
<i>Altura (cm)</i>									
1	71.56	81.72 ^c	85.50 ^c	73.62	74.15	74.34	52.85	61.76 ^b	69.11 ^c
2	70.32	78.42 ^{bc}	82.54 ^c	69.93	70.79	69.42	51.71	55.37 ^{ab}	58.14 ^b
3	68.60	77.16 ^{abc}	81.39 ^{abc}	69.10	70.00	72.64	55.75	61.00 ^b	63.54 ^{bc}
4	66.92	73.21 ^{ab}	76.82 ^{ab}	70.58	69.71	71.71	51.67	55.05 ^{ab}	53.64 ^{ab}
5	68.54	72.05 ^a	73.96 ^a	68.75	73.92	67.66	53.67	52.74 ^a	53.29 ^a
<i>n hojas</i>									
1	18.04	22.79	22.00	19.79	18.32	17.71 ^b	57.54 ^{ab}	57.37 ^b	57.29 ^b
2	15.67	21.84	28.43	18.13	16.47	18.79 ^b	66.25 ^b	59.68 ^b	59.86 ^b
3	16.88	23.16	27.43	17.67	18.11	20.64 ^b	59.38 ^{ab}	58.72 ^b	57.57 ^b
4	17.08	22.26	27.86	17.21	16.16	18.36 ^b	48.17 ^a	47.42 ^a	37.07 ^a
5	15.92	15.21	20.21	17.13	16.37	12.36 ^a	49.42 ^a	37.79 ^a	20.86 ^a

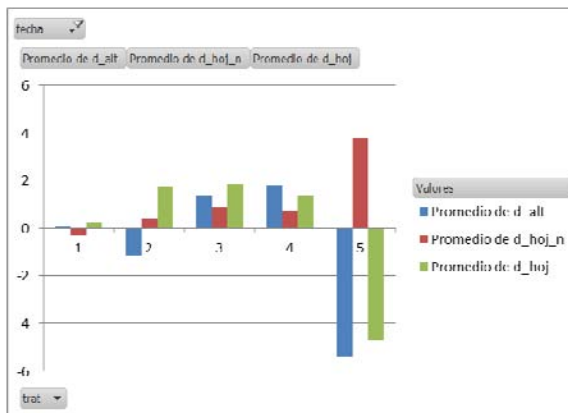
Al determinar en las tres fechas el número de hojas y el número de hojas con necrosis en las mismas plantas, se notó que en guanábana había un incremento en el número de hojas aún en los tratamientos con alta conductividad, mientras que en naranja se observaba una pérdida consistente de hojas con respecto a la fecha anterior (Figura 10).



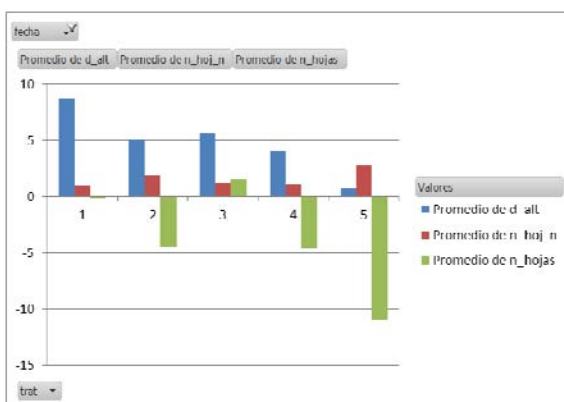
c. Mango fecha 3



d. Mango fecha 4



e. Naranja fecha 3



f. Naranja fecha 4

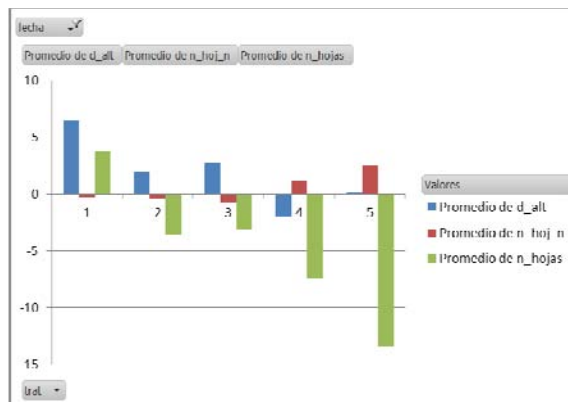


Figura 10. Diferencias promedios en altura y número de hojas sin y con necrosis en 14 plantas de guanábana, mango y naranja entre las fechas 2 y 3, y 3 y 4. En las tres fechas se midieron las mismas plantas.

En la fecha 3, las plantas de guanábana presentaron necrosis en los tratamientos 1, 2 y 5, y clorosis en los tratamientos 1, 2, 3 y 4. En la fecha 4 se observa un incremento en el número de hojas con necrosis en los tratamientos 2, 3 y 4, mientras que disminuye en el tratamiento 5. La clorosis se presentó en todos los tratamientos, con el mayor número de hojas afectadas en el tratamiento 5 (Figura 10).

En la fecha 3 se encontró necrosis en las plantas de mango en los tratamientos 1, 2 y 3, y clorosis, en los tratamientos 2 y 3. En la fecha 4 se encontró un incremento de necrosis en todos los tratamientos (Figura 10).

En las plantas de naranja se observó necrosis en todos los tratamientos en la fecha 3, mientras que se observó clorosis en el tratamiento 3. En la fecha 4 había necrosis en los tratamientos 4 y 5, mientras que había clorosis en el tratamiento 1. Destaca la disminución fuerte en el número de hojas en los tratamientos 5 en la fecha 3, y 5 en la fecha 4 (Figura 10).

Biomasa. No hubo diferencias significativas en la biomasa de raíz, biomasa de hojas, PRH, PRR y el peso seco total entre los tratamientos en ninguna de las especies en la fecha 2 y 3. En la fecha 4, la biomasa de la raíz de las plantas de naranja fue menor en el tratamiento 5 que en los tratamientos 1 y 3 ($F = 5.501$, $p = 0.004$; Tukey's *HSD* 4.737 y 6.122, $p = 0.024$ y 0.003). En la biomasa del tallo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las especies. En naranja no hubo diferencias significativas en el peso de las hojas entre los tratamientos. En guanábana había mayor biomasa de las hojas en el tratamiento 1 y 2 que en 3 y 5, y en 4 que en 5 (Kruskal-Wallis $K 15.49$, $p = 0.004$; Mann-Whitney, $p = 0.012$, $p = 0.021$, y $p = 0.037$). En mango y naranja había diferencias significativas entre los tratamientos ($F = 4.263$, con $p = 0.029$ en mango; $F = 3.525$, con $p = 0.025$ en naranja). Sin embargo, la comparación entre pares de tratamientos no arrojó valores significativos del estadístico HSD. La biomasa total no variaba entre tratamientos en guanábana y mango en la fecha 4 ($F = 2.464$, $p = 0.078$; y $F = 2.58$, $p = 0.069$). Aunque en naranja había diferencias significativas ($F = 3.525$, $p = 0.025$), no había diferencias significativas entre pares. Los valores relativos del peso de la raíz eran mayores en los tratamientos 1 a 4 que en 5 en guanábana ($F = 10.5$, $p = 0.000$; *HSD* > 5 , $p < 0.003$ en todos los casos). No había diferencias significativas entre tratamientos en el peso relativo de las raíces en mango y naranja y en ninguna de las especies había diferencias significativas en el peso relativo de las hojas entre tratamientos.

Cuadro 7. Biomasa de hojas y raíces y biomasa total de plantas de guanábana, mango y naranja sometidos a 5 niveles de estrés salino. PST = peso seco total; RPH = peso relativo de las hojas; RPR = peso relativo de las raíces. T = tratamiento. Los pesos son indicados en g. 1: guanábana; 2: mango; 3: naranja

T	raíz			hoja			PST			RPH			RPR		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	9.75	11.18	11.20 ^b	4.57 ^c	8.67	4.86	24.63	36.08	25.41	0.19 ^b	0.24	0.19	0.40	0.31	0.44
2	11.22	10.19	10.42 ^{ab}	4.87 ^c	7.35	5.58	28.24	33.18	25.84	0.17 ^b	0.19	0.21	0.40	0.33	0.41
3	8.09	11.55	12.25 ^b	3.34 ^{abc}	9.33	5.12	22.19	36.20	27.83 ^b	0.16 ^b	0.26	0.18	0.36	0.32	0.44
4	7.58	7.84	9.37 ^{ab}	4.01 ^{bc}	10.05	2.57	21.31	33.05	18.38	0.19 ^b	0.31	0.12	0.36	0.24	0.53
5	9.12	6.79	7.60 ^a	0.77 ^a	3.91	1.98	20.90	22.45	17.16 ^a	0.03 ^a	0.17	0.10	0.44	0.30	0.48

Modelo

La biomasa total de las plantas a 93 días esta relacionada con la conductividad eléctrica del agua de riego. Los modelos son:

$$Y_r (\text{guanábana}) = 0.9292 e^{-0.03555 \cdot CE}$$

$$Y_r (\text{mango}) = 1.2506 e^{-0.08973 \cdot CE}$$

$$Y_r (\text{naranja}) = 1.0661 e^{-0.07899 \cdot CE}$$

En estas ecuaciones, Y_r es la biomasa relativa para las diferentes especies y CEi es la conductividad eléctrica del agua de riego.

Los índices de correlación (r) de los modelos son 0.73, 0.99 y 0.84, para guanábana, mango y naranja, respectivamente. Con base en estos modelos se determina que la naranja reduce su biomasa en 50% a una conductividad eléctrica de $9,580 \mu\text{S cm}^{-1}$, el mango $10,220 \mu\text{S cm}^{-1}$ y la guanábana $17,430 \mu\text{S cm}^{-1}$. El índice de tolerancia al estrés (ST-Index) fue de 16810, 9300 y 8830 $\mu\text{S cm}^{-1}$ para guanábana, mango y naranja.

DISCUSIÓN

Salinidad y composición de especies en los huertos en la costa de Tabasco

Había una amplia variación en la conductividad eléctrica en muestras de los 30 cm superiores del suelo. Los valores más altos se presentaron en un huerto en la cercanía de la laguna Mecoacán, y son posiblemente debidos a la intrusión salina por corrientes de agua salada que entran a la laguna. El valor de la conductividad eléctrica en este sitio era de más de $3500 \mu\text{S cm}^{-1}$ al inicio de la temporada de secas, y alrededor de $2000 \mu\text{S cm}^{-1}$ en las demás fechas. Cabe mencionar que en el agua contenida en el suelo estas conductividades son mucho más altas, ya que la cantidad de agua en el suelo es mucho más reducida que en la suspensión de 1 parte de suelo y 5 partes de agua en la cual se midió la conductividad. Se estima que la CE en el agua del suelo saturado (EC_e) es 10 veces la concentración medida en suspensiones 1: 5 (Oosterbaan 2003). Suelos con EC_e entre 4000

y $8000 \mu\text{S cm}^{-1}$ son considerados ligeramente salinos. De esta manera, comparó este dato con los datos de conductividad presentados en la Figura 8, se observa que los suelos de 4 de los 17 huertos están en o por encima de este rango.

En lo general, la conductividad fue mayor en la época de principios de seca y menor a finales de la época de lluvias. Esto era de esperarse, ya que el agua de lluvia, al percolarse a través del suelo, lleva la sal a los horizontes más bajos. La variación en conductividad eléctrica entre huertos que se observa al inicio de la temporada de secas, tiene posiblemente que ver con la textura del suelo. Los suelos arcillosos pueden retener mayor cantidad de sal que los suelos arenosos, al retener mayor cantidad de agua y una mayor capacidad de intercambio catiónico (Kramer 1974; Palma & Triano 2007). En suelos arenosos y desagregados, la capacidad de intercambio catiónico es menor, reteniendo pocos iones de Na^+ , y el agua tiende a drenarse por acción de la gravedad, llevándose las sales disueltas. Sin embargo, para determinar con seguridad si esto ocurre, se deberían de realizar las determinaciones correspondientes.

CCA indica una relación en la composición de especies y la conductividad del suelo. Esto significa que en algunos huertos las concentraciones de sal alcanzan niveles que no todas las especies toleran. En las condiciones de los huertos, las plantas se exponen a periodos largos (meses) de sequía. La concentración de sal en el agua del suelo aumenta en estos periodos hasta niveles más altos que en suelos saturados de agua. A consecuencia, se acentúan en estos periodos los desequilibrios nutricionales (Kopittke 2011). La ausencia o escasez de algunos elementos (N , K^+ , Ca^+ y P) y la mayor presencia de otros (Na^+ y Cl^-) limitan el crecimiento de las plantas (Remison 1988). Lo anterior implica que el cambio climático, al aumentar la salinidad en los suelos en un mayor número de huertos, afectará la composición y la multi-funcionalidad de los mismos.

La profundidad del agua freática no mostró una relación significativa con la composición de especies. Posiblemente las plantas obtienen su agua preferentemente de la lluvia, de manera que este factor, y eventualmente la salinidad del agua freática, no influye actualmente en las posibilidades de crecimiento de las plantas. Tal situación ocurriría si se elevara el nivel freático de tal grado que la sal subiría en el perfil por acción capilar, o bien, por exceso de agua. Actualmente esta situación no es general en los huertos estudiados; más bien, la intrusión salina en los huertos se limita a algunos casos. Más bien la fuente de la salinidad – aun baja - reside en la mayoría de los casos en las brisas provenientes del mar.

Salinidad y tolerancia a ella en tres especies frecuentes (experimento en vivero).

La conductividad eléctrica en muestras del suelo en las macetas con las plantas de guanábana, mango y naranja aumentan del tratamiento 1 a 5 a los 62 días después de haber iniciado el experimento. Los valores medidos demuestran una ligera salinidad en los tratamientos 2 y 3, y una moderada salinidad en los tratamientos 4 y 5. A los 93 días, la salinidad fue mayormente moderada en los tratamientos 2 y 3, y alta en los tratamientos 4 y 5 (Cuadro 4).

Las mediciones arrojaron algunos resultados inesperados, donde la conductividad disminuía a pesar de haber aplicado agua de riego de mayor conductividad. Posiblemente esto se deba a la distribución heterogénea de la sal en el suelo (Bazihizina *et al.* 2012). Al tomar la muestra, no se consideró lo anterior, y no se homogeneizó el suelo, resultó posiblemente en los valores de conductividad fuera del rango esperado.

La conductividad eléctrica era aproximadamente 100% mayor en el suelo de la mitad inferior de las bolsas con las plantas, que en el suelo de la mitad superior (Cuadro 5). En la mitad inferior, las condiciones fueron de alta salinidad en los tratamientos 2, 3, 4 y 5. En la mitad superior, las condiciones eran no-salinas en los tratamientos 1 y 2, de baja salinidad en el tratamiento 3, y de mediana salinidad en los tratamientos 4 y 5.

Lo anterior implica que se debe de tener cierta cautela en la interpretación de los resultados del experimento: las plantas, al disponer de espacios con variada salinidad, pueden absorber los nutrientes de las partes menos salinas. Las raíces expuestas a bajas concentraciones de sal aprovechan los elementos disponibles (K^+ y Ca^{++}), lo cual le permite a la planta incrementar su biomasa, y esquivar el efecto de la salinidad (Bazihizina *et al.* 2012). Este mecanismo podría jugar un papel en guanábana y mango, cuya biomasa seca total no varió entre los tratamientos (Cuadro 7). Posiblemente la naranja no tiene esta capacidad de compensación. Esto confirmaría la flexibilidad y capacidad en algunas especies de regular de esta manera su exposición a los efectos de la salinidad (Bazihizina *et al.* 2012), aun en los pequeños espacios disponibles en las bolsas de vivero.

En general, las especies difieren en mecanismos de respuesta a la salinidad (Remison *et al.* 1988; Zhao 2010). Algunas especies responden produciendo muchas hojas, eliminan la sal con las hojas (Passos 2006). Los resultados de número y biomasa de hojas indican que este puede ser el caso de la guanábana (Figura 10 a y b). En naranja y mango no se observaron indicios de la operación de

este mecanismo. Posiblemente esto se relaciona con los índices de tolerancia al estrés (ST-Index) encontrados. La naranja fue la especie menos tolerante (8.83 dS m^{-1}), seguida por el mango (9.30 dS m^{-1}), mientras que la guanábana tenía el valor más alto (16.81 dS m^{-1}). Al incrementar la salinidad en los huertos en la costa, se reducirá particularmente el área de distribución de la naranja en la costa.

Observaciones finales

La intrusión salina a consecuencia del cambio climático incidirá en un aumento de la salinidad del suelo en un número cada vez mayor de huertos familiares de la costa). Asimismo, el aumento de la temperatura y de la frecuencia y duración de sequías tendrán el efecto de incrementar la salinidad en los suelos, fortaleciendo el impacto de la intrusión salina. Esto tendrá efectos negativos en la productividad agrícola del suelo y en la capacidad de los cultivos para adquirir y utilizar los nutrientes del suelo (Jelgersma 1993; Clair 2009). La salinidad no solo se puede presentar en las cercanías de la costa sino también tierra adentro. La salinidad puede adentrarse en los ríos y lagunas, particularmente en la época de seca, cuando el nivel de los ríos y lagunas alcanza su mínimo. Por lo tanto se hace necesario buscar medidas de adaptación que amortigüen los cambios en la vegetación y contribuya a mantener la diversidad cultivada en los huertos familiares.

Ante esta situación, hará falta buscar mecanismos de mitigación, o bien de adaptación a condiciones de mayor salinidad. Con respecto a posibles mecanismos de mitigación, se ha notado que la aplicación de Ca^{2+} y K^{+} a los suelos salinos pueden aliviar la toxicidad del Na^{+} . La aplicación de K^{+} facilita la absorción de Ca^{2+} , mejorando el crecimiento (Kopittke 2011). Asimismo, la utilización de técnicas que evitan que la sal llegue a una parte del suelo, por ejemplo mediante el uso de contenedores, podrá ser una solución (Bazahizina *et al.* 2012). Con respecto a las opciones de adaptación, se puede buscar la posibilidad de substituir las especies más susceptibles a la salinidad por especies tolerantes a ella. En este sentido las especies conocidas como halófitos son de particular interés. En una exploración en China, se encontraron 587 especies halófitos, de los cuales varios producen alimentos (Zhao 2010). En este sentido se hace necesario indagar cuáles especies regionales tendrían mayor aceptación entre la población de la costa de Tabasco.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México por financiar el proyecto "Gestión y estrategias de manejo sustentable para el desarrollo regional en la cuenca hidrográfica transfronteriza Grijalva"

Agradecimiento al proyecto FORDECYT "Gestión y estrategias de manejo sustentable para el desarrollo regional en la cuenca hidrográfica transfronteriza Grijalva" (clave 143303).

A El colegio de la Frontera Sur y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado durante estos dos años para estudiar la maestría.

LITERATURA CITADA

- Adams P, y Ho L C (1989) Effect of constant y fluctuating salinity on the yield, quality y calcium status of tomatoes. *J. Hortic.* 64: 725 - 732.
- Adams P, (1991) Effect of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on yield, quality on composition of tomatoes grown in rockwood. *J. Hortic.* 66: 207.
- Bazihizina N, Barrett-Lennard EG, Colmer TD (2012) Plant growth y physiology under heterogeneous salinity. *Plant Soil* 354:1-9
- Bocanegra E, Martínez D, y Massone H (2002) La evolución de la intrusión salina en el acuífero Marplatense, ejemplo de una Gestión Sustentable. *Groundwater and human development.* 841-850
- Caetano E, Innocentini, V., Magaña V, Martins S, y Méndez B (2010) Cambio climático y el aumento del nivel del mar. Pp. 238 - 304. En: A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (ed). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT-INE, UNAM, Universidad Autónoma de Campeche. p. 514.
- Clair SBST, Lynch JP (2009) The opening of Pyora´s Box: Climate change impacts on soil fertility y crop nutrition in developing countries. *Plant Soil.* 335:101-115.
- Conde C, Ferrer RM, Gay C, y Araujo R (2004) Impactos del cambio climático en la agricultura en México. En: Martínez, J.; Bremauntz, A.F.; Osnaya, P. 2004. Cambio climático: una visión desde México. 228 – 238 pp.
- Correia PJ, Gama F, Pestana M, Martins-Loucao MA (2012) Tolerance of Young (*Ceratonia siliqua* L.) carob rootstock to NaCl. *Agricultural Water Management* 97: 910-916

Etchevers BJD (1992) Manual de métodos para análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. Análisis rutinarios en estudios y programas de fertilidad. Laboratorios de fertilidad, Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 12 a 16 pp.

Foth HD (1984) Fundamentals of soil science. Seventh edition. John Wiley y Sons. New York. 436 pp.

Google Earth 7.0. (2012). Municipios y localidades de Tabasco, México. 18°24'00.42" N 93°06'05.29" O. Elevación 6 m. Disponible a través de:
<http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html> (Acceso 21 de noviembre del 2012)

Gliessman SR (1998) Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Ann Arbor Press, Chelsea, MI, USA. En: V.E. Méndez y R. Lok. 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro - zonation plant use y socioeconomic importance. Agroforestry Systems 51: 85 - 96.

Graniel CE, Vera MI, y Gonzales HL (2004) Dinámica de la interface salina y calidad del agua en la costa nororiental de Yucatán. Ingeniería 8: 15 - 25

Grattan SR, Grieve CM (1999) Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Sci. Hortic. 78: 127 - 157.

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education y data analysis. Palaeontologia Electronica 4 (1): 9pp.
http://palaeoelectronica.org/2001/past/issue1_01.htm

Haque SH (2006) Salinity problems y crop production in coastal regions of Bangladesh. Pakistan Journal of Botany 38 (5):1359 - 1365.

- Hernández SJR, Ortiz PMA, Méndez LAP, y Gama CL. (2007) Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde de la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Investigaciones Geográficas* 65: 7 - 21.
- Hernández-Santana JR (1999) Interacción tierra-mar en condiciones de subsidencia reciente sostenida de la corteza terrestre y riesgos ambientales insulares: Cuba oriental, Gries Antillas". En: *el Caribe: Contribución al conocimiento de su geografía*. Ed. GIDO-ALVIGRAF. La Habana. 29-34 pp.
- Jacob J (2008) ¿El cambio climático afectará el desarrollo social y la calidad de vida en las costas? Segundo panel internacional sobre el cambio climático: La zona costera y su impacto ecológico, económico y social. INECOL, Xalapa, Ver. 16 de octubre 2008.
- Jelgersma S, Zijp M, Van Der, y Brinkman R, (1993) Sea level rise y the coastal lowlands in the developing world. *Journal of Coastal Research* 9(4): 958-972.
- Jensen M (1993) Soil conditions, vegetation structure y biomass of a javanese homegarden. *Agroforestry Systems* 24: 171 -186.
- Jiménez J, Ruenes M, y Montañez E (1999) Agrobiodiversidad de los solares de la Península de Yucatán. *Red de Gestión de Recursos Naturales, Segunda Edición*, 14: 30-40.
- Kopittke PM (2011) Interactions between Ca, Mg, Na y K: alleviation of toxicity in saline solutions. *Plant y soil* 352: 353-362
- Kramer PJ (1974) *Relaciones hídricas de suelos y plantas: una síntesis moderna*.
- Kumar BM, y Nair PKR (2004) The enigma of tropical homegardens. *Agroforestry Systems* 61: 135 - 152.

- Leal MT (2008) Evaluación de la afectación de la calidad del agua y subterráneas por efecto de la variabilidad y el cambio climático y su impacto en la biodiversidad, agricultura, salud, turismo e industria. INECOL-SEMARNAT.
- Lok R, y Samaniego G (1998) La valorización sociocultural del huerto y del café con árboles entre la población Ngobe de Chiriquí, Panamá. Pp. 185 -213. En: Lok, R. (Ed). Huertos caseros tradicionales de América Central: Características, beneficios e importancia, desde un enfoque multi-disciplinario. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba.
- Lok R (1998) Huertos Caseros Tradicionales de América Central, características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario.
- Magaña RVO (2005). El cambio climático global: comprender el problema. Pp. 18-27. En: J. Martínez, A. Fernández y P. Osnaya (eds). Cambio climático: una visión desde México. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 525 pp.
- Méndez VE, y Gliessman RS (2002) Un enfoque interdisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 64: 5-16.
- Mérida LA (2002) La evolución de la intrusión salina en el acuífero Marplatense, ejemplo de una Gestión Sustentable. En: Bocanegra, E., Martínez, D. & Massone, H. (Eds). Groundwater y human development. 841 – 849 pp.
- Niñez V (1987) Household gardens: theoretical y policy considerations. Agricultural Systems 23: 167 - 186.
- Oosterbaan RJ, y Nijland HJ, Determining the saturated hydraulic conductivity. Chapter 12 in: H.P. Ritzema (ed). Drainage Principles and Applications. International Institute for Land

Reclamation and Improvement (ILRI), Publication 16, second revised edition, 1994, Wageningen, the Netherlands. ISBN 9070754339.

Ortiz-Pérez MA (1992) Retroceso y avance de la línea de la costa del frente deltaico del rio San Pedro, Campeche-Tabasco. Investigaciones Geográficas 25: 7 - 23.

Ortiz-Pérez MA, Hernández-Santana JR, Figueroa JM, y Gama L (2010) Tasas del avance transgresivo y regresivo en el frente deltaico tabasqueño: en el periodo comprendido del año 1995 al 2008.p. 305 - 324. En: A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (eds). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT-INE, UNAM-ICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 514 p.

Ospina AA (2005) Agroforestería: Un saber popular. Cali Colombia. Disponible en web: <http://ecovivero.org>

Palma DJ, y Triano SA (2007) Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco, Villahermosa, Tabasco. México.

Pannier F (1992) El ecosistema del manglar como indicador de cambios globales en la zona costera tropical. Ciencia 43: 111 - 113.

Pérez-Ramírez I (2009) Composición específica y biomasa en huertos familiares de Tabasco, México. En: X Simposio internacional de agricultura sustentable 5: 275 -293.

Remison SU, Iremiren GO, Y Thomas GO (1998) Effect of salinity on nutrient content of the leafs of coconut seedlings. Plant y Soil. 109: 135-138.

Segura, C.J.C., (2000). Notas de diseños experimentales. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. 21-36 pp

- Steppuhn H, Van Genuchten MTH, Grieve CM (2005a) Root-zone salinity. I. Selecting a product-yield index y response function for crop tolerance, *Crop Sci.* 45, 209-220.
- Steppuhn H, Van Genuchten MTH, Grieve CM (2005b) Root-zone salinity. II. Indices for tolerance in agricultural crops. *Crop. Sci.* 45, 221-232.
- Soemarwoto O, (1987) Homegardens: Traditional agroforestry system with a promising future. En: Nair P.K.R. (Eds). *Agroforestry: a decade of development*. ICRAF, Nairobi, Kenya., 157 - 170.
- Teran S, y Rasmussen C (1994) *La milpa de los mayas. La agricultura de los mayas prehispánicos y actuales en el noreste de Yucatán*. Talleres gráficos del Sureste S.A. de C.V., Mérida, Yucatán, México.
- Titus J (1987) Sea level rise y wetly loss: an overview, In: *Green house effect, sea level rise y coastal wetly*. E.P.A. (Environmental Protection Agency) EUA pp 1 - 35.
- Torquebiau E (1992) Are tropical agroforestry homegardens sustainable? *Agriculture, Ecosystems y enviroment*, 41: 189 - 207.
- Van-Iperen W (1996) Consequences of diurnal varation in salinity on water relations y yield of tomato. PhD dissertation.
- West R, Psuty NP, y Thom BG (1985) *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Villahermosa, Tabasco. Gobierno del estado de Tabasco. Instituto de la cultura de Tabasco, 1985.
- Zhao K. Song J, Feng G, Zhao M, y Liu J (2010) Species, types, distribution, and economic potential of halophytes in China. *Plant y Soil* 342:495-509.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Discusión

Salinidad y composición de especies. La conductividad eléctrica de los 30 cm superiores del suelo presentó una alta variación entre los huertos muestreados. Los suelos de los huertos cercanos a los ríos y lagunas fueron los que presentaron mayor conductividad. En lo general, la conductividad eléctrica fue mayor a principios de la temporada de secas y menor a finales de la temporada de lluvias. Posiblemente la lluvia al filtrarse a través del suelo, lleva las sales a los horizontes más bajos. En la temporada de secas, la conductividad eléctrica más alta observada fue $3500 \mu\text{S cm}^{-1}$, seguido por un valor de $2000 \mu\text{S cm}^{-1}$ en otro huerto. En la mayoría de los huertos, sin embargo, la EC fue menor de 500 a lo largo de todo el año.

Es posible que la textura haya influido en la variación observada entre huertos. Los suelos arcillosos pueden retener mayor cantidad de sal que los suelos arenosos, al retener mayor cantidad de agua y tener una mayor capacidad de intercambio catiónico (Kramer 1947; Palma y Triano, 2007). De manera que se espera observar una mayor EC en los suelos arcillosos que en los suelos arenosos.

El CCA indica una relación entre la composición de especies y la conductividad eléctrica del suelo. Esto era de esperarse, ya que es sabido que algunas especies son menos tolerantes que otras a la salinidad (Kopitte, 2011). Sin embargo, la tolerancia a la salinidad de las especies no es una propiedad independiente de otras condiciones. La escasez o abundancia de elementos como N, K^+ , Ca^+ y P puede influir en el efecto de Na^+ y Cl^- sobre el crecimiento de las plantas (Kopitte, 2011).

La profundidad del agua freática no mostró relación con la composición de especies. Lo anterior indica que las plantas acceden poco al manto freático para absorber el agua, dependiendo mayormente del agua de lluvia. Lo anterior coincide con las condiciones de reducción observadas en el suelo en contacto con el manto freático, que son hostiles a las plantas. Un aumento del nivel freático en los huertos, expondría las raíces a la salinidad. Esto contribuiría a una mayor salinidad en el perfil del suelo utilizado por las plantas para enraizar, por acción capilar. En general, la intrusión salina debido al cambio climático reduciría el área de distribución de las especies menos tolerantes a la salinidad, e influiría la multifuncionalidad de los huertos en la costa de manera negativa.

Experimento en macetas. Las muestras tomadas en el suelo de las macetas con las plantas de guanábana, mango y naranja, indicó un aumento en la conductividad eléctrica en los tratamientos 1 a 5 a los 62 días contados desde el inicio del experimento. A los 93 días después de iniciado el experimento, la salinidad era moderada en los tratamientos 2 y 3, y alta en los tratamientos 4 y 5. Las mediciones en suelo arrojaron algunos resultados inesperados, donde la conductividad disminuía en tratamientos 4 y 5. Posiblemente esto se deba a la distribución heterogénea de la sal en el suelo (Bazihina *et al.*, 2012). A los 93 días, el suelo de la mitad superior de las bolsas tenía una menor conductividad eléctrica que el suelo de la mitad inferior. En la mitad inferior, las condiciones fueron de alta salinidad en los tratamientos 2, 3, 4 y 5. En la mitad superior, las condiciones eran no-salinas en los tratamientos 1 y 2, de baja salinidad en el tratamiento 3, y de mediana salinidad en los tratamientos 4 y 5. Posiblemente la distribución heterogénea de la salinidad en las bolsas haya contribuido a que se encontraron algunas conductividades fuera de rango, al no homogenizar el suelo de manera suficiente antes de tomar la sub-muestra en la cual se determinó la conductividad.

Debido a la heterogeneidad de la distribución de la sal en el suelo, existe la posibilidad de que las plantas absorban nutrientes de las partes del suelo con menor concentración de sal (Bazihina *et al.*, 2012). En las partes menos salinas,

las plantas pueden aprovechar los elementos disponibles (K^+ y Ca^{++}), lo cual permite a la planta incrementar su biomasa (Bazihizina *et al.*, 2012). Posiblemente este mecanismo de esquivar la salinidad y aprovechar los elementos disponibles jugó un papel en las plantas de guanábana y mango, mientras que en el caso de las plantas de naranja este mecanismo, de jugar un papel, no haya sido suficiente.

Índice de tolerancia al estrés. La naranja fue la especie menos tolerante (8.83 dS m^{-1}), Seguido por el mango (9.30 dS m^{-1}), mientras que la guanábana tiene el valor más alto (16.81 dS m^{-1}). Las especies difieren en su respuesta a la salinidad (Remison *et al.*, 1988; Zhao 2010). Algunas especies responden produciendo hojas y eliminando la sal con las hojas (Passos, 2006). Posiblemente este es el caso de la guanábana, ya que esta especie produjo un mayor número y biomasa de hojas. En la naranja y mango estos mecanismos no fueron observados. Los resultados indican que la intrusión salina reducirá particularmente el área de distribución de la naranja.

A consecuencia del cambio climático se pronostica un aumento en la temperatura y de la frecuencia y duración de las sequias. Además de la intrusión salina, también estos factores incrementarán la salinidad en los suelos, y afectarán las plantas en los huertos de la costa. Dado que los huertos de la costa del estado de Tabasco se encuentran en diferentes condiciones geomorfológicas, es de esperar que la salinidad no se generará en el mismo grado en la costa, sino que mostrará una distribución heterogénea. De manera que probablemente una fracción de los huertos se podrá mantener diversos, mientras que otra fracción perderá diversidad.

Conclusiones

La salinidad en suelo de los huertos de la costa presentó una mayor conductividad a principios de seca (marzo 2012) y una menor conductividad a principio de lluvia (junio 2012).

La mayor profundidad del agua freática se presentó a finales de la temporada de secas (mayo 2012).

La composición de especies en la muestra de huertos familiares variaba con la conductividad eléctrica de la capa superior del suelo.

Después del coco, las especies guanábana (*An. muricata*), mango (*M. indica*) y naranja agria (*C. aurantium* L.) fueron las especies más frecuentes en la muestra de huertos en la costa.

La exposición experimental a distintas concentraciones de sal de plantas de las especies más frecuentes, mostró que la naranja es la especie más sensible a la salinidad, mientras que el impacto de la salinidad en parámetros de crecimiento en mango y guanábana fue menor.

La salinidad no se distribuía de manera homogénea en el suelo contenido en las macetas, lo cual puede haber jugado un papel en el crecimiento de las tres especies estudiadas.

ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN



Villahermosa, Tabasco a 5 de diciembre del 2012

Comité de Ética para la investigación

PRESENTE

En mi calidad de tutor del estudiante Alejandro Alcudia Aguilar, que presenta el protocolo de tesis "Efecto de la intrusión salina en huertos familiares en la costa de Tabasco, México" hago constar que se ha leído la "Guía para la incorporación de aspectos éticos en los protocolos de investigación" que se comprenden todos sus términos, y (seleccionar uno de los siguientes dos enunciados)

(a) no se identifican consideraciones éticas que requieran revisión por parte del Comité de Ética para la investigación.

b) se identifican aspectos de investigación que requieren ser revisados por el Comité de Ética para la investigación (señale cuál/es).

Permisos ()

Consentimiento informado ()

Protección de las personas ()

Manejo de animales de laboratorio ()

Me comprometo a que la investigación sea realizado dando cumplimiento a las normas institucionales y leyes vigentes. Así como a informar oportunamente al Comité de Ética, cualquier problema no previsto o de la ocurrencia de eventos adversos serios que impliquen cualquier principio ético, señalado en la guía.

Dr. Johannes Cornelis Van der Wal

Alejandro Alcudia Aguilar

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, P. Y Ho, L. C., (1989) Effect of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. *J. Hortic.* 64: 725 - 732.
- Adams, P., (1991) Effect of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on yield, quality on composition of tomatoes grown in rockwood. *J. Hortic.* 66: 207.
- Alayon, J. y Gurri, F., (2008) Home Garden Production and Energetic Sustainability in Calakmul, Campeche, Mexico. *Human Ecology* 36: 395-407.
- Altieri, M. A., (1991) Traditional farming in Latin America. *The Ecologist*, 21 (2): 93 – 96.
- Banco mundial., (2008) Adaptación y Mitigación del cambio Climático en el sector Agrícola. Informe sobre el desarrollo mundial, 2008. Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1191440805557/4249101-1191606788175/03_Adaptacion.pdf
- BARRERA, A. (1980) Sobre la unidad de habitación tradicional campesina y el manejo de recursos bióticos en el área Maya Yucatanense. *Biótica*, 5, 115-129.
- Bazihizina, N., Barrett-Lennard E. G., Colmer T. D., (2012) Plant growth and physiology under heterogeneous salinity. *Plant Soil.* 354:1-9
- Bocanegra, E., Martínez, D. y Massone, H., (2002) La evolución de la intrusión salina en el acuífero Marplatense, ejemplo de una Gestión Sustentable. *Grounwater and human development.* pp. 841 - 849.

- Caetano, E., Innocentini, V., Magaña, V., Martins, S. y Méndez, B., (2010) Cambio climático y el aumento del nivel del mar. Pp. 238 - 304. En: A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (ed). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT-INE, UNAM, Universidad Autónoma de Campeche. pp. 514.
- Carranza-Edwards, A., Rosales-hoz, L., Caso-Chávez, M. y Morales-Garza, E., (2004) Geología Ambiental de la Zona Litoral. In: Diagnostico ambiental del golfo de México. *Publicado por el INE y Harte Research Institute.* (1) 573 - 602.
- Clair, S. B. S. T., Lynch J. P., (2009) The opening of Pandora's Box: Climate change impacts on soil fertility and crop nutrition in developing countries. *Plant Soil.* 335:101-115.
- Conde, C., Ferrer, R. M., Gay, C. y Araujo, R., (2004) Impactos del cambio climático en la agricultura en México. En: Martínez, J.; Bremauntz, A.F.; Osnaya, P. 2004. Cambio climático: una visión desde México., pp 228 - 238.
- Correia, P. J., Gama, F., Pestana M., Martins-Loucao M. A., (2012) Tolerance of Young (*Ceratonia siliqua* L.) carob rootstock to NaCl. *Agricultural Water Management* 97: 910-916
- Cuanalo H. Y Guerra R., (2008) Homegarden Production and Productivity in a Mayan Community of Yucatan. *Human Ecology* 36: 423-433
- Estrada-Porrúa M., (2001) Cambio Climático Global: Causas y consecuencias. Información de análisis.

- Etchevers, B. J. D., (1992) Manual de métodos para análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. Análisis rutinarios en estudios y programas de fertilidad. Laboratorios de fertilidad, Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. pp. 12 a 16.
- Foth, H. D., (1984) Fundamentals of soil science. Seventh edition. John Wiley and Sons. New York, pp. 436.
- Google earth 7.0. 2012. Municipios y localidades de Tabasco, México. 18°24'00.42" N 93°06'05.29" O. Elevación 6 m. Disponible a través de: <http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html> (Acceso 21 de noviembre del 2012).
- Gliessman, S. R., (1998) Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Ann Arbor Press, Chelsea, MI, USA. En: V.E. Méndez y R. Lok. 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro - zonation plant use and socioeconomic importance. Agroforestry Systems 51: 85 - 96.
- Graniel, C. E., Vera M. I., y Gonzales H. L., (2004) Dinámica de la interface salina y calidad del agua en la costa nororiental de Yucatán. Ingeniería 8: 15 - 25
- Grattan, S. R., Grieve, C. M., (1999) Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Sci. Hortic. 78: 127 - 157.
- Guerra-R. R., (2005) Factores sociales y económicos que definen el sistema de producción de traspatio en una comunidad rural de Yucatán, México. Tesis de Maestro en Ciencias, especialidad en Ecología Humana, Mérida, Yucatán, México.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D., (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1): pp 9. Disponible en:

http://palaeoelectronica.org/2001/past/issue1_01.htm

Haque, S. H., (2006) Salinity problems and crop production in coastal regions of Bangladesh. *Pakistan Journal of Botany* 38 (5):1359 - 1365.

Hernández-Santana, J. R., (1999) Interacción tierra-mar en condiciones de subsidencia reciente sostenida de la corteza terrestre y riesgos ambientales insulares: Cuba oriental, Grandes Antillas". En: *el Caribe: Contribución al conocimiento de su geografía*. Ed. GIDO-ALVIGRAF. La Habana. pp. 29 - 34.

Hernández-Santana, J. R.; Ortiz-Pérez, M. A.; Méndez-Linares, A. P. y Gama-Campillo, L., (2007) Morfodinámica de la línea de la costa del Estado de Tabasco, México: Tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 65. 7-21.

Hidalgo, S. et al., (2003) *Cultura alimentaria tradicional de Tabasco*, 1 edición 2003. En: H. Van der Wal, E. Huerta-Lwanga, A. Torres-Dosal (eds).2009. *Huertos familiares en Tabasco: su contribución a la conservación de la biodiversidad, economía familiar y salud humana*. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. SERNAPAM. pp. 224.

Jacob, J. (2008) ¿El cambio climático afectará el desarrollo social y la calidad de vida en las costas? Segundo panel internacional sobre el cambio climático: La zona costera y su impacto ecológico, económico y social. INECOL, Xalapa, Ver. 16 de octubre 2008.

- Jelgersma, S., Zijp, M. Van Der, and B, rinkmanR., (1993) Sea level rise and the coastal lowlands in the developing world. *Journal of Coastal Research* 9(4): 958-972.
- Jensen, M., (1993) Soil conditions, vegetation structure and biomass of a javanese homegarden. *Agroforestry Systems* 24: 171 -186.
- Jiménez, J., Ruenes, M. y Montañez, E., (1999) Agrobiodiversidad de los solares de la Península de Yucatán. *Red de Gestión de Recursos Naturales, Segunda Edición*, 14: 30 -40.
- Juan, P., Jose I. y Madrigal, U. D., (2005) Huertos, diversidad y alimentación en una zona de transición ecológica del estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 12, 54 - 63.
- Kopittke, P. M., (2011) Interactions between Ca, Mg, Na and K: alleviation of toxicity in saline solutions. *Plant and soil* 352: 353-362
- Kramer, P. J., (1974) *Relaciones hídricas de suelos y plantas: una síntesis moderna.*
- Kumar, B. M. y Nair, P. K. R., (2004) The enigma of tropical home gardens. *Agroforestry Systems* 61: 135 - 152.
- Leal, M. T., (2008) Evaluación de la afectación de la calidad del agua y subterráneas por efecto de la variabilidad y el cambio climático y su ompacto en la biodiversidad, agricultura, salud, turismo e industria. INECOL-SEMARNAT.
- Lok, R. y Samaniego, G., (1998) La valorización sociocultural del huerto y del café con árboles entre la población Ngobe de Chiriquí, Panamá. Pp. 185 -213. En: Lok, R. (Ed). *Huertos caseros tradicionales de América Central:*

Características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba.

Lok, R., (1998) Huertos Caseros Tradicionales de América Central, características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. Pp. 29-57. CATIE, AGUILA, IDRC, ETC Andes.

Magaña, R. V. O., (2005) El cambio climático global: comprender el problema. pp. 18-27. En: J. Martínez, A. Fernández y P. Osnaya (eds). Cambio climático: una visión desde México. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales., pp. 525.

Méndez, V. E. y Gliessman, R. S., (2002) Un enfoque interdisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 64: 5-16.

Mérida, L. A., (2002) La evolución de la intrusión salina en el acuífero Marplatense, ejemplo de una Gestión Sustentable. En: Bocanegra, E., Martínez, D. & Massone, H. (Eds). Groundwater and human development. pp. 841 - 849.

Niñez, V., (1987). Household gardens: theoretical and policy considerations. Agricultural Systems 23: 167 - 186.

Oosterbaan RJ, y Nijland HJ, Determining the saturated hydraulic conductivity. Chapter 12 in: H.P. Ritzema (ed). Drainage Principles and Applications. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Publication 16, second revised edition, 1994, Wageningen, the Netherlands. ISBN 9070754339.

- Ortíz-Pérez, M. A., (1992) Retroceso y avance de la línea de la costa del frente deltaico del rio San Pedro, Campeche-Tabasco. Investigaciones Geográficas 25: 7 - 23.
- Ortíz-Pérez, M. A., Hernández-Santana, J. R., Figueroa, J. M. y Gama, L., (2010) Tasas del avance transgresivo y regresivo en el frente deltaico tabasqueño: en el periodo comprendido del año 1995 al 2008.p. 305 - 324. En: A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (eds). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT-INE, UNAM-ICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. pp. 514.
- Ospina, A. A., (2005) Agroforestería: Un saber popular. Cali Colombia. Disponible en web: <http://ecovivero.org>
- Palma L., D. J. y Triano, S. A., (2007) Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco, Villahermosa, Tabasco. México.
- Palma L., D.J., Cisnero, D.J., Moreno, C.E., Rincon-Ramirez J.A. (2006) Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. Gobierno del estado de Tabasco, Instituto para el desarrollo de sistemas de producción del trópico humedo de Tabasco. 1(3) 1-158.
- Pannier, F., (1992) El ecosistema del manglar como indicador de cambios globales en la zona costera tropical. Ciencia 43: 111 - 113.
- Pérez-Ramírez, I., (2009) Composición específica y biomasa en huertos familiares de Tabasco, México. En: X Simposio internacional de agricultura sustentable 5: 275 -293.

Poot-Pool W. S., (2008) Arquitectura, estructura y composición específica de solares y medios de vida de productores de mayores y menores capitales en Pomuch, Campeche. Tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco, México. pp. 98.

Poot-Pool W.S., Van der Wal H., Pat-Fernández J.M., y Levy-Tacher S., (2008) Activos de productores agrícolas y arquitectura de solares en Pomuch, Campeche. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente* 8 (16):77-102

Puente-Pardo, E., López H.E.S., Mariaca-Méndez R., Magaña, A.M.A., (2010) Uso y disponibilidad de plantas medicinales de los huertos familiares del Caobanal, Humanguillo, Tabasco, México. *U. Tecnociencia*. 4 (1) 40 – 53.

Remison, S. U., Iremiren, G. O. and Thomas G. O., (1998) Effect of salinity on nutrient content of the leaves of coconut seedlings. *Plant and Soil*. 109: 135-138.

Segura, C. J. C., (2000) Notas de diseños experimentales. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Pp. 21-36

Soemarwoto, O., (1987) Home gardens: Traditional agroforestry system with a promising future. En: Nair P.K.R. (Eds). *Agroforestry: a decade of development*. ICRAF, Nairobi, Kenya., 157 - 170.

Steppuhn, H., Van Genuchten, M. TH., Grieve, C. M., (2005a) Root-zone salinity. I. Selecting a product-yield index and response function for crop tolerance, *Crop Sci*. 45, 209-220.

- Steppuhn, H., Van Genuchten, M. TH., Gireve, C.M., (2005b) Root-zone salinity. II. Indices for tolerance in agricultural crops. *Crop. Sci.* 45, 221-232.
- Teran, S. and Rasmussen, C., (1994) La milpa de los mayas. La agricultura de los mayas prehispánicos y actuales en el noreste de Yucatán. Talleres gráficos del Sureste S.A. de C.V., Merida, Yucatán, México.
- Titus, J., (1987) Sea level rise and wetland loss: an overview, In: Green house effect, sea level rise and coastal wetland. E.P.A. (Environmental Protection Agency) EUA pp 1 - 35.
- Torquebiau E., (2000) A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. 323 (2000) 1009 – 1017.
- Torquebiau, E., (1992) Are tropical agroforestry homegardens sustainable? *Agriculture, Ecosystems y environment*, 41: 189 - 207.
- Van Iperen, W., (1996) Consequences of diurnal variation in salinity on water relations and yield of tomato. PhD dissertation.
- Vara, M. A., (1980) “La dinámica de la milpa en Yucatán: el solar”. En: Hernández Xolocotzi, Efraim y Rafael Padilla y Ortega (eds.). Seminario sobre producción agrícola en Yucatán. México: Gobierno del estado de Yucatán, Secretaria de programación y Presupuesto, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos y Colegio de Postgraduados de Chapingo: 305-341.
- West, R., Psuty, N. P. and Thom, B. G., (1985) *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Villahermosa, Tabasco. Gobierno del estado de Tabasco. Instituto de la cultura de Tabasco, 1985.

Zhao K., Song J., Feng G., Zhao M. and Liu J., (2010) Species, types, distribution, and economic potential of halophytes in China. *Plant and Soil* 342:495-509.

Apéndice 1 Matriz de abundancia de especies en huertos familiares en la costa de Tabasco

No.	Nombre común	Nombre científico	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	F	A
1	Palma de coco	<i>Cocus nucifera</i> L.	5	51	39	23	61	20	14	111	32	5	5		13	7	7	1	17	8	6	16	19	441
3	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osb.	5	15	9	7	9	10	2	3	16				13		5	5		5	3	2	15	109
7	Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.		26	3	4	3	4	2	3	5				2		4	4	1	2	3	2	15	68
10	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	2	10	3	2	2	3	3	5	2		1		2		2	2			1	2	15	42
4	Macuilis	<i>Tabebuia rosea</i> (Benth.) DC.	7	12	2		1	2	3	18		25	1		7	7	5		5			7	14	102
5	Limón	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.		8	15	17	24	1	3	1	4		1			1	1	2	1			2	14	81
9	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5	7	1	1		2	1	1	3		7					6	2		2	6	13	44
8	Ciruela	<i>Spondias purpurea</i> L.	3	11	8	4	7	5	5		9				8			1	1	5			12	67
11	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i> (H. B. K.) Raldk.	2	5	4	1	4	2			8	2			5		3	3		2			12	41
17	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K.		4	3	1	1	5	1		10		2		1		1		1				11	30
12	Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	8	3	7	8					1		1		3		7		2		1		10	41
24	Chicozapote	<i>Achras sapota</i> L.		1	2		1	1	1		1				2		1			1		2	10	13
6	Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	5	36	1	2	24		4		1				3								8	76
13	Isora	<i>Ixora coccinea</i> L.	16	6	3				1								2		2	6	1		8	37
16	Gogo	<i>Salacia elliptica</i> G. Donn.		14			7	1	1		1		1		2					3			8	30
19	Tulipán	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	1	5		3	1		1		3		1							6			8	21
20	Bugambilia	<i>Bougainvillea glabra</i> Choise	1	4	1								1	1			2		6	3			8	19
21	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.		3	3						4		2		2		1			1			7	16
22	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.			6		2	2			1	3			1					1			7	16
27	Noni	<i>Morinda citrifolia</i>			3	2						1			1		1			2		1	7	11
28	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.		1	1				2	1	3	2					1						7	11
2	Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L.	5	65	4				1				12						23				6	110
14	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> (L) Gaertn		5	1		18	2									5					1	6	32
25	Rosa	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.		4	1								1					4		1	1		6	12
34	Jazmin blanco	<i>Jasminum sambac</i> (L) Aiton		1			1		1		1							1			4		6	9

No.	Nombre común	Nombre científico	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	F	A
30	Mayorga	<i>Pedilanthus tithymaloides</i> Poit.	1									4	1			1			4				5	11
38	Lima	<i>Citrus limetta</i> Risso	3	1	1				1									1					5	7
37	Anona	<i>Annona reticulata</i> L.		3	2						1				1								4	7
47	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam		1	1	1				3													4	6
49	Sasafrán	<i>Bursera graveolens</i> . Tr. et Planch.				3		1	1							1							4	6
55	Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Breyne				1	1		1											2			4	5
66	Nopal	<i>Opuntia decumbens</i> Mill.								1		1	1				1						4	4
67	Tulia	<i>Truja orientalis</i>	1			1	1	1															4	4
26	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.		8	1											2							3	11
29	Uva de playa	<i>Coccoloba uvifera</i> L.		1	3		7																3	11
32	Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Rose		2				5				3											3	10
35	Jague	<i>Genipa americana</i> L.		1						6						1							3	8
39	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.				5		1				1											3	7
40	Pimienta	<i>Pimenta dioica</i> L.		2	2							3											3	7
41	Tucuy	<i>Pithecellobium brownii</i> Standl								1						5				1			3	7
42	Dama de noche	<i>Cestrum nocturnum</i> L.		2									4				1						3	7
45	Capulín	<i>Muntingia calabura</i> L.				2										1						3	3	6
50	Tabasqueña	<i>Plumeria rubra</i> L.					2					3										1	3	6
52	Gardenia	<i>Gardenia jasminoides</i> J. Ellis.	4	1									1										3	6
53	Momo	<i>Piper auritum</i> H. B. K.		1	2														3				3	6
54	Almendra	<i>Terminalia catappa</i> L.	1			2		2															3	5
56	Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.				3			1		1												3	5
57	Cocoite	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud	1						3						1								3	5
61	Cuajilote	<i>Parmentiera edulis</i> DC.				1						2				1							3	4
62	Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.		1		1		2															3	4
63	Framboyan	<i>Delonix regia</i> (Boj) Rot.		1				2		1													3	4
65	Chaya	<i>Cnidoscolus chayamansa</i> Mc. Vaugh.				2						1	1										3	4
73	Croto	<i>Codiaeum variegatum</i> L.		1					1											1			3	3

No.	Nombre común	Nombre científico	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	F	A
15	mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i> (L) Gaertn.						11				20											2	31
31	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King			4					6													2	10
33	Zapote de agua	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.						4								6							2	10
36	Piche	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb							1	7													2	8
43	Guano	<i>Sabal mexicana</i> Mart.																			2	5	2	7
46	Estrononica	<i>Lagerstroemia indica</i> L.		4	2																		2	6
58	Cuinicuil	<i>Inga jinicuil</i> Schlech		4											1								2	5
60	Narcisa	<i>Nerium oleander</i> L.		3	2																		2	5
64	Palomillo	<i>Citharexylum hexangulare</i> Greenm.								3						1							2	4
68	Majagua	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.														2	1						2	3
70	Sauce	<i>Salix chilensis</i> Molina.		1										2									2	3
71	uspí	<i>Couepia polyandra</i> (H.K.B.) Rose			2		1																2	3
75	San diego	<i>Thevetia peruviana</i> .		2	1																		2	3
76	Bojon	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz y Pavon) Cham		1				1															2	2
77	Coscorron	<i>Crataeva tapia</i> L.		1		1																	2	2
78	Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i> L.		1																	1		2	2
79	Lluvia de oro	<i>Senna fistula</i> L.		1				1															2	2
82	Zapote	<i>Pouteria mammosa</i> (L.) Cronquist.						1							1								2	2
85	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i> L.						1	1														2	2
23	Noche buena	<i>Dombeya wallichii</i> (Lindl.) Benth. Et Hook.																			14		1	14
44	Bellota	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst		6																			1	6
48	Palo gusano	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.														6							1	6
51	Tinto	<i>Haematoxylon campechianum</i> L.								6													1	6
59	Limonaria	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jacq.		5																			1	5
69	mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i> L.						3															1	3
72	Cabeza de camaron				3																		1	3
80	Mangle prieto	<i>Avicenia germinans</i> (L) L.						2															1	2
81	Pan de Sopa	<i>Artctocarpus altilis</i> (Park.) Fosb.																			2		1	2

No.	Nombre común	Nombre científico	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	F	A
84	Escandor	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex H.B. K.		2																			1	2
86	Hoja de tigre	<i>Urera alceifolia</i> Gaud.			2																		1	2
87	Maizera	<i>Dracaena fragans</i> Ker.-Gawl.									2												1	2
88	Mosaena Rosada	<i>Mussaenda</i> L.																	2				1	2
89	Piñon	<i>Jatropha curcas</i> L.			2																		1	2
90	Chinin	<i>Persea schiedeana</i> Nees.											1										1	1
91	Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.				1																	1	1
92	Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.																				1	1	1
93	Mandarina	<i>Citrus nobilis</i> Andr.	1																				1	1
94	Moral	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Gaud.									1												1	1
95	Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i> L.			1																		1	1
96	Residon	<i>Lawsonia inermis</i> L.							1														1	1
97	Tocó	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.									1												1	1
98	Muste	<i>Clerodendrum ligustrinum</i> (Jacq.) R. Br.			1																		1	1

Anexo 1 Profundidades del agua freática y su conductividad eléctrica en las cuatro fechas, diciembre 2011 (F1), marzo 2012 (F2), mayo 2012 (F3) y julio 2012 (F4).

ID	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	μS/cm	μS/cm	μS/cm	μS/cm
79			2.5	3.5	3.0	916	1252	1579
79			3.0	3.0	3.5	2136	1759	1248
80	3.0	3.0	3.0	3.0	2026	1603	1390	1458
80	3.0	3.5	4.0	3.5	5014	4305	4030	4184
80	3.0	3.0	4.0	3.0	1755	1258	1202	1273
82	4.5	4.5	3.5	3.5	251	237	305	427
82	4.8	5.0	4.0	4.0	392	287	311	310
82	6.5	7.0	7.0	4.5	340	426	530	393
83	6.5	7.5	7.0	7.0	391	492	492	584
83	4.0	4.0	3.8	4.0	483	309	232	332
84	1.7	4.0	4.0	3.0	482	539	485	347
84	1.7	4.0	4.0	4.5	496	1320	690	331
84	3.5				277			
84	3.5				282			
85	1.7	2.5	2.0	1.0	808	467	441	495
85	1.7	2.5	3.0	1.0	718	420	397	1102
85	1.7	2.5	3.0	2.5	539	1825	442	453
85	2.0			3.5	845			
86		4.5	4.0	3.5		242	170	228
86		3.5	5.0	4.0		711	1121	540
87	3.0	3.0	3.5	3.0	1630	257	1333	1259
87	3.0	3.0	3.5	4.0	2225	2332	1590	1912
87	3.0	3.0	4.5	3.5	1934	1715	2107	1874
87			4.0				1850	
88	3.5	4.0	4.0	3.0	291	280	250	295
88	3.5	4.0	3.0	3.8	506	394	293	381
88	4.0	4.0	3.5	5.0	583	421	222	192
88	3.5				232			
88	3.5				850			
89	2.5	2.0	2.0	2.5	24880	7705	7246	3848
89	2.5	2.0	2.0	2.8	22110	11240	1066	2283
89	2.5	2.0	3.0	3.5	11760	19670	17,11	1331
89	2.5				11590			
89	2.5				7875			
89	2.5				9999			

ID	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	
	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	Profundidad (m)	μS/cm	μS/cm	μS/cm	μS/cm	
91	2.5	2.5			3.0	1049	762	1377	1329
92	3.0	3.8	3.0		3.0	6040	8729	7535	7603
92	3.0	3.0	3.0		4.5	6093	10560	7698	8305
92	3.0	4.0	3.0		4.5	7480	4732	7867	4649
92			3.0					5554	
93	3.0	2.5	1.0		2.5	5132	3564	3202	4953
93	3.0	2.5	4.0		3.0	3827	4674	4466	3511
94	4.0	4.5	5.5		4.0	434	358	495	299
94	3.5	7.0	6.0		6.0	571	740	474	782
94	4.0	5.0	6.0		6.5	600	287	285	368
95	2.5	2.8	2.5		2.5	1197	1007	1032	1063
95	3.0	3.0	2.5		2.5	3531	2873	2810	2899
96	3.0	3.0	3.0		2.5	4546	4367	4055	4271
97	3.0	4.0	5.0		4.0	1	539	495	496
97	3.0					668			
98	2.0	2.0	2.0		1.5	2221	1743	1520	3555
98	2.0	2.0	2.0		2.0	4529	4243	3662	1164
99	2.0	2.0	3.0		2.0	6509	4411	6449	7918
99	2.0	2.0	3.0		3.0	3920	3157	2033	4905
100	3.5	2.5	2.0		3.5	1069	559	486	490
100	3.5	2.5	2.0		3.0	1865	1169	1071	988
101	4.0	2.0	2.0		5.0	3601	2866	2639	1407
101	6.5	2.0	3.0		5.0	1586	1605	1675	1639
102	5.0	3.5	4.0		3.0	1517	1168	1212	938
102	5.0	2.5	3.0		4.0	1265	1226	1119	5472
103	2.0	4.0	4.0			2935	1841	365	3107
103	2.0	3.5	3.5		4.0	2573	2036	1265	943
103	2.0	3.0	3.5		3.0	1804	1097	452	1009
103					5.5				583
104	2.5	3.0	4.0		2.5	5158	2020	950	1290
104	3.0	3.0	4.0		3.0	2563	1759	1208	1058
104	2.5	3.0	3.0		3.0	608	1645	1668	1870
104			3.0		3.0			1666	1922
105		3.0	6.0		4.0	1048	999	826	823
105		3.0	7.0		3.0	2390	1376	1101	1306
105		3.5	4.0		2.5	678	278	572	370

Anexo 2 Profundidades del agua freática y conductividad eléctrica de los 30 cm superiores del suelo, en las cuatro fechas, diciembre 2011 (F1), marzo 2012 (F2), mayo 2012 (F3) y julio 2012 (F4).

ID	F1 Profundidad (m)	F2 Profundidad (m)	F3 Profundidad (m)	F4 Profundidad (m)	F1 $\mu\text{S/cm}$	F2 $\mu\text{S/cm}$	F3 $\mu\text{S/cm}$	F4 $\mu\text{S/cm}$
79			2.5	3.5	3.0		38	
79			3.0	3.0	3.5		96	
80	3.0	3.0	3.0	3.0	134	536	129	
80	3.0	3.5	4.0	3.5	217	289	123	
80	3.0	3.0	4.0	3.0	268	215		
82	4.5	4.5	3.5	3.5		142	23	21
82	4.8	5.0	4.0	4.0		178	25	
82	6.5	7.0	7.0	4.5		87	20	
82							57	
82							17	
83	6.5	7.5	7.0	7.0	18	65	56	30
83	4.0	4.0	3.8	4.0	13	73	37	
83							52	
84	1.7	4.0	4.0	3.0	32	89	19	
84	1.7	4.0	4.0	4.5	25	144	34	
84	3.5							
84	3.5							
85	1.7	2.5	2.0	1.0	33	225	31	41
85	1.7	2.5	3.0	1.0	57	197	58	
85	1.7	2.5	3.0	2.5	18	197	55	
85	2.0			3.5			39	
85							35	
86		4.5	4.0	3.5	86	115	63	56
86		3.5	5.0	4.0	36	211	31	24
87	3.0	3.0	3.5	3.0	159	529	177	355
87	3.0	3.0	3.5	4.0	118	648	124	117
87	3.0	3.0	4.5	3.5	167	237	161	240
87			4.0					
88	3.5	4.0	4.0	3.0	32	109	30	21
88	3.5	4.0	3.0	3.8	26	59	23	61
88	4.0	4.0	3.5	5.0		142	38	38
88	3.5						79	
88	3.5						74	
89	2.5	2.0	2.0	2.5	2190	895	1283	1330
89	2.5	2.0	2.0	2.8	4441	2857	2533	2369

ID	F1 Profundidad (m)	F2 Profundidad (m)	F3 Profundidad (m)	F4 Profundidad (m)	F1 $\mu\text{S/cm}$	F2 $\mu\text{S/cm}$	F3 $\mu\text{S/cm}$	F4 $\mu\text{S/cm}$
89	2.5							
90	4.0	4.0	3.5	4.0	132	181	65	53
90	4.0	4.0	4.0	3.5	143	325	41	119
91	2.5	2.5		3.0	102	272	144	125
92	3.0	3.8	3.0	3.0	131	163	82	252
92	3.0	3.0	3.0	4.5	40	494	153	74
92	3.0	4.0	3.0	4.5	85	369	135	
92			3.0				57	
93	3.0	2.5	1.0	2.5	6	937	392	659
93	3.0	2.5	4.0	3.0	9	803	428	420
94	4.0	4.5	5.5	4.0	21	89	60	51
94	3.5	7.0	6.0	6.0		158	51	30
94	4.0	5.0	6.0	6.5		311	41	86
95	2.5	2.8	2.5	2.5	21	153	54	72
95	3.0	3.0	2.5	2.5	11	176	85	55
96	3.0	3.0	3.0	2.5	240	180		57
97	3.0	4.0	5.0	4.0	13	55		24
98	2.0	2.0	2.0	1.5	4	363	115	105
98	2.0	2.0	2.0	2.0	1	540		131
98								121
99	2.0	2.0	3.0	2.0	5	617	173	320
99	2.0	2.0	3.0	3.0	3	393	211	243
100	3.5	2.5	2.0	3.5	60	542	330	220
100	3.5	2.5	2.0	3.0	98	97	204	124
101	4.0	2.0	2.0	5.0		229	148	145
101	6.5	2.0	3.0	5.0		452	49	152
102	5.0	3.5	4.0	3.0	108	162	70	109
102	5.0	2.5	3.0	4.0	121	403	89	91
103	2.0	4.0	4.0		39		92	
103	2.0	3.5	3.5	4.0	45		67	
103	2.0	3.0	3.5	3.0	49		74	
103				5.5			63	
104	2.5	3.0	4.0	2.5	58	108	65	
104	3.0	3.0	4.0	3.0	65	107	34	
104	2.5	3.0	3.0	3.0	81	132	101	
104			3.0	3.0				
105		3.0	6.0	4.0	74	327	102	93
105		3.0	7.0	3.0	111	252	97	125
105		3.5	4.0	2.5	90	360	150	101

Anexo 3 Biomasa en raíz (g), tallo (g) y hoja (g) en cuatro cosechas, 19 de marzo (F1), 19 de abril (F2), 19 de mayo (F3) y 19 de junio (F4). Especie 1 (guanábana), especie 2 (mango) y especie 3 (naranja). Tratamiento 1 (124 $\mu\text{S/cm}$), tratamiento 2 (1084 $\mu\text{S/cm}$), tratamiento 3 (2143 $\mu\text{S/cm}$), tratamiento 4 (4031 $\mu\text{S/cm}$) y tratamiento 5 (7631 $\mu\text{S/cm}$).

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	raíz (g)	tallo (g)	hoja (g)
1	1	1	2	6.072	5.017	4.289
1	1	2	5	5.423	4.797	3.720
1	1	3	6	7.143	6.330	5.063
1	1	4	2	5.928	5.420	2.364
1	1	5	20	8.442	6.637	4.361
1	2	1	10	8.862	11.326	6.925
1	2	2	21	5.737	8.552	7.802
1	2	3	7	6.302	6.652	7.069
1	2	4	19	4.524	7.645	8.730
1	2	5	6	13.162	15.230	7.044
1	3	1	11	6.375	2.981	2.912
1	3	2	18	4.302	2.520	1.090
1	3	3	2	7.682	5.116	2.164
1	3	4	20	5.999	3.756	2.647
1	3	5	8	7.682	6.121	3.762
2	1	1	11	12.220	8.100	4.127
2	1	1	15	8.521	8.274	4.741
2	1	1	19	5.288	5.272	1.291
2	1	1	20	11.315	7.801	5.112
2	1	1	23	6.149	7.961	3.676
2	1	2	2	6.080	5.563	2.995
2	1	2	3	9.786	7.312	3.985
2	1	2	4	3.764	3.579	2.374
2	1	2	15	9.852	7.696	3.045
2	1	2	23	7.113	7.006	3.628
2	1	3	8	7.082	6.622	2.906
2	1	3	15	6.080	6.028	3.017
2	1	3	18	9.945	9.248	4.444
2	1	3	21	7.174	7.047	3.885
2	1	3	22	7.787	7.902	4.048
2	1	4	5	8.456	7.176	3.546
2	1	4	8	9.575	8.436	4.030
2	1	4	12	5.452	5.514	3.482
2	1	4	22	10.436	7.953	5.199

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	raíz (g)	tallo (g)	hoja (g)
2	1	5	11	6.368	6.090	2.622
2	1	5	12	6.497	5.787	6.417
2	1	5	25	7.163	5.542	3.171
2	2	1	5	6.099	6.544	7.646
2	2	1	6	5.868	11.016	13.872
2	2	1	15	5.830	11.843	5.825
2	2	1	20	5.952	9.307	5.759
2	2	1	23	5.592	10.941	5.372
2	2	2	6	6.772	9.721	5.428
2	2	2	8	3.430	8.670	6.122
2	2	2	9	3.676	6.521	5.443
2	2	2	17	7.195	16.454	7.972
2	2	2	25	6.517	8.902	8.567
2	2	3	2	6.405	8.288	5.599
2	2	3	14	2.783	9.322	5.487
2	2	3	15	7.434	8.351	7.313
2	2	3	18	9.874	8.449	6.451
2	2	3	19	6.059	12.573	9.059
2	2	4	2	6.716	9.919	6.192
2	2	4	7	7.321	12.372	11.341
2	2	4	9	9.028	11.189	5.958
2	2	4	17	8.052	16.325	12.809
2	2	4	23	6.912	13.182	10.888
2	2	5	4	5.942	7.282	5.220
2	2	5	8	4.612	7.530	6.885
2	2	5	12	7.791	11.536	10.560
2	2	5	17	10.137	19.160	13.413
2	2	5	22	4.477	6.952	5.644
2	3	1	4	7.207	7.582	6.396
2	3	1	6	10.330	8.325	6.654
2	3	1	8	10.424	6.744	4.995
2	3	1	12	10.828	9.027	4.922
2	3	1	17	5.862	4.945	4.250
2	3	2	9	8.387	7.608	6.148
2	3	2	10	6.830	6.794	6.040
2	3	2	20	9.318	7.793	5.628
2	3	2	23	6.092	5.036	4.684
2	3	2	24	6.398	7.257	6.406
2	3	3	9	8.646	9.108	6.930
2	3	3	14	5.376	3.472	1.399
2	3	3	16	7.784	4.863	5.023

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	raíz (g)	tallo (g)	hoja (g)
2	3	3	20	8.987	7.790	7.002
2	3	4	4	13.491	6.361	2.917
2	3	4	5	7.325	7.135	3.202
2	3	4	14	8.071	7.873	6.307
2	3	4	25	5.862	4.091	3.150
2	3	5	11	9.638	6.644	4.940
2	3	5	17	6.788	4.566	3.127
2	3	5	22	7.703	7.354	3.600
2	3	5	24	7.723	5.484	4.697
2	3	5	25	6.572	5.768	3.415
3	1	1	4	7.786	11.015	4.517
3	1	1	5	14.520	14.099	3.477
3	1	1	10	7.898	8.448	9.632
3	1	1	13	9.884	8.736	9.728
3	1	1	16	11.458	11.256	5.206
3	1	2	8	12.294	7.341	3.807
3	1	2	13	12.587	12.869	9.097
3	1	2	14	10.693	7.229	9.246
3	1	2	17	7.736	7.322	4.064
3	1	2	20	14.132	13.316	9.572
3	1	3	4	11.650	10.183	5.316
3	1	3	10	10.321	7.575	3.980
3	1	3	11	7.733	7.972	8.999
3	1	3	12	5.953	5.632	3.959
3	1	3	20	14.992	11.728	2.975
3	1	4	4	11.165	12.354	3.548
3	1	4	7	11.961	10.609	3.619
3	1	4	9	6.562	7.159	2.544
3	1	4	13	15.185	14.804	3.223
3	1	4	18	10.548	5.609	7.984
3	1	5	7	13.191	14.876	3.502
3	1	5	9	9.614	5.140	6.378
3	1	5	16	8.132	10.971	4.214
3	1	5	21	7.456	13.129	5.208
3	1	5	22	16.055	13.058	5.672
3	2	1	1	5.782	8.926	4.282
3	2	1	16	18.383	13.220	10.648
3	2	1	17	7.144	14.920	6.723
3	2	1	18	23.743	21.437	15.660
3	2	1	19	13.453	11.169	17.501
3	2	2	3	6.150	10.338	7.890

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	raíz (g)	tallo (g)	hoja (g)
3	2	2	14	12.503	21.345	12.160
3	2	2	16	6.822	13.099	6.524
3	2	3	4	9.019	12.096	11.701
3	2	3	5	12.225	22.105	14.270
3	2	3	6	12.455	15.890	11.890
3	2	3	11	6.198	11.749	9.427
3	2	3	17	14.321	13.928	10.099
3	2	4	4	5.227	7.884	5.265
3	2	4	11	9.335	14.165	5.956
3	2	4	13	8.772	14.704	8.555
3	2	4	15	9.179	11.169	6.043
3	2	4	21	5.182	10.999	6.738
3	2	5	3	4.578	10.980	7.937
3	2	5	7	6.566	11.188	4.572
3	2	5	9	12.521	17.444	12.755
3	2	5	10	4.872	7.092	8.407
3	2	5	13	27.230	25.705	10.738
3	3	1	1	14.221	14.096	9.814
3	3	1	2	10.309	9.352	5.656
3	3	1	10	4.058	3.852	5.912
3	3	1	13	8.640	8.473	5.402
3	3	1	20	12.307	13.525	7.814
3	3	2	1	8.221	9.423	6.846
3	3	2	3	9.352	8.612	10.215
3	3	2	8	8.867	8.091	7.119
3	3	2	14	8.521	11.807	3.854
3	3	2	25	16.037	13.620	10.604
3	3	3	1	15.558	14.382	11.490
3	3	3	8	14.262	14.228	6.371
3	3	3	10	14.873	8.752	5.624
3	3	3	13	9.526	9.524	6.413
3	3	3	17	10.411	12.842	9.457
3	3	4	2	11.644	10.679	5.413
3	3	4	13	13.202	5.135	2.926
3	3	4	16	12.822	13.103	10.724
3	3	4	18	5.247	10.201	7.434
3	3	4	23	9.299	8.354	3.938
3	3	5	2	5.972	7.235	8.670
3	3	5	9	16.138	11.284	9.486
3	3	5	12	9.243	5.562	3.078
3	3	5	16	7.381	6.051	9.583

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	raíz (g)	tallo (g)	hoja (g)
4	1	1	1	9.009	11.581	5.209
4	1	1	6	8.987	9.667	4.005
4	1	1	17	10.891	12.149	5.658
4	1	1	21	10.861	10.265	3.954
4	1	1	25	9.014	7.844	4.042
4	1	2	1	14.002	13.668	5.096
4	1	2	18	9.805	12.774	5.435
4	1	2	21	13.724	12.612	5.796
4	1	2	24	10.135	12.776	3.832
4	1	2	25	8.429	8.908	4.183
4	1	3	1	8.309	12.640	3.649
4	1	3	9	11.650	15.670	3.540
4	1	3	13	9.858	10.224	3.768
4	1	3	24	5.409	7.994	3.921
4	1	3	25	5.230	7.254	1.844
4	1	4	1	9.160	12.084	3.127
4	1	4	16	8.529	7.950	3.654
4	1	4	15	6.119	7.545	4.087
4	1	4	20	6.489	8.878	3.995
4	1	4	24	7.600	12.164	5.186
4	1	5	6	8.859	10.491	0.000
4	1	5	13	8.325	9.524	0.000
4	1	5	17	9.247	9.578	0.000
4	1	5	15	12.888	13.315	0.000
4	1	5	24	6.283	12.144	3.840
4	2	1	4	7.431	12.621	8.201
4	2	1	7	13.804	12.146	9.039
4	2	1	8	14.024	14.815	5.629
4	2	1	22	11.443	22.843	9.643
4	2	1	25	9.187	18.737	10.861
4	2	2	5	9.589	16.492	13.936
4	2	2	13	10.206	22.984	12.596
4	2	2	22	12.627	11.327	6.005
4	2	2	18	11.543	17.730	4.210
4	2	2	15	6.960	9.711	0.000
4	2	3	3	7.224	11.883	9.385
4	2	3	8	9.007	14.442	13.445
4	2	3	13	15.630	14.571	7.761
4	2	3	22	15.303	21.666	9.890
4	2	3	24	10.564	14.047	6.163
4	2	4	14	6.054	12.399	6.443

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	raíz (g)	tallo (g)	hoja (g)
4	2	4	20	6.296	12.365	10.037
4	2	4	24	10.113	24.190	13.652
4	2	4	25	6.103	11.106	10.222
4	2	5	1	6.101	10.885	5.234
4	2	5	2	7.936	9.863	5.730
4	2	5	19	4.426	12.004	3.643
4	2	5	20	5.664	12.492	0.000
4	2	5	24	9.836	13.484	4.964
4	3	1	22	10.454	8.657	4.921
4	3	1	9	11.265	11.936	6.108
4	3	1	15	9.404	7.873	3.858
4	3	1	19	13.129	7.393	3.681
4	3	1	24	11.728	10.907	5.711
4	3	2	2	11.867	11.275	7.716
4	3	2	6	10.729	8.352	2.836
4	3	2	11	10.583	10.714	6.846
4	3	2	16	10.281	10.915	6.832
4	3	2	19	8.641	7.965	3.653
4	3	3	3	12.042	11.507	5.184
4	3	3	5	8.744	8.845	3.005
4	3	3	7	11.207	7.314	3.469
4	3	3	15	15.937	12.598	6.343
4	3	3	24	13.297	12.081	7.580
4	3	4	7	9.431	10.258	5.280
4	3	4	8	6.917	4.657	0.202
4	3	4	9	10.819	5.757	3.351
4	3	4	24	10.649	5.018	1.686
4	3	4	10	9.025	6.536	2.327
4	3	5	14	7.765	4.095	0.850
4	3	5	15	8.859	13.354	4.403
4	3	5	7	5.523	3.864	0.000
4	3	5	18	8.119	10.215	0.000
4	3	5	21	7.754	6.324	4.671

Anexo 4 Altura de la planta, diámetro del tallo, hojas con clorosis, necrosis, total de hojas, brotes vivos y muertos, en tres cosechas, 19 de abril (F2), 19 de mayo (F3) y 19 de junio (F4). Especie 1 (guanábana), especie 2 (mango) y especie 3 (naranja). Tratamiento 1 (124 $\mu\text{S/cm}$), tratamiento 2 (1084 $\mu\text{S/cm}$), tratamiento 3 (2143 $\mu\text{S/cm}$), tratamiento 4 (4031 $\mu\text{S/cm}$) y tratamiento 5 (7631 $\mu\text{S/cm}$).

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotes_vivos	brotes_muertos
2	1	1	1	66.0	0.56	0	0	12	1	0
2	1	1	10	72.0	0.90	0	0	25	1	0
2	1	1	3	70.0	0.93	0	0	18	1	1
2	1	1	4	69.5	0.69	0	0	18	1	0
2	1	1	5	67.0	0.69	0	0	18	1	0
2	1	1	6	62.0	0.80	0	0	18	1	1
2	1	1	7	68.0	0.78	0	0	11	1	0
2	1	1	8	67.5	0.80	0	0	21	1	2
2	1	1	9	67.5	0.67	0	0	13	1	1
2	1	1	11	72.0	0.78	0	0	14	1	0
2	1	1	12	75.5	0.78	0	1	24	0	2
2	1	1	13	77.0	0.83	1	0	13	1	0
2	1	1	14	61.5	0.60	0	0	14	1	0
2	1	1	15	76.0	0.90	0	0	15	1	0
2	1	1	16	69.5	0.78	0	0	27	1	0
2	1	1	17	82.5	0.80	0	1	23	1	1
2	1	1	18	77.0	1.50	1	1	31	1	0
2	1	1	19	67.0	0.78	0	0	13	1	0
2	1	1	20	66.5	0.65	0	0	11	0	1
2	1	1	21	82.0	0.93	0	0	19	1	1
2	1	1	22	74.0	1.04	0	0	23	2	0
2	1	1	23	67.0	0.77	1	0	12	1	0
2	1	1	24	76.5	0.78	0	0	21	2	0
2	1	1	25	84.0	0.90	0	0	19	1	1
2	1	2	1	69.2	0.88	0	0	7	1	1
2	1	2	2	64.0	0.75	0	0	15	1	0
2	1	2	3	65.0	0.74	0	0	10	1	0
2	1	2	4	66.8	0.79	0	0	11	0	1
2	1	2	21	57.4	0.77	0	0	17	1	0
2	1	2	6	71.0	0.69	0	0	17	1	0
2	1	2	7	66.0	0.71	0	0	17	1	0
2	1	2	8	78.0	0.77	0	0	18	1	0
2	1	2	9	68.5	0.59	0	0	10	1	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
2	1	2	11	68.0	0.74	1	0	19	1	0
2	1	2	12	61.5	0.60	0	0	16	1	0
2	1	2	13	74.0	0.86	1	1	26	2	1
2	1	2	14	79.5	0.91	0	1	13	1	0
2	1	2	16	72.0	0.69	0	0	19	1	0
2	1	2	17	84.0	0.86	0	0	16	1	0
2	1	2	18	66.0	0.63	0	0	17	1	0
2	1	2	19	78.8	0.96	1	0	18	1	0
2	1	2	20	65.3	0.60	0	0	10	1	0
2	1	2	22	64.0	0.89	0	0	10	1	0
2	1	2	23	73.7	0.81	0	0	18	1	1
2	1	2	24	82.0	0.91	0	0	27	1	1
2	1	2	25	71.0	0.76	0	0	15	1	0
2	1	3	1	70.0	0.89	2	0	12	2	0
2	1	3	2	72.0	0.80	8	0	22	1	0
2	1	3	3	73.0	0.50	2	0	18	1	0
2	1	3	4	78.0	0.91	2	0	13	1	0
2	1	3	5	60.0	0.75	1	0	20	1	0
2	1	3	7	67.0	0.90	2	0	21	1	0
2	1	3	8	68.0	0.80	0	0	15	1	0
2	1	3	9	52.0	0.80	2	0	12	1	0
2	1	3	10	62.0	0.90	3	2	16	1	0
2	1	3	11	70.0	0.80	1	0	16	1	0
2	1	3	12	68.0	0.90	5	5	17	1	0
2	1	3	13	68.0	0.90	1	0	13	1	0
2	1	3	14	65.5	0.70	0	4	23	1	0
2	1	3	15	57.0	0.90	1	1	14	1	0
2	1	3	16	74.0	0.90	2	5	21	2	0
2	1	3	17	68.0	0.90	2	2	14	1	0
2	1	3	18	78.0	0.90	0	1	19	1	0
2	1	3	19	61.0	0.80	2	4	16	1	0
2	1	3	20	74.0	0.70	3	2	19	1	0
2	1	3	21	78.0	0.90	1	0	15	1	0
2	1	3	22	72.0	0.90	1	3	19	1	0
2	1	3	23	72.0	0.80	0	3	16	1	0
2	1	3	24	68.0	0.85	4	1	19	1	0
2	1	3	25	71.0	0.90	0	0	15	1	0
2	1	4	1	65.0	0.78	3	0	6	1	0
2	1	4	3	75.0	0.76	1	0	22	1	0
2	1	4	4	63.0	0.89	2	1	18	1	0
2	1	4	5	74.0	0.83	1	1	17	1	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_ tallo (cm)	hojas_ clorosis	hojas_ necrosis	hojas	brotos_ vivos	brotos_ muertos
2	1	4	7	59.0	0.90	0	4	13	1	0
2	1	4	8	69.0	0.87	0	8	17	0	1
2	1	4	9	66.0	0.97	2	1	20	1	0
2	1	4	11	68.0	0.79	1	0	20	1	0
2	1	4	12	66.0	0.79	1	1	26	1	0
2	1	4	13	66.0	0.87	1	1	19	1	0
2	1	4	14	69.0	0.97	0	3	18	1	0
2	1	4	15	66.0	0.70	0	2	18	1	0
2	1	4	16	76.0	0.80	0	2	21	1	0
2	1	4	17	54.0	0.68	1	1	22	1	0
2	1	4	18	69.0	0.70	1	1	12	1	0
2	1	4	19	67.0	0.67	0	2	6	1	0
2	1	4	20	67.0	0.90	0	2	24	1	0
2	1	4	21	65.0	0.80	0	3	15	1	0
2	1	4	22	64.0	0.90	1	0	12	1	0
2	1	4	23	67.0	0.73	1	3	15	0	1
2	1	4	24	70.0	0.87	2	0	27	2	0
2	1	4	25	69.0	0.67	0	2	17	1	0
2	1	5	1	60.0	0.77	0	0	13	1	0
2	1	5	2	67.0	0.77	1	0	21	1	0
2	1	5	3	71.0	0.78	0	3	15	1	0
2	1	5	4	69.0	0.77	2	1	7	1	0
2	1	5	5	70.0	0.76	1	4	12	1	0
2	1	5	6	74.0	0.76	3	1	22	1	0
2	1	5	7	58.0	0.79	6	0	17	1	0
2	1	5	8	61.0	0.83	3	0	15	1	0
2	1	5	9	66.0	0.62	0	0	7	1	0
2	1	5	10	75.0	0.76	1	0	19	2	0
2	1	5	11	71.0	0.64	0	0	19	1	0
2	1	5	12	64.0	0.77	1	0	7	1	0
2	1	5	13	74.0	0.74	4	0	19	1	0
2	1	5	14	73.0	0.64	0	0	18	1	0
2	1	5	15	76.0	0.89	0	0	17	1	0
2	1	5	16	71.0	0.88	0	2	13	1	0
2	1	5	17	65.0	0.76	3	0	14	1	0
2	1	5	18	68.0	0.79	1	0	25	1	0
2	1	5	19	67.0	0.75	1	1	14	1	0
2	1	5	21	67.0	0.87	0	1	18	1	0
2	1	5	22	75.0	0.76	1	0	24	1	0
2	1	5	23	67.0	0.73	2	0	14	1	0
2	1	5	24	70.0	0.79	0	0	14	3	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_ tallo (cm)	hojas_ clorosis	hojas_ necrosis	hojas	brotos_ vivos	brotos_ muertos
2	2	1	1	76.5	0.85	6	0	18	1	0
2	2	1	3	72.0	0.71	2	6	14	1	0
2	2	1	5	77.0	0.84	4	0	25	1	0
2	2	1	6	74.0	0.79	1	0	18	1	0
2	2	1	7	58.0	0.72	1	0	15	1	0
2	2	1	8	68.0	0.94	5	0	20	1	0
2	2	1	9	72.6	0.87	0	0	15	1	0
2	2	1	2	72.5	0.73	6	0	38	2	0
2	2	1	11	75.0	0.86	1	0	18	1	0
2	2	1	12	75.0	0.63	2	0	26	2	0
2	2	1	13	79.0	0.80	0	0	16	1	0
2	2	1	14	60.0	0.67	3	4	30	2	0
2	2	1	15	86.0	0.78	0	0	20	1	0
2	2	1	16	85.0	0.93	0	0	27	2	0
2	2	1	17	77.0	0.78	0	0	16	1	0
2	2	1	18	73.0	0.98	4	0	14	1	0
2	2	1	19	72.0	0.72	1	0	19	1	0
2	2	1	20	68.6	0.90	0	1	25	1	0
2	2	1	21	71.7	0.71	1	0	20	1	0
2	2	1	22	69.0	0.92	2	0	12	1	0
2	2	1	23	84.0	0.86	1	0	17	1	0
2	2	1	24	69.0	0.80	1	0	15	1	0
2	2	1	25	72.0	0.78	0	0	16	1	0
2	2	2	1	54.5	0.83	2	0	11	1	0
2	2	2	2	76.0	0.67	1	0	19	1	0
2	2	2	3	62.5	0.78	3	1	17	1	0
2	2	2	4	59.0	0.60	0	0	25	1	0
2	2	2	5	0.0	0.00	0	0	0	0	0
2	2	2	6	67.2	0.69	2	0	21	2	0
2	2	2	7	66.0	0.72	1	0	20	1	0
2	2	2	8	73.0	0.65	0	4	20	1	0
2	2	2	9	72.2	0.89	0	2	23	1	0
2	2	2	10	73.0	0.70	0	2	15	2	0
2	2	2	11	75.0	0.92	0	1	16	1	0
2	2	2	12	67.2	0.64	0	0	16	1	0
2	2	2	13	76.1	0.67	0	2	26	1	0
2	2	2	14	70.5	0.68	0	2	18	1	0
2	2	2	15	79.0	0.72	0	1	16	1	0
2	2	2	16	67.2	0.75	0	1	19	1	0
2	2	2	17	74.2	0.71	0	0	17	1	0
2	2	2	18	72.8	0.74	0	3	20	1	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
2	2	2	20	79.0	0.95	0	1	19	1	0
2	2	2	23	69.5	0.71	0	2	25	1	0
2	2	2	24	66.3	0.87	0	0	10	1	0
2	2	2	25	62.5	0.65	0	1	14	2	0
2	2	3	1	70.0	0.82	0	0	16	0	1
2	2	3	2	67.4	0.75	0	0	15	1	0
2	2	3	3	68.7	0.72	0	0	22	1	0
2	2	3	4	64.5	0.73	0	0	18	1	0
2	2	3	5	76.4	0.73	0	0	14	1	0
2	2	3	6	65.6	0.72	0	0	14	1	0
2	2	3	8	72.2	0.85	0	0	16	1	0
2	2	3	9	78.0	0.75	0	0	11	1	0
2	2	3	10	71.0	0.81	0	5	28	3	0
2	2	3	11	66.5	0.77	0	0	12	1	0
2	2	3	12	69.7	0.75	0	0	18	1	0
2	2	3	13	74.0	0.89	0	1	18	1	0
2	2	3	14	73.2	0.80	0	0	13	1	0
2	2	3	15	62.0	0.80	0	1	23	1	0
2	2	3	16	80.8	0.85	0	0	16	1	0
2	2	3	17	61.5	0.89	0	0	20	1	0
2	2	3	18	70.6	0.80	0	0	17	1	0
2	2	3	19	67.7	0.76	0	0	22	0	1
2	2	3	20	63.5	0.65	0	0	19	2	0
2	2	3	21	61.9	0.73	1	1	17	1	1
2	2	3	22	71.2	0.90	0	1	24	1	0
2	2	3	23	65.5	0.70	0	2	16	0	2
2	2	3	24	72.7	0.79	0	0	16	1	0
2	2	3	25	63.7	0.68	0	4	19	2	1
2	2	4	1	65.0	0.64	0	1	10	1	0
2	2	4	2	65.0	0.74	0	5	18	0	1
2	2	4	3	73.0	0.77	0	3	22	0	1
2	2	4	4	61.0	0.64	0	2	10	1	0
2	2	4	5	65.0	0.65	0	1	14	1	0
2	2	4	6	77.0	0.87	0	4	25	1	0
2	2	4	7	74.0	0.87	0	2	20	1	0
2	2	4	8	61.0	0.90	0	2	19	2	0
2	2	4	9	69.0	0.77	0	4	15	1	0
2	2	4	10	64.0	0.67	0	1	16	1	0
2	2	4	11	63.0	0.70	0	1	13	1	0
2	2	4	12	71.0	0.85	0	2	15	1	0
2	2	4	13	73.0	0.77	0	6	22	1	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
2	2	4	16	74.0	0.77	0	3	21	1	0
2	2	4	17	76.0	0.88	0	2	21	0	1
2	2	4	18	79.0	0.90	0	2	25	1	0
2	2	4	20	62.0	0.76	0	1	10	0	1
2	2	4	21	76.0	0.70	0	5	18	1	0
2	2	4	22	68.0	0.70	0	2	18	1	0
2	2	4	23	84.0	0.84	0	0	21	1	0
2	2	4	24	80.0	0.87	0	2	14	1	0
2	2	4	25	67.0	0.88	0	2	12	1	0
2	2	5	1	58.0	0.65	0	2	12	1	0
2	2	5	2	59.0	0.70	1	2	15	1	0
2	2	5	3	69.0	0.76	1	0	19	1	0
2	2	5	4	64.0	0.65	0	3	14	1	0
2	2	5	5	84.0	0.90	0	4	23	0	1
2	2	5	7	64.0	0.70	0	1	10	1	0
2	2	5	8	62.0	0.67	0	4	20	0	1
2	2	5	9	77.0	0.98	0	2	20	2	1
2	2	5	10	70.0	0.70	0	1	16	1	0
2	2	5	11	69.0	0.85	0	2	13	1	0
2	2	5	12	75.0	0.90	0	1	14	0	1
2	2	5	13	79.0	1.70	0	2	21	0	1
2	2	5	14	67.0	0.80	0	5	27	1	0
2	2	5	15	68.0	0.75	0	6	17	1	0
2	2	5	16	74.0	1.15	0	5	22	1	0
2	2	5	17	74.0	1.00	0	6	23	1	0
2	2	5	18	57.0	0.73	0	4	23	1	1
2	2	5	19	79.0	0.77	0	6	21	1	0
2	2	5	20	68.0	0.74	0	0	12	0	1
2	2	5	21	68.0	0.76	0	2	15	1	0
2	2	5	22	64.0	0.58	0	1	13	1	0
2	2	5	23	63.0	0.60	0	0	13	1	0
2	2	5	24	66.0	0.70	0	2	14	1	0
2	2	5	25	72.0	0.70	0	1	14	1	0
2	3	1	1	54.0	0.62	7	0	65	2	0
2	3	1	2	53.0	0.70	1	0	54	2	0
2	3	1	3	54.0	0.89	3	1	71	4	0
2	3	1	4	60.0	0.57	2	0	64	3	0
2	3	1	5	49.0	0.56	0	0	71	5	0
2	3	1	6	45.0	0.80	1	1	79	2	0
2	3	1	7	49.0	0.64	3	0	52	3	0
2	3	1	8	46.0	0.62	2	0	61	3	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
2	3	1	10	53.0	0.53	2	0	37	5	0
2	3	1	12	44.5	0.66	3	0	63	4	0
2	3	1	13	60.0	0.50	4	1	77	2	0
2	3	1	14	57.0	0.50	2	0	36	2	0
2	3	1	15	39.0	0.56	0	0	51	2	0
2	3	1	16	48.0	0.52	1	1	31	2	0
2	3	1	17	49.0	0.55	1	1	62	1	0
2	3	1	18	69.2	0.55	3	0	52	1	0
2	3	1	19	56.5	0.50	5	0	51	2	0
2	3	1	20	50.0	0.74	5	1	67	1	0
2	3	1	21	52.0	0.69	9	0	76	2	0
2	3	1	22	52.7	0.50	4	1	46	2	0
2	3	1	23	55.5	0.58	4	0	36	1	0
2	3	1	24	58.5	0.70	8	2	62	3	0
2	3	1	25	49.5	0.64	3	0	51	2	0
2	3	2	1	45.0	0.49	1	0	34	1	0
2	3	2	2	46.0	0.62	2	0	83	4	0
2	3	2	3	44.5	0.69	0	1	59	4	0
2	3	2	4	43.5	0.48	0	1	55	1	0
2	3	2	5	61.5	0.59	2	0	76	2	0
2	3	2	6	47.0	0.59	0	1	51	1	0
2	3	2	7	59.0	0.62	0	2	71	4	0
2	3	2	8	57.0	0.63	0	0	62	3	0
2	3	2	9	51.0	0.64	3	0	98	5	0
2	3	2	10	63.5	0.63	2	0	52	3	0
2	3	2	11	50.5	0.63	1	1	79	2	0
2	3	2	12	48.0	0.58	0	0	48	2	0
2	3	2	13	44.0	0.64	3	0	113	2	0
2	3	2	14	55.5	0.52	1	0	62	1	0
2	3	2	15	53.0	0.55	0	0	40	1	0
2	3	2	16	38.0	0.63	0	0	63	1	0
2	3	2	17	51.0	0.53	2	0	76	1	0
2	3	2	19	61.0	0.58	0	0	38	2	0
2	3	2	20	55.0	0.66	2	0	61	1	0
2	3	2	21	66.0	0.58	3	0	66	1	0
2	3	2	22	47.0	0.69	0	0	93	0	0
2	3	2	23	53.0	0.62	1	0	72	5	0
2	3	2	24	54.0	0.63	0	0	64	3	0
2	3	2	25	47.0	0.68	15	0	74	1	0
2	3	3	1	70.0	0.57	2	0	72	3	0
2	3	3	3	51.0	0.50	0	0	81	4	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
2	3	3	5	53.0	0.55	1	0	58	2	0
2	3	3	6	61.0	0.59	2	0	72	3	0
2	3	3	7	62.0	0.62	3	0	48	6	0
2	3	3	8	46.0	0.69	2	0	66	4	0
2	3	3	9	61.0	0.68	2	0	69	2	0
2	3	3	10	54.0	0.57	0	0	71	3	0
2	3	3	11	70.0	0.66	2	0	51	3	0
2	3	3	12	49.0	0.69	1	2	50	1	0
2	3	3	13	54.0	0.64	2	3	60	5	0
2	3	3	14	50.0	0.60	2	1	16	0	0
2	3	3	15	80.0	0.78	1	0	66	4	0
2	3	3	16	48.0	0.54	0	0	39	3	0
2	3	3	17	60.0	0.57	1	1	33	4	0
2	3	3	18	41.0	0.71	3	1	72	2	0
2	3	3	19	63.0	0.64	4	0	83	2	0
2	3	3	20	53.0	0.66	0	1	73	4	0
2	3	3	21	48.0	0.50	0	0	31	1	0
2	3	3	22	65.0	0.63	0	0	69	1	0
2	3	3	23	60.0	0.55	0	0	43	1	0
2	3	3	24	51.0	0.73	1	0	59	3	0
2	3	3	25	47.0	0.74	6	0	92	2	0
2	3	4	1	40.0	0.50	4	0	38	3	0
2	3	4	2	51.0	0.70	3	0	72	4	0
2	3	4	3	58.0	0.50	2	0	55	3	0
2	3	4	4	54.0	0.70	7	0	42	3	0
2	3	4	5	51.0	0.60	22	2	65	3	0
2	3	4	6	53.0	0.60	7	0	67	1	0
2	3	4	7	61.0	0.60	3	2	46	2	0
2	3	4	8	45.0	0.50	2	0	65	3	0
2	3	4	9	55.0	0.40	5	0	42	0	0
2	3	4	10	42.0	0.40	0	0	49	2	0
2	3	4	11	49.0	0.60	2	0	53	2	0
2	3	4	12	49.0	0.60	0	0	35	1	0
2	3	4	13	44.0	0.40	5	0	27	2	0
2	3	4	14	60.0	0.70	4	0	59	1	0
2	3	4	15	52.0	0.70	2	0	55	4	0
2	3	4	16	52.0	0.70	2	2	44	1	0
2	3	4	17	60.0	0.60	0	0	60	1	0
2	3	4	18	49.0	0.50	10	1	32	2	0
2	3	4	19	53.0	0.40	5	0	51	1	0
2	3	4	21	60.0	0.60	7	0	52	2	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
2	3	4	23	45.0	0.70	2	0	50	4	0
2	3	4	24	55.0	0.50	7	2	30	3	0
2	3	4	25	54.0	0.50	2	0	23	1	0
2	3	5	1	47.0	0.44	4	0	6	1	0
2	3	5	2	51.0	0.78	1	0	63	5	0
2	3	5	3	47.0	0.56	6	1	49	3	0
2	3	5	4	51.0	0.50	1	0	45	3	0
2	3	5	5	55.0	0.64	1	0	46	3	0
2	3	5	6	50.0	0.50	1	1	41	1	0
2	3	5	7	49.0	0.55	2	0	35	1	0
2	3	5	9	67.0	0.64	3	0	66	3	0
2	3	5	10	45.0	0.50	2	0	49	1	0
2	3	5	11	50.0	0.63	1	0	50	5	0
2	3	5	12	65.0	0.56	0	2	39	2	0
2	3	5	13	53.0	0.38	0	0	33	1	0
2	3	5	14	57.0	0.55	2	0	41	2	0
2	3	5	15	53.0	0.73	0	2	63	3	0
2	3	5	16	45.0	0.55	0	1	62	2	0
2	3	5	17	59.0	0.44	2	2	35	1	0
2	3	5	18	63.0	0.73	1	0	45	2	0
2	3	5	19	48.0	0.55	0	0	58	2	0
2	3	5	20	43.0	0.55	3	0	53	0	0
2	3	5	21	53.0	0.56	1	0	69	2	0
2	3	5	22	52.0	0.54	4	1	52	1	0
2	3	5	23	63.0	0.46	0	0	53	6	0
2	3	5	24	59.0	0.66	1	0	51	3	0
2	3	5	25	63.0	0.66	3	0	39	2	0
3	1	1	1	82.2	0.89	0	1	19	1	0
3	1	1	3	77.8	0.70	0	6	22	1	0
3	1	1	4	83.7	0.76	0	0	22	1	0
3	1	1	5	85.2	0.83	0	0	22	1	0
3	1	1	6	86.0	0.76	1	3	16	1	0
3	1	1	7	70.8	0.75	1	1	18	1	0
3	1	1	8	77.0	0.95	0	2	21	1	0
3	1	1	9	80.0	0.93	0	1	17	1	0
3	1	1	10	79.8	0.71	0	0	35	2	0
3	1	1	12	85.0	0.64	3	0	24	2	1
3	1	1	13	90.0	0.86	1	0	21	1	0
3	1	1	14	69.9	0.70	0	2	42	2	0
3	1	1	16	95.0	0.98	0	2	35	3	0
3	1	1	17	84.6	0.73	0	0	19	1	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
3	1	1	21	81.7	0.89	0	0	19	1	0
3	1	1	22	84.7	0.79	0	1	20	2	0
3	1	1	24	74.7	0.75	0	0	25	3	1
3	1	1	25	80.6	0.67	3	0	17	1	0
3	1	2	1	65.0	0.86	0	0	39	7	0
3	1	2	6	76.0	0.79	2	0	28	5	0
3	1	2	9	78.0	0.93	0	1	25	3	0
3	1	2	10	80.0	0.73	0	2	21	2	0
3	1	2	7	74.0	0.74	1	1	17	1	0
3	1	2	8	82.0	0.89	0	2	21	1	0
3	1	2	11	81.0	0.91	0	3	16	1	0
3	1	2	12	75.0	0.66	0	0	17	1	0
3	1	2	13	87.0	0.66	0	0	25	1	0
3	1	2	14	82.0	0.78	0	2	21	1	0
3	1	2	16	83.0	0.83	0	0	23	1	0
3	1	2	17	87.0	0.85	1	0	20	1	0
3	1	2	18	73.0	0.94	1	4	19	1	0
3	1	2	19	80.0	0.88	0	1	28	5	0
3	1	2	20	83.0	1.01	0	4	17	1	0
3	1	2	21	86.0	0.92	0	0	26	4	0
3	1	2	22	85.0	1.27	0	6	25	3	0
3	1	2	24	66.0	0.99	0	3	10	1	0
3	1	2	25	67.0	0.74	6	0	17	2	0
3	1	3	1	78.0	0.99	1	1	26	2	0
3	1	3	2	78.0	0.78	1	1	23	1	0
3	1	3	3	78.0	0.76	0	1	16	1	0
3	1	3	4	82.0	0.94	1	6	22	1	0
3	1	3	5	71.0	0.75	1	4	20	1	0
3	1	3	7	73.0	0.81	0	0	28	1	0
3	1	3	9	62.0	0.76	0	0	23	3	0
3	1	3	10	73.0	0.87	0	1	31	2	0
3	1	3	11	88.0	0.81	0	3	20	1	0
3	1	3	12	80.0	0.66	2	1	30	3	0
3	1	3	14	79.0	0.71	1	1	19	1	0
3	1	3	16	80.0	0.81	1	4	30	4	0
3	1	3	17	79.0	0.78	0	5	18	1	0
3	1	3	19	73.0	0.81	0	2	22	2	0
3	1	3	20	84.0	0.76	1	2	17	1	0
3	1	3	13	80.0	0.85	0	2	29	4	0
3	1	3	23	83.0	0.77	0	0	26	3	0
3	1	3	24	74.0	0.63	0	0	29	3	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
3	1	4	1	75.0	0.89	1	1	32	8	0
3	1	4	3	83.0	0.78	0	1	36	5	0
3	1	4	4	70.0	0.81	0	0	27	4	0
3	1	4	6	71.0	0.89	0	2	16	1	0
3	1	4	7	61.0	0.99	0	2	16	2	0
3	1	4	9	74.0	0.72	0	0	24	3	0
3	1	4	10	64.0	0.76	0	2	7	3	0
3	1	4	11	75.0	0.77	0	0	22	2	0
3	1	4	13	66.0	0.85	0	2	20	1	0
3	1	4	14	89.0	0.91	0	0	15	1	0
3	1	4	15	77.0	0.77	0	2	23	5	0
3	1	4	16	83.0	0.83	0	2	16	3	0
3	1	4	17	68.0	0.67	0	0	25	4	0
3	1	4	18	72.0	0.67	0	0	32	5	0
3	1	4	19	73.0	0.64	0	0	22	5	0
3	1	4	20	70.0	0.73	1	1	22	1	0
3	1	4	21	77.0	0.83	0	1	26	4	0
3	1	4	24	77.0	0.81	0	1	30	2	0
3	1	4	25	66.0	0.66	0	1	12	5	0
3	1	5	1	64.0	0.79	0	2	37	1	0
3	1	5	3	69.0	0.89	0	0	0	0	1
3	1	5	4	76.0	0.75	0	2	25	1	0
3	1	5	5	72.0	0.73	0	3	16	1	0
3	1	5	6	73.0	0.74	1	2	15	1	0
3	1	5	7	64.0	0.78	0	4	39	4	0
3	1	5	8	59.0	0.82	0	0	0	0	1
3	1	5	9	75.0	0.73	0	1	27	3	0
3	1	5	10	84.0	0.74	0	2	28	3	0
3	1	5	13	75.0	0.85	0	0	3	1	0
3	1	5	14	75.0	0.74	0	4	11	1	0
3	1	5	15	76.0	0.82	1	5	16	1	0
3	1	5	16	70.0	0.81	0	0	0	1	0
3	1	5	17	84.0	0.79	0	0	2	1	0
3	1	5	18	66.0	0.71	0	4	21	4	0
3	1	5	21	65.0	0.82	0	0	0	1	0
3	1	5	22	75.0	0.76	0	2	10	1	0
3	1	5	23	70.0	0.75	0	2	14	1	0
3	1	5	24	77.0	0.71	1	2	25	3	0
3	2	1	1	69.0	0.64	0	2	14	1	0
3	2	1	2	72.8	0.90	1	2	22	1	0
3	2	1	3	70.5	0.89	0	2	11	1	1

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
3	2	1	7	71.8	0.84	0	1	14	1	0
3	2	1	8	69.8	0.84	1	1	19	1	2
3	2	1	9	66.0	0.79	0	0	14	1	1
3	2	1	11	75.5	0.88	0	1	14	1	0
3	2	1	12	75.0	0.88	1	6	20	1	1
3	2	1	13	80.0	0.90	0	2	14	1	0
3	2	1	14	63.5	0.69	0	0	18	1	0
3	2	1	16	70.5	0.92	1	5	27	2	0
3	2	1	17	83.0	0.86	1	3	21	1	1
3	2	1	18	78.0	1.13	0	3	30	1	0
3	2	1	19	69.0	0.84	0	1	11	1	0
3	2	1	21	81.5	1.00	0	1	18	1	1
3	2	1	22	76.4	1.10	1	5	26	2	0
3	2	1	24	77.0	0.86	0	3	19	2	0
3	2	1	25	88.4	0.96	0	3	21	1	1
3	2	2	1	71.4	0.78	0	2	10	1	1
3	2	2	2	65.6	0.81	0	2	21	1	0
3	2	2	3	69.0	0.75	0	1	13	1	0
3	2	2	4	67.0	0.81	0	3	12	0	1
3	2	2	5	60.8	0.80	0	1	18	1	0
3	2	2	7	83.0	0.78	0	4	17	0	1
3	2	2	10	70.5	0.94	0	0	8	1	0
3	2	2	11	68.6	0.84	0	1	16	1	0
3	2	2	12	69.0	0.58	0	3	15	1	0
3	2	2	13	74.0	0.92	0	4	26	2	1
3	2	2	14	66.0	0.99	0	3	13	1	0
3	2	2	15	65.2	0.68	2	2	19	1	0
3	2	2	16	72.0	0.69	0	3	19	1	0
3	2	2	18	68.2	0.70	0	1	16	1	0
3	2	2	19	80.2	0.98	2	3	21	1	0
3	2	2	20	66.0	0.63	1	1	10	1	0
3	2	2	22	66.8	0.80	0	1	13	1	0
3	2	2	23	76.6	0.86	0	2	19	1	1
3	2	2	24	85.2	0.94	1	5	27	1	1
3	2	3	3	70.0	0.83	0	5	19	1	0
3	2	3	4	63.0	0.81	0	6	18	1	0
3	2	3	5	76.0	0.84	0	1	14	1	0
3	2	3	6	65.0	0.82	0	3	14	1	0
3	2	3	8	71.0	0.91	0	2	19	1	0
3	2	3	9	86.0	0.99	0	3	14	1	0
3	2	3	10	76.0	0.88	0	5	29	3	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
3	2	3	12	70.0	0.84	0	3	18	1	0
3	2	3	13	74.0	0.99	0	3	19	1	0
3	2	3	16	84.0	0.97	0	0	17	0	1
3	2	3	17	61.0	0.95	0	1	22	1	0
3	2	3	1	66.0	0.87	0	2	18	1	1
3	2	3	20	64.0	0.74	0	3	16	2	0
3	2	3	21	63.0	0.75	0	2	17	0	2
3	2	3	22	71.0	0.95	0	2	24	1	1
3	2	3	23	64.0	0.63	0	4	14	0	1
3	2	3	24	76.0	0.80	0	3	16	1	0
3	2	3	25	63.0	0.75	2	5	23	1	1
3	2	4	1	63.0	0.73	0	2	10	1	0
3	2	4	3	71.0	0.83	0	2	21	0	1
3	2	4	4	61.0	0.65	0	2	10	1	0
3	2	4	5	63.5	0.79	0	1	14	1	0
3	2	4	6	76.0	0.98	0	2	23	1	0
3	2	4	8	59.0	0.94	0	4	16	2	0
3	2	4	10	64.0	0.64	0	1	15	1	0
3	2	4	11	65.0	0.75	0	0	17	1	0
3	2	4	12	71.0	0.98	0	2	16	0	1
3	2	4	13	77.0	0.81	0	4	25	1	0
3	2	4	14	79.0	0.71	0	3	19	1	0
3	2	4	15	68.0	0.95	0	1	15	1	0
3	2	4	16	73.0	0.87	0	2	21	1	0
3	2	4	18	78.0	0.69	0	4	15	0	1
3	2	4	20	64.0	0.60	0	1	22	1	0
3	2	4	21	75.0	0.75	0	1	2	1	0
3	2	4	22	67.0	0.76	0	2	17	0	1
3	2	4	24	78.0	0.94	0	1	14	1	0
3	2	4	25	72.0	0.89	0	1	15	1	0
3	2	5	1	68.0	0.66	0	2	12	1	0
3	2	5	2	61.5	0.67	5	0	14	1	0
3	2	5	3	72.5	0.74	0	3	17	1	0
3	2	5	5	83.5	0.95	0	6	34	3	0
3	2	5	7	67.5	0.76	0	1	10	1	0
3	2	5	9	80.0	0.95	0	5	14	3	0
3	2	5	10	78.0	0.61	0	2	13	1	0
3	2	5	11	75.0	0.60	1	0	13	1	0
3	2	5	13	83.5	1.05	0	3	18	0	1
3	2	5	14	71.0	0.84	2	3	25	1	0
3	2	5	15	74.0	0.72	0	6	14	1	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
3	2	5	18	62.0	0.74	0	1	24	1	1
3	2	5	19	83.0	1.13	0	2	20	1	0
3	2	5	20	75.0	0.73	0	3	13	1	0
3	2	5	21	69.0	0.76	0	4	13	1	1
3	2	5	23	72.0	0.60	0	4	13	1	0
3	2	5	24	71.0	0.71	0	2	13	1	0
3	2	5	25	76.0	0.70	0	0	14	1	0
3	3	1	1	56.0	0.64	2	3	61	3	0
3	3	1	2	50.0	0.75	2	1	86	2	0
3	3	1	3	60.5	1.00	2	0	54	5	4
3	3	1	5	50.0	0.64	4	5	67	5	0
3	3	1	7	55.0	0.66	0	3	68	3	0
3	3	1	9	59.0	0.95	1	2	79	3	0
3	3	1	10	53.5	0.53	0	0	41	5	0
3	3	1	13	67.5	0.57	0	0	58	2	0
3	3	1	14	79.0	0.55	0	0	36	2	0
3	3	1	15	46.5	0.53	4	1	51	2	0
3	3	1	16	63.0	0.54	2	0	30	2	0
3	3	1	18	85.0	0.56	0	2	49	1	0
3	3	1	19	62.5	0.56	0	1	49	2	0
3	3	1	20	70.0	0.74	2	0	94	3	0
3	3	1	21	62.5	0.60	5	1	78	2	0
3	3	1	22	58.0	0.55	2	2	38	2	0
3	3	1	23	67.0	0.54	3	0	35	1	0
3	3	1	24	62.5	0.64	14	1	52	3	0
3	3	1	25	66.0	0.70	3	1	64	3	1
3	3	2	1	47.0	0.57	0	1	32	1	0
3	3	2	2	50.0	0.67	2	1	73	4	0
3	3	2	3	47.0	0.70	0	1	54	4	0
3	3	2	4	58.0	0.56	0	1	49	3	0
3	3	2	5	64.0	0.54	2	2	56	3	0
3	3	2	6	52.0	0.67	3	1	48	1	0
3	3	2	7	49.0	0.67	0	2	60	3	1
3	3	2	8	58.0	0.70	0	6	48	3	0
3	3	2	11	56.0	0.84	2	4	64	2	0
3	3	2	12	48.0	0.67	0	2	46	2	0
3	3	2	13	50.0	0.75	0	1	104	2	0
3	3	2	14	63.0	0.62	2	4	51	1	0
3	3	2	15	64.0	0.63	2	3	50	5	0
3	3	2	16	44.0	0.74	8	3	61	3	0
3	3	2	17	59.0	0.60	5	3	90	3	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
3	3	2	21	65.0	0.63	5	4	52	1	0
3	3	2	22	64.0	0.70	7	3	105	3	0
3	3	2	25	50.0	0.67	0	1	60	1	0
3	3	3	1	54.0	0.54	1	2	74	4	0
3	3	3	3	0.0	0.00	0	0	0	0	0
3	3	3	4	42.0	0.51	3	1	55	5	0
3	3	3	5	57.0	0.66	0	3	63	2	0
3	3	3	6	60.0	0.77	0	0	68	3	0
3	3	3	7	51.0	0.58	5	0	44	6	0
3	3	3	8	48.0	0.66	2	1	58	5	0
3	3	3	10	62.0	0.66	1	0	50	3	0
3	3	3	11	75.0	0.58	0	3	60	3	0
3	3	3	12	62.0	0.54	0	1	58	2	0
3	3	3	13	60.0	0.57	2	1	57	5	0
3	3	3	15	80.0	0.65	0	5	52	4	0
3	3	3	17	65.0	0.56	2	0	41	4	0
3	3	3	18	61.0	0.68	3	0	84	3	0
3	3	3	21	56.0	0.49	1	1	41	2	0
3	3	3	22	72.0	0.61	0	2	65	3	0
3	3	3	23	64.0	0.61	0	2	47	2	0
3	3	3	24	57.0	0.68	2	0	64	3	0
3	3	3	25	64.0	0.70	4	0	81	3	0
3	3	3	1	70.0	0.60	3	0	64	3	0
3	3	4	1	46.0	0.43	0	0	20	4	0
3	3	4	2	52.0	0.66	1	0	55	4	0
3	3	4	6	64.0	0.60	3	1	69	3	0
3	3	4	7	67.0	0.62	1	0	60	2	0
3	3	4	8	45.0	0.52	4	7	42	5	0
3	3	4	9	57.0	0.51	2	1	45	1	0
3	3	4	10	45.0	0.53	0	0	48	3	0
3	3	4	11	52.0	0.64	0	2	53	2	0
3	3	4	12	51.0	0.54	1	1	28	1	0
3	3	4	13	51.0	0.71	2	0	84	3	0
3	3	4	15	55.0	0.63	0	0	65	4	0
3	3	4	16	63.0	0.56	1	0	59	1	0
3	3	4	17	71.0	0.62	0	5	40	1	0
3	3	4	18	50.0	0.53	3	1	32	2	1
3	3	4	19	54.0	0.48	0	2	36	1	0
3	3	4	21	71.0	0.79	2	0	57	2	0
3	3	4	22	47.0	0.58	0	0	36	1	1
3	3	4	23	52.0	0.67	0	1	48	3	1

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
3	3	5	2	52.0	0.59	7	1	44	3	0
3	3	5	3	46.0	0.50	4	8	18	3	0
3	3	5	4	48.0	0.45	6	7	27	3	0
3	3	5	5	55.0	0.62	1	1	58	4	0
3	3	5	6	54.0	0.48	0	1	56	1	0
3	3	5	7	47.0	0.48	0	1	4	1	0
3	3	5	9	57.0	0.50	1	3	45	3	0
3	3	5	1	44.0	0.40	0	0	1	0	1
3	3	5	10	46.0	0.40	4	7	40	1	0
3	3	5	12	57.0	0.52	1	8	38	2	0
3	3	5	13	56.0	0.43	5	4	15	1	0
3	3	5	14	58.0	0.52	4	1	34	2	0
3	3	5	15	58.0	0.71	2	2	63	3	0
3	3	5	16	47.0	0.60	5	6	62	2	0
3	3	5	18	63.0	0.60	3	1	40	2	0
3	3	5	19	52.0	0.56	0	4	36	2	0
3	3	5	20	44.0	0.54	1	4	50	2	0
3	3	5	21	54.0	0.56	1	0	49	2	0
3	3	5	23	64.0	0.49	5	6	38	6	0
4	1	1	1	87.0	1.09	0	1	19	1	0
4	1	1	3	86.0	0.76	0	1	23	1	0
4	1	1	6	94.0	0.77	0	1	15	1	0
4	1	1	7	76.0	0.76	0	0	20	1	0
4	1	1	8	84.0	0.98	0	1	22	1	0
4	1	1	9	85.0	0.98	0	2	23	1	0
4	1	1	12	87.0	0.65	2	0	25	2	0
4	1	1	14	74.0	0.88	4	0	39	4	0
4	1	1	17	91.0	0.77	0	0	19	1	0
4	1	1	18	93.0	0.98	0	3	16	1	0
4	1	1	21	89.0	0.87	1	0	20	1	0
4	1	1	22	88.0	0.88	1	0	21	2	0
4	1	1	24	76.0	0.87	0	1	31	3	0
4	1	1	25	87.0	0.77	0	0	15	1	0
4	1	2	1	68.0	0.99	0	2	40	7	0
4	1	2	6	78.0	0.87	1	0	28	5	0
4	1	2	9	87.0	0.98	0	2	37	3	0
4	1	2	10	81.0	0.88	0	1	23	2	0
4	1	2	7	82.0	0.87	0	2	20	1	0
4	1	2	11	88.0	1.09	1	2	18	1	0
4	1	2	12	79.0	0.77	0	4	18	1	0
4	1	2	22	87.0	1.28	1	7	37	3	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
4	1	2	18	90.0	0.87	0	2	30	1	0
4	1	2	19	82.0	0.99	3	2	39	5	0
4	1	2	21	94.5	0.98	0	2	32	5	0
4	1	2	24	71.0	0.89	2	0	31	5	0
4	1	2	25	74.0	0.77	0	1	24	2	0
4	1	3	1	82.5	0.98	0	1	27	4	0
4	1	3	2	82.0	0.87	1	1	24	1	0
4	1	3	5	79.0	0.77	0	4	21	1	0
4	1	3	7	78.0	0.97	0	3	31	2	0
4	1	3	9	68.5	0.98	0	1	36	4	0
4	1	3	14	88.5	0.87	0	0	20	1	0
4	1	3	3	84.5	0.86	0	0	18	1	0
4	1	3	16	84.0	0.87	0	5	41	5	0
4	1	3	17	88.0	0.76	2	3	16	1	0
4	1	3	19	82.0	0.97	1	1	26	2	0
4	1	3	13	83.0	0.98	1	4	33	4	0
4	1	3	23	87.5	0.87	1	2	30	4	0
4	1	3	24	79.0	0.76	0	2	32	4	0
4	1	3	25	73.0	0.77	0	2	29	6	0
4	1	4	1	73.5	0.84	0	1	40	8	0
4	1	4	3	86.5	0.87	2	3	25	5	0
4	1	4	14	73.0	0.98	1	3	21	4	0
4	1	4	6	72.5	0.87	1	3	16	4	0
4	1	4	16	87.5	0.88	0	6	31	3	0
4	1	4	10	70.0	0.77	0	3	25	5	0
4	1	4	11	79.0	0.76	1	0	23	2	0
4	1	4	21	81.0	0.98	0	1	28	4	0
4	1	4	15	80.0	0.76	0	1	38	5	0
4	1	4	17	61.5	0.77	0	0	33	4	0
4	1	4	19	77.0	0.76	0	0	26	4	0
4	1	4	20	81.5	0.87	0	0	27	2	0
4	1	4	24	83.5	0.97	0	2	34	2	0
4	1	4	25	69.0	0.76	1	2	23	5	3
4	1	5	1	65.0	0.76	3	7	39	12	0
4	1	5	4	80.5	0.77	0	9	42	4	0
4	1	5	5	71.5	0.76	0	4	28	8	0
4	1	5	6	73.0	0.77	1	0	4	0	1
4	1	5	8	63.0	0.88	0	1	1	1	0
4	1	5	10	90.0	0.77	1	1	31	4	0
4	1	5	3	69.5	0.98	0	0	0	0	1
4	1	5	13	72.0	0.87		2	2	0	1

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
4	1	5	18	71.5	0.76	2	0	26	4	1
4	1	5	14	87.0	0.76	0	3	45	7	0
4	1	5	15	76.5	0.88	0	0	3	0	1
4	1	5	23	72.0	0.77	0	2	27	7	1
4	1	5	24	79.5	0.76	1	3	35	3	0
4	2	1	11	75.0	0.98	0	2	16	1	0
4	2	1	3	74.2	0.98	0	1	13	1	0
4	2	1	4	68.5	0.88	0	1	18	1	0
4	2	1	7	71.0	0.87	0	1	14	1	0
4	2	1	8	67.0	0.98	2	1	17	1	0
4	2	1	12	75.0	0.87	2	4	18	0	2
4	2	1	13	81.0	0.98	0	1	16	1	0
4	2	1	14	65.6	0.76	0	0	15	1	0
4	2	1	9	66.3	0.77	1	0	14	1	0
4	2	1	21	85.2	1.09	0	2	19	1	1
4	2	1	22	76.0	1.21	0	6	26	1	1
4	2	1	2	72.0	0.90	1	3	21	1	0
4	2	1	24	75.0	0.94	0	1	20	2	0
4	2	1	25	89.0	0.98	1	1	21	1	1
4	2	2	1	75.0	0.87	0	2	15	1	1
4	2	2	23	71.0	0.88	0	2	18	1	1
4	2	2	2	67.5	0.88	0	3	17	1	0
4	2	2	5	60.5	0.87	0	1	18	1	0
4	2	2	13	70.0	0.97	0	5	25	2	1
4	2	2	10	72.0	0.99	0	1	12	1	0
4	2	2	20	66.0	0.76	0	1	9	1	0
4	2	2	22	68.0	0.87	0	1	13	1	0
4	2	2	24	75.4	1.00	1	4	31	1	1
4	2	2	18	65.0	0.76	0	1	16	1	1
4	2	2	19	80.5	1.12	1	4	23	1	0
4	2	2	11	71.5	0.98	0	2	25	1	0
4	2	2	12	65.5	0.67	1	4	23	1	0
4	2	2	15	64.0	0.77	0	3	18	1	0
4	2	3	3	77.0	0.87	1	2	27	1	0
4	2	3	16	65.5	0.97	0	3	16	1	0
4	2	3	8	75.5	0.98	0	1	24	1	0
4	2	3	9	82.0	0.97	1	2	16	1	0
4	2	3	1	73.0	0.88	0	4	23	1	1
4	2	3	12	70.0	0.87	0	4	19	1	0
4	2	3	13	76.0	0.98	0	7	25	1	0
4	2	3	23	70.0	0.77	0	6	17	1	1

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
4	2	3	10	79.5	0.98	1	6	33	3	0
4	2	3	20	66.0	0.76	1	3	15	2	0
4	2	3	21	69.0	0.88	1	5	18	2	0
4	2	3	22	74.0	1.09	0	3	22	1	1
4	2	3	24	76.0	0.98	0	2	16	1	0
4	2	4	1	68.5	0.76	1	2	16	1	0
4	2	4	3	74.0	0.88	3	5	26	1	0
4	2	4	5	64.5	0.87	0	3	16	1	0
4	2	4	6	79.0	0.99	0	3	29	1	0
4	2	4	8	60.5	0.99	0	5	17	2	0
4	2	4	10	64.5	0.76	0	1	16	1	0
4	2	4	12	72.0	0.99	0	2	17	1	0
4	2	4	14	81.0	0.87	1	3	14	1	0
4	2	4	16	76.5	0.88	1	6	22	1	0
4	2	4	18	78.5	0.98	0	5	21	0	1
4	2	4	20	65.0	0.87	0	1	16	1	0
4	2	4	22	67.5	0.87	1	2	18	0	1
4	2	4	24	78.0	1.09	0	0	13	1	0
4	2	4	25	74.5	0.87	1	0	16	1	0
4	2	5	1	57.0	0.76	0	8	10	1	0
4	2	5	2	58.5	0.76	0	7	11	1	0
4	2	5	14	67.0	0.88	0	10	17	1	0
4	2	5	15	69.0	0.76	0	6	12	1	0
4	2	5	5	85.0	0.98	0	6	16	2	1
4	2	5	11	70.0	0.98	1	7	13	0	1
4	2	5	21	65.5	0.87	0	3	4	1	1
4	2	5	23	62.0	0.65	0	3	3	0	1
4	2	5	16	74.5	1.10	0	9	15	1	0
4	2	5	18	56.3	0.87	0	6	23	1	1
4	2	5	19	78.0	0.77	0	10	13	0	1
4	2	5	20	67.5	0.77	0	4	11	0	1
4	2	5	24	66.0	0.86	0	6	12	1	0
4	2	5	25	71.0	0.76	0	8	13	1	0
4	3	1	3	61.0	0.98	0	1	69	6	0
4	3	1	5	63.0	0.76	7	1	89	5	0
4	3	1	21	65.5	0.75	4	1	76	2	0
4	3	1	22	68.5	0.65	5	2	62	2	0
4	3	1	7	67.0	0.76	3	1	48	3	0
4	3	1	9	75.0	0.88	2	1	75	3	0
4	3	1	14	84.0	0.64	1	1	38	2	0
4	3	1	15	48.0	0.55	3	1	55	3	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
4	3	1	18	92.0	0.65	1	1	57	1	0
4	3	1	19	60.5	0.77	1	2	58	2	0
4	3	1	23	65.0	0.65	4	0	37	1	0
4	3	1	24	71.5	0.77	4	1	52	4	0
4	3	1	25	78.0	0.76	5	1	61	3	0
4	3	2	2	58.5	0.88	0	2	80	5	0
4	3	2	4	62.0	0.65	3	1	37	3	0
4	3	2	5	62.5	0.77	2	4	68	5	0
4	3	2	6	50.5	0.76	1	4	38	2	0
4	3	2	7	49.0	0.77	0	3	54	3	0
4	3	2	11	61.0	0.88	1	3	70	3	0
4	3	2	12	49.0	0.65	0	2	49	2	0
4	3	2	13	59.0	0.87	1	0	82	3	0
4	3	2	15	56.0	0.65	0	0	43	5	0
4	3	2	16	43.0	0.78	1	2	66	3	0
4	3	2	19	73.0	0.66	0	1	65	2	0
4	3	2	22	67.5	0.76	0	4	43	1	0
4	3	2	17	58.0	0.66	0	1	35	3	0
4	3	2	21	65.0	0.89	1	0	108	3	0
4	3	3	3	53.0	0.60	0	4	64	4	0
4	3	3	22	73.0	0.76	3	0	76	3	0
4	3	3	5	57.5	0.75	8	2	39	3	0
4	3	3	6	59.0	0.87	6	0	67	3	0
4	3	3	7	64.0	0.61	6	0	39	6	0
4	3	3	4	43.5	0.60	3	0	59	5	0
4	3	3	11	79.0	0.75	0	1	55	3	0
4	3	3	12	65.5	0.61	2	1	57	2	0
4	3	3	15	79.0	0.75	3	2	61	4	0
4	3	3	18	64.0	0.86	7	0	76	2	1
4	3	3	21	66.0	0.62	6	2	34	2	0
4	3	3	23	62.0	0.61	2	0	35	1	0
4	3	3	24	55.0	0.87	4	0	60	3	0
4	3	3	25	69.0	0.87	3	0	84	3	0
4	3	4	1	44.0	0.54	0	1	35	3	0
4	3	4	19	51.0	0.55	0	2	33	1	0
4	3	4	7	68.0	0.66	4	3	58	4	0
4	3	4	8	33.0	0.65	4	2	17	5	0
4	3	4	9	55.0	0.55	5	1	43	1	0
4	3	4	11	52.0	0.65	6	1	44	2	0
4	3	4	6	61.0	0.65	4	5	50	3	0
4	3	4	21	73.5	0.65	6	1	45	2	0

Fecha	Especie	tratamiento	Planta	Altura (cm)	diámetro_tallo (cm)	hojas_clorosis	hojas_necrosis	hojas	brotos_vivos	brotos_muertos
4	3	4	24	53.5	0.54	7	3	23	3	0
4	3	4	10	45.0	0.54	5	2	46	3	0
4	3	4	12	47.5	0.65	0	1	23	1	0
4	3	4	15	55.5	0.65	3	5	55	4	0
4	3	4	22	46.0	0.76	0	1	25	4	0
4	3	5	3	47.0	0.54	0	0	0	0	3
4	3	5	4	53.5	0.54	1	10	12	3	0
4	3	5	5	57.0	0.66	23	7	52	4	0
4	3	5	6	53.5	0.54	9	5	29	1	0
4	3	5	1	46.0	0.43	0	0	0	0	1
4	3	5	10	45.5	0.54	3	7	22	0	1
4	3	5	13	57.5	0.43	2	3	6	1	0
4	3	5	14	58.0	0.55	8	4	25	1	1
4	3	5	15	55.5	0.76	5	11	61	3	0
4	3	5	7	46.0	0.55	0	0	0	0	2
4	3	5	18	64.5	0.87	2	6	17	2	0
4	3	5	19	43.0	0.55	2	2	4	0	2
4	3	5	21	54.0	0.54	2	19	46	2	0
4	3	5	23	65.0	0.54	6	4	18	6	0