



UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

APLICACION EN LA AGRICULTURA DEL METODO DE
INYECCION AL TRONCO

DISERTACION

ALVARO MARTIN GUTIERREZ PADILLA



MAYO DE 1995

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

"APLICACION EN LA AGRICULTURA DEL METODO DE
INYECCION AL TRONCO"

DISERTACION

Sometida a la consideración del
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Alvaro Martín Gutiérrez Padilla

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo
con especialidad de Irrigación

Mayo de 1995

Esta disertación fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular y aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN:

IRRIGACION

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR: M.C. Jesús López Elías.

CONSEJERO: M.C. Marco Antonio Huez López.

CONSEJERO: Dr. Jaime J. Martínez Téllez.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora Por la intervención en el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres Ramón y María Irza

A mi esposa María Jesús

A mi 'Chamagoso' Gerardo

INDICE

	Pág.
RESUMEN	vii
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	3
CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFIA	27

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro No. 1. Efecto de insecticidas inyectados al tronco de árboles de limón para el control de escama roja (<u>Aonidiella aurantii</u>)	11
Cuadro No. 2. Relación de circunferencia del tronco, dosis de folimat-80 y número de inyecciones	12
Cuadro No. 3. Análisis de residuos de insecticidas en frutos	13
Cuadro No. 4. Porcentaje de reverdesimiento asignado por albedofluorecencia en árboles de naranja valencia (7 años de edad) antes del tratamiento 1970 y después del tratamiento 1971	15
Cuadro No. 5. Medidas de agua consumidas por árboles a presión atmosférica durante un período de 24 horas para árboles en decaimiento y sanos en diferentes cultivares de cítricos	17

RESUMEN

Como una alternativa para resolver problemas especiales se han utilizado las inyecciones al tronco de árboles frutales y forestales, las cuales pueden hacerse con inyecciones de sustancias líquidas o sólidas, tanto en el tronco, ramas secundarias como en pecíolos. Se ha utilizado para aplicar fertilizantes, hormonas, insecticidas, fungicidas, bactericidas, o simplemente agua, para resolver problemas de nutrición, plagas y enfermedades de difícil control, para estimular al árbol con hormonas, para control de árboles indeseados con herbicidas, etc.

La aplicación puede hacerse con la presión de la gravedad o con un instrumento para inyectar presión en el sistema vascular de la planta. Es un método de gran ayuda para estudio de transporte del agua o de químicos o efectos de químicas en forma muy localizada.

El diámetro del tronco de los árboles esta relacionado con el número de inyecciones por árbol así como la cantidad de líquido a suministrar y la profundidad de la inyección aunque también se ve afectado por la época en que se realice la inyección, con inyecciones en forma radial o tangencial

en cítricos no se encontró diferencias en el consumo de agua, el diámetro de la perforación puede hacerse entre 6 y 8 mm y a profundidad variable.

Es un método muy lento de aplicarse pero muy rápido para observar efectos en la solución del problema que se trate.

INTRODUCCION

La inyección al tronco de árboles, es un método que se ha utilizado para resolver distintos problemas en árboles forestales y frutales.

Los primeros reportes se encontraron en los años de 1938, 1939, 1941 y 1945 donde se utilizó para el control de insectos, corregir deficiencias nutricionales y enfermedades de especies forestales y cítricos.

Este método ha sido de gran ayuda para la corrección de problemas en árboles frutales y forestales, principalmente, obteniéndose buenos resultados en el control de insectos, enfermedades, corrección de deficiencias nutricionales y en algunos casos usado para suministrar productos hormonales o simplemente agua para recuperación de árboles con decaimiento o síntomas de muerte.

La aplicación de químicos al tronco de árboles por medio de inyección puede hacerse aplicando soluciones a baja presión o por gravedad y también pueden hacerse inyecciones en seco e inyecciones a pecíolos.

Este método ha resultado ser un auxiliar utilizado para diagnosticar deficiencias nutricionales y poder

corregirlas con mayor seguridad aunque no deja de ser un método costoso y lento para aplicarse pero con la recuperación muy rápida de árboles con una cantidad muy pequeña de producto, comparada con las aplicaciones normales de aspersión al follaje.

LITERATURA REVISADA

Inyección a ramas o troncos

En los árboles pueden inyectarse antibióticos u otras sustancias como reguladores del crecimiento, o simplemente agua, a través de orificios efectuados en sus ramas o troncos. Lo cual hace posible estudiar los efectos de esas sustancias sobre el crecimiento, fructificación, la caída de frutos y el control de enfermedades sistémicas. Con un instrumento hecho especialmente, la parte hembra de un conector rápido de plástico se mete en un orificio hecho previamente con un taladro de mano. La parte macho del conector rápido, con un tubo de caucho y una botella de plástico sujeta a un extremo, se ajusta al conectar la hembra que se encuentra en el árbol. En la botella puede introducirse pequeñas cantidades de la solución de prueba a través de un pequeño orificio, con una jeringa hipodérmica, permitiendo que fluya por gravedad al interior del árbol. En árboles grandes pueden utilizarse dos o más puntos de inyección, con recipientes de capacidad de un litro o más (11).

Otros ensayos de inyección en el tronco han sido las inyecciones en seco, las cuales se efectúan con la ayuda de un perforador haciendo una abertura de algunos centímetros de

profundidad y de un centímetro de diámetro, en la rama o troncos de un diámetro entre 7.5 a 30 cm.

En estas perforaciones puede colocarse:

- 1.5 gr de tartato de fierro,
- 1.5 gr de bórax,
- 1.5 gr de sulfato de cobre,
- 1.5 gr de sulfato de zinc o
- 1.5 gr de sulfato de magnesio

Después se taponean los orificios con 'mastique' para facilitar su cicatrización.

Estos ensayos constituyen un trabajo largo y pesado, pudiendo realizarse únicamente en algunas ramas a manera de diagnóstico y no de manera curativa.

Inyecciones peciolares

Otra acción de los ensayos puede reducirse a algunas hojas para permitir así una repetición frecuente de los diversos elementos que quieren probarse. Esta puede realizarse por el método de diagnóstico llamado inyección peciolar (Liwerant, Estación de Investigación Agronómicas de Toulouse).

Es el método de inyección más sencillo y se utiliza como pruebas de elementos simples o en combinación con otros.

Antes de realizarlo en un cultivo determinado, es preciso haber determinado la distribución que resulta de la inyección de colorantes en las hojas vecinas del pecíolo utilizado. Esta se establece en varios ensayos con ayuda de fucsina ácida, verde luz o rojo neutro al 0.5%, azul de metileno, que en solución acuosa al 0.1% penetrarán, todo o en parte, en el parénquima de las hojas superiores o interiores próximas a la generatriz del punto de inyección.

La distribución de la solución se caracteriza por la filotaxia de la especie; así pues, se tienen caracterizados los siguientes cultivos: peral, albaricoque, ciruelo, frambueso, rosal, patata, soya, hortensia, tomate, etc.

Se debe evitar escoger ramas donde la variación espontánea de color y poda hacen difícil la comparación de las hojas. Por otra parte, algunas plantas jóvenes no responden al método.

Los resultados de las soluciones nutritivas pueden ser:

- a. Mejorar el color de las hojas
- b. Desarrollo más rápido que crea asimetría del limbo.

Es necesario realizar cada ensayo, por lo menos con cuatro repeticiones y no olvidar los ensayos con agua destilada.

He aquí algunos ejemplos de soluciones que han dado buen resultado, aunque a veces con quemaduras, notables.

Ligeras quemaduras

- NaNO_3 al 0.5%
- Urea al 1%
- P_2O_5 al 0.5% fosfato ácido de sodio

Fuertes quemaduras

<u>Fuentes</u>	<u>Dosis utilizada</u>
- KCl al 1%	Cloruro de potasio al 0.5%
- CaCl_2 al 1%	Cloruro de calcio al 0.5%
- Mg al 0.5%	Sulfato de magnesio
- FeSO_4 al 0.025%	sulfato ferroso + 0.025% en volumen de ácido sulfúrico
- MnSO_4 al 0.025%	Sulfato de Mn + 0.025% en volumen de ácido sulfúrico
- Zn al 0.025%	Sulfato de Zn + 0.025% en volumen de ácido sulfúrico.
- CuSO_4 al 0.025%	Sulfato de Cu + 0.025% en volumen de ácido sulfúrico.
- Ni al 0.025%	Sulfato de Ni + 0.025% en ácido sulfúrico.
- B al 0.1%	Acido bórico.
- Rojo neutro al 0.5%, azul de metileno al 0.5%	

(Acido sulfúrico para evitar una precipitación por hidrólisis)

Los recipientes utilizados serán tubos de cristal o de celofán, según la resistencia de los peciolos y el costo.

En los tubos de cristal se deberá mantener el tubo e hilo de plomo unidos por una pinza, aplicar el coloidón hacia arriba y hacia abajo para encintar los dos elementos, rodear enseguida con algodón y recubrir la unión con coloidón.

Después de que seque quitar la pinza para terminar el revestimiento del coloidón. Por último, el borde interior del orificio se impregna de parafina fundida para evitar que el líquido se escape al inclinarlo involuntariamente.

El tipo de escalpelo para cortar peciolo en biés (con gran superficie de absorción) es una cuchilla de afeitar fijada con coloidón entre láminas de madera delgadas.

Este método que puede parecer de aplicación fácil en realidad es de interpretación difícil debido a la diferente sensibilidad y capacidad de reacción de los cultivos, según la edad de los tejidos, por lo que sólo debe utilizarse por especialistas (6).

Aplicación del método

En estudios de quimioterapia para el control de enfermedades de árboles utilizando la introducción directa de químicos dentro del árbol, los métodos más comunes usados son con envase y líquidos, y con químicos secos, aplicados dentro de una perforación taladreado en el tronco del árbol hasta lastimar el sistema vascular. El método resultó en un

incremento en el ascenso de químicos, distribuyéndose en el árbol y controlando la enfermedad.

Este método provoca heridas debajo de la superficie, además es complicado el uso de tapones de caucho o corcho y el método resulta ser insuficiente y laborioso, pero es un método eficiente en el control de enfermedades.

Para realizar este método de inyección que utiliza frascos, tubos de caucho y tapones de plástico, es recomendable extraer el aire del orificio lo cual se logra insertando una jeringa hipodérmica a través del corcho suave y se fuerza la salida del aire y previene el bloqueo.

Este método de inyección tiene las siguientes ventajas:

1. Es un método rápido y eficiente.
2. Pequeños diámetros de las aberturas en el tronco y los bordes delgados de la corteza permiten el uso de pequeñas calibraciones; además, en la corteza delgada de los árboles con el tapón de unión con la corteza proporciona la seguridad de la aplicación en el xilema.

3. Pequeñas heridas que sanan rápidamente minimizan la oportunidad para la colonización por organismos patógenos. Esto permite el uso de múltiples puntos de inyección (16).

Numerosos artefactos para inyecciones de líquidos dentro del xilema de los árboles han sido descritos para control de

hongos, bacterias, insectos, etc. pero en estos métodos ha sido incómodo fijar los aparatos en el tronco del árbol, especialmente cuando se tiene superficie irregular tales como los cítricos.

Schwarz y Van Vuuren (1979), aplicaron agua dentro de los vasos del xilema de árboles de cítricos a través de un tubo de metal de forma cónica tapando finalmente el orificio de 6 x 100 mm (1/4 x 4") y midiendo la entrada del agua con la ayuda de una botella calibrada unida al conector metálico. Se probaron inyecciones de líquidos a 6 mm de profundidad (1/4") en el xilema de cítricos pero la pared del orificio estuvo bloqueada por el conector el cual fue insertado a 6 mm dentro de la madera, resultando fuertemente restringida la succión.

En cítricos se han utilizado inyecciones de tintas en toronja (Citrus paradise) y Naranja valencia (C. sinensis) en el patrón limón rugoso (C. limón) usados para medir el consumo de agua.

El cristal violeta (0.05% en agua) fue usado para la distribución de tinta en el árbol aplicado por un período de 72 horas en una inyección por gravedad en un orificio de 8x87 mm (5/6" x 3 1/2") efectuado en el tronco y se monitoreó cada 24 horas el consumo de la solución.

El artefacto que se utilizó para ésta inyección fue un

cuerpo cúbico de fibra de vidrio el cual tiene incrustado un mecanismo de inyección el que consiste en una barra enmarcada por la cual se hace salir la solución y además está en contacto con la base del xilema, desgarrándolo al ir penetrando en el orificio previamente barrenado, ésta barrena es variable y ajustable a la profundidad deseada; el instrumento posee una pieza de caucho que permite fuerte contacto del dispositivo con el líquido en el cual se inserta un tubo conectado al depósito graduado.

Con el uso de este dispositivo se realizó una prueba de colorantes en cítricos, lo cual permitió colorear el total del xilema funcional de árboles de toronja, siendo ello refrigerado con observaciones de secciones del tronco.

Realizando una comparación de este instrumento con el de una inyección perforando el tronco y dejando consumir la solución en el orificio, en árboles de naranja valencia y efectuando en ambos lados dos orificios de 1 cm de diámetro c/u, el consumo de agua en 24 horas fue de 28 ml en promedio de un rango de 0 a 100 ml para el sistema de inyección sin el uso del instrumento de inyección, comparado con 187 ml consumidos en un rango de 80 a 340 ml para el caso del uso del instrumento de inyección ya descrito.

En otros estudios de inyección se compararon el consumo de agua en árboles de cítricos con y sin marchites donde en plantas con marchites los vasos del xilema tuvieron

una reducción en el transporte de agua (22).

En abril de 1990 se realizaron varias pruebas de insecticidas inyectadas en troncos de naranja valencia, toronja y limón para el control de escama roja (Aonidiella auranti). En el cuadro 1 se presentan los resultados en donde se evaluaron el control en frutos y madera de los árboles de limón.

Cuadro 1. Efecto de insecticidas inyectados en tronco de árboles de limón para el control de escama roja (Aonidiella aurantii).

TRATAMIENTOS	% DE DAÑO DE FEMENIDAS	
	FRUTA	MADERA
1. Control sin aplicación	95.75	96.50
2. Azodrín-40, 150 ml/árbol + 15 ml de agua	19.98	41.93
3. Lannate-20 E (Metomyl), 250 ml/árbol + 5 ml de agua	43.51	16.67
4. Folimat-80 6 ml/árbol 115 ml de agua	1.43	3.63

Los resultados obtenidos para tratamientos en toronja no fueron satisfactorios, únicamente en el caso de limonero y naranja valencia se obtuvo susceptibilidad a escama roja por seis años repetidos en limón eureka, mostrando el insecticida folimat-80 excelente control de escama roja, mientras que con azodrín-40 y Lannate-20 E los resultados no fueron de aceptación comercial.

Puede observarse también que la dosis de Folimat- 80 es

relativamente pequeña por árbol pese a la concentración de dichos insecticidas.

Se siguió el criterio de aplicar 2 inyecciones por cada 25 cm de circunferencia de tronco, las cuales se pueden aplicar en caras opuestas y a diferentes alturas en el tronco, quedando en líneas paralelas ambas inyecciones y de 3.8 mm de profundidad (cuadro 2).

Cuadro 2. Relación de circunferencias del tronco, dosis de folimat- 80 y número de inyecciones.

CIRCUNFERENCIA DEL TRONCO EN CM										
0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
MILILITROS DE FOLIMAT-80 POR ARBOL										
0	1.5	2.5	5	8	11	15	19	23	27	30
DIAMETRO APROXIMADO DEL TRONCO EN CM										
0	2.5	50	75	100	125	150	175	200	225	250
NUMERO DE INYECCIONES POR ARBOL										
	1	2	3	4	5	6				

El efecto del insecticida para el control de escama puede observarse claramente con un microscopio, a 2 semanas después de la aplicación. Una buena razón del uso de inyección de folimat-80 es que no afecta la fauna benéfica y no presenta residuos del insecticida en frutas como se muestra en el cuadro 3 (4).

Cuadro 3. Análisis de residuos de insecticidas en frutas.

ANALISIS DESPUES DE LA INYECCION	PPM
1 día	1.5
8 días	0.7
14 días	0.7
28 días	0.25

* Tolerancia de Folimat-80 en frutas es de 2.0 ppm.

Otro de los trabajos donde se utilizó la inyección de solución a troncos de árboles de cítricos fue el realizado en naranja dulce para disminuir el reverdesimiento en los frutos, probablemente causado por un micoplasma. Se probaron distintos métodos de aplicación de tetraciclina y clorotetraciclina en aplicación al suelo, aplicación al follaje, inmersión de la raíz por 36 horas en 1000 ppm de la solución de tetraciclina, resultando inefectivos en suelos drenados con la solución de tetraciclina y clorotetraciclina. Se probó la inyección al tronco de árboles de naranjo dulce la cual se realizó por el método de gravedad (inyección a presión atmosférica) con perforaciones de 63 mm de diámetro por 10.16 cm de profundidad utilizándose un taladro eléctrico. Para evitar la entrada de aire en exceso al tronco se llenó el orificio de agua con una jeringa inmediatamente después de realizar la perforación; posteriormente se colocó la conexión metálica con tubo de caucho que transporta la solución desde la botella invertida colocada en una rama por arriba del orificio. Los tratamientos

se muestran en la Cuadro 4 donde la incidencia de fruta reverdecida fue originalmente evaluada o asignada a la sintomatología externa o bien con una prueba de albedo fluorescente (17).

Este mismo método de inyección se utilizó también en limón rugoso (Citrus jambhiri) como patrón en árboles jóvenes con síntomas de decaimiento (YTD= Young tree decline). Este desorden ha sido particularmente severo en el oriente de Florida, con síntomas de marchitamiento y defoliación parcial en árboles. Estos marchitamientos generalmente proceden de la parte alta del árbol, retardando la floración y maduración del cultivo, y con síntomas muchas veces de deficiencia foliar de Zn, Mg, contenido bajo de potasio y alto de calcio, presentándose estos problemas en manchones dentro del bloque.

Enfermedades en cítricos, tanto virales como fisiológicas, pudieran ser consideradas relacionadas con YTD, un síntoma semejante a YTD. Son las ramas quemadas o tizón de cítricos (SHD=Sand Hill Decline), que afecta a árboles viejos con suelo de perfil profundo, ignorándose las causas ya que no existen síntomas específicos dificultando ello la relación de estas enfermedades.

Varios métodos de inyección han sido usados desde hace tiempo en muchas plantas y para diversos propósitos de investigación. La técnica de inyección podría servir como una herramienta para diagnosticar objetivamente una enfermedad difícil de caracterizar.

Cuadro 4. porcentaje de reverdecimiento asignado por albedofluorescente en árboles de naranja valencia de 7 años de edad antes del tratamiento en 1970 y despés del tratamiento en 1971.

Tratamiento (a)	Consumo medio (ml)	Número de árboles					% medio de reverdecimiento		
		1 1970-1971	2 1970-1971	3 1970-1971	4 1970-1971	5 1970-1971	antes del tratamiento 1970	después del tratamiento 1971	% medio de reverdecimiento creciente decreciente
1. testigo (agua)	694	96.1-87.1	85.1-69.3	24.2-21.2	37.9-65.1	73.1-52.2	63.4	59.0	-4.4
2. (2-clorometil) trimetilhidroc lorado 1000ppm	1312	34.6-45.6	90.1-82.5	91.3-82.6	81.2-75.2	20.4-45.7	63.6	66.3	2.8
3. oxytetraciclina hidrociorido 250 ppm	582	85.9-47.8	53.7-16.3	98.0-70.2	43.0-17.5	21.1-9.8	61.2	32.3	-28.7
4. oxytetraciclina hidrociorido 500 ppm	456	35.5-12.7	80.7-55.6	20.9-15.6	82.8-45.4	93.7-84.9	62.7	42.8	-19.9
5. tetraciclina hidrocioruro 250 ppm	1082	87.2-94.6	19.9-19.9	2.0-39.8	35.3-55.3	12.4-96.2	60.3	22.5	-37.6
6. // 500ppm	852	82.2-16.8	30.7-2.6	100-14.3	39.4-9.3	51.2-22.2	62.7	13.0	-49.6
7. // 750ppm	1246	95.6-17.3	80.0-21.3	82.3-14.8	37.5-6.5	20.7-16.7	63.2	15.3	-47.9
8. clotetraciclina agric. 750 ppm	830	46.8-16.2	25.9-20.5	100-100	53.3-37.1	82.1-59.7	61.6	46.7	-47.9
9. tetraciclina/ clorofenil (1:1) 150ppm	1032	39.9-51.4	96.2-74.4	69.3-49.5	18.0-1.3	65.0-25.4	61.7	40.4	-21.3

a) preparación usada: tratamiento 2 -cicocel, 400 grs. i.a./lt. Cianamida; tratamiento 3, 4 -tetramicina formula animal 9% i.a., Pfizer; tratamiento 5, 6, 7 - hostaciclina, 250 mgrs. por capsula, preparación pura, Hoechst; tratamiento 8, auroemicina, pureza desconocida; tratamiento 9 -proterociclina, complejo de tetraciclina y clorofenicol.

Se utilizó la inyección al tronco para saber si se tenían algunas diferencias en la toma de agua en árboles con YTD, SHD y otras enfermedades, así como en árboles sanos. En forma preliminar se probaron inyecciones al tronco, con inyecciones por encima y debajo de los injertos, inyecciones aplicadas con barrenos en forma radial y tangencial. Otra prueba fue la de inyectar una solución al 1% de ácido fucsínico en agua destilada en árboles (YTD) para determinar la posible existencia de obstrucción en el árbol. Los resultados se pueden ver en el cuadro 5 donde se evaluaron el consumo de agua mediante inyección en varias especies con distinta enfermedad.

Algunas observaciones de árboles inyectados se proporcionan en el cuadro 5 donde se puede apreciar que árboles sanos consumen de 90 a 500 ml de agua en un período de 24 horas, siendo este usualmente mayor de 300 ml. Árboles con YTD generalmente tomaron 1/10 a 1/40 de la cantidad tomada por árboles sanos.

No hubo diferencias significativas en el consumo de agua con inyecciones abajo de la unión del injerto, comparado con los que se inyectaron alrededor de la unión. Cinco árboles fueron inyectados arriba y abajo de la unión del injerto, donde el promedio de agua consumida por árbol en un período de 24 horas, por encima de la unión del injerto fue de 154 ml y por debajo de 145 ml. Similarmente se realizó en 7 árboles pero con YTD, siendo el promedio de agua consumida por

Cuadro 5 Medidas de agua consumida por árbol a presión atmosférica durante un periodo de 24 hr para árboles en decaimiento y sanos en diferentes cultivares de cítricos.

Enfermedad	Injerto	Patrón	Edad años	Árboles en decaimiento		Árboles sanos	
				número de árboles	toma de agua(ml)	número de árboles	toma de agua(ml)
ytd	valencia	limón rugoso	11	63	9	43	301
ytd	pineapple	limón rugoso	12	18	17	10	198
ytd	limón	limón rugoso	9	5	7	1	235
ytd	valencia	naranja dulce	8	9	7	5	310
ytd	valencia	naranja agrio	11	6	45	5	480
ytd	hamilin	naranja agrio	10	11	47	5	405
ytd	hamilin	troyer	10	7	13	4	268
ytd	hamilin	trifolidad	9	7	6	2	425
ytd	hamilin	carrizo	9	1	0	1	500
ytd	temple	cleopatra	8	11	0	10	439
decaimiento	marsh gft.	limón rugoso	7	7	9	5	273
decaimiento	burgundy gft.	limón rugoso	18	7	29	5	418
decaimiento	valencia	limón rugoso	23	8	21	6	398
decaimiento	hamilin	naranja agrio	25	2	0	5	406
decaimiento	temple	cleopara	25	4	9	1	305
shd	valencia	limón rugoso	15	4	53	5	404
shd	pineapple	limón rugoso	12	4	94	4	223
shd	vava tan.	carrizo	6	4	6	4	493
tristeza	valencia	naranja agrio	10	12	393	7	211
tristeza	valencia	naranja agrio	15	4	275	1	425
demanda/agua	hamilin	naranja agrio	25	5	428	5	406
exocortis	marsh gft	trifoliado	7	4	281	5	207
podrición/raiz	limón	limón rugoso	8	6	214	2	250
podrición/raiz	pineapple	limón rugoso	7	2	118	1	110
xiloporosis	valencia	orlado	16	8	293	6	281
porosis	valencia	naranja agrio	10	10	200	4	167
decaimiento	valencia	limón rugoso	10	5	121	5	103

arriba de la unión del injerto de 6.4 ml, y el promedio debajo de la unión de 5.7 ml.

En inyecciones aplicadas en orificios taladrados en forma radial en un promedio de 7 árboles sanos, el consumo en 24 horas fue de 230 ml, mientras que en perforación tangencial el promedio fue de 246 ml. El promedio en 8 árboles con YTD fue de 9.4 ml en orificio radial y 23.1 ml en dirección tangencial. En ambos casos, las diferencias no fueron significativas.

En inyecciones con tintura de ácido fucsínico en solución al 1% la cual se pudo rastrear hacia arriba y abajo del punto de inyección, facilitándose su localización en pequeñas ramas así como en pequeñas raíces finas, el volumen de solución consumido por plantas sanas fue 10 veces mayor que en plantas en decrecimiento, pero sin diferencias cualitativas en el color de tinción en plantas sanas y con YTD. La solución de tinción se mueve cruzando libremente la unión del injerto y observándose en madera nueva y vieja.

La inyección al tronco produce y provee muchos diagnósticos e información útil, la cual proporciona herramientas para identificar la muerte de árboles por decaimiento. La respuesta de los árboles en síntomas YTD asemejan síntomas en la respuesta al consumo de agua por la inyección con la misma relación para árboles inyectados sobre diferentes patrones, sugiriéndose una estrecha relación entre patrones e injerto en árboles con YTD.

Los datos empíricos presentados sugieren que SHD y marchites, por la reducción en el consumo de agua inyectada de estos árboles, está aparentemente no relacionada al decrecimiento foliar. Árboles con cerca del número normal de hojas pero con síntomas tempranos de YTD usualmente muestran una reducción en el consumo de agua, típica de árboles YTD (5).

Otros usos del método de inyección al tronco

Las inyecciones al tronco en cítricos se utilizó para elegir el tiempo de acción de fosfatos y fungicida usando diferentes métodos de aplicación para el control de pudrición de la raíz por Phytophora en cítricos.

Por medio de cromatografía de gases y líquidos, se determinó la concentración de fosfitos distribuidas en un cítrico maduro en aplicaciones por medio de inyección al tronco, aspersiones foliares con cualquier H_3PO_3 o Fosetil-Al (Aliette) y en aplicaciones con troncos pintados con Fosetil-Al, la distribución del fosfito en la raíz y las hojas fue más rápido después de la aplicación foliar que después de la inyección al tronco. El transporte rápido de fosfitos a la raíz y las hojas, el alto nivel fue obtenido con Fosetil-Al aplicado al tronco como pintura.

La inyección al tronco de H_3PO_3 proporciona una mayor concentración de fosfito en el follaje que las aplicaciones de fosetyl Ca. En aplicaciones foliares de fosfito como fungicida

la raíz declina más rápidamente que las raíces con aplicaciones con inyección al tronco con aplicaciones a intervalos para el control de Phytopthora nicotianae Var. parasítica; por lo tanto, el control depende del método de tratamiento y los resultados no exceden de 42 días (16).

En manzana Red delicious se probó el efecto de un inhibidor de etileno, aminoetoxyvinilglicina. El estímulo de muerte es un desorden en árboles de manzana cv.Red delicious, que se caracteriza por plantas débiles y muerte de frutos, con limbos débiles en su periferia en árboles de 3 años de edad. La aplicación en otoño de un inhibidor endógeno de etileno, aminoetoxyvinilglicina (AVG), mediante aspersion foliar, o en inyección al tronco, causa un estímulo fuerte en frutos y en el follaje del árbol comparada con el testigo (13).

En el estado de Morelos en México, árboles de peras de la localidad cultivadas sobre injertos de tejocote (*Crataegus mexicana*) produce enrojecimiento y severo agrietamiento en los frutos, afectando directamente la producción, así como el desarrollo de las hojas y ramas pequeñas, llegando incluso a morir. Las hojas se tornan de color rojo fuerte y algunos árboles presentan un círculo negro en la unión de injerto, acelerando su muerte por las condiciones.

El suelo en ese lugar es de origen volcánico y bajos contenidos de N, P, Mg y Zn. En las hojas presenta deficiencias de N, P, Mn, ZN, aplicaciones por inyección al

tronco de N, P, B, Mn y Zn o tetraciclina (oxiletetraciclina) mejoran el cultivo y la calidad del fruto (2).

El método de inyección a baja presión para introducir formulaciones en árboles de olivo, el cual consistió en un inyector de plástico y un tubo provisto de una presión de 60 a 80 KPa, la eficiencia del método estuvo determinado por inyector PTS, un marcador de flujo del apoplasto, una solución de tintura y clorhidro de rubidio dentro de los árboles. El movimiento principal fue hacia arriba y la mayor parte a través del xilema, lo cual hace suponer que es controlado por la transpiración. Una sola inyección fue suficiente para distribuir la solución en troncos de 8 cm de diámetro, pero 2 inyecciones son necesarias en troncos de 17 cm de diámetro (12).

En olivos del cv. manzanillo y en duraznos del cv. maycrest fueron inyectados al tronco con una solución de fierro (sulfato ferroso) con el método de baja presión. Las inyecciones fueron aplicadas en varias fechas, de septiembre de 1987 a julio de 1988, todos los tratamientos incrementaron el contenido de clorofila comparados con el testigo. Estos efectos perduraron por 2 estaciones en durazno y hasta 3 estaciones en olivos, siendo otro efecto favorable el aumento de crecimiento vegetativo afectando la cosecha en el año que se aplicó la inyección. Sulfato ferroso de 0.5 al 1% es el recomendado y con estas dosis se reduce el peligro de quemaduras de follaje (7).

El fósfito de potasio aplicado por inyección al tronco ha mostrado ser un control barato y efectivo para Phytophthora sp., pudrición de la raíz en aguacatero. La posibilidad de usar fósfito en vez de fosfato para suplir el fósforo fue investigado en plantas de aguacate cv. Hass. En un primer estudio el fósforo fue retenido en plantas jóvenes e indujo deficiencias y cambios en el metabolismo del nitrógeno, después el fósfito de potasio en vez de fosfato fue suplido en el suelo, follaje y por inyección al tronco.

En un segundo estudio, el fosfato de potasio fue reemplazado por fósfito y se evaluó la nutrición. El fósfito puede ser usado como una fuente de fósforo en el metabolismo funcional. En plantas deficientes, aplicaciones semanales al suelo de 500 ml de 1.0 mM de fósfito de potasio parece ser que actúa similar que inyectada al tronco.

Plantas deficientes inyectadas con 100 ml de fosfato de potasio al 6% desarrollaron brotes de 2.5 a 5 cm en plantas casi muertas; sin embargo, suficiente fósforo en la planta en forma controlada no muestra diferencia en efectos con la inyección al tronco (10).

Otro trabajo en aguacate (Persea americana cv Hass), fue el uso de paclobutrazol aplicado en la mitad de la antésis para incrementar el tamaño del fruto y la producción de aguacate. Aspersiones foliares de 2.5, 1.25, 0.62 gr/lt. de paclobutrazol reduce el crecimiento bruscamente, altera la

distribución de fructificación y manifestó brotación de golpe. Los tratamientos foliares a la mitad de la antésis también reducen en 20% el crecimiento en verano. Inyecciones al tronco con paclobutrazol de 0.2 gr/m² de copa incremento de golpe el área de la silueta, con aspersiones foliares en la mitad de la antésis de 1.25 gr/lt redujo la longitud de la brotación en 36% en verano comparada con árboles testigos, aplicaciones foliares de 2.5 y 1.25 gr/lt incrementó el promedio de tamaño de fruta en 10% y 11% (21).

Aplicaciones de fosfatos (H₃PO₃; como Foli-R- Fos 200) tanto al follaje como inyecciones al tronco contra la infección, inhibe el desarrollo de cancer en árboles de almendro y cerezo inoculados artificialmente con Phytophthora cambivora. Aplicaciones al suelo de 10 gr de I.A./lt fue también efectivo. En muchos casos y particularmente en árboles jóvenes, las inyecciones al tronco inhiben completamente el desarrollo de P. cambivora aunque las aspersiones foliares de fosfatos es el práctico y también efectivo (20).

Inyecciones al tallo de cactaceas sin espinas en una plantación de 4 cultivares de opuntias presentaron un pobre control de la larva Cactoblastis cactorum debido principalmente a una fitotoxicidad. La inyección al tallo con 5 cm³ de monocrotofos (nuvacron 60) provocó alrededor del 60% mortandad. También fueron obtenidos buenos resultados asperjando 0.08% de monocrotofos. Un 0.006% en cipermetrina

(cymbush 200) más 0.072% de clorofitofos provocó una mortandad del 100%, pero no se aplicaron con inyecciones al tronco (14).

En palmas de aceite de 18 años de edad se aplicaron los fungicidas: triadimenol (baytan 250 CE), triadimefon (bayleton 25 % PH) y tridemorph (calixing) inyectados al tronco y aplicados formando un collar de drenaje en el suelo, para controlar Ganoderma basal; después de 52 meses sólo los árboles tratados con triadimenol (baytan 250 CE), inyectado al tronco permanecieron sanos. Tratamientos con triadimenol (baytan 250 CE), propiconazole (Tilt 250 CE) y penconazole, en dosis de 5 gr/palma tuvieron buenos resultados ya que no perdieron la fructificación. Otros productos que se aplicaron fueron la mezcla de carboxin/PCNB, con buenos resultados en palmas altas (3).

Aplicaciones de inyección al tronco en árboles no de importancia agrícola se han venido utilizando con buenos resultados como a continuación se mencionan:

En eucaliptos (Eucalyptus globulus) se utilizó inyecciones de paclobutrazol para estimular la producción de brotes y yemas florales en especies de E. globulus y E. nitens (8,9).

En (Liriodendron tulipifera) se aplicó paclobutrazol por medio de inyección al tronco para ver efectos estructurales y biológicos en esta planta (23).

En maple (Acer saccharinum) se utilizó inyección al tronco con uniozanol con carbón 14 para rastrear su movimiento en la planta (1).

En coníferas se utilizó varios reguladores de crecimiento para estimular la floración (15).

Se puede utilizar también en aplicaciones de herbicidas como en el caso de Mimosa pigra L., donde se probaron 8 herbicidas obteniéndose un excelente control al inyectar los herbicidas (19).

CONCLUSIONES

- Las inyecciones al tronco es un método para resolver problemas especiales en frutales y forestales cuando los métodos tradicionales de aplicación de químicos no proporcionan el efecto deseado.

- Los resultados de las aplicaciones es muy rápido por que se están aplicando los productos directamente al sistema vascular del árbol.

- Se utilizan cantidades de productos en el orden de 1/10 a 1/40 vez de las aplicaciones en forma foliar o al suelo.

- Es un método muy poco estudiado y es necesario generar información de los productos utilizados así como a las dosis.

- Es un método muy lento de aplicarse pero de efectos rápidos en el árbol.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Arron, G.P. 1990. Translocation of unicanazole after trunk injection of silver maple. *Journal of Plant Growth Regulation*. p. 141-146.
- 2.- Borys, M.W., F. Bustamante, Oranegui, 1991. Syndrome of pear russeting and splitting. *Horticultural Abstracts*. No. 274. p. 79-91.
- 3.- Chung, G.F. 1993. Preliminary resultson on trunk injection of fungicides against ganoderma basal stem rol in oil palm. *Review of Plant Patoholgy*.
- 4.- Citograph. 1991. Inyeccion of insecticides in citrus tree trunks. 66(19):241-243.
- 5.- Cohen, M. 1974. Diagnosis of young tree decline, blight and sand hill decline of citrus by measurement of water uptake using gravity injection. *Plant Disease Report*. 58(9):801-805.
- 6.- Coutanceau, M. 1971. fruticultura. D.Juan Simarro. España, Ed. Oiko-Tau, S.A. 2da. Ed. P421,424.
- 7.- Fernández, E, R., D. Barranco, and M. Bentoneh. 1993. Overcoming iron chlorosis in olive and peach trees using al Low-pressure trunk injection method. *Hortscience*. 28(3):192-194.
8. Griffin, A.R., P. Whiteman, T. Rudge, M. Burgess and M. Moncur. 1993. Effect of paclobutrazolon flower-bud production and vegetative growth in two species of eucalyptus. *Canadian Journal of Forest-Research*. P. 640-647.
- 9.- Hetherington, S., K.M. Hones, and T.B. Joen. 1992 Stimulation of bud production in eucalyptus globulus by paclobutrazol application. *Journal Forestry South African*. No. 160. p. 39-41.
- 10- Lovatt, C.J. 1990. A definitive taf to determine whether phosphite fertilization can replate phosphate fertilization to supply P in the metabolism of 'Hass' on 'Pake 7' (a preliminary report). *California Avocado Society and yearbook*. No. 74, p. 61-64.

- 11.-Mitchell, J.W; G.A. Livingston; 1973 Método para el estudio de hormonas vegetales y substancias reguladoras de crecimiento. Agustin Cotin. México. Ed. Trillas. p. 129-130.
- 12.-Navarro, C. R. Fernández, Escobar, and M.W. Benlloch, 1992. A low-pressure trunk injection method for introducing chemical formulations into olive trees. Journal of the American Society for Horticultural Science. 117(2):357-360.
- 13.-Parish, G.L., E.A. Stahly, M.W. Williams, 1990. Effect of an ethylene inhibitor, aminoethoxyvinylglycine, on the dead spur disorder of spur type red delicious apple. Plant Disease. 78(4):347-349.
- 14.-Pretorius, M.W.; A.K. H. Van 1994. Forther insecticide trials for the control de cactobastis cactorum (Lepidoptera: pyralidas) en well as dactylopius) on spineless catus. Review of Agricultural Entomology.
- 15.-Schreiber, R.L. 1969. A method for the inyection of chemical into trees. Plant Disease Report. 53(9):764-765.
- 16.-Schuttle, G.C., J.J. Bezuidenhout, and J.M. Kotze. 1991. Timing of application of phosphonate fungicides using different aplication methods as determined by means of gas-liquid-chromatography of phytophthora root rot control of citrus. Review of Plant Pathology. p. 69-71.
- 17.-Schwarz, R.E and S.P. Van Vauren. 1971. Decrease in fruit greening of sweet orange by trunk inyection of tetracyclines. Plant Disease Report. 55(8):747- 750.
- 18.-Shachler G. and J.Mastchke. 1991. Controlling flower induction in conifers. Forestry Abstracts.
- 19.-Thamasara, S., M. Sriworakul, and P. Benyasut. 1990. The effect of selected herbicides on Mimosa pigra L. and control by various methods. Biotrop Special Publication. No. 40, p. 145-151.
- 20.-Wicks, T.J. and B. Hall. 1991. Control of phytophthora canker with phosphonate in artificially inoculated almond and cherry trees. Australian Journal of Experimental Agriculture. 30(3):413-420.

- 21.-Wiley, A.W., J.B. Saranah, B.N. Wlstenholme and T.S. Rasmussen. 1992. Use of paclobutrazol sprays at mid-anthesis for increasing fruit size and yield of avocados (Persea americana Mill Cv. Hass) Journal of Horticultural Science. 60(5):593-600.
- 22.-Young, R.H., S.M. Garnsey and G. Horanic. 1979. A device for infusing liquids into the outer xylem vessels of citrus trees. Plant Disease Reporter. 63(9):713-715.
- 23.-Zillmer, R.E. W.R. Chaney and H.A. Holt. 1991. Structural and biological effects of trunk injected paclobutrazol in yellow poplar. Journal of Arboriculture. 17(10):261-268.