

BIBLIOTECA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA
UNIVERSIDAD DE SONORA.

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA



EL SABER DE MIS HIJOS
PARA MI GRANDEZA

APLICACION DE FERTILIZANTES A TRAVES DE LOS
SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADOS

DISERTACION

Por

Héctor Lacarra Reyes

JULIO DE 1992

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



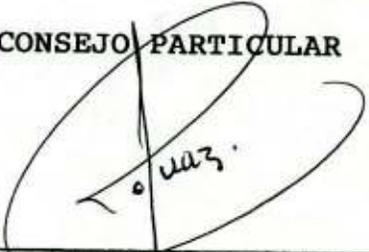
Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

ESTA DISERTACION FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTICULAR Y ACERTADA COMO REQUISITO PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN:
IRRIGACION

CONSEJO PARTICULAR

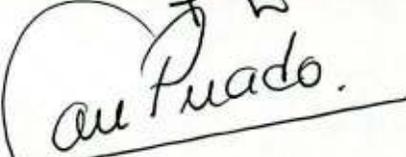
ASESOR:


DR. ROGELIO A. JUAREZ GONZALEZ

CONSEJERO:


ING. VICTOR MANUEL BURQUEZ CANO

CONSEJERO:


ING. FRANCISCO A. PRECIADO FLORES

A G R A D E C I M I E N T O S

El autor desea expresar su profundo y especial agradecimiento por la ayuda recibida en la realización del -- presente trabajo.

A la Universidad de Sonora, especialmente al Departamento de Agricultura y Ganadería.

Al Dr. Rogelio Ausencio Juárez González, por su valiosa asesoría y sugerencias bien acertadas.

Al Ing. Victor Manuel Burquez Cano y al Ing. Francisco A. Preciado Flores, por sus apropiadas indicaciones.

A todos los que de una u otra forma me brindaron su - apoyo.

DEDICATORIA

A mis padres:

Con cariño y respeto

A mi esposa Ana Delia.

Por su paciencia y comprensión.

A mi hijo Héctor.

Con amor y ternura.

A todos mis hermanos:

Por su apoyo y gratitud.

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN	vii
INTRODUCCION	2
LITERATURA REVISADA	3
I.- ANTECEDENTES	4
II.- FERTIGACION	7
III.- TIPOS DE INYECCION DE FERTILIZANTES	9
IV.- METODOS DE FERTIGACION	10
V.- SELECCION DE MATERIALES	10
a) Fuentes	11
b) Nutrientes aplicados	14
c) Materiales Nitrogenados	16
d) Materiales fosfatados	18
e) Materiales Potásicos	19
VI.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS	21
CONCLUSIONES	23
BIBLIOGRAFIA	24
APENDICE	29

RESUMEN

La aplicación de fertilizantes a través de los sistemas de riego, tanto de gravedad como presurizados, es una práctica relativamente nueva.

Ciertas condiciones tienen que ser cuidadosamente seleccionadas, para decidir que tipo de fertilizantes van a ser aplicados por medio de éste método; como son: planta, calidad de los fertilizantes, reacción de éstos, tanto con el suelo como con el agua, costos, climatología, calidad del agua de riego, etc., siendo ésta última en la actualidad, una de las principales limitantes del uso de algunos fertilizantes.

Este método de aplicación de fertilizantes es factible de usar en todo tipo de suelos y la respuesta del cultivo puede ser la misma, siempre y cuando se lleve un buen manejo de un programa de fertilización previamente seleccionado.

Existen en el mercado un gran número de dispositivos de inyección, los cuales, además de económicos y funcionales - reducen notablemente los costos de aplicación e incrementan por lo tanto la productividad.

Debe tenerse especial cuidado de que los fertilizantes a usar a través de éste método de fertilización no causen - obstrucción de emisores o precipitación de compuestos dentro de las tuberías.

Actualmente a nivel comercial es posible encontrar una gran variedad de productos en las concentraciones y formulaciones necesarias a cada uno de los cultivos.

La mayoría de los nutrientes necesarios para el buen -- desarrollo de los cultivos, en los tiempos y cantidades sufi cientes para los mismos pueden ser proporcionados vía ferti- gación.

Las grandes ventajas que se tienen al usar fertigación, hará de método la forma más efectiva y conveniente de mante- ner las concentraciones óptimas de los nutrientes dentro del cultivo.

INTRODUCCION

La región agrícola de Caborca, se ubica en el Noroeste del Estado de Sonora, comprendida entre los paralelos 29°00' y 32°15' latitud Norte, y los meridianos 110°30' longitud - Oeste.

El clima predominante según la clasificación de Koeppen modificado por E. García, es seco o muy árido (BW) y seco ó árido (BS), en una proporción del 80 y 20% respectivamente, por lo anterior, la precipitación es escasa (de 200 a 300 mm anuales).

La agricultura que se practica es extrayendo el recurso agua de una profundidad promedio de 350 pies (SARH); actualmente se explotan 1,004 pozos profundos con un gasto promedio de 60 lts. por segundo, y una cuota de N\$ 186.15 por MM³ (anexo 1).

Sin embargo, la falta de reglamentación en la extracción del agua en los últimos años, trajo como consecuencia el abatimiento del acuífero, en un promedio de 0.93 mts. por año (anexo 2), creando así un grave problema, tanto para conservar el recurso como en el aumento de los costos de extracción del mismo. Esto, hace necesario reorientar el sistema de riego tradicional (gravedad), al uso de riegos presurizados, los cuales, además de ahorrar agua en aproximadamente un 30% permiten ser más eficientes en el costo de la energía para la extracción (anexo 3).

Actualmente Caborca cuenta con alrededor de 3,600 has. con sistemas de riegos presurizados (goteo, aspersión y microaspersión), siendo el cultivo la vid el que tiene la mayor superficie presurizada.

La tendencia es incrementar la superficie presurizada, y los cultivos hacia los cuales se orienta serán: frutales y hortalizas (vid, olivo, nogal, cítricos y cucurbitáceas), de acuerdo a sus características y condiciones agroecológicas, así como también tomando en cuenta las expectativas de la apertura comercial y el aprovechamiento de nuestras ventajas (época de cosecha, clima, etc.) (anexo 3).

El uso de los riegos presurizados, trae consigo la tecnología de fertilización en éstos sistemas; práctica conocida como fertigación; su uso permite tener ahorros tanto del agua como del fertilizante aplicado, usando los nutrientes con las cantidades y concentraciones que necesita el cultivo.

Los sistemas de riegos presurizados y el concepto de nutrición balanceada, ayudará a elevar la producción y tener mejor calidad de la misma, lo que permite ser más competitivos en un mercado de grandes cambios futuros.

LITERATURA REVISADA

I.- Antecedentes:

La aplicación de soluciones fertilizantes a través del agua de riego no es reciente; el primer uso agrícola del amoníaco anhidro fue a través de aplicaciones en agua de riego a principios de los años 30's. Con la mecanización del riego, particularmente con el desarrollo del sistema de riego por aspersión tipo pivote central, nuevas técnicas de aplicación, se han abierto para los fertilizantes y soluciones químicas. (4).

Durante la última década, la aplicación de fertilizantes por medio de los sistemas de riego, ha avanzado mucho, en un grado tal que la aplicación mecánica de fertilizantes en parcelas de regadío se está convirtiendo en una práctica anticuada; aunque en la actualidad continúa haciéndose. La aplicación de nutrientes a través del agua de riego se está haciendo cada día más popular; la práctica en si misma tiene a su favor muchos ahorros y aumentos de los rendimientos. Por los años 50's, el amoníaco anhidro tuvo gran auge y muchos agricultores lo aplicaron en el agua de riego con buenos resultados, pero los problemas empezaron a presentarse cuando lo usaron en tuberías de compuertas y sistemas de aspersión. A mediados de los 50's y principios de los 60's soluciones nitrogenadas de Nitrato de Amonio y Urea fueron introducidas con buenos resultados; éstas soluciones no tuvieron problemas de precipitación que si ocurrió con amoníaco anhidro.

Después de que las soluciones de nitrógenos fueron introducidas en el mercado, diversos tipos de dispositivos de inyección estuvieron disponibles. En la actualidad es posible encontrar una gran variedad de soluciones fertilizantes y en proporciones nutrimentales de acuerdo a las necesidades del cultivo. (6).

II.- Fertigación:

La aplicación de fertilizantes a través de un sistema de riego, práctica conocida como fertigación y que ha sido introducida en años recientes, es una de las varias formas de aplicación de fertilizantes. (1).

La fertigación es la técnica de aplicación de los productos fertilizantes al cultivo, utilizando el agua de riego como medio de transporte. Puede aplicarse a cualquier sistema de riego que emplea agua a presión, a sea tanto a riego por aspersión como a riego localizado y gravedad. (2).

Esta técnica, que combina el riego con fertilización, es la más efectiva y conveniente forma de mantener las concentraciones óptimas de nutrientes en la zona radicular. (3)

Su aplicabilidad depende sobre condiciones externas tales como: tipo de suelo, tipo de fertilizantes disponibles y economía de aplicación al compararlo con otros métodos. La textura tiene gran influencia en la eficiencia de la fertigación; la cuál, es generalmente más apropiada en texturas -- gruesas (suelos arenosos), que sobre texturas finas (suelos arcillosos); sobre todo si hablamos de fertilizantes nitrogenados. (1).

Sin embargo la fertigación generalmente mostrará buena respuesta al cultivo en todos los tipos de suelos, si es manejada correctamente. En suelos arcillosos, con buen drenaje tenderán a reflejar un grado más alto de respuesta, debido

a que retienen más agua, lo cuál disminuye los escurrimientos y reduce las pérdidas posibles de fertilizantes y químicos. En el caso de fertigación de nitrógeno en suelos arenos las pérdidas de éste en forma de nitratos pueden disminuir al permitir pequeñas y más frecuentes aplicaciones. (4)

La textura del suelo influye en la penetración de fertilizantes fosfatados dentro del suelo; en suelos de textura fina, éste es fijado cerca del sitio de aplicación o colocación por su reacción con los constituyentes del suelo. En suelos de texturas gruesas el mecanismo de fijación del fósforo, en el sitio de colocación no es tan marcado, y aquí la aplicación del fósforo vía fertigación puede tener ciertas ventajas. La cantidad de agua aplicada y la frecuencia del riego influyen en la distribución del fertilizante en el suelo, especialmente aquellos fertilizantes que no son fijados por la capa superficial del suelo como nitratos y otros nutrientes en suelos arenosos sin mecanismos de fijación. Las cantidades de absorción de nutrientes por las plantas varía según el período de desarrollo, por fertigación los nutrientes pueden ser aplicados de acuerdo a las necesidades de la planta. Otra consideración si, y como, usar fertigación es el método de riego, bajo irrigación superficial y por surcos la distribución del agua sobre el campo no es uniforme, y por consiguiente el uso de la fertigación con éste método de riego, puede producir una distribución desuniforme. Otros sistemas de riego como: Pivote central, aspersion y riego por goteo, dan una mejor distribución de agua y fertilizante --

sobre el campo.

Los fertilizantes a usar en fertirrigación tienen que ser seleccionados muy cuidadosamente. La calidad del agua de riego juega un papel muy importante en la decisión de que clase de fertilizante va a ser usado. Una selección no apropiada puede causar dificultades por obstrucción o corrosión del sistema de riego o causar pérdidas de elementos nutrientes. (1).

III.- Tipos de inyector de fertilizantes.

Existen principalmente cuatro tipos de inyectores de fertilizantes; todos ellos emplean fertilizantes en solución. (5).

a) El tanque fertilizante.

En el modelo original se desvía agua a presión de la tubería principal al tanque, al salir de éste, para retornar al sistema de riego, el agua arrastra consigo una cantidad variable de fertilizante.

Sus limitaciones son el reducido volumen del tanque y la dificultad con que se controla la dosificación, la cuál depende del agua que pasa por el tanque, sin guardar ninguna relación con la descarga del sistema de riego (5).

b) El inyector venturi.

La constricción de la tubería en el venturi crea la succión necesaria para introducir el fertilizante en solución -

en el sistema de riego. A pesar de su eficiencia y su reducido costo, su empleo es limitado ya que ocasiona una excesiva pérdida de energía en la que se pierde aproximadamente un tercio de la presión que existe a la entrada del venturi, -- además, todavía no ha sido adaptado a la automatización. (5)

c) Bombas de Inyección hidráulicas.

Debido a su gran versatilidad y a la facilidad con que es posible moverlas de un lado a otro dentro de la plantación, éste tipo de bombas dominan el mercado. Existen -- dos versiones:

- 1.- Bomba de Pistón
- 2.- Bomba de Diafragma

En ambas versiones la fuente de energía necesaria para operar la bomba es la presión del agua en el sistema de riego, la cuál determina también el máximo ritmo de inyección.

Es posible automatizar el trabajo de la bomba por medio de computadoras.

El punto débil de la bomba de inyección hidráulica se encuentra en su gran número de componentes, su paralización por bolsas de aire, y además la continua descarga del agua que acciona el pistón o diafragma. (5).

d) Bombas de inyección eléctricas.

Estas son bombas de pistón o diafragma, accionadas por un motor eléctrico. Es un equipo en el que se puede confiar pero su dependencia de una fuente de energía adicional, --

limita su instalación a las estaciones de bombeo, los inver-
naderos, etc,. Es el equipo de inyección más popular en --
España. (5).

IV.- Métodos de fertigación.

Se han desarrollado cuatro métodos para la inyección de
fertilizantes al sistema de riego. (anexo 4)

a) Método volumetrico.

Un volúmen determinado del fertilizante, es inyectado -
al sistema de riego, bajo el control de la descarga o renun-
ciando a dicho control, y sin que haya relación alguna entre
la descarga del fertilizante y la descarga del sistema de --
riego. Este es el sistema más común con tanques de fertili-
zante. (5).

b) Método de aplicación continua.

El volúmen predeterminado de fertilizante en solución,
es inyectado a descarga constante desde el inicio del turno
de riego hasta el final del mismo. El volúmen deseado es -
inyectado durante éste período, independientemente de la des-
carga de agua del sistema de riego. Este método puede am--
pliar cualquiera de los inyectoros mencionados anteriormen-
te. (5).

c) El método de tres etapas.

El riego se inicia sin fertilizantes, después de un in-
tervalo prefijado, comienza la inyección. Durante ésta pri-
mera etapa, se llenan de agua tanto las tuberías de conduc--
ción como los laterales y el sistema de riego alcanza la ---

presión adecuada. La inyección se interrumpe antes de finalizar el turno de riego, lo que permite lavar la tubería y los emisores de los residuos de fertilizantes para evitar la corrosión de ésta, y también se previene daño al follaje en el caso de que el agua de riego lo moje. (5).

d) Método de aplicación proporcional.

En éste método, la descarga del inyector guarda una relación constante con la descarga de agua por el sistema de riego, es decir, la concentración del fertilizante en el agua de riego se mantiene constante. Si la descarga del sistema de riego cambia por algún motivo, así también lo hará la descarga del sistema de inyección. Es preferible éste sistema cuando el riego ha de aplicar el fertilizante a parcelas de diferente extensión en cada turno de riego. (5).

V.- Selección de materiales.

Son varios los factores importantes que se deben considerar en la selección de fertilizantes para ser inyectados a través de sistemas de riego. Entre ellas están los aspectos agronómicos relacionados a la:

- 1.- Respuesta del cultivo y los efectos sobre el rendimiento.
- 2.- Fuente de nutriente.
- 3.- Interacciones con el agua.
- 4.- Distribución resultante en el suelo.
- 5.- Cantidad en que se debe aplicar el fertilizante
- 6.- Frecuencia en que se debe aplicar el fertilizante.

Además, otras consideraciones prácticas incluyen:

- a) Corrosividad y efectos sobre los materiales usados - en riego.
- b) Seguridad.
- c) Aspectos relacionados a almacenamiento
- d) Costo. (7).

a) Fuentes:

Ford (1977), estableció que cualquier fertilizante que sea soluble en agua y que no interactue con otros materiales en solución, puede usarse en fertigación. Las interacciones químicas entre las sustancias usadas en fertigación y las disueltas en el agua de riego puede precipitar materiales dentro del sistema de riego resultando en obstrucciones de los emisores o causando problemas de filtrado. Existe una gran variación en el comportamiento de fertilizantes inyectados a un sistema de riego, dependiendo de las características de de las distintas fuentes de agua. (7).

b) Nutrientes aplicados a través de fertigación.

Nitrógeno.- La disponibilidad de compuestos de nitrogeno en el mercado hace que haya pocos problemas con la inyección, si se hace la observación adecuada del material fuente. En general, sales de nitrógeno son solubles y producen cambios pequeños en el pH del agua. (7).

Nitrógeno es el principal elemento aplicado por fertigación debido a las grandes cantidades usadas por los cultivos y a su alta solubilidad en el agua y al potencial de ---

lixiviación. (8).

Fósforo.- Cuando los contenidos de calcio y de magnesio en el agua son altos, no se debe aplicar fósforo. Si se llega a manejar fósforo, debe manejarse el pH del agua a bajo de 6, para evitar los precipitados. El pH se debe mantener bajo (menor de 6), durante el período en que se inyecta fósforo. (7).

El fósforo es un problema si es aplicado como un polifosfato, debido al pretratamiento del agua y su aplicación no ofrece muchas ventajas sobre los métodos convencionales (inyección de ortofosfatos). (8).

Casi todas las formas de fósforo son insolubles y por lo tanto la calidad del agua de riego debe ser analizada antes de su aplicación. Bajo casi todas las condiciones del suelo, el fósforo es inmóvil y tiende a mantenerse en los niveles superiores del suelo. (3).

Potasio.- Los fertilizantes comunmente utilizados para aplicar potasio generalmente causan pocos problemas. (7).

Pero desde el momento en que no se lixivia fácilmente, puede ser mejor si se aplica en el momento o antes de la plantación. (8).

Los requerimientos de potasio de la mayoría de los cultivos son encontrados en reservas de potasio de hace muchos años y están disponibles en la mayoría de los suelos. (9).

Como el fósforo, el potasio generalmente se mueve en una capa muy limitada en el suelo. El potasio aplicado es absorbido en el complejo de intercambio de suelo. Sin embargo las investigaciones han mostrado que el potasio se puede mover distancias de 24 a 36 pulgadas en una temporada cuando es aplicado vía sistemas de microirrigación. (9).

Azufre, Magnesio y Calcio.- Pueden ser aplicados a través de sistemas de aspersión. La aplicación de elementos menores (azufre y boro), a través de sistemas de riego es generalmente recomendada para corregir deficiencias durante la etapa de crecimiento. (8).

Cuando los suelos son arenosos y de bajo contenido de materia orgánica y están bajo riego, las necesidades de azufre son más marcadas. (4).

Fierro, Zinc, Cobre y Manganeso.- Estos metales pueden reaccionar con sales en el agua de riego y producir compuestos insolubles. La forma más segura de aplicar éstos elementos es utilizar quelatos. (7).

Se han tenido problemas con precipitaciones y taponamiento de emisores cuando el Zinc es aplicado en la forma de sulfato. Los quelatos son altamente solubles en agua y podrían no causar precipitaciones o problemas de taponamiento. Sin embargo, el costo relativamente alto de los quelatos ha limitado su uso. (9).

Los beneficios de aplicaciones foliares de micronutrientes en sistemas de aspersión no siempre son evidentes. La concentración de nutrientes en el agua de riego, son generalmente a niveles tan bajos que la alimentación foliar a través de los sistemas de aspersión no es efectiva. (4).

c) Materiales Nitrogenados.

La mayoría de los fertilizantes de nitrógeno granular o líquido pueden ser aplicados a través de los sistemas de riego, ya que no contienen materiales ásperos que son los más seguros de taponear los filtros o el sistema, y que son pre-disueltos antes de ser introducidos dentro del sistema. (9)

1.- **Amoniaco Anhidro.**- En muchos casos la calidad del agua de riego (con altos contenidos de calcio y magnesio) no permite el uso práctico del amoníaco. (10).

Whiting et. al.(1975) concluyó que la posibilidad de usar amoníaco anhidro varía de acuerdo con la calidad del agua del riego. Por ejemplo, una conductividad eléctrica de 2 mmhos y conteniendo cerca de 10 ppm de calcio mas magnesio puede soportar con seguridad, una concentración de amoníaco de hasta 30,000 ppm de nitrógeno. Mientras que un agua con más alto contenido de sales y teniendo una conductividad de 8 mmhos y cerca de 30 ppm de calcio mas magnesio, la concentración de amoníaco no debe exceder de 1000 ppm de nitrógeno (1).

Aunque el amoníaco anhidro es menos costoso (30%), que otros fertilizantes nitrogenados (urea, sulfato de amonio, -uan-32), su uso puede causar obstrucción dentro de las tuberías de riego o a los emisores. Amoníaco inyectado directamente en aguas con altos contenidos de sales de calcio y magnesio, causa precipitación por que el pH del agua es incrementado y la solubilidad de los materiales disueltos es reducida. El efecto negativo por la aplicación de amoníaco en el agua de riego puede ser evitado por la adición de un ácido al agua; ácido sulfúrico puede ser usado (la cantidad va a depender de los contenidos de calcio y magnesio). El ácido debe ser adicionado solamente para abatir el pH del agua alrededor de 7; un exceso podría causar corrosión en el sistema de riego. Al reducir el pH del agua de riego, se reducen las pérdidas de amoníaco por volatilización y al mismo tiempo se reduce la precipitación de carbonato de calcio y magnesio. (1).

La mayoría de los fertilizantes de nitrógeno líquido, son muy adaptables a todos los sistemas de riego. Sin embargo el amoníaco anhidro y el aquamonía, pueden causar taponamiento en agua de riego que contenga altos contenidos de calcio. (4).

2.- Soluciones de Urea-Nitrato de Amonio (UAN 28,30,32)

La urea es un fertilizante altamente soluble en agua. La urea aplicada es hidrolizada en el suelo a amonía; el amonio cargado positivamente es casi inmóvil en el suelo y está

sujeto al proceso de nitrificación. El producto de éste proceso es el Ión Nitrato, el cuál está negativamente cargado - y de ésta manera es muy móvil en el suelo. (3).

La Urea, Nitrato de Amonio y Sulfato de Amonio son usados como fuentes de nitrógeno en fertigación. Estos fertilizantes son facilmente disueltos en agua, si son aplicados en forma sólida. Urea y Nitrato de Amonio son confiables para usar en fertigación practicamente en todas las condiciones. Sulfato de Amonio, puede producir una reacción ácida y ser corrosivo, y en casos extremos forma un precipitado de sulfato de calcio. (1).

Entre los fertilizantes nitrogenados, el Nitrato de Calcio está prohibido para su aplicación a través de los sistemas de riegos debido a la tendencia de crear, bajo condiciones especificas, componentes no solubles (carbonato de calcio). El nitrato cargado negativamente se mueve con el frente de mojado del agua y tiende a acumularse en la periferia del volúmen de suelo humedecido. (3).

Otros materiales fertilizantes de nitrógeno disponibles para fertigación, incluyen nitrato de amonio (solución 21% de N) soluciones de urea, combinaciones de soluciones de nitrato de amonio y urea y aquamonía; la cuál está sujeta a -- las mismas restricciones para la inyección de amoniaco anhidro, tiosulfato de amonio (12-0-0-26), y soluciones de sulfato de amonio (8-0-0-9). (6).

d)- **Materiales fosfatados.**- Casi todas las formas de fósforo son insolubles y por lo tanto, la calidad del agua de riego debe ser analizada antes de su aplicación. La presencia del calcio y magnesio resultará en precipitación de fosfatos dicalcicos y magnesicos, los cuales son insolubles dentro de las tuberías de riego y goteros. (3).

Los fertilizantes fosfatados convencionales como los superfosfatos no pueden usarse en fertigación debido a su baja solubilidad en agua y los fosfatos solubles pueden producir precipitaciones y taponamientos. En su lugar puede usarse ácido ortofosfórico en cantidades suficientes para aba--tir el pH del agua abajo de neutralidad; así, pueden elimi--narse los taponamientos en el sistema. Puede usarse también fosfato monoamonico (8-24-0) si el agua no contiene más de 200 ppm de calcio. El uso de polifosfato de amonio (11-37-0 ó 12-44-0), aunque más costoso, evita la precipitación del calcio al actuar como quelatante del mismo y manteniendolo - en solución. (10).

La inyección de polifosfato de amonio dentro del agua - con altos contenidos de calcio resulta en precipitación de - pirofosfato de amonio calcico, debido a su baja solubilidad pequeñas cantidades de polifosfato producirán precipitación. Por otro lado, la inyección de grandes cantidades de polifosfato causa que el precipitado tienda a desaparecer; la causa por eso es la habilidad para sequestrar del polifosfato, que si se presenta en cantidades suficientes mantiene al calcio

en forma soluble en el agua y por lo tanto evita la formación de precipitados. (1).

Polifosfato de amonio (10-34-0; 10-37-0; 7-21-7; etc.) y suspensiones utilizando fosfato monoamonico pueden ser aplicados a través de los sistemas de riego, pero la calidad del agua de riego tiene que ser conocida antes de hacerlo. (4).

Soluciones, Urea-Fosfato, son formulaciones ácidas basadas en fertilizantes fosfatados que han mostrado ser promisorios para usar en irrigación en agua duras. Estas formulaciones mantienen al calcio y al magnesio en suspensión, previniendo la formación de precipitados en el agua de riego. (4).

Dado que muchos de los fertilizantes fosfatados sólidos no son completamente solubles en agua, y muchos contienen impurezas insolubles, no es recomendado que sean aplicados en los sistemas de riego presurizado. (9).

e) **Materiales Potásicos.**- La aplicación de potasio en el agua de riego es relativamente libre de problemas debido a la alta solubilidad de la mayoría de las sales de potasio. El cloruro de potasio puede dar una solución de 34% a 20°centígrados, el nitrato de potasio una solución de 31% a 20°centígrados. La solubilidad del sulfato de potasio es más baja 11% a 20°centígrados y en un agua con alto contenido de calcio, hay una posibilidad de formación de mucho menos sales -

solubles de sulfato de calcio, por lo tanto, la última sal es menos recomendada para fertigación de las primeras dos -- mencionadas anteriormente. (1).

Puede usarse cloruro o nitrato de potasio en combina-- ción con fertilizantes nitrogenados. (10).

El potasio está disponible en algunas formulaciones bajas (3-18-18; 7-21-7; 9-18-9; etc.), sin embargo cuando el - potasio es aplicado en sistemas de riego por aspersión tipo pivote central, es necesario aplicarlo sin acompañamiento de fósforo. Así, la aplicación de potasio como, cloruro de potasio (0-0-62) a través de agua de riego, generalmente re-- quiere premezclar las soluciones o suspensiones de materia-- les fertilizantes de potasio. Adiciones de formulaciones ba-- jas de potasio, agua y uan-32, pueden ser fácilmente hechas con un mínimo de tiempo. (4).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

I.- Ventajas.

1.- Los nutrientes pueden ser aplicados en cualquier etapa de desarrollo, basado en las necesidades del cultivo.

2.- La colocación de nutrientes móviles, tales como el nitrógeno, pueden ser controladas en el perfil del suelo -- por la cantidad de agua aplicada y estar inmediatamente disponibles para las plantas.

3.- Nutrientes, pueden ser aplicados uniformemente sobre el campo cuando la distribución del agua es uniforme.

4.- Algunas operaciones de cultivo sobre el campo pueden ser eliminadas, especialmente si el fertilizante es aplicado junto con el riego en combinación con herbicidas o insecticidas.

5.- Reducción de daño al cultivo durante la época de fertilización.

6.- Reducción de los costos de aplicación de fertilizantes.

7.- Incremento de la producción al tener un control -- más adecuado de las necesidades de nutrientes por las plantas.

8.- Contaminación del agua del subsuelo, probablemente sea menos desde que menos fertilizantes pueden ser aplicados.

II.- Desventajas.

1.- Uniformidad de la distribución de fertilizantes es tan buena como la uniformidad de distribución del agua.

2.- Fertilizantes de bajo costo, tales como amoniaco anhidro, a menudo no pueden ser usados.

3.- Algunos de los tipos de inyector usados tienen problemas de funcionamiento y otros necesitan de una fuente adicional de energía, que de alguna manera u otra elevan los costos de aplicación.

4.- La contaminación del agua del subsuelo pueden ser significante si la bomba de inyección no es colocada propiamente y seguramente.

CONCLUSIONES

- 1.- La fertigración será probablemente en el futuro, el método más efectivo de aplicación de fertilizante a los cultivos.
- 2.- El conocimiento, las necesidades de los nutrientes por las plantas junto con la dosificación de aplicación de fertilizantes ayudarán en buena medida a incrementar la producción.
- 3.- Con las investigaciones y desarrollo de nuevas tecnologías, algunos problemas (calidad del agua de riego, -- precipitación de compuestos etc.) que se presenta para aplicación de ciertos fertilizantes dejarán de ser problemas.
- 4.- Mezclas de soluciones fertilizantes conteniendo varios elementos necesarios para las plantas, serán viables - introducir a través de éste método de fertilización.
- 5.- La necesidad de un buen programa de fertilización vía sistema de riego presurizado, tiene que ser previamente considerado.
- 6.- Ahorro de fertilizantes, tanto en su cantidad como en su aplicación, lo que reduce por lo tanto los costos - de producción.

- 7.- Aunada a la eficiencia de aplicación del agua con los sistemas de riego, la aplicación de los diferentes -- fertilizantes serán más efectivas también.
- 8.- Dadas las condiciones que se presentan en nuestra región la implantación de los sistemas de riego presurizado son una alternativa posible de solución.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Martínez, H. J. 1992. Fertirrigación, México. pp. 1-11.
- 2) Filtration, Irrigation and Fertigation. 1990 T. M. B.
Fertilizer Pumps. L. T. D. California, folleto.
- 3) Plastro Irrigation. 1990. The Effective Use of Micro --
Irrigation Systems in Citrus. Israel. pp. 6-7.
Folleto.
- 4) Vande, W. R. H. Ankerman, D. (et. al.) Fertilizer and -
Chemical Application trough Irrigation Systems.
pp. 1-2, 5-8.
- 5) Armoni, R. S. 1989. Riego por Microaspersión. Prensa XXI.
España. pp. 163-167.
- 6) Fertilizer Handbook. 1989. Fluid Through Irrigation. pp. 1-9
- 7) Zazueta, R. F. S. 1990. Microirrigación. México. pp. 7-14.
- 8) León, N.L. Lee, T., Fipps, G. (et. al.). 1990. Chemigation.
Texas Agricultural Extension Service. Texas. --
pp. IV-1. IV-2, IV-3, IV-4.
- 9) Boswell, M. 1984. Micro Irrigation Design Manual. Hardie
Irrigation. U. S. A. pp. 5-6.
- 10) Nuñez, E. R. 1992. La fertigación de los cultivos y su in
teracción con el Riego. México. pp. 11-13.

A P E N D I C E

ANEXO 1

COSTOS DE EXTRACCION Y NUMEROS DE POZOS EN EL ACUIFERO

CULTIVO	GRAVEDAD		PRESURIZADO		AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA (NS)
	VOLUMEN MM3	COSTO RIEGO (NS)	VOLUMEN MM3	COSTO RIEGO (NS)	
PERENNES	305,180	56'809,257	224,010	41'699,461	15'109,796.00
ANUALES	9,255	1'722,818	6,825	1'270,474	452,344.00
TOTAL	314,435	58'532,075	230,835	42'969,935	15'562,140.00

COSTO POR MM3 = 186.15
(Datos C. N. A.)

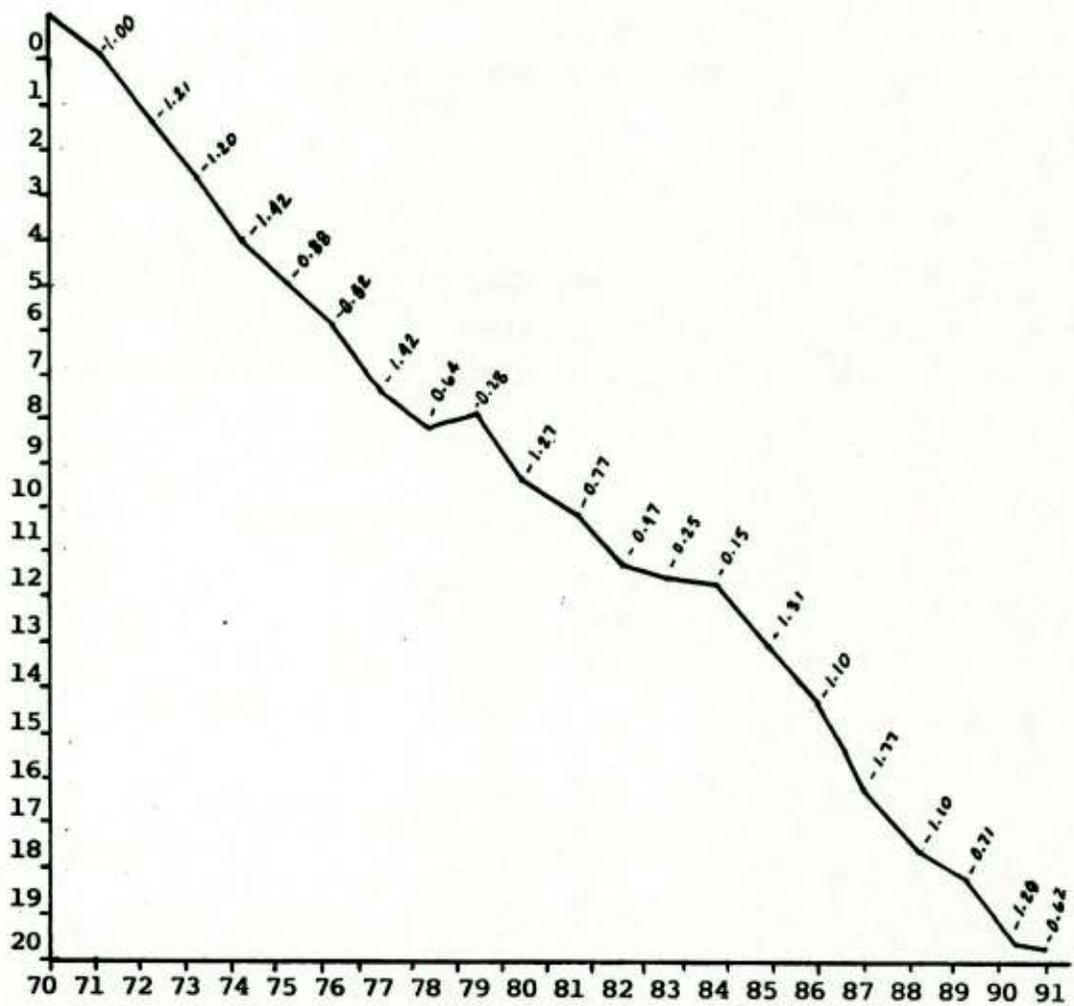
ACUIFERO

a) No. de pozos total 1,004
830 pozos profundos en el área de influencia del Distrito de riego, 037 Altar-Pitiquito
Caborca y 174 pozos profundos en la zona Norte (Chirriones, Arenoso, Cubó)

ANEXO 2

EVOLUCION DEL MANTO ACUIFERO

AÑOS ESTUDIADOS 21
 TOTAL DE ABATIMIENTO 19.62 M.
 ABATIMIENTO PROMEDIO ANUAL 0.93 M.



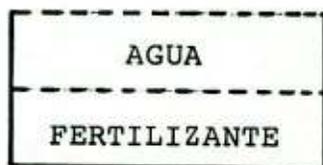
ANEXO 3
 AHORROS EN EL USO DEL AGUA UTILIZANDO RIEGOS PRESURIZADOS
 EN CULTIVOS SUSCEPTIBLES DE ESTABLECER ESTOS SISTEMAS.

CULTIVO	SUP.	RIEGO POR GRAVEDAD		TIPO	RIEGO PRESURIZADO		AHORRO DE AGUA MM ³ REAL
		LAMINA (cms)	VOLUMEN TOTAL MM3		LAMINA (cms)	VOLUMEN TOTAL MM3	
PERENNES: VID	14 000	200	280 000	GOTEO	80	112 000	168 000
OLIVO	2 000	200	40 000	MICROASPERSION	70	14 000	26 00
CITRICOS	600	200	12 000	GOTEO	80	4 800	7 200
NOGAL	400	200	8 000	GOTEO	70	2 800	5 200
MANZANO	200	200	4 000	GOTEO	63	1 260	2 740
DURAZNO	350	200	7 000	GOTEO	63	2 205	4 795
CHABACANO	150	200	3 000	GOTEO	63	495	2 055
ESPARRAGO	4 000	300	120 000	GOTEO	125	50 000	70 000
ALFALFA	3 000	300	90 000	ASPERSION	120	36 000	54 000
SUMA	24 700		564 000			224 010	339 990
ANUALES							
MELON	500	120	6 000	GOTEO	55	2 750	3 250
SANDIA	500	120	6 000	GOTEO	65	3 250	2 750
CALABAZA	150	120	1 800	GOTEO	55	825	975
SUMA	1 150		13 800			6 825	6 975
TOTAL	25 850		577 800			230 835	346 965

REAL: LAMINAS Y VOLUMENES USADOS EN LA PRACTICA POR LOS AGRICULTORES EN SUS CAMPOS

ANEXO 4

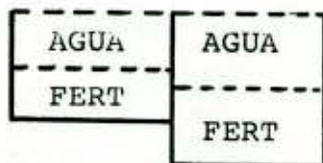
METODOS DE FERTIGACION



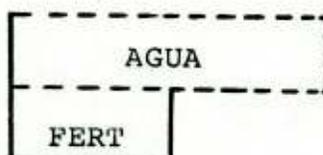
Aplicación continua



Aplicación 3 etapas



Aplicación proporcional



Aplicación volumetrica