

IICA
ICCR-164
v.2

SECRETARIA DE AGRICULTURA
Y
RECURSOS HIDRAULICOS
MEXICO

Centro Interamericano de Documentación
e Información Agrícola

11-1-1978

IICA-CIDIA

INSTITUTO INTERAMERICANO
DE
CIENCIAS AGRICOLAS
OEA

2º SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEO

ESTADOS DE COAHUILA - DURANGO Y AGUAS CALIENTES - MEXICO
20 - 26 DE JUNIO DE 1977

SERIE INFORMES DE CONFERENCIAS
CURSOS Y REUNIONES Nº 164

INFORME FINAL

BUENOS AIRES
IICA
1978





11CA
1CCR-164
U.2

MANO SOBRE
DTEO

11

11 a 22

REFERENCIAS
Nº 164

00000128

11

11

IICA - CIDIA

ANEXO Nº 11

ABSORCION RADICAL EXTRAEDAFICA:

**UN NUEVO ENFOQUE DE LA FERTILIZACION Y
SU APLICABILIDAD AL RIEGO POR GOTEO**

Por: Prof. León Nijensohn (*)

(*) Prof. Titular de la Cátedra de Edafología y Director del Instituto de Suelos y Riego. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias. Chacras de Coria, Mendoza, República Argentina.

11

12

13

ABSORCION RADICAL EXTRAEDAFICA: UN NUEVO ENFOQUE DE LA FERTILIZACION Y SU APLICABILIDAD AL RIEGO POR GOTEO. *

LEON NIJENSOHN**

Palabras clave: absorción radical; nutrición; raíces; fertilización; riego por goteo.

Key words: root absorption; nutrition; fertilization; drip irrigation.

Summary: EXTRA-EDAPHICAL ROOT ABSORPTION: A NEW APPROACH TO THE FERTILIZATION PROBLEM AND ITS APPLICABILITY TO DRIP IRRIGATION.

In order to overcome the very complex interactions between soils and some of the soluble nutrient elements and so increasing the fertilization efficiency, a field method for developing a complementary but permanent root system out of the soil is proposed.

The extra-edaphical cauline roots are developed in suitable growth media where the desired fertilizers are added.

Though fertilization with tagged monopotassium phosphate and subsequent autoradiographies of the leaves, the absorption activity of the extra-edaphical roots was demonstrated.

Some encouraging preliminary results obtained on grapevines are reported.

The manifold possibilities of the Extra-edaphical Root Absorption (ERA) method are discussed in general and its application to drip irrigation is emphasized.

INTRODUCCION

La plena expresión de la capacidad productiva de un cultivo depende obviamente, además de su potencialidad genética y de los factores del ambiente aéreo, de aquellos otros vinculados con las funciones específicas de su aparato radical. Es decir, las raíces deben encontrar en el suelo y en disponibilidad y calidad compatibles el nivel requerido de productividad: agua, aire y nutrimentos minerales esenciales.

Este trabajo es parte del programa subvencionado por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Cuyo (CIUNC)

Profesor Titular de la Cátedra de Edafología y Director del Instituto de Suelos y Riego. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias. Charcas de Coria, Mendoza, República Argentina.

El riego por goteo tiene, de por sí, el objetivo de optimizar la alimentación hídrica de la planta sin desmedro de una adecuada aireación pero exige, necesariamente, para traducir en forma integral su influencia sobre los rendimientos, un alto grado de fertilidad dentro del volumen ocupado por las raíces, que al limitarse al humedecido por el goteo es, generalmente, más reducido que el potencialmente explorable. Esta reducción es de , aproximadamente, de alrededor del 50% (*Goldberg y Rimon, 1974*).

De ahí que el riego por goteo y la fertilización sean prácticas frecuentemente complementarias.

Mientras que la calidad, la cantidad y el ritmo de agua a suministrar pueden razonablemente adecuarse a criterios fácilmente definibles y a parámetros externos medibles (demanda evapotranspiratoria atmosférica, por ejemplo), no pasa lo mismo con respecto al diagnóstico de los requerimientos para la óptima alimentación mineral en un complejo planta-suelo determinado, ni con la metodología más idónea para lograr la corrección precisa de los desequilibrios y/o deficiencias que pudieran detectarse.

Es interesante señalar que, quizás, uno de los principales problemas en el estudio, diagnóstico y corrección de las deficiencias nutricionales de los vegetales en condiciones de campo, lo constituya la existencia de un sistema obligado, y en cierta forma intermediario, entre los órganos naturales de absorción, las raíces, y los nutrimentos en cuestión. Este sistema polifásico que es el suelo, por la complejidad de su naturaleza y de las reacciones físicas, fisicoquímicas y biológicas que en él suelen ocurrir, representa, desde un punto de vista, el reservorio y fuente natural, de inapreciable valor, de los nutrimentos necesarios para la planta pero, desde otro punto de vista, él relacionado con la práctica de la fertilización, puede actuar como un factor interferente en el proceso de la alimentación mineral.

La influencia del suelo en la relación nutriente-planta es muchas veces cualitativamente imprevisible y, casi siempre, difícil de precisar cuantitativamente. Los efectos de esa influencia del suelo se manifiestan, entre otros, a través de los siguientes aspectos fundamentales : 1°. Dificultades para discernir entre deficiencias nutricias atribuibles a la disponibilidad

////

de los elementos *per se* y las provocadas por los mecanismos indirectos que pueden inducir las (aireación, interacciones, antagonismos, potencial hídrico, etc.) y 2°. Inseguridad en el destino final de los nutrimentos agregados con fines de aumentar la fertilidad del suelo y, por ende, la productividad del cultivo. Esta inseguridad proviene de la imposibilidad práctica de cuantificar anticipadamente la incidencia que sobre los fertilizantes aplicados tendrán las reacciones de precipitación, oxidoreducción, sorción, lavado, etc. que pueden sobrevenir en el seno del suelo.

En la selección y empleo de fertilizantes, las circunstancias antes detalladas inducen a proceder, en muchos casos, por tanteo en cuanto a calidad y, casi siempre, con obligado despilfarro en lo relativo a cantidad. Por ejemplo: los resultados de experiencias lisis métricas y de campo de larga duración muestran que sólo un 50-60% del nitrógeno aplicado al suelo es recuperado por el cultivo (*Allison*, 1960); en el caso del fósforo la eficiencia es aún mucho más baja y oscila entre el 5-25% (*Hauck y Koshino*, 1971), lo que significa que habitualmente se están usando dosis de este elemento entre 4 y 20 veces superiores a las realmente absorbidas por el cultivo.

Esa ineficiencia, -debida en gran medida a las reacciones que ocurren durante el período posterior a la incorporación al suelo de los fertilizantes (*Olsen y Flouerday*, 1971) y que afectarían en cierta medida aún a formas solubles en agua, como sería el caso de las incorporadas con riego por goteo (*Goldberg et al*, 1971) - tiene consecuencias directas e indirectas.

Entre las primeras están las económicas, relacionadas con el innecesario exceso de insumos críticos como son los fertilizantes y con la inseguridad de alcanzar la totalidad de la acción buscada con su incorporación. Entre las segundas debe mencionarse los efectos que sobre la polución ambiental puede ejercer la sobrefertilización.

Para obviar la influencia interferente del suelo y lograr una relación nutriente-planta más directa se han propuesto diversas alternativas, como ser: 1°. cultivo con las raíces inmersas en soluciones nutritivas; 2°. inyecciones líquidas o sólidas al sistema circulatorio vegetal y 3°. aspersiones y absorción foliar subsiguiente. El primero de estos métodos está restringido a experiencias de gabinete o a cultivo de invernáculo; el segundo se limita, prácticamente, al diagnóstico de deficiencias y sólo el tercero tiene una cierta difusión en el gran cultivo, pero referido especialmente a aplica-

////

ciones complementarias de nitrógeno bajo forma de urea y de algunos micronutrientes.

En este trabajo se expone otra alternativa la de la "Absorción Radical Extraedáfica" (AREX), para contribuir a resolver el problema planteado, se discuten sus posibilidades generales a la luz de resultados preliminares obtenidos en vid y se señala su probable aplicabilidad en conjunción con el riego por goteo.

BASES Y TECNICA DEL METODO PROPUESTO

El método AREX (*Nijensohn*, 1974) gira alrededor de los siguientes conceptos básicos:

1.- Teniendo presente que son las raíces los órganos naturales para la absorción de sustancias del medio exterior, en especial nutrientes, es indudable la conveniencia que sea justamente por intermedio de ellas que se intente el ingreso a la planta de los elementos fertilizantes cuya eficiencia de uso se quiere aumentar a través de obviar la acción interferente del suelo.

2.- Muchas especies de interés económico son capaces de desarrollar raíces a partir de órganos aéreos, por acción de distintos tipos de mecanismos fisiológicos. Hasta ahora esta propiedad fue aprovechada únicamente para los fines de propagación vegetativa (*Hartman y Kester*, 1974), bajo la forma de estacas herbáceas o leñosas y de acodos o mugrones.

3.- Combinando las consideraciones de los puntos anteriores, surgió la idea de estimular la formación de un sistema radical fuera del suelo, inmerso en un medio físico-químicamente inerte o de actividad conocida y deseada, que tenga el doble carácter de permanente y complementario del aparato radical normal enterrado, y que sirva de vía de ingreso para los elementos y compuestos que podrían agregarse a dicho medio, sin temor de que fenómenos incontrolables los desnaturalicen o modifiquen sus propiedades.

Para probar la factibilidad práctica de esta concepción, se iniciaron ensayos en vid (*Vitis vinifera*) bajo riego, conducida en parral tipo Cuyano, con un espaciamiento de 2,50m x 3,20m, 2 cepas por poste, y de las variedades Malbeck, Criolla Grande y Lambrusco.

La técnica empleada en un primer ensayo fue la siguiente:

1.- A comienzos de la primavera se eliminó con cepillo de acero la ritidomis de alrededor del tronco en una longitud de, aproximadamente, 40 cm y a partir de 80-100 cm del nivel del suelo. Sobre la superficie expuesta se hicieron varios cortes longitudinales, de poca profundidad, para estimular la emisión de raíces.

2.- Se rodeó la zona así preparada con una faja de polietileno negro de 120 micrones de espesor, 60 cm de ancho y de un largo conveniente como para asegurar, una vez unidos los bordes, un espacio libre alrededor del tronco de aproximadamente 20 cm de radio. Se hicieron coincidir los bordes de la lámina de polietileno, se los plegó dos veces, sobreponiéndolos en un ancho de 1 cm, y se aseguró el cierre del cilindro así formado con ganchitos metálicos colocados con una abrochadora manual de tipo pinza. Mediante una fuerte atadura envolvente en el extremo inferior del cilindro, que incluyó el tallo leñoso de la vid por debajo de la superficie preparada para enraizar, se formó una base casi estanca para el recipiente de polietileno que quedó constituido a manera de bolsa abierta en el extremo superior.

3.- Se relleno la bolsa de polietileno con perlita (granulado volcánico expandido) de una granulometría entre 250 y 500 micrometros, terminándose con una capa superior más gruesa, a manera de barrera de vapor. Se regó abundantemente y se tapó la superficie con un trozo de lámina de polietileno, convenientemente recortado. Con ligaduras adicionales se afirmó la bolsa contra la cepa y su poste sostén (Fig. 1).

En un ensayo posterior, la técnica antes descrita se modificó en los siguientes aspectos: en vez de eliminar la ritidomis a la altura de 80-100 cm se hizo la misma preparación del tronco a partir de 10 cm por encima del nivel del suelo. Se rodeó la zona de emisión radical con la faja de polietileno pero, en lugar de cerrar el fondo, se introdujo la perlita estando el cilindro apoyado en el suelo, lo que dió rigidez al recipiente. Para asegurar que no hubiera pérdida de material de relleno por el fondo se le arrimó tierra húmeda en toda su periferia, la que se apisonó. Se regó en exceso y tapó como en la técnica anterior.

Una vez constatada la emisión de raíces se hicieron ensayos

////

para probar su actividad, su durabilidad y su resistencia a la falta de riego directo, tal como se informa en el párrafo siguiente.

RESULTADOS

EMISION DE RAICES

A fines de enero (pleno verano en el hemisferio sur), o sea a los 60 días de iniciado el primer ensayo con la técnica de las bolsas atadas al tronco, se desarmaron varias de ellas constatándose, en todos los casos, una profusa emisión de raíces, de aspecto vigoroso y con abundantes pelos radicales. (Fig. 2)

En otro ensayo más reciente, con la técnica de los cilindros de polietileno apoyados en el suelo, comenzado a principios de setiembre, el proceso fue más lento, pero igualmente efectivo.

ACTIVIDAD DE LAS RAICES EXTRAEDAFICAS

Para probar la capacidad absorbente de las raíces extraedáficas se agregó a la perlita una solución con P^{32} , 150 microcuries, y 50 mg de P^{31} de fosfato monopotásico, como portador. A las 48 horas se extrajeron muestras de hojas de diferentes edades y se procedió a obtener radiografías que demostraron claramente que el fósforo agregado fue absorbido por las raíces extraedáficas y llevado al tejido foliar. Determinaciones hechas sobre material foliar mineralizado y con contador de centelleo líquido, confirmaron la conclusión anterior. Una prueba con el sistema AREX, pero aplicado en este caso a la planta de tomate, reveló que el fósforo absorbido se movilizó tanto a hojas y frutos colocados por encima como por debajo de las raíces extraedáficas, aún que con neto predominio de la dirección ascendente (*Gheffi*, comunicación personal)

MANTENIMIENTO DE LA HUMEDAD

Mediante un succiómetro colocado en el medio de enraizamiento se pudo comprobar que la humedad conseguida a través del primer riego se mantenía por lapsos prolongados, siendo mínima la pérdida por evaporación directa. Sólo ocasionalmente, y como medida precautoria, se volvió a regar; especialmente se le hizo después de la fertilización.

////

////

VITALIDAD DE LAS RAICES EXTRAEDAFICAS

Transcurrido el primer invierno después de la instalación del sistema, período durante el cual no se agregó agua en ningún momento al medio de enraizamiento, se pudo constatar que las raíces se conservaron turgentes y con la apariencia de total normalidad. Después de sucesivos dos reposos invernales más, se ratificaron las mismas observaciones.

RESPUESTA A LA FERTILIZACION EXTRAEDAFICA

Los ensayos hasta ahora realizados tuvieron un carácter puramente exploratorio y subordinado al objetivo principal que fue la confirmación de las posibilidades prácticas del establecimiento del sistema AREX, pero los resultados obtenidos fueron auspiciosos a pesar de que la metodología seguida fue muy tentativa.

Como la mayor posibilidad de respuesta en vid documentada experimentalmente en la zona (*Nijensohn et al.*, 1970) corresponde a la fertilización con fósforo y a la interacción fósforo-nitrógeno, y como no se dispuso de un número suficientemente grande de plantas como para ensayar diversas combinaciones y dosis de nutrimentos, se comparó con el testigo absoluto (sin AREX y sin fertilizar) un sólo tratamiento fertilizante: fosfato diamónico comercial aperdigonado (18-46-0), a razón de 4,36 g/planta, colocado en dos parcialidades (antes y después del cuaje), la primera en solución y la segunda en forma sólida, seguida de riego.

La dosis aplicada correspondió a sólo 5 kg de P₂O₅ y 2 kg de N por hectárea y fue intencionalmente tan baja, con relación a las usadas en la fertilización común en el suelo, pues se quiso verificar la hipótesis de la mayor eficiencia de absorción prevista para las raíces extraedáficas en el medio inerte constituido por la perlita.

A pesar de que la significación estadística de las diferencias observadas no llegó al 95%, debido al alto coeficiente de variabilidad natural del material con que se trabajó, es interesante consignar que en el ensayo con cv. Malbeck se verificó en 1976 un aumento de producción de las plantas fertilizadas del 22% (sobre un promedio del testigo de 11,5 kg/planta), y con el cv. Lambrusco, en 1977, del 59% (promedio del testigo: 6,87 kg/planta).



Fig. 1.- Sistema AREX, técnica de la bolsa suspendida, instalado en vid conducida en parral.



Fig. 2.- Raíces extraedáficas desarrolladas en la primera temporada de instalación del sistema, expuestas para su observación.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Del planteo desarrollado como fundamentación del método AREX y de los resultados preliminares obtenidos con la técnica propuesta para su ejecución, surgen las siguientes consideraciones de aplicación general, aunque particularizadas al riego por goteo:

1°. Por lo menos en vid, estaría probada la posibilidad de desarrollar un sistema radical complementario, polianual, inmerso en un medio distinto del suelo e incapaz de interferir, a través de reacciones incontrolables, con las sustancias agregadas a él y destinadas a ser absorbidas por dicho sistema radical.

2°. Las raíces extraedáficas son funcionalmente activas, como lo demostraron las experiencias con fósforo marcado, y conservaron su vitalidad aún en ausencia de riego directo. Al parecer, su turgencia se mantiene con el agua absorbida del suelo a través del sistema radical normal.

3°. La eliminación de la acción interferente del suelo aseguraría la absorción de los macro y micronutrientes agregados. Esto podría ser especialmente importante en: a) el tratamiento de deficiencias nutricionales tales como la responsable de la clorosis calcárea que, en condiciones favorables para su desarrollo, puede ser inducida por el alto nivel permanente de humedad creado por el riego por goteo, y b) la fertilización con fósforo en aquellos suelos con alta capacidad de fijación, la que torna inapropiada la aplicación de este elemento a través del riego por goteo.

4°. El aumento de la eficiencia de absorción, evidenciada a través de la tendencia de los resultados obtenidos con los ensayos exploratorios de la respuesta a la fertilización, posibilitaría el empleo de dosis considerablemente menores de materiales fertilizantes. Estas dosis podrían limitarse a las estrictamente absorbibles por la planta en relación con el aumento esperado de producción. Esto cobra especial importancia en el caso de riego por goteo, donde las incrementadas exigencias nutricias planteadas por la mayor potencialidad de producción debida a la optimización del régimen hídrico, por una parte, y el menor volumen de suelo explorado por las raíces, por otra, hacen de la fertilización un factor decisivo en la concreción de dicha potencialidad.

////

5°. El método AREX crearía también la posibilidad de establecer diagnósticos diferenciales de campo entre otros factores de producción (aireación edáfica, por ejemplo) y reales deficiencias nutricionales, así como evidenciar interacciones de elementos como causas de algunas de estas últimas (cinc y fósforo, por ejemplo).

6°. El método AREX abre también perspectivas en otros campos distintos al de la fertilización. Ellas están ligadas a la creación de una vía de ingreso controlado a la planta, y en condiciones de campo, de sustancias diversas de acción biótica capaces de ser absorbidas por las raíces, tales como plaguicidas sistémicos y factores de crecimiento.

7°. Entre la problemática que plantea el método propuesto pueden citarse los siguientes puntos de investigación adicional:

- a) probables mejoras en la instalación del sistema para aumentar su durabilidad, y adaptabilidad al riego por goteo como medio de eventuales aplicaciones de agua y de soluciones al medio extraedáfico;
- b) estudio comparativo de ventajas e inconvenientes de otros medios de enraizamiento distintos de la perlita, y sus mezclas;
- c) características anátomo-fisiológicas de las raíces extraedáficas complementarias y relaciones con el sistema radical principal;
- d) formas, proporciones y oportunidad de aplicación más adecuadas de macro y micronutrientes para evitar pH extremos, salinidades excesivas y facilitar su absorción;
- e) estimulación del enraizamiento y aplicabilidad del método AREX a otras especies arbóreas -frutales y forestales- además de la vid; y
- f) ensayos de adaptabilidad del método a la aplicación de plaguicidas sistémicos de absorción radical y de otros factores bióticos de influencia sobre la planta y su productividad.

AGRADECIMIENTOS

En la conducción de los ensayos de aplicación del AREX en vi- des se contó con la colaboración de los Ingenieros Agrónomos Francisco de la Inglesia y Amelia Moyano de Imazio y en las experiencias con fósforo radioactivo con la de los Ingenieros Agrónomos Manuel O. Avellaneda y Rodolfo Ghelfi. A todos ellos se les agradece su valio sa ayuda.

LITERATURA CITADA

- ALLISON, F.E. 1966.- The fate of nitrogen applied to soils. *Advances in Agronomy*, 18: 219-258.
- GOLDBERG, D.; GORNAT, B y BAR, Y. 1971.- The distribution of roots, water and minerals as a result of trickle irrigation. *Jour. American Society Horticultural Science*, 96 (5): 645-648.
- GOLDBERG, D.S. and RIMON, D. 1974.- Fertilization and fertilizer use under drip irrigation practices. (mimeog.) 8 pp. Jerusalem. Tel Aviv.
- HARTMAN, H.T. y KESTER, D.E. 1974.- Propagación de Plantas. 810 pp. Editorial C.E.C.S.A. México.
- HAUCK, R.D. y KOSHINO, M. 1971.- Slow-release and Amended Fertilizers. in: *Fertilizers Technology and Use*, Chapter.14: 455-494. 2nd. edit. Soil ci. Soc. of America, Madison, Wisconsin.
- NIJENSOHN, L.; AVELLANEDA, M.O.; OLMOS, F.S. y PIZARRO, O.C. 1970.- Respuesta de la Vid (*Vitis vinifera* cvs. Criollas y Cereza) a la fertilización en suelos Barrancas arenoso. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias XVL* (1-2): 3-18. Mendoza.
- NIJENSOHN, L. 1974.- Nutrición Radical Extraedáfica (exposición resumida). *Boletín Informativo N°*. 22: 8-9. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, Buenos Aires.
- OLSEN, S.R. and FLOWERDAY, A.D. 1971.- Fertilizer Phosphorus Interactions in Alkaline Soils. in: *Fertilizers Technology and Use*, Chapter 6: 153-185. 2nd. edit.
-



ANEXO N° 12

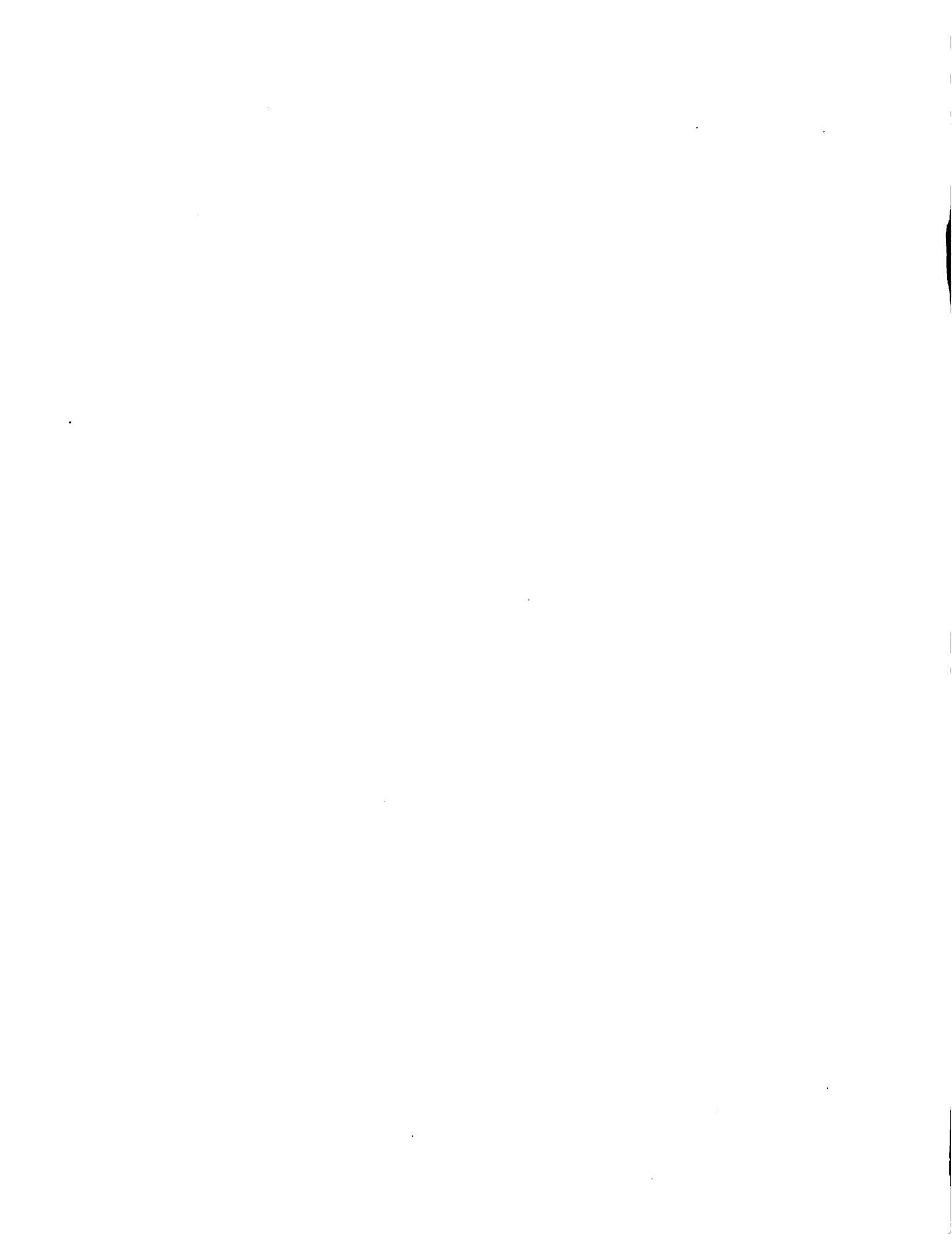
ENSAYO COMPARATIVO DE METODOS DE RIEGO EN VID,
VARIEDAD CEREZA

Por: Ing. Agr. M.J.C. Oriolani (*)
Ing. Agr. O.C. Pizarro (**)
Ing. Agr. M.L. Gonzalez (**)
Ing. Agr. M.E. Quiroga de Oriolani (**)
Ing. Agr. R.L. Lecuona (***)

(*) Técnico en Hidrología Agrícola de la Estación Experimental Regional Agropecuaria Mendoza del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

(**) Técnicos en Fertilidad de Suelo del INTA-EERA Mendoza.

(***) Técnico en Conservación y Manejo de Suelo del INTA-EERA Mendoza



II SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEO

'ENSAYO COMPARATIVO DE METODOS DE RIEGO EN VID, VARIEDAD CEREZA'

INTRODUCCION

El riego por goteo ha despertado gran interés en nuestro medio por su economía en el consumo de agua, entre otras ventajas, y el aumento de producción.

En la primera contribución sobre este trabajo presentado al I Seminario Latinoamericano de riego por goteo, M Oriolani y otros - 1975 (1), determinaron una diferencia altamente significativa a favor de métodos de goteo con un 29 % de ahorro de agua.

La vid consumió, durante el ciclo promedio de 3 años, 5098 m³ por hectárea de agua en riego por goteo; mientras que en riego por aspersión fue de 7083 m³/ha y en los superficiales 7263 m³/ha.

Sin embargo no hubieron diferencias significativas al comparar las medias de producción de frutos, tanto para tratamientos de riego como para subtratamientos de fertilización.

En los dos últimos años se cambió la hipótesis de trabajo. Se suministró al riego por goteo igual cantidad de agua que en los superficiales. En este segundo ensayo no se utilizó la aspersión pues los rendimientos y consumos diferían de los obtenidos en los métodos tradicionales.

Teóricamente, y de acuerdo con lo indicado por los investigadores en el I Simposio de Riego por goteo (abril de 1975), el goteo estaría conducido así en óptimas condiciones que determinaría un gran aumento de producción y por lo tanto la economía de agua se interpretaría al considerar una mayor producción de frutos a igualdad de m³ de agua consumida.

(1) M.J.C. Oriolani; R. Bagini; O.C. Pizarro; M. Gonzalez; R. Lecuona; y M.E. Quiroga de Oriolani. 1975. "Ensayo comparativo de métodos de riego (surco, inundación y goteo) en parral var. Cereza" (comunicación) I Seminario Latinoamericano sobre riego por goteo. Mendoza, marzo 31 - abril 4, Rep. Argentina.

FINALIDAD

Con este ensayo se procura determinar la respuesta en la producción del cultivo de la vid regada por métodos tradicionales y goteo y agregando una cantidad de agua y fertilizantes convenientes.

MATERIAL Y METODOS

La experiencia se instaló en el período 1975/76 en cultivo de vid variedad Cereza, de 15 años de edad, conducido en parral a 2,50 x 2,50m de distancia (1 planta por palo).

Los tratamientos de riego son los siguientes:

"A" por surco

"B" por melga

"C" por goteo "Ravit"

"D" por goteo "Cimalco"

En los dos primeros el riego se efectúa cuando el suelo (en zona de raíces) dispone del 40% del agua aprovechable y en los dos últimos la reposición de la humedad es diaria.

El diseño estadístico es de bloques al azar, con parcelas divididas (subparcelas con y sin fertilización) y cuatro repeticiones. Cada parcela está integrada por 12 plantas y las correspondientes borduras, con una superficie total de 2.800 m². En la subparcela (6 plantas) con fertilización y para los métodos superficiales se colocaron 500 Kg/ha de sulfato de amonio y 500 Kg/ha de superfosfato de calcio en dos oportunidades (en brotación y después del cuaje), mientras que en goteo se aplicaron en la línea cantidades equivalentes a las anteriores, pero usando sulfato de amonio y ácido fosfórico comercial en solución y con una frecuencia de día por medio.

El consumo de agua se determinó por el método de la parcela experimental.

Características de los equipos

1. Goteo "Cimalco"

El equipo posee un tanque de abastecimiento de agua de 600 litros, la cañería principal de 20 mm de diámetro y el ala regadora de 15 mm de diámetro. Los goteros "Cimalco" son multiflujo, con reguladores de presión y filtros.

El número de goteros es de 2 por planta más un gotero interfilar. La erogación de cada gotero es de 1,66 l/hora; la presión de trabajo es de 1,5 m.

2. Goteo "Ravit"

Igual al anterior, posee un tanque de abastecimiento de agua. La cañería principal es de 1 1/4 de diámetro; ala regadora de 1" de diámetro. Los goteros son simples, espaciados 1 m entre la línea y con una erogación de 15,6 litros por hora cada uno. La presión de trabajo es de 1,5 m.

En ambos casos se llenan diariamente con agua limpia del subsuelo el tanque de abastecimiento, por medio de un equipo motobomba.

MANEJO DE LOS DISTINTOS METODOS DE RIEGO

La capacidad hídrica determinada para el suelo relevado hasta una profundidad de 60 cm es la siguiente:

CUADRO 1

CARACTERISTICAS HIDRICAS

	Capacidad de campo Wc %	Capacidad de march. Wm %	Peso esp. aparente	Capacidad hídrica Mn	Cuota riego Wu% 40
Surco y Melga	21,5	9,3	1,4	103	62
Goteo "Ravit"	21,1	9,2	1,4	100	-
Goteo "Cimalco"	20,5	0,0	1,4	97	-

El manejo de cada tratamiento se efectúa así:

- (A) Surco: Se dispusieron 3 surcos de 20 m de largo en cada interfilar, con nivelación a cero. Los riegos se efectúan con caudales de 8 a 14 l/s medidos con aforador Cipolletti.
- (B) Melga: Se dispuso una melga en cada interfilar de 2,50 x 20 m niveladas a cero. Los riegos se efectúan en forma similar al surco.
- (C) Goteo "Cimalco": Con una temperatura media diaria determinada en el lugar se calcula mediante la fórmula de Blaney-Criddle (coeficiente $K=0,63$ medio anual) la evapotranspiración diaria. O bien mediante el valor de la evaporación diaria del tanque tipo "A". Al día siguiente se entregan esos mm al cultivo.
El equipo se hace funcionar de 7 a 10 horas diarias, agregando de 1,9 a 4,2 mm día, según época del año, con caudales medio de 1,7 l/ha por gotero.
Los volúmenes agregados se miden mediante escala en los tanques de abastecimiento.
- (D) Goteo "Ravit": Se procede en forma semejante al tratamiento (C). Funciona según época del año, agregando de 1,9 a 4,2 mm diarios. los volúmenes necesarios se miden mediante escala en el tanque de abastecimiento.

DETERMINACIONES EFECTUADAS

1. Cálculo de la evapotranspiración real

Mediante la determinación de la humedad del suelo en las parcelas de métodos superficiales se confeccionaron las gráficas de variación de humedad edáfica y se calculó la evapotranspiración real mensual para cada tratamiento y con los datos de coeficientes mensuales y anuales del cultivo (Cuadro 5).

También se relacionó la evaporación del tanque "tipo A" con la evapotranspiración real, obteniéndose los coeficientes K mensuales y anuales para el cultivo (Cuadro 5).

Los datos climáticos fueron suministrados por la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N.C. distante 1Km del lugar del ensayo.

2. En riego por goteo la zona humedecida fue determinada mediante la extracción de muestras de suelo en dos líneas.

La primera en el interfilar cada 25 cm entre plantas y cada 20 cm en profundidad; y la segunda en diagonal entre plantas y cada 20 cm en profundidad; y la segunda en diagonal entre plantas de dos filas, cada 35 cm de distancia y cada 20 cm de profundidad.

Igualmente se determinó la salinidad por conductividad eléctrica del extracto a saturación.

En el interfilar, la humedad presente hasta 1 m corresponde o es próxima a la capacidad de campo - $W_c\%$ - siendo su salinidad baja (de 861 a 2284 micromhos por cm a 25°C).

Mientras que en la línea diagonal la primera extracción la humedad baja hasta casi la capacidad de marchitamiento - $W_m\%$ - llegando a ésta en los otros lugares. En cambio la conductividad eléctrica (C.E.) aumenta en sentido contrario de 2.200 a 10.800 micromhos/cm.

3. En los riegos superficiales y en muestras promedios se valoró su salinidad correspondiendo una C.E. igual a 2337 micromhos/cm a 25°C.

4. Análisis de suelo

En muestras promedio de la zona de raíces se determinó nitrógeno, fósforo y potasio, resultando con un contenido mediano de nitrógeno, pobre de fósforo y bien provisto en potasio, razón por la cual en la fertilización se agregaron el nitrógeno y fósforo solamente. (Cuadro 3).

5. Análisis foliares

Durante el primer año se extrajeron muestras de hoja en cuatro oportunidades:

brotación, cuaje, envero y cosecha. (Cuadro 4).

Al comparar los valores de estos elementos entre las parcelas con y sin fertilización, el agregado de fertilizante no se ha manifestado en el primer año como incremento en los contenidos.

RESULTADOS

Como promedio en los dos períodos agrícolas 1976 y 1977 no hubieron diferencias significativas al comparar las medias de producción de frutos, tanto para tratamientos de riegos como para subtratamientos de fertilización. Tampoco se notó diferencias en la calidad de la producción medida por el % de azúcar y acidez del mosto en el momento de la cosecha.

La vid consumió en promedio por cualquiera de los métodos 742,6 mm correspondiendo a los superficiales una frecuencia media de 20 días entre riego con un total de 9 riegos, mientras que en goteo se aplicó igual cantidad de agua con una frecuencia de 1,9 días.

Al relacionar la evapotranspiración real con la evapotranspiración potencial según Blaney-Criddle y con la evaporación del tanque tipo "A" se obtuvieron los "K" respectivos.

En el cuadro 5 se consignan los datos promedio referentes a la producción y los riegos.

CUADRO 2

SALINIDAD

Conductividad Eléctrica Actual

Extracto a Saturación micromhos/cm a 25 °C (13-5-77)

Profundidad cm	Surco	Melga	Promedio	
0 - 30	2031	2076	2053	} 2337
30 - 60	2678	2562	2620	
60 - 90	3393	3141	3267	

CUADRO 3

FERTILIDAD DE SUELO

Determinación Lugar	Nitrógeno ppm	Fósforo - P2 O5 Método Arizona ppm	Potasio - K2 O g % g - t.f.s.a.
Surco	780	3,79	229,6
Melga	638	7,52	226,7
Goteo "Cimalco"	650	4,9	206,1
Goteo "Ravit"	626	2,7	223,7
	Medianamente provisto	Bajo contenido	Bien provisto

CUADRO 4

ANALISIS FOLIARES

		N				P				K			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sup.	SF	2,86	2,31	2,04	1,51	0,25	0,15	0,13	0,10	1,30	1,06	0,92	0,40
	F	3,05	2,33	2,09	1,49	0,26	0,15	0,13	0,10	1,31	1,11	0,89	0,34
Goteo	SF	2,87	2,10	1,82	1,55	0,25	0,15	0,13	0,11	1,31	1,24	0,94	0,42
	F	3,19	2,10	1,97	1,38	0,25	0,15	0,13	0,11	1,26	1,04	0,89	0,38

1, 2, 3 y 4 - época de extracciones foliares

N = como N ppm ss.

P = como P2 O5 g %g. ss.

K = como K2 O5 g %g. ss.

SF = sin fertilización

F = con fertilización

CUADRO 5

ENSAYO COMPARATIVO DE METODOS DE RIEGO EN VID*

CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION DE RIEGO

Años 1976 - 1977

<u>Tratamientos</u>	<u>Surco</u>	<u>Melga</u>	<u>Goteo "Ravit"</u>	<u>Goteo "Cimalco"</u>
<u>Producción de frutos</u>				
Kg/planta	13,7	14,30	14,45	11,1
Kg/ha	21,920	22,880	23,120	17,760
Kg/azúcar pl.	3,12	2,56	3,40	2,71
Acidez %	4,36	4,49	4,58	4,29
<u>Subtratamientos</u>				
<u>Producción frutos</u>				
Kg/planta sin fertil.		13,9		12,6
Kg/planta con fertil.		13,8		12,4
<u>Riegos</u>				
N°de riegos totales del ciclo	9	9	113	113
Intervalo medio en días	20	20	1,9	1,9
Umbral medio Wu %	34	35	-	-
<u>Consumo de agua</u>				
Hasta cosecha (221 d) m3/ha		717,6		713,9
Total del ciclo (227 d) m3/ha		740,6		744,6
Efic. evapotransp. Kg fruto/m3 agua total		3,02		2,75
Valor "K" anual de Blaney - Criddle		0,63		0,63
Valor "K" tanque de Evaporación tipo A		0,55		0,54

ANEXO N^o 13

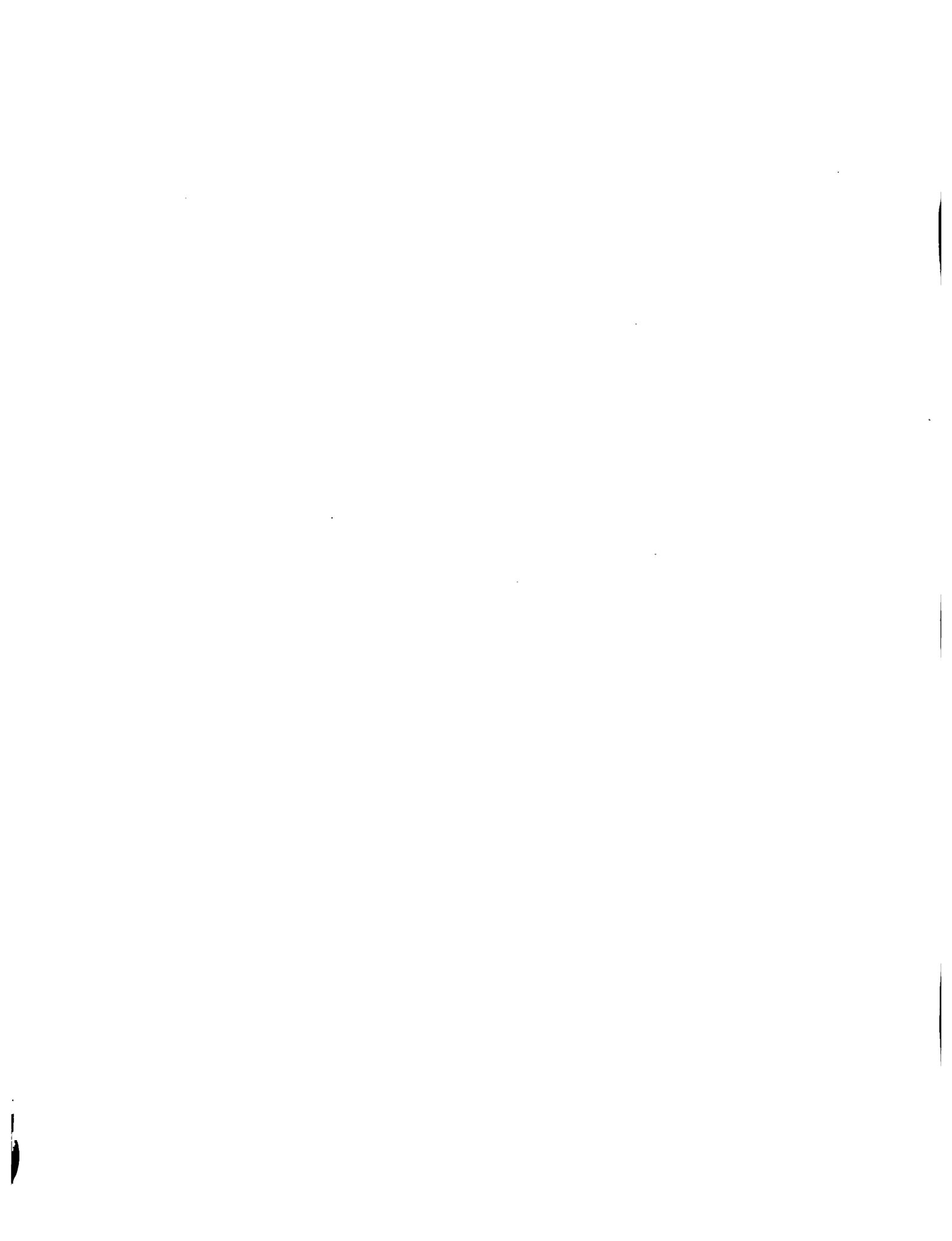
DETERMINACION DEL FACTOR "K" DE LA EVAPORACION PARA
ESTIMAR LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA DEL CULTIVO DE
JITOMATE BAJO RIEGO POR GOTEO, EN EL VALLE DEL
RIO YAQUI, SONORA

Por: T.A. Jorge Valcárcel Valenzuela (*)
Ing. Ildefonso de la Peña (**)
Ing. y M.C. F. Alberto Llerena V. (***)

(*) Técnico de OIDRYD, Encargado del Programa de Riego por Goteo, del Distrito de Riego 41, Río Yaqui, Sonora (SARH)

(**) Jefe de OIDRYD, Distrito de Riego 41, Río Yaqui, Sonora (SARH)

(***) Técnico de OIDRYD, Distrito de Riego 41, Río Yaqui, Sonora (SARH)



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
REPRESENTACION EN EL ESTADO DE SONORA SUR
DISTRITO DE RIEGO No. 41, RIO YAQUI

"DETERMINACION DEL FACTOR "K" DE LA EVAPORACION PARA ESTIMAR
LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA DEL CULTIVO DE JITOMATE BAJO - -
RIEGO POR GOTEO, EN EL VALLE DEL RIO YAQUI, SONORA" ;

- * T.A. Jorge Vizcaíno V.
- ** Ing. Ildefonso de la Peña
- *** Ing. y M.C. F. Alberto Llerena V.

1. INTRODUCCION

La región conocida como del Río Yaqui, cubre una superficie un poco mayor de 500,000 ha. de las cuales aproximadamente - - - 240,000 son irrigadas con agua de gravedad (principalmente) y de bombeo, quedando una gran extensión de terreno sin poder ser cultivada por la limitación que se presenta del factor agua. Así mismo, en estas zonas fuera del perímetro de riego existe la posibilidad de explotar pequeñas áreas utilizando agua de pequeñas represas, o la proveniente de pozos de agua potable (ya sea profundos o norias), con la finalidad de que grupos de campesinos que habitan en dichas zonas mejoren sus condiciones de vida con los productos que se obtengan, los cuales pueden proporcionar -- utilidades, ser para autoconsumo ó también complementar la explotación ganadera.

Por tal razón, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través de la Oficina de Riego y Drenaje, está desarrollando un programa de cultivos regados por goteo, para tratar de aprovechar la bondad que presenta este método con respecto al -- ahorro de agua y la obtención de mayores rendimientos, y posteriormente aplicar los resultados de este programa con dichas - - áreas.

- * Técnico de OIDRYD, Enc. del Programa de Riego por Goteo.
- ** Jefe de OIDRYD, Distrito de Riego 41 (SARH)
- *** Técnico de OIDRYD, Distrito de Riego 41 (SARH)

Este programa está enfocado a tratar de encontrar la forma de aplicación del agua, que incluye frecuencia y cantidad, que proporcione las condiciones de humedad más favorables a las plantas que les permita producir altos rendimientos, al mismo tiempo de efectuar una optimización en el uso del agua. Así, la finalidad de este programa, es estudiar los cultivos de tomate, maíz, frijol, garbanzo, sorgo, etc., las cuales se regarán mediante el sistema de riego por goteo aplicando diferentes láminas de agua y con diferente frecuencia, para buscar la combinación con la cual se obtenga una máxima producción con una mínima cantidad de agua.

Dado que la evaporación que se presenta en un evaporómetro de tanque tipo "A" está correlacionado con la evapotranspiración de los cultivos, se pretende evaluar diferentes coeficientes que al multiplicarlos por la evaporación, determinen el agua que deberá suministrarse al suelo para reponer la evapotranspirada por el cultivo.

En este trabajo inicial se estudió el cultivo de Tomate de primavera (Var. Tropic), y los objetivos que se plantearon fueron los siguientes:

1. Determinar el valor del coeficiente de evaporación que deberá aplicarse para reponer al suelo mediante el riego por goteo, las láminas parciales evapotranspiradas a través del ciclo vegetativo del cultivo.
2. Determinar la periodicidad con que se debe aplicar cada riego.

II. MATERIALES Y METODOS:

1. Localización del Experimento. Este estudio se llevó a cabo en la parcela escolar del Ejido "Mora Villalobos", que comprende la fracción sur del lote No. 30 de la manzana a 105 de la cuadrícula del Valle del Yaqui, Sonora. Esta manzana está situada a 12 km. al Este de Cd. Obregón, y tiene una elevación sobre el nivel del mar de 35 m.

2. **Clima.** Según la clasificación de Thornwaite (1) el clima de esta región es el siguiente: EDA'a, esto es, Provincia de humedad E árida, vegetación de desierto, con humedad déficiente en todas las estaciones. P Provincia de temperatura A' Tropical. Subprovincia de temperatura a, concentración en el verano-entre 25 y 36%.

3. **Suelo.** Se obtuvieron varias muestras de suelo de diferentes profundidades (hasta 120 cm), a las cuales se les efectuó los análisis químicos y físicos con los siguientes resultados:

- a. **Propiedades Físicas:** Textura Arcillo-limosa; $D_a = 1.10$ a 1.35 gr/cm^2 ; capacidad de campo de 29-31%; p.m.p. de 14.5 a 16%.
- b. **Propiedades Químicas:** pH de 7.8; C.E. menor a 1 mmhos/cm; CIC de 39.4 a 41.5 meq/100 gr; y PSI de 0.9 a 1.6.

4. **Agua de Riego.** El agua utilizada provenía de la red de agua potable del poblado, y la cual presenta las siguientes características químicas: pH de 7.8, una CE de 700 micromhos/cm., y un R.A.S. de 1.85.

5. **Selección de los Tratamientos.** En base a los objetivos planteados, se fijaron tres coeficientes de la evaporación equivalentes al 40, 70 y 100%, y tres repeticiones de riego correspondientes a diario, cada cinco días y cada diez días. La combinación de estos dió un total de los tratamientos siguientes:

No.	Factor 1 Evaporación	Factor 2 Frecuencia
1	100%	Diario
2	70%	Diario
3	40%	Diario
4	100%	5 días
5	70%	5 días
6	40%	5 días
7	100%	10 días
8	70%	10 días
9	40%	10 días

Así mismo, se estableció un testigo regado por gravedad -- (Tratamiento No. 10), al cual se le aplicó cada riego cuando la humedad del suelo descendiera a un 30% de la humedad aprovechable.

6. Diseño Experimental. Se utilizó un factorial 3 x 3 y un testigo en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las distribuciones de los tratamientos se puede observar en la figura No. 1.

7. Establecimiento del Experimento. En una parcela de -- 70 x 30 m, en la cual se realizó una preparación inicial consistente de barbecho sencillo, rastreo cruzado y tabloneo.

8. Siembra. Se llevó a cabo por trasplante, previo establecimiento de un almácigo el 2 de febrero de 1976. El trasplante se efectuó el 22 de marzo colocando una planta cada 25 cm.

9. Sistema Hidráulico. En cada unidad experimental se conectaron 4 mangueras laterales de 7 mm de diámetro y de 7.5 m de longitud para cada línea de plantas, en las cuales se colocó un gotero del tipo microtubo de 1 mm de diámetro y con una longitud constante de 80 cm (3) por el hecho que en la longitud de 7 m las pérdidas de carga son prácticamente despreciables. Cada gotero se colocó en un elevador para evitar taponamientos.

Para proporcionar un gasto constante de 2 l/ha en cada gotero, se utilizó una carga hidráulica de 1.6 m. que se controló con una válvula de globo en cada unidad, medida con un piezómetro -- instalado después de cada válvula.

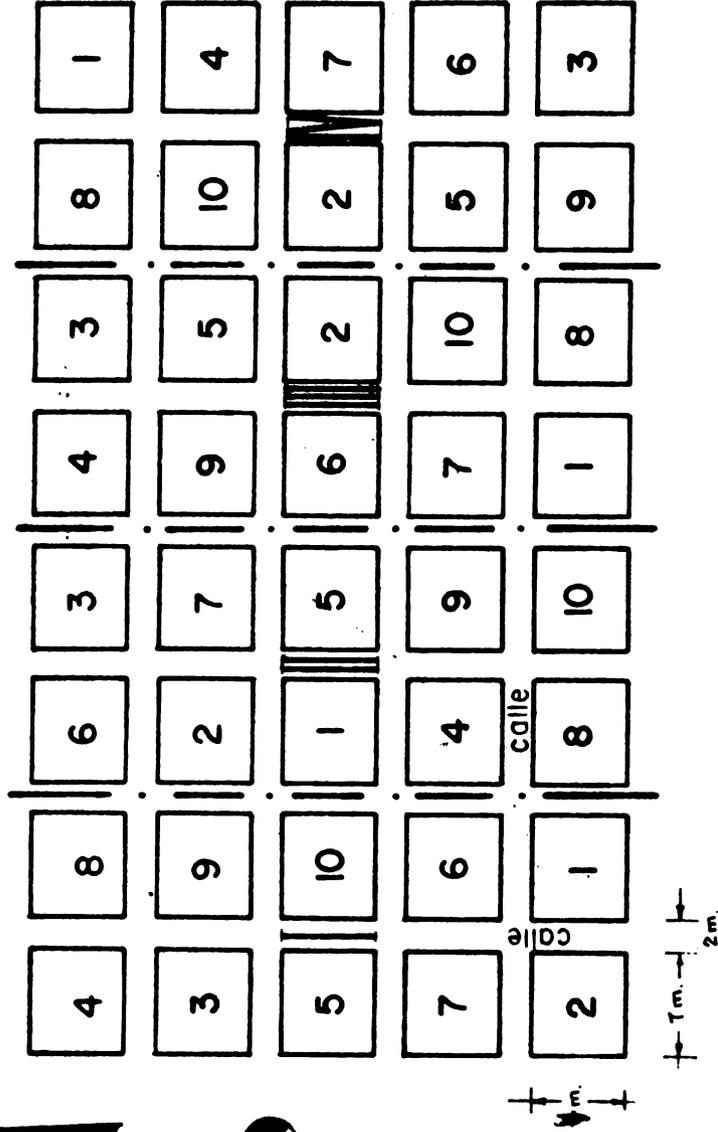
El abastecimiento de agua al sistema fué a través de dos tanques colocados a una altura de 6 y 5 metros respectivamente. El primero tenía la función de suministrar el agua al segundo, en el cual se mantenía una carga constante de 5 m mediante una válvula con flotador.

10. Riegos. Para la aplicación de cada lámina de riego parcial, se consideró un área de influencia de cada gotero de --

DETERMINACION DEL FACTOR DE EVAPORACION EN UN TANQUE TIPO "A" PARA LA APLICACION DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE TOMATE (VAR. TROPIC) EN EL VALLE DEL YAQUI

(EXPERIMENTO 41-RG-1-76)

DISEÑO EXPERIMENTAL
 Factorial 3 x 3 en bloques al azar
 con cuatro repeticiones



TRATAMIENTOS

Nº	Factor 1	Factor 2
1	100 %	Diario
2	70 %	Diario
3	40 %	Diario
4	100 %	5Dias
5	70 %	5Dias
6	40 %	5 Dias
7	100 %	10 Dias
8	70 %	10 Dias
9	40 %	10 Dias
10	Testigo regado por gravedad	

Tipo de gotero: micro tubo de 1mm Ø

S.A.R.H.

OIRYD

0.5 m² (0.5 x 1m), por lo que para regar un cm de lámina era necesario aplicar 5 litros por cada gotero.

Inicialmente al trasplantar, se aplicó un riego a todas -- las parcelas de 4 cm, y posteriormente se aplicaron láminas parciales de acuerdo a los tratamientos.

Para observar el comportamiento de la humedad en el suelo se efectuaron muestreos periódicos a 12.5 cm del punto de goteo, arriba del surco entre plantas, y en las profundidades de 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm y 90-120 cm.

11. Fertilización. Se aplicó la fórmula 160-60-0 en cuatro etapas, correspondiendo la primera cinco días después del trasplante y las restantes cada 20 días.

12. Variables de respuesta. Se midió el rendimiento, tomando como parcela útil 5 metros de los dos surcos intermedios, (deshechando dos metros por cabeceras y dos surcos por calle), dando un área de 10 m².

La cosecha se inició el 2 de junio y terminó el 27 de Julio.

III. RESULTADOS Y DISCUSION:

1. Láminas de riego aplicadas. La evaporación durante el ciclo vegetativo del tomate fué de 84.0 cm, por lo que las láminas aplicadas en los tratamientos más los 4 cm del riego de trasplante fueron:

a) Para el caso del 100% 84 + 4 = 88 cm

b) Para el caso del 70% 58.8 + 4 = 62.8 cm

c) Para el caso del 40% 33.6 + 4 = 37.6 cm

d) En el caso del tratamiento regado por gravedad se aplicó una lámina de 94 cm en nueve riegos.

2. Rendimientos obtenidos. En el cuadro No. 1, se pueden observar los resultados del rendimiento del tomate para cada parcela, expresados en toneladas por ha.

CUADRO No. 1.- Datos de rendimiento de tomate obtenidos para cada tratamiento expresado en ton/ha.

Trat.	Evap.	Frec.	Bloques				Suma	\bar{x}
			I	II	III	IV		
1	100%	Diario	59.655	55.131	73.563	63.650	251.999	63.00
2	70%	Diario	68.433	45.362	68.922	52.343	235.060	58.765
3	40%	Diario	48.732	34.500	49.521	36.851	169.244	42.311
4	100%	5 días	65.169	45.692	71.633	60,993	243.487	60.872
5	70%	5 días	63.462	40.362	66.642	63.743	234.209	58.552
6	40%	5 días	49.502	39.761	32.142	31.395	152.800	38.200
7	100%	10 días	66.510	52.482	68.270	53.582	240.844	60,211
8	70%	10 días	41.382	36.752	55.110	38.250	171.494	42.873
9	40%	10 días	50.652	30.051	43.611	45.272	269.586	42.396
Sumas:			513.137	380.093	529.414	446.079	1868.723	51.909
10 testigo regado por gravedad			30.701	15.920	25.714	26.664	98.999	24.749

CUADRO No. 2.- Análisis de Varianza para la variable rendimiento.

F. de V.	g.l.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	3	1557.168	519.056	13.846**
Tratamientos	8	3262.33	407.791	10.878**
Frecuencia	2	237.708	118.854	3.171NS
Evap	2	2534.772	1267.386	33.809**
Frec x Evap	3	489.850	163.283	4.356*
Error	24	899.692	37.487	
Total	35	5719.19		

En base a ellos, se realizó un análisis estadístico efectuando primeramente una prueba de heterogeneidad de varianzas -- entre tratamiento, en la cual resultaron homogéneas por lo que se procedió a llevar a cabo el análisis de varianza respectivo. Así mismo, dado las diferencias tan notorias observadas entre -- el tratamiento regado por gravedad y los regados por goteo, se realizó el Análisis de Varianza (ANVA) únicamente con los datos de goteo.

El ANVA se puede observar en el cuadro No. 2, y encontrándose diferencias altamente significativas entre tratamientos, -- por lo cual se desglosó el efecto de cada factor y su interacción resultando lo siguiente:

a) No se encontraron diferencias entre las frecuencias -- de riego probadas, por lo que se concluye con 95% de seguridad, que estadísticamente no hay efecto en el rendimiento al utilizar las diferentes frecuencias de riego probadas. Sin embargo, se observó que existió una ligera tendencia de disminución en -- el rendimiento al aumentar la frecuencia de los riegos, y ésta tendencia es más fuerte al pasar de 5 días a 10 días. Por lo -- tanto, se procederá a realizar pruebas de comparación de medias o grupos utilizando contrastes ortogonales para amplificar este efecto.

b) Se detectaron diferencias altamente significativas en la interacción frecuencia-factor de evaporación, que indica que estos factores no actúan enforma independiente sobre el rendimiento.

c) Se detectaron diferencias altamente significativas en -- tre los distintos factores de evaporación utilizados, por lo -- que se concluye con 99% de seguridad que estadísticamente al me -- nos una de las medias es diferente. Para evaluar estas diferen -- cias se efectuó la prueba de Tukey para la comparación de me -- dias, resultando que el valor de DMH con $\alpha = 0.05$ fué de -- -- -- 14.723, por lo que las diferencias existentes entre las medias -- de tratamiento expresadas de acuerdo a la nomenclatura de Dun -- can fueron:

Trat.	1	4	7	2	5'	8	9	3	6
Evap.	100	100	100	70	70	70	40	40'	40
Frec.	Diario	5 días	10 días	Diario	5 días	10 días	10 días	Diario	5 días
Diferen- cias (nomen- clatura de- Duncan).	63.0	60.87	60.21	58.77	58.55	42.87	42.4	42.31	38.2

Esto es, las medias 1, 4, 7, 2 y 5 resultaron estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes a las de 8, 9, 3 y 6, las cuales a su vez son iguales entre sí. Esto significa que los tratamientos en los que se aplicó el 100% y el 70% de la evaporación son iguales estadísticamente (excepto para el caso de 70% y 10 días de frecuencia), y mejores que el de 40%. Sin embargo esta prueba de comparación de medias resultó muy ambigua, por lo que se procedió a realizar pruebas múltiples de medias o de grupos de medias utilizando contrastes ortogonales (2).

Estas pruebas se realizaron con el fin de amplificar los efectos de los tratamientos y tratar de precisar más, si existen, las diferencias entre grupos. Los contrastes efectuados se enfocaron a comparar entre sí los diferentes factores de evaporación (100, 70 y 40%), y las diferentes frecuencias (diario, 5 días y 10 días), a pesar de que en este último caso, no se detectaron diferencias en el ANVA.

Así, las comparaciones efectuadas fueron 8 (grados de libertad de tratamientos), y los resultados obtenidos, agrupados para cada factor probado son:

A. Factor de evaporación:

No. de Contraste	Comparación	Significancia
3	100% vs 70 y 40%	**
5	70% vs 40%	**
7	100% vs 70%	**

Por lo tanto, se concluye que estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre cada uno de los factores de evaporación por lo que el tratamiento 100% es mejor que el 70% y el 40%, y el de 70% es mejor que el de 40%. Algunas de estas diferencias no se habían detectado en la prueba de Tukey. Sin embargo, la diferencia entre el de 100% y 70% es mucho menor que el existente entre 70 y 40% por lo que la recomendación respecto al rendimiento se dirigirá a utilizar el de 70 ó 100%, según sean las condiciones de disponibilidad del agua.

Estos resultados indican que el valor del coeficiente de evaporación más adecuado debe estar entre 70% y 100% para el presente caso de jitomate.

B. Frecuencia de riego:

No. de Contraste	Comparación	Significancia
2	Diario y 5 días vs 10 días	*
6	Diario vs 5 y 10 días	N.S
1	Diario vs 5 días	N.S
4	Diario vs 10 días	**
8	5 días vs 10 días	N.S

En este caso se encontraron algunas diferencias que el ANVA no detectó. Estas diferencias se concretan de la siguiente manera: estadísticamente es mejor regar diariamente o cada cinco días que cada diez días, y es mucho mejor regar diario que cada 10 días. Estas conclusiones se pueden observar más objetivamente agrupando las sumas de las medias de tratamiento de acuerdo a cada factor estudiado, ésto es:

	Factor 1 (evap)			Factor 2 (Frec)		
Niveles:	100	70	40	Diario	5 días	10 días
Media:	61.36	53.40	40.97	54.69	52.54	48.49

3. Relación rendimiento lámina de riego.

Los datos de rendimiento encontrados se transformaron a ton/cm agua, de acuerdo a la lámina aplicada en cada tratamiento. A estos datos se les efectuó también un análisis de varianza, resultando únicamente diferencias altamente significativas para el factor evaporación. Así mismo, se efectuaron comparaciones de grupos de medias utilizando contrastes ortogonales, encontrándose diferencias altamente significativas solamente en los casos siguientes:

100 % vs 70 y 40%	••
70 % vs 40 %	••
100 % vs 70 %	••

Estas diferencias se pueden captar más ampliamente en el cuadro siguiente, en donde se agruparán las medias de cada factor:

	Factor 1 (evap)			Factor 2 (Frec)		
Niveles:	100	70	40	Diario	5 días	10 días
Medias:	0.697	0.850	1.107	0.932	0.886	0.838

Por lo tanto, para este caso de Ton/cm de agua, estadísticamente es mejor el tratamiento de 40% que el de 70% y 100%, y a su vez el de 70% es mejor que el de 100%.

Así, esta conclusión estadística es exactamente la opuesta a la que se obtiene al analizar únicamente el rendimiento, por lo cual la recomendación que se adopte dependerá de las condiciones existentes en cada una de las zonas donde se vaya a aplicar, pensando siempre en la costeabilidad del cultivo, la amortización del sistema y la disponibilidad de agua y/o costo de la misma. Es decir, esta conclusión señala la conveniencia de realizar un análisis de costos y beneficios cuando se presenten condiciones de escasez de agua o altos costos de la misma, para relacionar la costabilidad del cultivo a explotar con la amortización del sistema de riego por goteo, que generalmente es alta. De este análisis dependerá la definición del coeficiente de evaporación por utilizar o lámina de riego por aplicar.

En el presente caso, las recomendaciones se harán en base al análisis del rendimiento solamente, por que se recomienda -- utilizar un factor de evaporación que fluctúe entre 70 y 100%, y una frecuencia menor a 5 días.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

CONCLUSIONES.

1. Los rendimientos obtenidos cuando se regó mediante el sistema de goteo fueron mayores que cuando se utilizó el tradicional por gravedad.

2. En el Análisis de Varianza del rendimiento no se encontró diferencias estadísticas entre las frecuencias de riego por goteo probadas. Sin embargo, al hacer uso de contrastes -- ortogonales para la comparación de grupos de medias, resultaron estadísticamente mejor las aplicaciones de riego diarios y cada cinco días que la de diez días.

3. El factor de evaporación no actúa independientemente de la frecuencia de riego sobre el rendimiento, ya que se detectó una alta significancia estadística en la interacción de estas dos variables.

4. Estadísticamente la prueba de Tukey para comparación de las medias de rendimiento define que no existen diferencias significativas entre los coeficientes de evaporación de 100 y -- 70% con los cuales se obtuvieron los mayores rendimientos, y -- que éstos son diferentes y mejores al de 40%. Con los contrastes ortogonales se encontraron diferencias entre el grupo de -- 100% y el de 70%, pero menores que las existentes entre el de -- 70% y el de 40%.

5. Al analizar estadísticamente la relación entre rendimientos y lámina de agua, se encontraron diferencias altamente significativas entre las medias de los coeficientes de evaporación, resultando el de 40% mejor que el de 70% y éste mejor que el de 100%.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda utilizar una frecuencia de riego, por goteo de cinco días o menor, o un coeficiente de evaporación que fluctúa entre 100 y 70% dependiendo de las condiciones de disponibilidad de agua, costeabilidad del cultivo y amortización del sistema.

2. Se recomienda repetir el presente experimento utilizando valores del coeficiente de evaporación comprendidos entre 70 y 100%. Así mismo, es conveniente estudiar el efecto de la utilización de diferentes coeficientes de evaporación durante las distintas etapas del ciclo vegetativo del cultivo.

V. BIBLIOGRAFIA

1. Características de los Distritos de Riego, Tomo 1, 1970. - Dirección de Estadística y Estudios Económicos.- S.A.R.H. México.
2. Llerena V. F.A. (1975). Apuntes de Clase de Diseños Experimentales (inéditos). Rama de Estadística y Cálculo. CP, Chapingo, México, Méx.
3. Rosales J. J.R, 1973. Riego por Goteo de Chile Caribe en el Distrito de Riego del Río Yaqui, Son. Mem. - Téc. No. 320, S.R.H. México.
4. Steel G.D.R. and J.H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill Book, Co. New York. U.S.A.

ANEXO N° 14

**EL CULTIVO DE LA VID IRRIGADO POR GOTEO
EN LA COMARCA LAGUNERA**

Por: Ing. Saúl de los Santos Valadez (*)

(*) Técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Encargado del Programa de Riego por Goteo, Distrito de Riego N° 17. Comarca Lagunera Coahuila y Durango, México.

EL CULTIVO DE LA VID IRRIGADO POR GOTEO EN LA COMARCA LAGUNERA.

Por: Ing. Saúl de los Santos Valadez

GENERALIDADES Y ANTECEDENTES:

Con el aumento de la población mundial también ha crecido la demanda de alimentos. A principios de la década pasada, la población mundial era de 3,000 millones de habitantes; a finales de la presente década se estima una población de 4,500 millones de habitantes. El promedio anual mundial de crecimiento de la población es un poco mayor al 2%, lo que significa que la población de la tierra se duplicará para el año 2,000, es decir, habrá 7,000 millones de habitantes. 2/

Mientras que la nación más rica del mundo, U.S.A., necesita 100 años para duplicar su población, algunos países como el nuestro, con una tasa de crecimiento demográfico de 3.5% solo necesitan de un lapso de 20 a 21 años para realizarlo. 2/

Técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
Encargado del Programa de Riego por Goteo
Distrito de Riego No. 17
Comarca Lagunera, Coahuila y Durango, México.

Los países subdesarrollados constituyen el 65% de la población mundial, pero únicamente producen el 20% de los alimentos mundiales. 2/

En esos países, principalmente Latinoamérica, el incremento en producción es primordialmente por un aumento en la superficie cultivada y no por el aumento en los rendimientos unitarios. De ahí que mediante la aplicación de una agricultura tecnificada e intensiva a dicha superficie, se pueda satisfacer la demanda alimenticia al incrementar el aprovechamiento del potencial agrícola de la misma. Lo que significa que el futuro alimenticio mundial está latente en la explotación de las tierras agrícolas de los países que actualmente constituyen el tercer mundo, ya que en los países más desarrollados e industrializados, sus áreas cultivables no han cambiado mucho durante los últimos 20 años.

Es usual que la agricultura pugne contra factores adversos como son el clima, el suelo, los costos, la escasez del agua de riego, etc., pero también es común que el hombre adapte cultivos, técnicas agrícolas, posibilidades y métodos de riego a esas adversidades. El agua de riego presenta dos problemas principales en la mayoría de las ocasiones: cantidad y calidad de la misma; de ahí que sea necesario buscar y utilizar métodos de riego que produzcan más ingresos, más alimentos por unidad de volumen de aguas de riego utilizada, ya que esta es la época en que los rendimientos agrícolas unitarios deben expresarse en cantidad de proteínas por hectárea y no en kilogramos —

por hectárea. Para esos conceptos el agua tiene un papel principal — como medio para la obtención de alimentos, ya que "... se estima que se necesitan 2.2 metros cúbicos de agua para producir un kilogramo — de pan o 221 metros cúbicos para obtener un kilogramo de carne...". 2/

Una de las técnicas agrícolas modernas recomendadas como posibles — fuentes productoras de mayores ingresos y alimentos es el riego por goteo, que en algunos casos ya ha proporcionado resultados satisfactorios en cultivos de índole diversa y también ha permitido obtener cosechas que de otra manera no serían factibles por presentarse dificultades con la textura y la topografía del terreno a cultivar.

Como toda técnica reciente, el riego por goteo aún no se ha difundido lo suficiente para ser conocido y comprendido por la mayoría de — los técnicos agrícolas y usuarios del sistema, que en ocasiones lo — critican negativamente al desconocer sus principios, técnicas y usos posibles.

Por ello desde hace algunos años, en el Distrito de Riego No. 17, en la Comarca Lagunera, se ha venido utilizando con excelentes resultados entre otros métodos de riego, el riego por goteo en cultivos diversos, principalmente en viñedos comerciales, con el propósito de — estudiarlo y evaluarlo como una de las posibles soluciones a la problemática actual.

La " Comarca Lagunera ", o " Región Lagunera " o " La Laguna ", es y

na zona agrícola e industrial enclavada en la porción Norte-Centro - de la República Mexicana y formando parte de los Estados de Coahuila y Durango. Es un abanico de planicies aluviales con altura promedio de 1,120 m.s.n.m. y área aproximada de 52,000 kilómetros cuadrados.^{2/} La Comarca es irrigada por el flujo estacional de dos ríos, el "Nazas" y el "Aguanaval", más el flujo anual constante de aguas del subsuelo aportadas por más de 2,400 pozos profundos. (fig. 1)

Se encuentra localizada en los paralelos 25°30' y 26°20' de latitud Norte y los meridianos 102°00' y 104°46' al Oeste de Greenwich. ^{10/} El tipo general del clima de la región ha sido clasificado de la siguiente manera: según C.W. Thornthwaite, es árido, con lluvia deficiente en todas las estaciones, mesotermal, con una concentración — aproximada de temperaturas durante el verano del 30%. Se simboliza — por "EB¹da". Según V.D. Koeppen, es clima seco de desierto, caliente, con temperatura media anual mayor de 18°C. Se simboliza por "BWh". Según E. Martonne, es un clima caliente, sin invierno bien definido, su índice de aridez anual promedio es de 7.8 ^{4/} (fig.2). El Promedio anual total de lluvia es 225.2 mm.

De la extensión total, solamente 245,900 hectáreas son susceptibles de riego, las cuales se cultivan actualmente en orden de importancia: — algodónero con 60,000 ha; alfalfa con 16,000 hectáreas; otros cultivos forrajeros con 14,000 hectáreas; nogal pecanero con 3,500 hectáreas; vid con 7,500 hectáreas. Además, la Comarca Lagunera es considerada la principal cuenca lechera del país, pues cuenta con más de

120,000 cabezas de ganado lechero con producciones promedio de invierno de más de 700,000 litros diarios, y en verano de más del millón de litros diarios. También se cuenta con más de cuatro millones de aves para la producción de huevo, con una postura diaria promedio de más de 2'500,000 unidades. Otros cultivos importantes son las hortalizas, especialmente el melón y la sandía, con superficie anual promedio de 2,000 a 3,000 hectáreas. 12/

La Comarca tiene dos presas de almacenamiento localizadas en el cauce del río Nazas y con una capacidad total disponible para riego de 3,000 millones de metros cúbicos. Actualmente, la superficie anual total irrigada en los ciclos de Invierno y Primavera-Verano es aproximadamente de 150,000 hectáreas, correspondiendo 80,000 hectáreas a los cultivos regados con agua de río (o de " Gravedad ") y unas 70,000 hectáreas a cultivos irrigados con aguas provenientes de pozos profundos. 12/

La superficie máxima anual total irrigada fué para el ciclo agrícola 1955-1956, con 215,000 hectáreas (102,000 hectáreas con agua de río y 113,000 hectáreas con agua de bombeo). La superficie máxima anual irrigada con agua de bombeo fué para el ciclo agrícola 1956-1957 - - (118,000 hectáreas), lo cual dió como resultado final de la extracción excesiva, un abatimiento del nivel piezométrico del agua del subsuelo de 40 a 60 metros en el lapso comprendido entre los años 1937 a 1957. 8/

En 1940 existían 1,100 pozos profundos; en 1945: 1,560 pozos profundos; en 1957: más de 3,000 pozos; y en 1975-77: 2,400 pozos. Es a partir de la década de 1950 cuando se inicia una explotación desmesurada del acuífero llegando a ser la extracción promedio a finales de la misma de 1,874 millones de metros cúbicos. 8/ Actualmente la sobreexplotación del acuífero es del orden de los 1,200 millones de metros cúbicos, mientras que la recarga anual total del acuífero es de 650 millones de metros cúbicos. 13/ Lo anterior representa un promedio de abatimiento del acuífero para la década de los cincuenta del orden de 2.2 metros por año y actualmente de 1.70 metros por año. 13/ De los datos anteriores se obtiene que en 1950 se bombeaba y extraían las aguas freáticas a 43 metros de profundidad; en 1957 a 73 metros; y en 1977, se extraen a 110 metros de profundidad o más. 13/

De lo anterior se deduce que la limitación del agua de riego no -- permite pensar en incrementar las áreas de cultivo en el futuro, solamente en aumentar los rendimientos por unidad de superficie y los ingresos, mediante una diversificación de cultivos técnica y económicamente planeada y dirigida.

Esos fueron los objetivos buscados a finales de la década pasada, al iniciarse el denominado " Plan de Rehabilitación de la Comarca Lagunera ", que mediante la nivelación de las tierras agrícolas, la compactación de las áreas de riego y el revestimiento de canales se aumentó la eficiencia en el uso del agua de riego. Paralelamente se iniciaron algunos programas de investigación y experimentación agrícola entre los cuales se incluyó la introducción de algunos métodos de riego que en la distribución y aplicación del agua de riego permitieron obtener dicha eficiencia.

M E T O D O L O G I A :

Desde 1968 se iniciaron en la Comarca algunos trabajos de investigación en viñedos irrigados por goteo, en donde se han logrado y comprobado algunas ventajas en el manejo y en la economía del agua de riego tanto para suelos normales como para suelos con problemas de sales.^{11/} Se han presentado algunas peculiaridades en el desarrollo y la formación de los cultivos perennes regados por goteo, especialmente en los viñedos, ya que en la Comarca, este cultivo es muy vigoroso en su brotación y desarrollo, pero con una programación adecuada de los calendarios de riego ha sido posible manejarlos satisfactoriamente. ^{11/}

El sistema de riego por goteo utilizado en todos los equipos es de emisores con trayecto de flujo largo, regulación automática de acuerdo a la presión de flujo utilizada y con caudal hidráulico de cuatro litros por hora. Los cabezales de control están integrados con unidades filtrantes de mallas concéntricas y decantadores de sólidos centrífugos; en todos los equipos la presión necesaria de trabajo del sistema es suministrada por una motobomba centrífuga o de turbina vertical, eléctricas. La administración de acidos, mejoradores de suelos o materiales fertilizadores se realiza con unidades especialmente diseñadas para regular su dosificación utilizando el principio de la diferencia de presiones en el cabezal del sistema.

Las unidades de control auxiliar (" UCA ") que distribuyen y regulan más específicamente las presiones de trabajo del sistema y los volú-

menes de riego, fertilizantes o ácidos a aplicar al cultivo, se localizan de acuerdo con la superficie que riega el sistema y el número de ramales que lo integren. En algunos sistemas el material utilizado en las líneas secundarias y regantes es polietileno negro de alta densidad; en otros sistemas es P.V.C. o una mezcla tuberías de ambos materiales. Para el caso de las tuberías principales el material utilizado es fierro colado, asbesto-cemento o P.V.C. presentando cada tipo de material, algunas características especiales para su operación y mantenimiento.

Las observaciones y datos aquí reportados se han realizado a través de varios ciclos agrícolas en diversos viñedos comerciales de edades y variedades distintas. Se consideran tres distintos niveles de calidad para los suelos de acuerdo con la conductividad eléctrica -- (milimhos/cm²) de los mismos y C.I.C. menor del 15%. Con respecto a las texturas, se incluyen observaciones para suelos muy ligeros -- y arenosos hasta suelos bastante arcillosos, pero para estimar el volumen de riego a aplicar por unidad de tiempo, únicamente se consideran los tres tipos básicos de texturas: ligeros, francos o migajones, pesados. 5/

De acuerdo al comportamiento fisiológico del viñedo se consideran en general dos tipos de variedades: las de maduración temprana o precoces y las de maduración prolongada y tardía, 14/ ya que dicha característica en conjunto con las que presentan el suelo y el clima, in-

fluye de manera muy importante en la programación de los calendarios de riego y en la estimación de las láminas de riego a utilizar.

Para la estimación y programación de los datos, fórmulas, observaciones y métodos de cálculo, se emplearon individualmente o en conjunto los distintos factores de respuesta manifestados por el cultivo, caracterizados por el suelo y determinados por el clima, es decir, para el cultivo se observó la longitud de brotes, porcentaje de floración, desarrollo de raíces, calidad de follaje, calidad de fruto y el rendimiento total por unidad de superficie. Para estimar la cantidad y el movimiento del agua en el suelo se realizaron muestreos semanales del mismo en cuatro distintos niveles y hasta una profundidad de 1.20 m., utilizando barrenas tipo Veihmeyer; el porcentaje de humedad se determinó gravimétricamente en el laboratorio 3/ y se organizó un registro gráfico para el control de cada lote y variedad en ese ciclo. Para la interpretación y previsión climática, se registraron y graficaron algunos parámetros meteorológicos, como son temperatura, precipitación pluvial, evaporación, fotoperíodo y heladas.

La obtención de los porcentajes del desarrollo vegetativo del cultivo, así como la obtención de los coeficientes estacionales de desarrollo ("K") para las diversas etapas de crecimiento del viñedo, se realizó originalmente empleando los valores y datos para la determinación del Uso Consuntivo del agua mediante el "Método de Blaney Criddle " 1/ y la " Curva General de Hansen ". 9/ Las necesidades de

riego del cultivo se programaron básicamente con dichos valores y — fueron ajustados empleando entre otros conceptos, el índice climático integrado por la evaporación diaria registrada en un tanque evaporómetro tipo "A" 3/

Hay que hacer notar que el crecimiento relativo del cultivo expresado como un porcentaje del desarrollo, no es proporcional al transcurso — del tiempo, ya que depende en su mayor parte de la energía solar y no de la duración del ciclo vegetativo. 9/

Al final de cada ciclo agrícola los resultados parciales obtenidos y observados se ajustaron considerando diversos aspectos prácticos del cultivo, tales como la variedad, etapa de desarrollo, edad, área foliar, rizosfera, etc. lo mismo se realizó para el clima y el suelo — considerando para este último, su profundidad, textura, pendiente, materia orgánica y salinidad. 5/

El ajuste de esos resultados permitió la obtención de una nueva curva, en la cual se expresan las necesidades del agua de riego para la vida en la Comarca en función de la época del año y de la etapa de desarrollo del cultivo . Lo anterior es ventajoso al permitir programar las necesidades del cultivo con respecto al agua de riego y estimar los volúmenes de riego a irrigar.

Para el presente ciclo (1977) esa programación y cuantificación —

va a resultar problemática ya que el mejor indicador de los resultados y el que integra todos los factores de respuesta, es decir el cultivo, fue seriamente dañado por una helada severa extemporánea -- ocurrida en el mes de abril pasado, totalmente fuera de los registros climatológicos de las últimas tres décadas.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES :

Las necesidades de agua de riego para el cultivo de la vid en la Comarca Lagunera equivalen estimativa y comparativamente a una lámina de riego anual total de 132.5 cm. para las variedades precoces y de 131.0 cm. para las variedades tardías 6/ distribuida durante el ciclo de acuerdo a la curva obtenida anexa. Los datos así graficados -- se ajustan para la totalidad del área irrigada y para viñedos bien -- desarrollados y vigorosos.

Para elaborar un programa específico o general de Riego por Goteo, se recurre al procesamiento electrónico de los datos observados de acuerdo a las características propias del suelo, cultivo y clima del lote agrícola por irrigar; el resultado final es la obtención de un registro práctico bastante confiable para la aplicación y control del riego.

Los datos de entrada para la computadora son respectivamente: varie-

dad, cantidad de emisores por hectárea, caudal hidráulico, horario - por emisor (" gasto por gotero ") necesidades de agua expresada como porcentaje de la lámina de riego estimada, etapa del cultivo y un factor que involucra la calidad del suelo. De acuerdo a lo anterior, y según la conductividad eléctrica de la solución del suelo, el nivel de sales presentes se divide en tres valores: de 0.0 hasta 2.4; de 2.4 hasta 3.2 y de 3.2 hasta 4.1 milimhos por cm². respectivamente. Al expresar esos valores como un porcentaje adicional de la lámina de riego, (lámina de sobreriego) dichos factores comparativos - de salinidad son: $F_1 = 0.00 \%$; $F_2 = 10.00\%$ y $F_3 = 15.00\%$. También - debe de considerarse que la cantidad de emisores por hectárea está en función de la densidad del cultivo (uno o dos emisores por planta) y del tipo de textura del suelo, es decir, un emisor a cada 0.75 metros para suelos arenosos; un emisor a cada 1.00 metros en suelos francos o migajones; o un emisor a cada 1.25 metros para suelos arcillosos.

De acuerdo a la etapa del cultivo, los datos de salida de la computadora son: lámina de riego mensual, lámina de riego semanal, lámina de riego acumulada y el tiempo de riego programado a ejecutar. En este cuadro se agregan además, dos columnas en blanco para registro y control de la lámina de riego semanal aplicada y el tiempo de riego semanal aplicado; datos que pueden modificarse al ocurrir cambios climáticos o edáficos anormales (p.e. Evaporaciones, lluvias, heladas, inundaciones, etc.)

Conservando la humedad del suelo en optimas condiciones al inicio del ciclo vegetativo y realizando lo mejor posible las prácticas culturales y de manejo del cultivo, la evaporación diaria o semanal puede considerarse como un buen indicador de la cantidad de agua de riego por aplicarse, e inclusive, ajustar o afinar las láminas programadas.

Para obviar la determinación de la lámina de riego a utilizar, se puede expresar la misma como una función dependiente del porciento de la evaporación diaria o semanal registrada. Dichos valores para la Comarca Lagunera son los siguientes:

A).- VARIETADES DE CICLO PRECOZ :

Ene = 0.20 EV.	Abr = 0.60 EV.	Jul = 0.78 EV.	Oct = 0.55 EV.
Feb = 0.40 EV.	May = 0.70 EV.	Ago = 0.75 EV.	Nov = 0.45 EV.
Mar = 0.45 EV.	Jun = 0.77 EV.	Sep = 0.70 EV.	Dic = 0.30 EV.

B).- VARIETADES DE CICLO TARDIO :

Ene = 0.20 EV.	Abr = 0.55 EV.	Jul = 0.80 EV.	Oct = 0.55 EV.
Feb = 0.40 EV.	May = 0.65 EV.	Ago = 0.80 EV.	Nov = 0.45 EV.
Mar = 0.45 EV	Jun = 0.77 EV.	Sep = 0.70 EV.	Dic = 0.30 EV.

Con estos datos se obtiene una curva con la que se programa en función de los meses del año, la distribución de los volúmenes por calendarios y tiempos de riego así como también las láminas de riego diarias o semanales. Con la evaporación registrada y los volúmenes aportados por las lluvias durante el día o la semana anterior se pueden realizar a—

justes en las láminas de riego, pretendiendo siempre incrementar la eficiencia en la operación del sistema y en la distribución del agua de riego.

De lo anterior se concluye que es posible, sin afectar el Uso Consumtivo individual del cultivo y utilizando riego por goteo, disminuir el volumen real a aplicar sobre una superficie cualquiera en un porcentaje que varía de acuerdo con la edad y el tipo de suelo. Generalizando, para viñedos adultos en plena producción en la Comarca e irrigados con riego por goteo, se utiliza únicamente el 70% de la lámina de riego anual estimada para viñedos adultos irrigados con los métodos tradicionales por gravedad o inundación; y para viñedos recién plantados o de iniciación regados por goteo, únicamente se utiliza el 33% de la lámina de riego, con excelentes resultados.

RECOMENDACIONES :

Con la finalidad de lograr que la operación y el manejo adecuado del sistema de riego reduzca los costos e incremente la productividad y la calidad de los cultivos y cosechas al aplicar el agua mediante riego por goteo, se recomienda:

- A).- Para cualquier región y condición, la curva de necesidades del agua de riego se modifica fácilmente al diversificar los porcentajes de riego y de cultivo, por lo cual, debe de tenerse pre-

caución al interpretar los datos específicos del Uso Consuntivo y del microclima local o evaporación registrada, evitando la — generalización indiscriminada de dichos datos.

- B).- En la etapa de brotación del cultivo, dicha curva debe de manejarse e interpretarse desde el punto de vista del concepto de — eficiencia del método de riego utilizado y no por el concepto — de Uso Consuntivo.
- C).- Para evitar desviaciones en el programa de riego, en la interpretación y aplicación de la curva, no se deben de utilizar períodos de tiempo muy prolongados tanto para climas áridos como para climas tropicales.
- D).- Planear el sistema con asesoramiento técnico competente y con bastante experiencia, que además de diseñar el mismo, seleccionar materiales y equipos de riego, también conozca e indique las necesidades, calendarios, volúmenes y tiempos de riego del cultivo.
- E).- Aquí en México se puede recurrir a organismos de carácter Gubernamental, como es la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos que además de contar con personal muy capacitado también tiene recursos tecnológicos que están acelerando el proceso de actualización y tecnificación del sistema agrícola nacional. Sintetizando, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos —

puede iniciar un programa que brinde y amplie la asesoría técnica necesaria a los agricultores y usuarios de todos los Distritos de Riego mediante el uso específico de sus instalaciones y equipos electrónicos de procesamiento de datos, a manera de tener bancos de información que proporcionen el servicio en el instante mismo que se requiera, sin importar lo apartada y diversa que sea la región en clima, en suelos y en cultivos.

F).- Con los incrementos actuales de la población y con la disminución de los acuíferos que alimentan los sistemas de bombeo en las principales regiones agrícolas del país, se presenta un problema por el peligro y las repercusiones políticas, sociales y económicas involucradas, si no se programa y resuelve a tiempo. Por ese motivo, además de otras razones, la utilización del riego por goteo en la Comarca, en el país y en el mundo ya no es un lujo experimental sofisticado y se ha convertido actualmente en una herramienta útil, necesaria y quizás, obligatoria.

B I B L I O G R A F I A :

- 1). Castilla Pérez, Oscar. "DETERMINACION PRACTICA DEL USO CONSUNTIVO". Ing. Hidr. en Méx., Vol. XIX No. 4; 1965.
- 2). Dawson, G. R. "WESTERN PECAN PROCEEDINGS CONFERENCE" N.M. State Univ., Coop. Ext. Serv.; 1975 U.S.A.
- 3). De los Santos Valadez, Saúl. "METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION Y CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DEL AGUA". Memorandum Técnico No. 290. Sría. de Recursos Hidráulicos; 1971 México.
- 4). De los Santos Valadez, Saúl. "CLIMATOLOGIA GENERAL DE LA REGION LAGUNERA". Bol. Agr. Lag. Dto. de Riego No. 17. Sría. de Rec. Hídros.; 1973. Cd. Lerdo, Dgo., Méx.
- 5). De los Santos Valadez, Saúl. "RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS CULTIVOS DE NOGAL, VID Y TOMATE EN LA REGION LAGUNERA". Seminario Nacional Sobre Riego Por Goteo. Memorias. Tomo II; 1975 Pág. 55-61. Hermosillo, Sonora. México.
- 6). De los Santos Valadez, Saúl. "AJUSTES DEL CALENDARIO DE RIEGOS PARA EL CULTIVO DE LA VID, IRRIGADO POR GOTEADO EN LA COMARCA LAGUNERA". IX Congr. de la Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo. Inédito. 1976. Durango México.
- 7). Dunigen, C.J. "INFORMATION DISSEMINATION AND REGIONAL DEVELOPMENT THROUGH URBAN LINKAGES IN THE LAGUNA REGION OF MEXICO". Univ. of Tenn., Knoxville. Tenn. 1969. U.S.A.
- 8). Gutiérrez Ayala, E, et al.; "LA REGION LAGUNERA. SUS PROBLEMAS Y SOLUCIONES POSIBLES". Informe. Sría. de Rec. Hidr.; 1957. México.

- 9). Hansen, V. E. "UNIQUE CONSUMPTIVE USE CURVE RELATED TO IRRIGATION PRACTICE". Jour. of Irr. and Dr. Div.; Pr. Am. Soc. Civ. Eng. Vol. 89, No. IR-1; pag. 43-50 1963. U.S.A.
- 10). Ojeda Ortega, D. "ESTUDIO AGROLOGICO DETALLADO DEL DISTRITO DE RIEGO EN LA REGION LAGUNERA, ESTADOS DE COAHUILA Y DURANGO". Informe. Srfa. de Rec. Hidr.; 1951. México.
- 11). Pasos Ramírez A.; De la Torre C., M.; De los Santos V.S. "DEVELOPMENT OF ADVANCED IRRIGATION METHODS IN THE LAGUNERA REGION, MEXICO". 9th. Congr. Int. Comm. on Irr. and Dr.; R. 32. 1975. Moscú. U.R.S.S.
- 12). Secretaría de Agricultura y Ganadería. "LA ZONA AGROPECUARIA DE LA COMARCA LAGUNERA, COAHUILA Y DURANGO". Agencia Gral. de la S.A.G. Com. Lag., Coah. y Dgo. 1976.
- 13). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. "DATOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 17". Com. Pers. 1977. Cd. Lerdo, Dgo., México.
- 14). Winkler, A.J.; Cook, J.A.; Kliever, W.M. "GENERAL VITICULTURE" Univ. of Calif. Press; 1974. U.S.A.
- 15). Wilsie, Carroll. "CULTIVOS, ACLIMATACION Y DISTRIBUCION". Editorial Acribia; 1966. España.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
Distrito de Riego No. 17—Gerencia General de la Region Lagunera
Coahuila y Durango, Méx.

IDRYD—RIEGO POR GOTEO

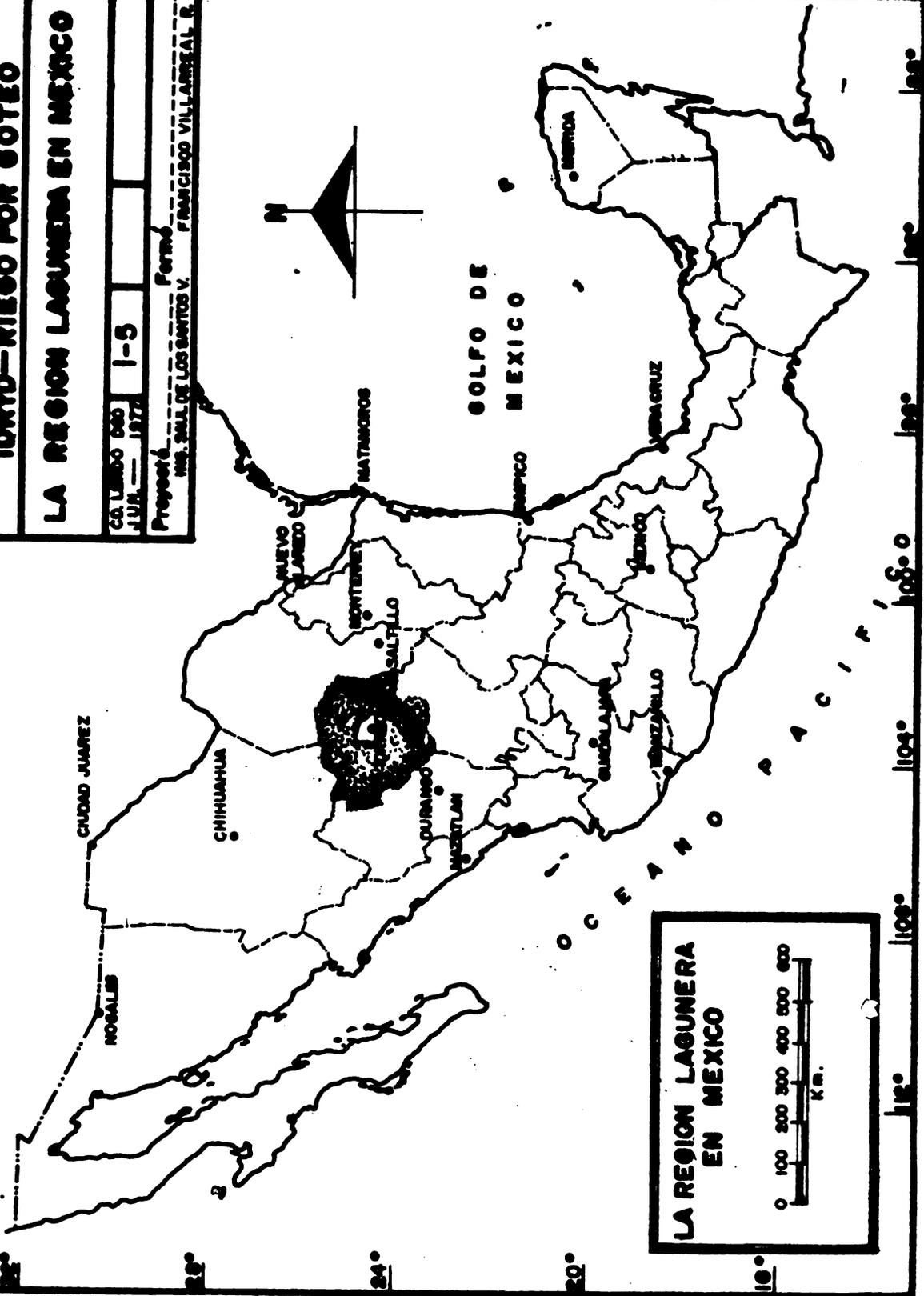
LA REGION LAGUNERA EN MEXICO

CO. LIMBO 000
JUN. — 1977

1-5

Proyectó: **MRS. SARA DE LOS SANTOS V. FERRAS**
FIRMÓ: **FRANCISCO VILLARREAL R.**

ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA



LA REGION LAGUNERA
EN MEXICO

0 100 200 300 400 500 600
Km.

DATOS Y VALORES PARA EL CALCULO DE USO CONSUNTIVO DEL AGUA POR LOS METODOS DE BLANEY-CRIDDLE Y/O CON LA CURVA GENERAL DE HANSEN, PARA EL DISTRITO DE RIEGO N° 17 - REGION LAGUNERA COAH Y DGO. MEX.

ETAPA	T	P	f	kt	fkt	EV	ETAPA
MES	TEMPERATURA (°C)	FOTOPERIODO (%)	COEFICIENTES CLIMATICOS (Cm)			EVAPORACION (mm)	MES
ENE	12.96	7.51	10.6033	0.6437	6.8253	100.65	ENE
FEB	15.65	7.12	10.9249	0.7269	7.9413	132.47	FEB
MAR	18.82	8.40	14.1103	0.8256	11.6494	201.51	MAR
ABR	22.56	8.63	15.9767	0.9421	15.0516	236.50	ABR
MAY	26.08	9.35	18.8196	1.0517	19.7925	267.34	MAY
JUN	26.63	9.26	18.8718	1.0688	20.1701	254.11	JUN
JUL	26.51	9.46	19.2274	1.0651	20.4791	243.79	JUL
AGO	25.73	9.09	18.1500	1.0408	18.8905	218.84	AGO
SEP	23.64	8.31	15.7964	0.9757	15.4125	169.59	SEP
OCT	20.38	8.07	14.1329	0.8742	12.3549	139.47	OCT
NOV	16.45	7.38	11.5947	0.7518	8.7168	108.47	NOV
DIC	14.03	7.38	<u>10.7748</u>	0.6764	<u>7.2880</u>	<u>110.16</u>	DIC
			F = 178.9828		164.5720	2182.90	

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
 Distrito de Riego N° 17 - Gerencia General de la Region Lagunera
 Coahuila y Durango Mex.
IDRYD - RIEGO POR GOTEO

USO CONSUNTIVO DEL AGUA (BLANEY-CRIDDLE; HANSEN)

CD. LEONDO GONZALEZ JUN. - 1977 **3-5**

Colección N° 5 SAUL DE LOS SANTOS Form 6 FRANCISCO VILLARREAL R.

PARA DATOS MENSUALES EN °C, Y VALORES MENSUALES EN CENTIMETROS.

$f = p \left(\frac{t - t_{12}}{21.8} \right); K_0 = 0.0314; + 0.2396$

PARA DATOS MENSUALES EN °F, Y VALORES MENSUALES EN PULGADAS.

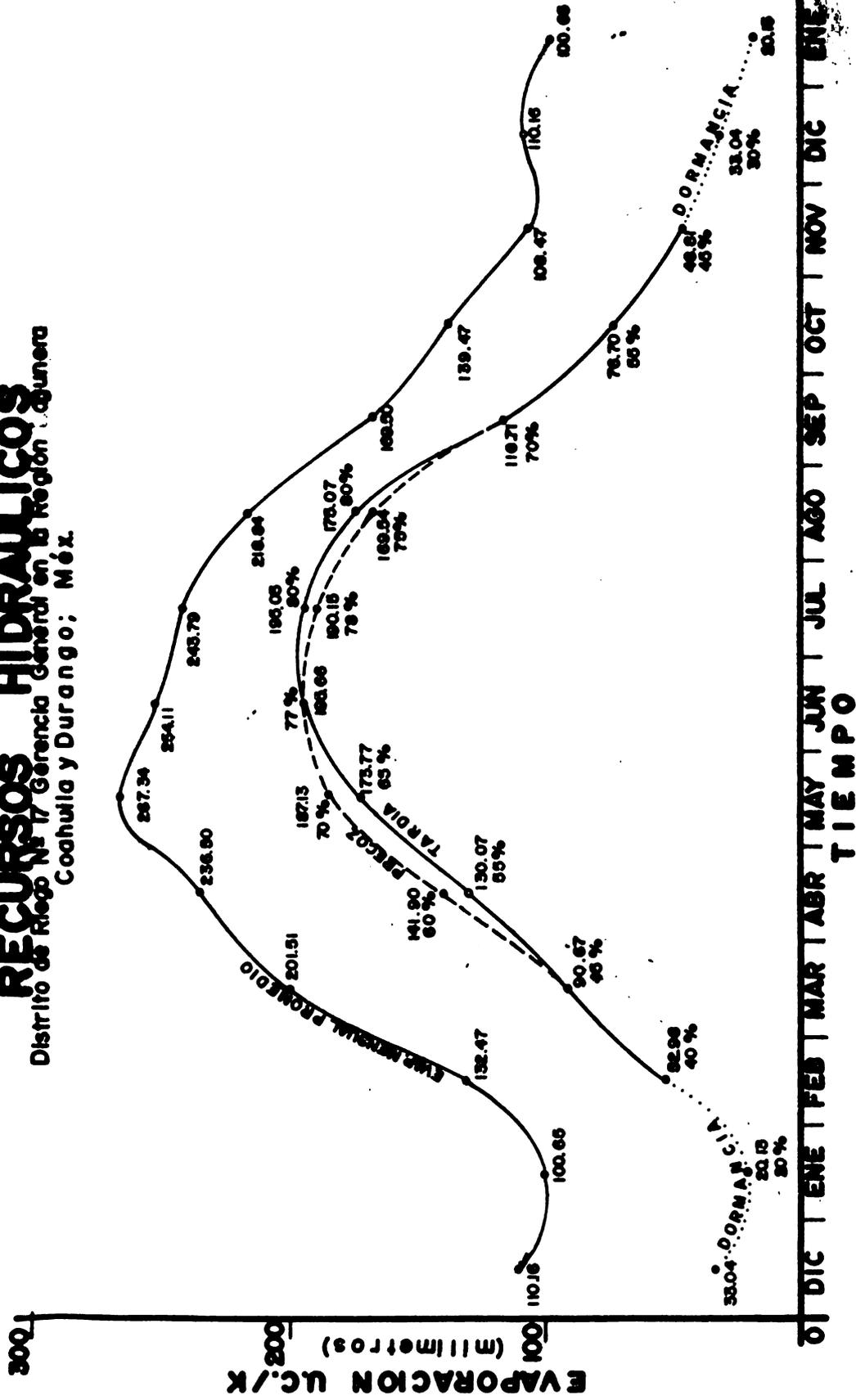
$f = \frac{t \times P}{100}; K_1 = 0.0173 t - 0.314$

INSTRUCCIONES:

- 1- De las gráficas de "Coeficientes de desarrollo" de los cultivos obtenganse los valores estacionales o mensuales (K_c)
- 2- Multiplíquense los valores " K_c " por el " fkt " correspondiente para obtener el Uso Consuntivo teórico.
- 3- Obtengase el "Coeficiente Global"; $K' = \frac{U_c}{U_{t.c}}$
- 4- Calcúlese el uso Consuntivo Ajustado: $u_c' = u_c \frac{K'}{K}$

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

Distrito de Riego N° 17 Gerencia General en la Región Agronoma Coahuila y Durango; Méx.



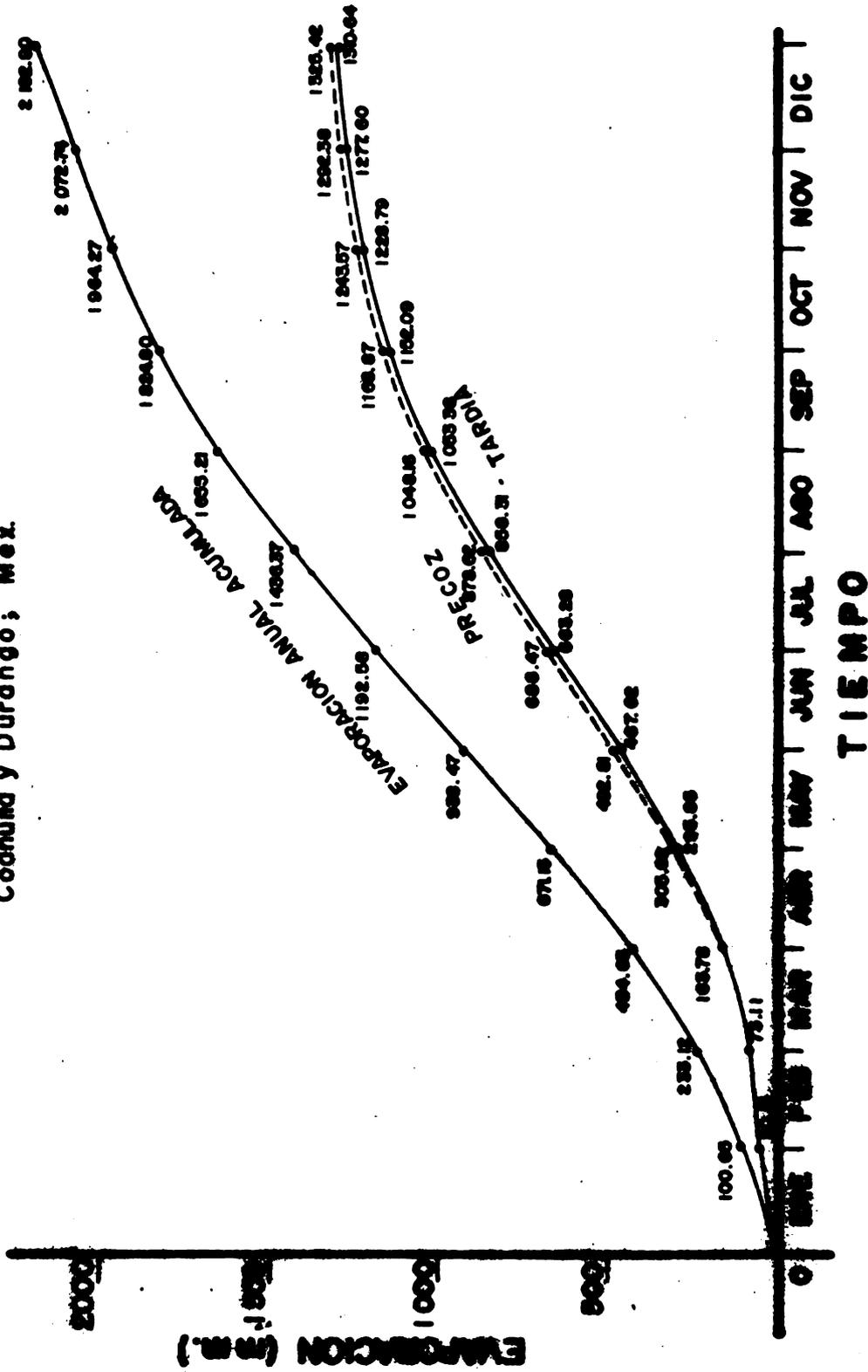
JUN 1977

VID
Fig. 4.—EVAP. REGIONAL PROMEDIO, Y LAMINA DE RIEGO PROMEDIO

Calculó: **Formó**
 Ing. JOSÉ DE LOS SANTOS V. **PROYECTO: 1970-1971**

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS

Distrito de Riego N° 17 - Gerencia General en la Región Lagunera
Coahuila y Durango, Méx.



JUN. 1977

VID

FIG. 5 EVAPORACION ANUAL ACUMULADA, Y LAMINAR DE NIEGO ACUM.

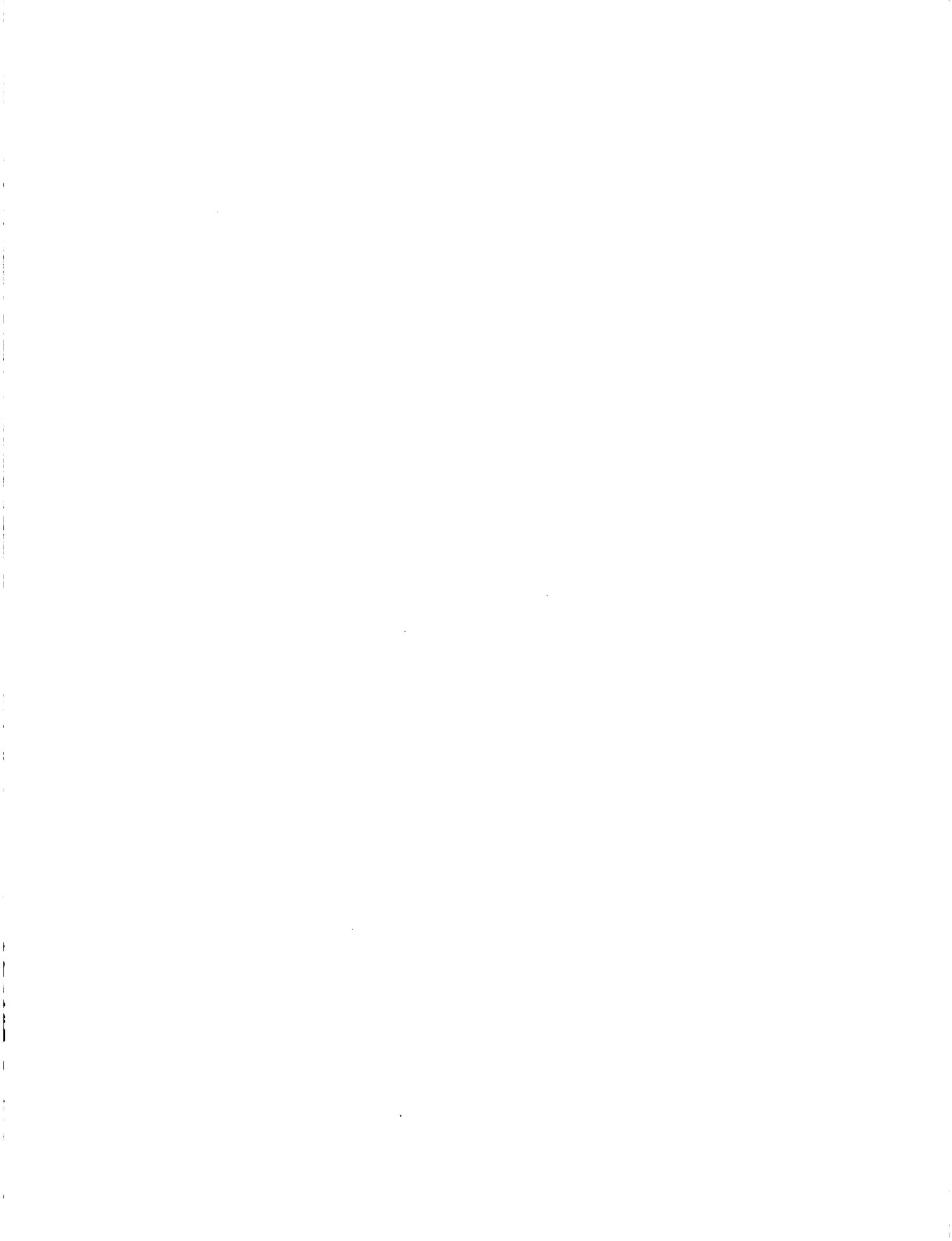
Compañía de Riego del Estado de Coahuila de Zaragoza, S. de R. L. Formó por el Decreto 1000 del 15 de Mayo de 1963.

ANEXO N° 15

**MANEJO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN VID,
EN LA COMARCA LAGUNERA**

Por: Ing. Javier Robles Puga (*)

(*) Ing. Javier Robles Puga, Técnico en Viticultura de la Compañía Vinícola del Vergel. El Vergel. Durango, México.



MANEJO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN VID, EN LA COMARCA LAGUNERA.

ING. JAVIER ROBLES

Los fuertes abatimientos del acuífero que año con año se ha estado observando, dado que es mayor el índice de extracción, comparado con el de recarga, cuyos números, de acuerdo con estudios realizados por técnicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos son de 1,200 millones de metros cúbicos anuales de extracción y 650'000,000 de metros cúbicos anuales de recarga, han estado forzando a los productores de la región a encontrar una mayor eficiencia en el manejo del agua, siendo un sistema que está tomando fuerte impulso como una solución al problema, el de riego por goteo.

Esta plática se referirá al manejo de aproximadamente 150 hectáreas instaladas con sistema de riego por goteo, distribuidas en cuatro viñedos.

En la Comarca Lagunera, año tras año se ha estado observando que la capacidad de superficie irrigable se reduce, dados los abatimientos de los gastos de los pozos profundos, y por ello en el año de 1974, de acuerdo con estudios y por iniciativa de técnicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y previendo mayores problemas por escasez de agua en el futuro, comenzaron las primeras instalaciones de riego por goteo, siendo el primer plan sólo para 10 hectáreas, y hoy, tres años después, ya suman casi 150 hectáreas; todo ésto ha sido con el fin de aprovechar con la máxima eficiencia posible el recurso agua. A la fecha, y de acuerdo con la experiencia adquirida, se ha visto que la capacidad de superficie irrigable puede ser incrementada en un rango que oscila entre 30 y 40%.

A continuación se expondrá un desglose de algunos elementos básicos dentro del sistema de riego por goteo de que se trata en esta plática.

ING. JAVIER ROBLES P. TECNICO EN VITICULTURA DE LA CIA. VINICOLA DEL VERGEL.
EL VERGEL, DGO., MEXICO.

1.- FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

En todos los casos, dentro de las instalaciones a las que se refiere esta exposición, la única fuente de abastecimiento de agua, es mediante el uso de pozos profundos, que están conectados directamente al equipo de riego por goteo, sin permitir que bajo ninguna circunstancia haya exposición del agua a los rayos solares, para prevenir posibles formaciones de algas, que pudieran ocasionar trastornos al sistema.

2.- EQUIPO DE BOMBEO.

Este consta de motobombas eléctricas centrífugas de altas revoluciones, para proporcionar el agua al sistema con la presión necesaria para su funcionamiento. En este aspecto, existe el problema de que dado que las motobombas trabajan a 3,600 revoluciones por minuto, en ocasiones, después de varios días de trabajo continuo en la temporada de verano, los baleros, tanto de la bomba como del motor comienzan a tener fuerte desgaste y calentamiento excesivo.

3.- EQUIPO DE FILTRACION.

Los pozos profundos con que se abastecen estas instalaciones de riego por goteo presentan en su mayoría el problema de extracciones excesivas de arenas, y para evitar el paso de éstas y otras partículas extrañas al sistema, se instalaron filtros de malla de acero inoxidable No. 100 en batería con el propósito de detener estas impurezas, pero se suscitó el inconveniente de que era tan fuerte la afluencia de arenas, que en ocasiones -- las mallas se obstruían por completo, causando destrucción de las mismas, y repercutiendo ésto en detrimento del sistema. Para dar solución a este fuerte problema se procedió a la instalación de filtros ciclónicos, siendo muy halagadores los resultados.

4.- EQUIPO DE FERTILIZACION.

Se ha visto la ventaja de aplicación de fertilizantes solubles y otros pro

ductos químicos, tales como quelatos y ácido sulfúrico mediante tanques dosificadores especiales, en los que hay flujo de agua, disolución del producto en ésta, y mezcla con el agua de riego en la tubería de conducción. Entre los fertilizantes, el que se usa de preferencia es la urea, dada su alta solubilidad. También se aplican elementos menores en riego por goteo, cuando así se requiere, por necesidades del viñedo.

Se ha observado que la distribución de los productos aplicados mediante el equipo de fertilización directamente de la estación de bombeo no es muy homogénea, y por ello de preferencia se procede a realizar las aplicaciones a través de las unidades de control auxiliar, reduciéndose así la superficie a tratar, y lográndose de esta forma una mayor homogeneidad en los tratamientos.

5.- UNIDADES DE CONTROL AUXILIAR.

Cada lote instalado está dividido a su vez en varios lotes pequeños, los que están gobernados por las unidades de control auxiliar, que en síntesis son una serie de niples, coples y conexiones para paso de agua, dos tipos de válvulas, que son : una de cuadro para mantener la calibración constante, pues está siempre abierta y fija en el mismo punto, y la otra válvula es de globo, la que para regar ese lote se abre a toda su capacidad sin problema pues como ya se mencionó, la calibración está fija mediante la válvula de cuadro. Hay también en cada unidad de control un manómetro, que en un momento dado puede indicar que existe un problema en el lote en que está ubicado, con el simple hecho de que se presente un cambio de presión.

6.- TUBERIA DE CONDUCCION Y ABASTECIMIENTO.

En general, la tubería de conducción es la que lleva el agua a todas las unidades de control auxiliar, y de estas unidades parten las líneas de abastecimiento, que son las que llevan a su vez el agua a las líneas de --

riego. La mayoría de estas tuberías son de PVC dadas sus características de resistencia a corrosiones por productos químicos.

7.- LINEAS DE RIEGO.

Son aquellas en las que están insertados los goteros o emisores. En este caso son mangueras de polietileno negro para prevenir formaciones de algas en su parte interna, y tienen un diámetro de media pulgada.

Resulta conveniente que estas líneas no excedan en más de 110 metros, -- pues es muy fuerte la caída de presiones al final de las mismas cuando -- son excesivamente largas, y por consiguiente el goteo es muy deficiente.

8.- GOTEROS O EMISORES.

Es el punto de salida de agua hacia las plantas. En este caso son de flujo constante, gobernado exclusivamente por la inyección de agua a presión fija, por medio de la motobomba. En la mayoría de los casos se ha colocado un gotero por parra, de tal manera que para plantaciones a 3 x 1 mts. hay 3,330 goteros por hectárea, y 2,220 para plantaciones a 3 x 1.5 mts. A continuación se expondrán los puntos más sobresalientes de operación y mantenimiento en los sistemas de riego que se están tratando :

CALCULOS QUE SE UTILIZAN PARA LA PROGRAMACION DE LOS RIEGOS.

Las programaciones son semanales, y se determinan de acuerdo con la siguiente ecuación :

a) Para viñedos en iniciación :

$$L = (E_o)(K)(S)(0.33)$$

b) Para viñedos en producción :

$$L = (E_o)(K)(S)(0.70)$$

En donde :

L = Lámina por aplicar (mm)

E_o = Evaporación semanal (mm)

K = Porcentaje de la evaporación, de acuerdo al mes, y varía en la siguiente forma :

<u>MES</u>	<u>K</u>	<u>MES</u>	<u>K</u>
E	0.20	J	0.80
F	0.40	A	0.80
M	0.45	S	0.70
A	0.60	O	0.55
M	0.70	N	0.45
J	0.77	D	0.30

S = Factor de Salinidad.

0.33 y 0.70 son partes proporcionales de la lámina promedio de riego por inundación para vid (1.32 metros), para viñedos en iniciación y en producción, respectivamente.

Las evaporaciones se determinan mediante el uso de un tanque evaporímetro tipo "A", en el que se efectúan lecturas semanales, las que se utilizarán para la elaboración del programa de la siguiente semana.

Las variaciones de K están de acuerdo con lo avanzado de la temporada, y de las necesidades de la vid.

OPERACION DEL SISTEMA.

A continuación, se dará un panorama general del manejo de este sistema de riego, en viñedos.

De acuerdo con la experiencia obtenida, en lo referente a plantaciones, se ha visto que para mejores porcentajes de prendimiento, la práctica de riego por inundación es más recomendable. Viéndolo desde el punto de vista de costos, plantando en terreno seco y regando después resulta más económico que cuando las plantaciones se efectúan con riego por goteo. -- Después del primer riego por inundación se comienza a trabajar con goteo, ayudando al desarrollo de las parras mediante fertilizaciones, cuando se considera necesario. Se efectúan programaciones de riego semanales, las que son variables, dependiendo de las evaporaciones, y del estado de desarrollo de las parras.

Una de las ventajas que se le han observado a este sistema es la facilidad para efectuar replantes, por la siguiente razón : Un barbado presenta la necesidad de ser regado por gravedad con mayor frecuencia que una parra adulta, dado que sus raíces son superficiales, y esto resulta problemático cuando hay necesidades de replante, pues se presentan en un mismo lote dos requerimientos de agua distintos, o sea que :

- a) Un barbado se riega con intervalos aproximados de 15 días en sus primeras etapas de desarrollo.
- b) Una parra adulta se riega con intervalos aproximados de 25 días.

Cuando se trabaja con riego por goteo, hay más facilidad de contar con humedad constantemente en la zona radicular, y esto es lo que constituye la ventaja para las replantaciones.

Se presenta a continuación en la gráfica No. 1 el programa tentativo de riego para una plantación de vid, variedad Bola Dulce, en etapa de iniciación de acuerdo con datos proporcionados por técnicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Este programa acumula una lámina total anual de 437 mm., aproximadamente, y la mayor lámina semanal es de 15.5 mm., correspondiendo a la semana No. 25.

Se ha observado que aplicando el 33% de la lámina de viñedos adultos bajo riego por inundación, el desarrollo de parras en iniciación es bastante bueno, de acuerdo con los resultados que se han obtenido.

En lo que respecta a viñedos en Producción, ya se ha mencionado que se trabaja en relación al 70% de la lámina anual de vides adultas bajo condiciones de riego por inundación, pero en cuanto a resultados de cosecha, aún no ha sido posible definir conclusiones, dado que es poco el tiempo que se tiene trabajando en viñedos en etapas productivas y con instalaciones de riego por goteo. En la gráfica No. 2 se detalla en forma semanal el programa tentativo de riego para una plantación de vid variedad Bola Dulce, en etapa de producción, y

en ella se puede observar que la semana de mayor aplicación de agua (No. 25) no coincide con la de mayores demandas de la planta (No. 31) o sea cuando las uvas están casi para cosecharse; la razón de esto es que por lo general en los meses de julio y agosto, que es la temporada de corte de la uva, se presentan mayores precipitaciones que en el mes de junio.

Cabe hacer la aclaración de que estos programas son susceptibles de ser cambiados, de acuerdo con las precipitaciones, evaporaciones y por el estado -- mismo que presenten las parras.

En lo que respecta a experiencias dentro de las instalaciones, cabe mencionar una muy importante, que es la posición que ocupan las mangueras de línea regante, pues éstas se encuentran elevadas casi a la altura del primer alambre de las espalderas, o sea aproximadamente 60 cms. sobre el nivel del terreno. Se han colocado mangueras al nivel del suelo para tener un punto de comparación, y los resultados no han sido muy halagadores, dado que :

- a) Se presentan muchas mangueras cortadas o fuera de su sitio, sobre todo después de efectuar labores de deshierbe.
- b) No hay posibilidades de cultivo mecánico para reducir los costos de limpieas.
- c) Hay más dificultades para detectar fallas en los goteros.

En lo que respecta a problemas de malezas, debido a que hay una constante humedad en la línea de las parras, causada por el mismo goteo, se ha visto la incidencia de este problema muy fuerte, por lo que representa mayores costos de deshierbe que en viñedos bajo condiciones de riego por gravedad, aunque se reducen bastante mediante la práctica de cultivos en forma mecánica. Sólo hace falta una buena distribución del programa de riego para poder tener el terreno en buenas condiciones para el cultivo, lo cual se efectúa de la siguiente forma : Cuando se planea esta labor cultural, la cantidad de agua necesaria para esa semana se procura aplicarla en pocos días, para que el terreno esté en condiciones de trabajo con maquinaria antes de que las parras resientan la falta

de agua. Después de las labores de cultivo y deshierbes, continúan los riegos normalmente. La aplicación de riegos pesados y con varios días de intervalo se contrapone con un fundamento de riego por góteo, que indica que los riegos deben ser ligeros y frecuentes y no intensos ni muy espaciados, pero por detalles de manejo práctico, en ocasiones no se sigue este principio.

En cuanto a aplicación de insecticidas y fungicidas no hay problema, dado que la aplicación del goteo es en la línea de las parras, y la circulación del tractor y la aspersora es por el centro de las calles, y si en ocasiones hay dificultad para el paso de las máquinas por escurrimientos de agua, se efectúa el mismo manejo de riego que cuando se van a realizar labores de cultivo. En los viñedos donde hay instalaciones de riego por goteo se han establecido pruebas de riego por inundación para tener una base de comparación del comportamiento de las parras, y de esta forma poder llegar a conclusiones sobre la eficiencia de las láminas aplicadas.

Para los riegos invernales, de acuerdo con la experiencia adquirida, se ha visto que resulta problemático el funcionamiento de las norias, pues éstas son puestas en actividad sólo cuando hay riegos por goteo programados, y no es muy conveniente para los equipos la operación en esta forma; dados los pequeños tiempos de riego requeridos. Por ello se ha optado por efectuar riegos por inundación en invierno, pues además de no tener el problema antes mencionado se tiene la ventaja del lavado de suelos y por otra parte resulta menos costosa la aplicación de los riegos, en lo que respecta a la temporada de invierno.

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

Continuamente se llevan a cabo actividades de mantenimiento tanto al equipo de bombeo, como al de filtración y líneas de riego para evitar obstrucción en los goteros y deterioro en el resto del equipo. La mayoría de las líneas de tubería que se han instalado son de PVC (Cloruro de polivinilo), dada la resistencia que presenta para la corrosión, que es una característica que se ha consi-

derado necesaria en estas instalaciones, dado que se utiliza ácido sulfúrico para limpieza del equipo, así como fertilizantes nitrogenados y principalmente quelatos de fierro para corregir problemas esporádicos de clorosis.

Es indispensable para el manejo de las instalaciones de riego por goteo contar con personal que esté familiarizado con la operación de los equipos y -- que en cualquier momento conozca que es lo que hay que hacer, pues en gran parte depende de ellos el buen funcionamiento del sistema.

Un punto muy importante dentro de las instalaciones de riego por goteo es el de costos, tanto de instalación como de operación y mantenimiento, y es lo que se trata a continuación :

1.- Costos de Instalación.

De acuerdo con la última instalación, llevada a cabo en el mes de enero del año actual, la inversión necesaria por hectárea fue de aproximadamente \$28,000.00, desglosados de la siguiente forma :

Costo de mano de obra	\$ 1,765.00 (6.3%)
Costo de materiales	26,235.00 (93.7%)
	<hr/>
	\$ 28,000.00

Estas inversiones pueden constituir un obstáculo para la expansión de instalaciones, dadas las fuertes erogaciones que implica.

2.- Costos de operación y mantenimiento.

Durante todo el año de 1976 se llevaron a cabo registros completos de costos, incluyendo los de mano de obra, compra de materiales y costos de -- fuerza eléctrica, siendo el promedio general de \$1,613.00 por hectárea, -- distribuidos en la siguiente forma :

Costo de mano de obra por ha.	\$ 995.00 (61.6%)
Costo de materiales por ha.	338.00 (20.9%)
Costo de fuerza eléctrica x Ha.	280.00 (17.3%)
	<hr/>
	\$ 1,613.00/Ha./año

Estos costos son elevados, pero se tiene confianza en el abatimiento de los -

mismos para el presente ciclo, pues ahora en lugar de ubicar una persona para supervisión de un lote durante todo el transcurso del riego, ésta se destina a otra instalación después de tener la seguridad de que no hay problemas de operación, y así se están evitando muchas horas de tiempo muerto. Esta práctica se está llevando a cabo en una de las cuatro instalaciones que se manejan. Si al final de la temporada se observa que la medida resulta efectiva, para el próximo año se hará en forma extensiva.

REGISTROS DE RIEGO.

Mensualmente se efectúan aforos de los goteros, para que cualquier variación sea detectada y evitar problemas para la programación de riegos, y que la actualización de los registros sea efectiva. Cada semana se informan las horas de riego por lote, y se determinan las láminas aplicadas por semana y la lámina acumulada. Estas se comparan con las programadas para tener una base de ajuste para la siguiente semana en caso de que se observen diferencias que de acuerdo con el criterio se considere pertinente corregir.

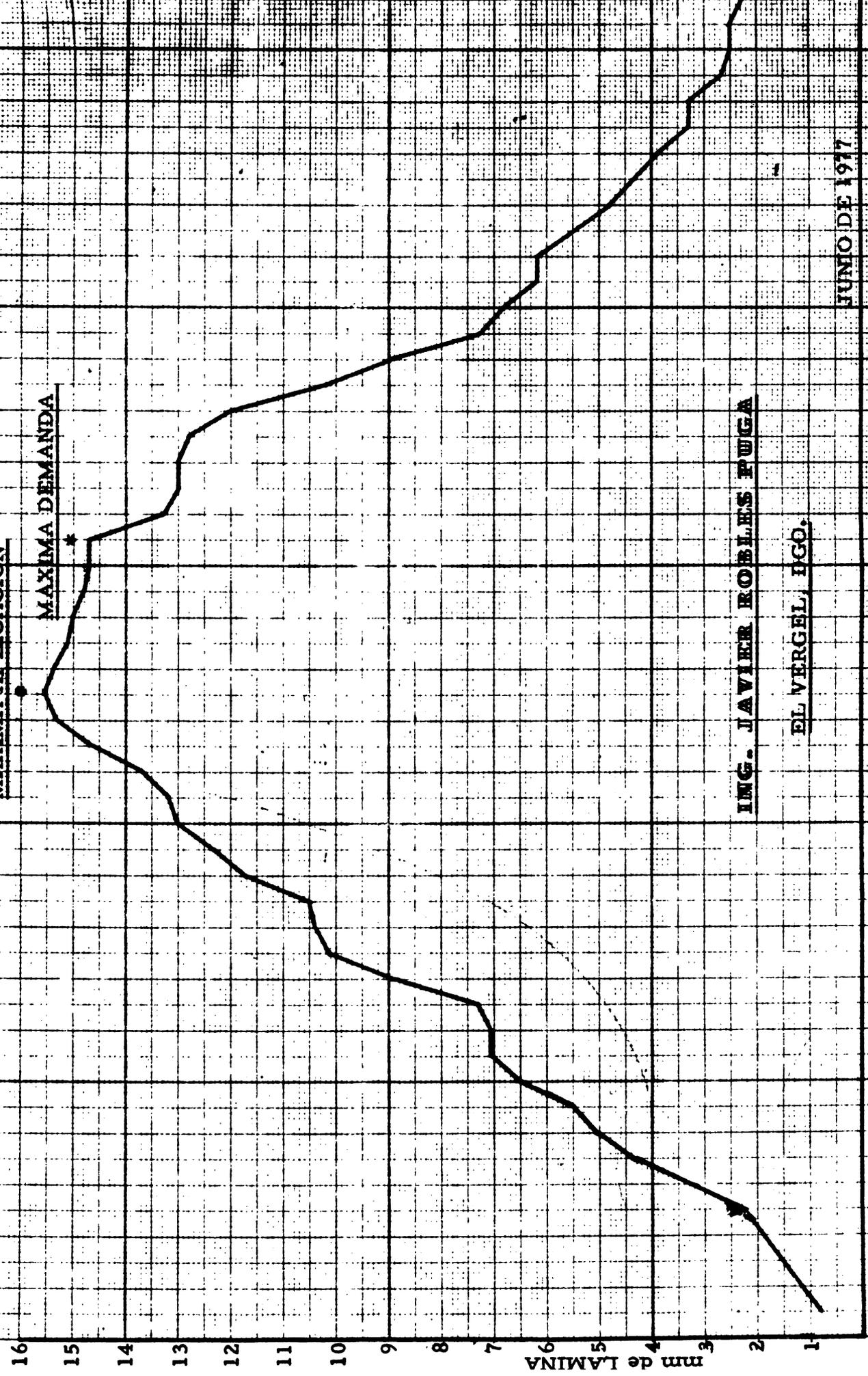
Los registros semanales forman la historia de cada lote en lo que a riego por goteo se refiere, y estos datos, comparándolos con el comportamiento de los viñedos, serán otra buena base para las programaciones de los próximos años.

GRAFICA No. 1

PROGRAMA TENTATIVO DE RIEGO PARA UNA PLANTACION DE VID, VARIEDAD BOLA DULCE, EN ETAPA DE INICIACION, EN LA COM. LAC.

MAXIMA APLICACION

MAXIMA DEMANDA



ING. JAVIER ROBLES PUGA

EL VERGEL, IGO.

JUNIO DE 1977

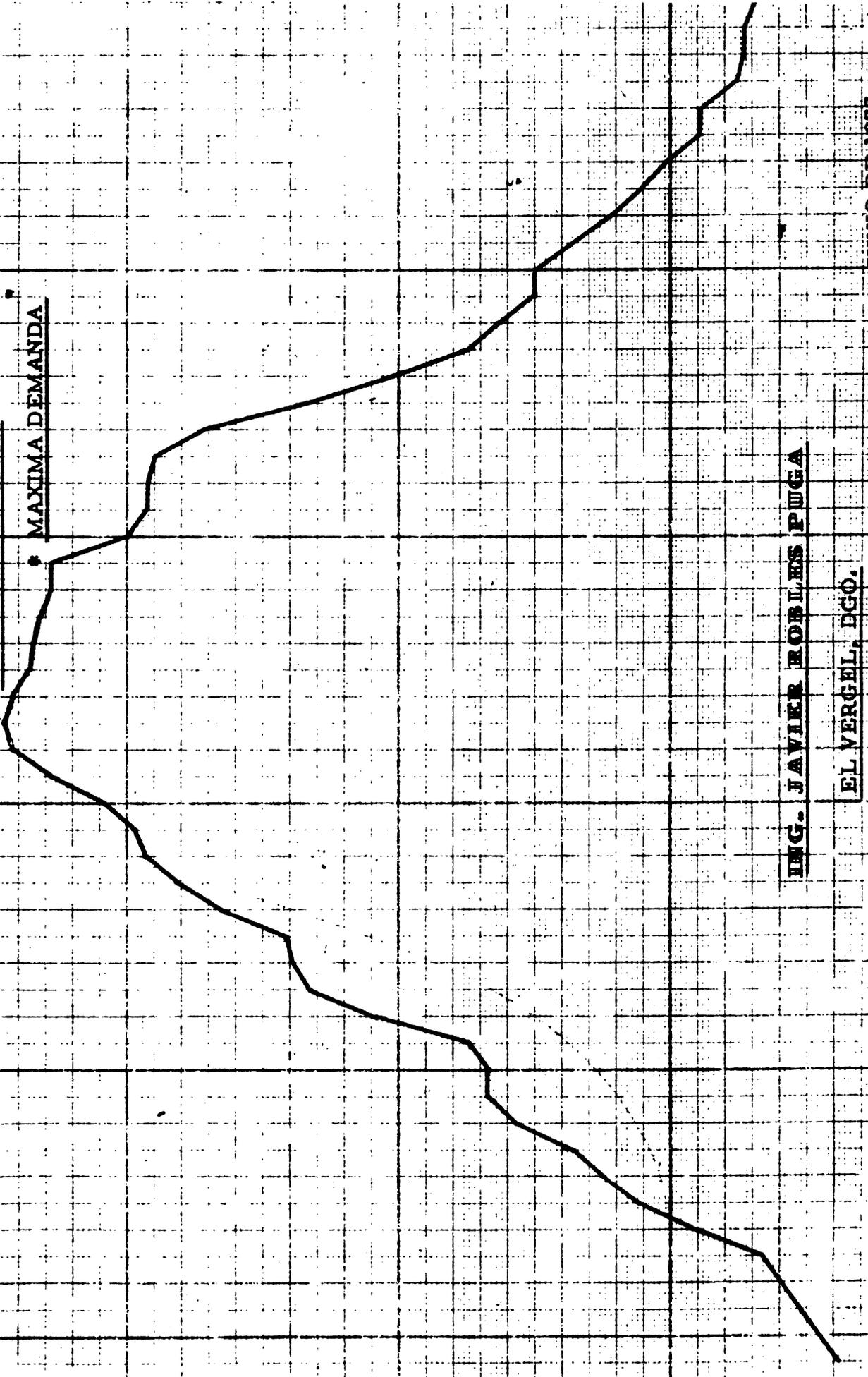
SEMANAS

GRAFICA No. 2

PROGRAMA TENTATIVO DE RIEGO PARA UNA PLANTACION DE VID, VARIEDAD BOLA DULCE, EN ETAPA DE PRODUCCION, EN LA COMARCA LAGUNERA, MAXIMA APLICACION

33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

MAXIMA DEMANDA



ING. JAVIER ROBLES PUGA

EL VERGEL, DGO.

JUNIO DE 1977

ANEXO N° 16

EVOLUCION DE LA INVESTIGACION EN LECHUGA
(LACTUCA SATIVA L.) UTILIZANDO EL METODO
DE RIEGO POR GOTEO EN LA REGION LAGUNERA.

Por: Ing. Leopoldo Moreno Díaz (*)

(*) Jefe de la Sección de Sistemas de Riego a Presión del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego de México (CENAMAR), SARH

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
REPRESENTACION EN LA REGION LAGUNERA, COAH. Y DGO.
CENTRO NACIONAL DE METODOS AVANZADOS DE RIEGO

EVOLUCION DE LA INVESTIGACION EN LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) -
UTILIZANDO EL METODO DE RIEGO POR GOTEO EN LA REGION LAGUNERA.

Autor: Ing. Leopoldo Moreno Díaz *

R E S U M E N

Los problemas clásicos a resolver en Ingeniería de riego son: Cómo, Cuándo y Cuánto regar. Al elegir el método de riego por goteo se resuelve el cómo regar; sin embargo, el cuándo y cuánto regar siguen -- siendo incógnitas que no tienen soluciones generales. Esta tecnología es relativamente nueva, condición por la que plantea otras incógnitas tales como: ¿Qué densidad de población utilizar? y ¿Con qué dosis fertilizar?.

Debido a lo anterior se presenta el siguiente trabajo, como el resultado de tres experimentos realizados en el Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego, (CENAMAR) durante el período comprendido del -- Ciclo Agrícola Invierno de 1973-1974 hasta el ciclo agrícola Invierno-1976-1977. Los experimentos fueron localizados en dos diferentes si- -- tios de la Región Lagunera, Coah. y Dgo., México, con el objetivo gene- -- ral de encontrar soluciones a dichas incógnitas.

En los tres casos el diseño experimental fue bloques al azar.-- Los objetivos del primer experimento fueron estudiar dos láminas de riego, basado en porcentaje de la evaporación efectuada en tanque estandar ti- -- po "A" (se probaron dos niveles: 0.6 y 0.7; el segundo objetivo consis- -- tió en estudiar el efecto en la producción de las frecuencias de rie- -- go, probándose los niveles de aplicar los riegos cada 1, 2 y 3 días; -- el tercero de este experimento fué estudiar tres dosis de fertiliza- -- ción nitrogenada (niveles probados 60, 80 y 100 Kg. de N/ha).

La finalidad principal del segundo experimento consistió en encon- -- trar una función de producción definida por los factores de variación; densidad de población y láminas de riego; el primero con niveles de -- 72,000 hasta 143,000 plantas/ha. y el segundo consistió en porcentajes de la evaporación efectuada en tanque estandar tipo "A" que fueron va-

* Jefe de la Sección de Sistemas de Riego a Presión del CENAMAR.

riables en tres etapas del ciclo vegetativo del cultivo, el diseño de - tratamiento fue un factorial incompleto (cuadrado doble).

El tercer experimento se realizó basad^o en las conclusiones del anterior afinando los niveles del factor lámina de riego. La interpretación se enfoca desde el punto de vista económico al analizar el experimento por medio de la variable respuesta "Ganancia y tomando en cuenta la variación en calidad del producto". Se presenta este experimento como una metodología a seguir en la experimentación de riego por goteo en cultivos hortícolas.

INTRODUCCION

El método de riego por goteo es una técnica de riego relativamente nueva, que consiste en abastecer las necesidades de agua de los cultivos por medio de un sistema de tuberías y dosificarla a través, de unas válvulas conocidas como emisores o goteros depositándola en la zona radicular de las plantas. Manejada en esta forma el agua de riego, la eficiencia en conducción y la uniformidad de aplicación es muy alta, características que deben garantizar un aumento en la productividad agrícola.

Esta técnica de riego tiene otras ventajas; Mantener altos potenciales de humedad en el suelo, además se considera que este método de riego reduce la evaporación directa del suelo por mojar menor área -- constituyéndose por lo tanto en un método de riego muy eficiente.

Debido a las ventajas de este método y a la necesidad de producir -- más alimentos en el mundo se han incrementado las áreas regadas con goteo según estadísticas del Segundo Congreso Internacional de Riego por Goteo, celebrado en San Diego, Calif. en 1974, se reporta una superficie de 143.016 acres (57,879 ha) en el mundo y se estima para 1979 una superficie de 309,800 acres (125,376 ha). Esta superficie viene a constituir una porción muy pequeña al lado de los otros métodos de riego -- pero por el potencial de producción que representa, las investigaciones que se realicen utilizando este método de riego están justificadas.

Una de las desventajas de esta técnica es el costo elevado del sistema, por lo que debe recomendarse en cultivos altamente remunerativos como son los frutales y hortalizas como en el caso que nos ocupa. Este trabajo viene a representar la evolución de la investigación en lechuga (*lactuca sativa*) a través de tres ciclos experimentales desarrollados en la Región Lagunera y utilizando el método de riego por goteo.

REVISION DE LA LITERATURA

El riego por goteo es una técnica relativamente nueva, por tal motivo hay escasés de información sobre la misma, sin embargo, se aseguran ventajas (5) como:

1. Aumento de producción tanto en calidad como en cantidad.

2. Ahorro de agua, evitando pérdidas por conducción y reduciendo la evaporación y pérdidas por aplicación.
3. Utilizar suelos y aguas de mala calidad marginadas para otros métodos de riego.
4. Utilizar terrenos con topografía accidentada.

Las frecuencias de riego (5) deberán ser diarias o por lo más cada tercer día y respecto al consumo de agua por el cultivo está en función de: Suelo, clima y agua, siendo la evaporación el parámetro que mejor conjuga todos los factores señalados, pudiéndose expresar el uso consuntivo como una parte de esa evaporación (6).

Bentley (1) indica que el cultivo de lechuga se desarrolla en climas templados con temperaturas de 23.3 - 18.3 °C y con descensos mínimos en las noches de 15.5. Sin embargo Mayberry, K. S. (3) señala que el cultivo puede tolerar temperaturas de 37.7 °C.

El Dr. Villarreal y otros y otros (6) realizaron un estudio con el cultivo de lechuga con el objeto de estudiar el efecto del método de riego por goteo sobre los rendimientos, calidad y época de producción. Estudiaron los niveles 0.40 y 0.68 atmósferas como criterio para efectuar los riegos y suelo desnudo y suelo cubierto con plástico que fué el factor cobertura del suelo, además se comparó con un testigo regado por gravedad. Concluyen que se utilizó más agua al regarse por gravedad (65.0 cm), que los mejores rendimientos se obtuvieron con suelo cubierto con plástico y 0.40 atm. reportaron que en los tratamientos cubiertos con plástico la precocidad de la cosecha fué significativo.

Villarreal y Zamarripa (7) en 1972 realizaron un experimento con lechuga. Estudiaron diferentes niveles de humedad del suelo (0.25, 0.35 y 0.45 atm) como criterio para aplicar el riego, la posición de la tubería (enterrada, cubierta con plástico y superficial) y el color del plástico y del suelo pintado (blanco y negro). El tratamiento que mejor resultado les dió fue de 0.25 atm. de tensión de humedad del suelo con tubería superficial y cubierto con plástico en estas condiciones se obtuvo un rendimiento de 16.83 ton/ha con una lámina de 52.24 cm.

**INVESTIGACIONES
EXPERIMENTO DE LECHUGA CICLO (1973-74)**

En el ciclo de invierno experimento lechuga 1973-74 en terrenos de la Escuela Superior de Agricultura en el Ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Dgo., se realizó una investigación con los siguientes:

OBJETIVOS:

1. Comparar rendimientos entre el riego tradicional (surcos) con -- el riego por goteo.
2. Observar el efecto en el rendimiento de lechuga, de tres frecuencias de riego.
3. Probar diferentes dosis de fertilización nitrogenada.
4. Comparar los rendimientos de lechuga al utilizar dos láminas de riego diferentes, basada en porcentaje de la evaporación efectuada en tanque estandar tipo "A".

MATERIALES Y METODOS.

Clima. Según Thornthwaite la Región Lagunera es de clima seco con -- deficiencia de lluvia en todas las estaciones, temperatura semi-cálida con invierno benigno, estas condiciones expresadas por E d B' b'.

Suelo y Agua. El suelo del sitio experimental se analizó tanto física como químicamente obteniéndose las siguientes características: Textura fina, pH de ligeramente alcalino a moderadamente alcalino, no salinos sódicos y con buen contenido de materia orgánica, esto puede observarse en el cuadro No. 1 del apéndice. El agua que se utilizó en este experimento fue de pozo profundo y clasificado según Richards (4) como C₃ S₁, agua con alto contenido de sales y baja en sodio.

Preparación del Terreno. Los trabajos de preparación del terreno -- fueron los mismos para las tres investigaciones y consistieron en: Barbecho profundo, rastreo sencillo y cruzado y nivelación.

Cultivo. La variedad que se utilizó en las tres investigaciones fue la Grandes Lagos 659, que es la variedad recomendada para la Región, el 10. de enero de 1974 se trasplantó después de tener 40 días de almácigo

la población con riego por goteo fue de 110,556 plantas/ha y el testigo de 72,000.

Fertilización. Se utilizó el sistema para aplicar el fertilizante nitrogenado (urea) y el fósforo (Superfosfato triple) en banda al momento del trasplante. La fórmula recomendada fué de 60-60-00 y fue la que se utilizó en el testigo, para el caso de riego por goteo y los niveles de nitrógeno variaron de 60 a 100 kg/ha.

Plagas y Enfermedades. La plaga más importante de este cultivo lo constituye el pulgón de la hoja (*Aphis Gossypii*), controlándose con Pirimor con una dosis de 250 gr/ha en 200 lt. de agua.

Diseño Experimental. El diseño experimental que se utilizó fué bloques al azar con cuatro repeticiones, por considerar heterogeneidad en el terreno, además del gradiente de presión hidráulica. El diseño de tratamientos fue un factorial completo. Los factores y niveles que se estudiaron se presentan en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1. Factores y Niveles Probados en el Experimento de Lechuga ciclo 1973-74.

FACTOR NIVEL	FERTILIZACION NITROGENADA (kg/ha)	FRECUENCIA DE RIEGO (días)	LAMINA DE RIEGO. (K)
1	N1 60	F1 1	K1 0.6
2	N2 80	F2 2	K2 0.7
3	N3 100	F3 3	

Control de Riegos. Los riegos se controlaron por tiempos de riego y con presión constante, siendo tiempos variables por efecto de los tratamientos. Para el caso de riego por surcos se muestreó gravimétricamente y se regó hasta que la humedad descendió hasta 30% de la H.A. en la profundidad de control de 0-30 cm.

Diseño Hidráulico. Para el diseño del sistema de tuberías se utilizó el criterio de tuberías con salidas múltiples, las pérdidas por fricción se calcularon mediante la fórmula de Darcy-Weisbach, para pérdidas locales se usó $h = K \frac{v^2}{2g}$.

Aceptándose diferencias de carga no mayores del 5% de la carga de

trabajo en todo el sistema regante, esto garantizó alta uniformidad en la aplicación del agua.

Material y Equipo. El sistema de riego estuvo constituido por - una motobomba eléctrica, filtro dosificador de fertilizantes, estructura de control (válvulas y manómetros), tubería de polietileno negro, goteros de trayectoria larga y flujo laminar, conexiones y aditamentos.

Variables Respuestas. Las variables que se estudiaron fueron:

1. Rendimiento total (ton/ha)
2. Rendimiento 1a. calidad (ton/ha)
3. Rendimiento/millar m³ de agua.

RESULTADOS

Las láminas de riego totales que se utilizaron en los diferentes tratamientos fueron:

Cuadro No. 2. Láminas de Riego Obtenidas en el Experimento de - Lechuga - Ciclo 1973 - 1974.

NUM.	TRATAMIENTO	FERTILIZACION (hg/ha)	FRECUENCIA (días)	LAMINA (cm)
1	K1 F1 N1	60	Riego diario	48.86
2	K1 F1 N2	80	Riego diario	48.86
3	K1 F1 N3	100	Riego diario	48.86
4	K2 F1 N1	60	Riego diario	54.24
5	K2 F1 N2	80	Riego diario	53.24
6	K2 F1 N3	100	Riego diario	53.24
7	K1 F2 N1	60	Riego c/2 días	48.60
8	K1 F2 N2	80	Riego c/2 días	48.60
9	K1 F2 N3	100	Riego c/2 días	48.60
10	K2 F2 N1	60	Riego c/2 días	53.03
11	K2 F2 N2	80	Riego c/2 días	53.03
12	K2 F2 N3	100	Riego c/2 días	53.03
13	K1 F3 N1	60	Riego c/2 días	48.88
14	K1 F3 N2	80	Riego c/3 días	48.88
15	K1 F3 N3	100	Riego c/3 días	48.88
16	K2 F3 N1	60	Riego c/3 días	53.31
17	K2 F3 N2	80	Riego c/3 días	53.31
18	K2 F3 N3	100	Riego c/3 días	53.31
19	Testigo	60	30% H.A.	53.00

Los resultados promedios por tratamiento y para las variables en estudio se presentan en el cuadro No. 3, en la Fig. 1 se comparan - los datos obtenidos en riego por goteo contra los obtenidos en rie-

go por gravedad.

Las variables rendimiento total y rendimiento de 1a. calidad no hubo efecto de tratamientos por lo cual no se presenta el ANVA, para estas variables.

Quadro No. 3. Resultado promedio de las variables en estudio en el experimento de lechuga ciclo 1973 - 1974.

NUN.	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL (ton/ ha)	RENDIMIENTO 1a. calidad (ton/ha)	RENDIMIENTO/ LAMINA DE AGUA.
1	K1 F1 N1	73.1	69.9	1.50
2	K1 F1 N2	82.5	80.7	1.69
3	K1 F1 N3	81.8	73.1	1.67
4	K2 F1 N1	79.5	76.8	1.49
5	K2 F1 N2	80.2	78.1	1.51
6	K2 F1 N3	76.3	72.4	1.44
7	K1 F2 N1	81.4	75.6	1.69
8	K1 F2 N2	75.6	72.0	1.57
9	K1 F2 N3	75.5	71.9	1.57
10	K2 F2 N1	83.0	63.6	1.57
11	K2 F2 N2	76.8	74.8	1.45
12	K2 F2 N3	75.3	71.4	1.42
13	K1 F3 N1	79.8	74.4	1.63
14	K1 F3 N2	73.6	69.9	1.51
15	K1 F3 N3	79.3	72.2	1.62
16	K2 F3 N1	74.5	71.0	1.40
17	K2 F3 N2	89.6	76.4	1.68
18	K2 F3 N3	82.7	72.4	1.56
19	Testigo	36.4	29.4	0.75

Según los resultados de la prueba de comparación de medias no hubo efecto entre tratamientos pero si se compara contra el testigo entonces hay efectos de tratamientos.

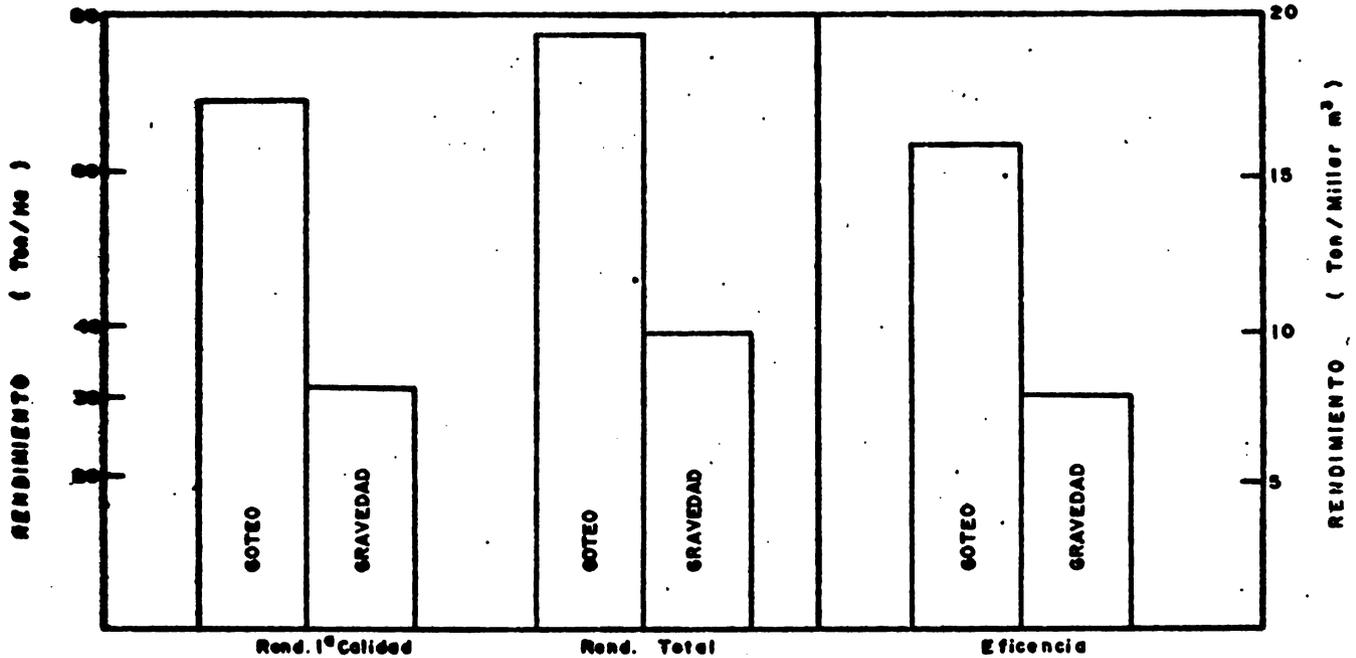
EXPERIMENTO DE LECHUGA CICLO INVIERNO 1975 - 1976

Esta investigación se desarrolló en terrenos del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego, con los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

1. Comparar el rendimiento de lechuga al utilizar cinco densidades de siembra y regadas por goteo.
2. Comparar los rendimientos debidos a cinco diferentes láminas de riego, basado en porcentajes de la evaporación (variable a través del ciclo) efectuada en tanque estandar tipo "A".

3. Encontrar la función de producción de lechuga debido a los factores: Densidad de población y láminas de riego.
4. Comparar los tratamientos contra el mejor obtenido en una investigación anterior.



VARIABLES

FIG.1

COMPARACION DE LOS METODOS DE RIEGO (GRAVEDAD Y GOTEO)
EN LAS VARIABLES ESTUDIADAS (RESULTADOS PROMEDIO) EN LECHUGA (1973-74)

MATERIALES Y METODOS.

Localización. El CENAMAR se encuentra ubicado en la cuadrícula -- del Distrito de Riego, con las coordenadas (W5, W10, S40, S45), en el Km. 6 + 500 margen derecha del canal principal Sacramento, altura sobre el nivel del mar 1200 m.

Suelo y agua. Se tomaron seis puntos de muestreo en el área del lote experimental a cada 30 cm de profundidad, se analizaron las muestras y resultó ser un suelo sin problema de sales y sodio, pH moderadamente alcalino, pobres en materia orgánica, estructura desfavorable, textura migajón arcillosa y con baja velocidad de infiltración y movimiento lateral. El agua fue de pozo profundo clasificada como C₂ S₁.

Algunos resultados de estos análisis se presentan en el cuadro 2 del Apéndice.

Datos Agronómicos. Aquí sólo se presentarán algunos aspectos, ya que en la primera investigación se mencionaron (preparación del terreno, plagas, control de riegos, etc.). La fecha de siembra fue el 14 de Enero de 1976, la densidad de población fue factor de estudio, como los tratamientos consistieron en diferentes densidades de población, se mantuvo este factor constante aplicando el criterio de fertilizar por plantas, basándose en la recomendación óptima (80-60-0). Se utilizaron las mismas fuentes de fertilizantes. La frecuencia de riego fue diaria.

Diseño Experimental. Se utilizó un bloque al azar con cuatro repeticiones, el diseño de tratamientos "cuadrado doble" (2), se incluyó un testigo que fué el mejor tratamiento de la investigación anterior. El factor población se presenta en el cuadro No. 4.

Cuadro No. 4. Factor Densidad de Población.

TRATAMIENTOS	POBLACION (plantas/ha)
P ₁	72,000
P ₂	90,000
P ₃	108,000
P ₄	126,400
P ₅	143,636
Testigo	110,600

El factor lámina de riego tomando en consideración la evaporación del tanque estandar tipo "A" fue afectada por diferentes K, (Cuadro No. 5) en diferentes etapas del ciclo fisiológico del cultivo.

Cuadro No. 5. Niveles de las factores (K) de Evaporación.

NIVEL	E1	LAMINAS DE RIEGO (K)		
		E2	E3	Ek
L1	0.1	0.3	0.6	1.00
L2	0.2	0.4	0.7	1.30
L3	0.3	0.5	0.8	1.60
L4	0.4	0.6	0.9	1.90
L5	0.5	0.7	1.0	2.20

VARIABLES Respuesta:

1. Rendimiento total
2. Rendimiento 1a. calidad
3. Rendimiento/vol. de agua (ton/millar m³)

RESULTADOS

Los resultados de las láminas de riego aplicadas en los diferentes tratamientos se encuentran en el cuadro No. 6 y en el No. 7, los resultados promedio por tratamiento de las variables en estudio.

Cuadro No. 6. Láminas de Riego Aplicadas en los Tratamientos del Experimento de Lechuga Ciclo 1975 - 1976.

NUM.	TRATAMIENTOS	LAMINAS DE RIEGO (cm)
1	L1 P1	38.68
2	L1 P3	38.68
3	L1 P5	38.68
4	L2 P2	43.86
5	L2 P4	43.86
6	L3 P1	49.52
7	L3 P3	49.52
8	L3 P5	49.52
9	L4 P2	55.46
10	L4 P4	55.46
11	L5 P1	61.85
12	L5 P3	61.85
13	L5 P5	61.85
14	0.8	61.24

En la figura 2 se representan gráficamente los resultados promedio de los tratamientos y en la Fig. 1 del apéndice la superficie de respuesta para la variable rendimiento de 1a. calidad. Los ANVA en los cuadros 3 - 5 del apéndice.

Cuadro No. 7. Resultados Promedio por Tratamiento de las Variables Estudiadas en el Experimento de Lechuga Ciclo-1975 - 1976.

NUM.	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO TOTAL (ton/ha)	RENDIMIENTO 1a. CALIDAD (ton/ha)	RENDIMIENTO/VOL. AGUA (ton/millar m ³)
1	L1 P1	27.75	16.47	7.18
2	L1 P3	31.68	12.82	8.19
3	L1 P5	29.08	10.23	7.52
4	L2 P2	38.51	25.65	8.95
5	L2 P4	27.75	19.72	8.78
6	L3 P1	46.96	21.57	7.17
7	L3 P3	41.44	31.34	9.48
8	L3 P5	39.23	18.35	8.30
9	L4 P2	50.78	29.13	7.70
10	L4 P2	35.50	27.65	9.16
11	L5 P1	37.46	22.84	6.03
12	L5 P3	49.85	32.02	8.12
13	L5 P5	54.75	28.34	8.85
14	0.8	50.65	34.17	8.27

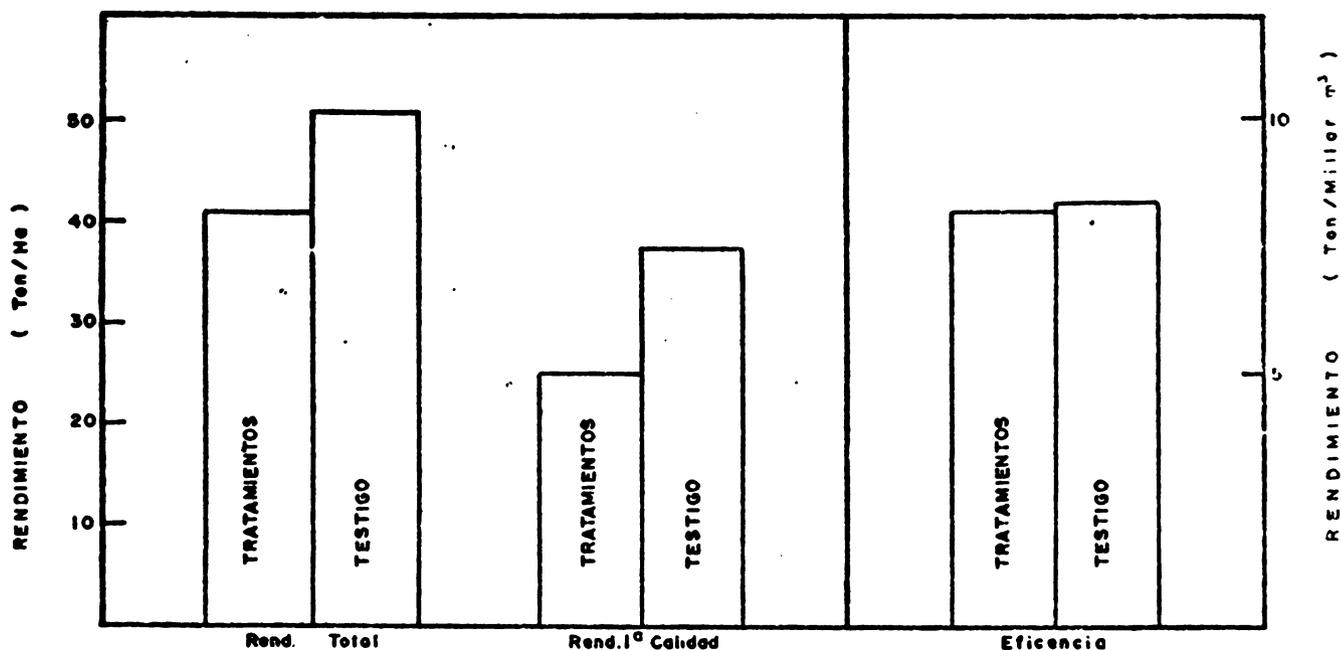


FIG.2

RESULTADOS PROMEDIO DE LAS VARIABLES ESTUDIADOS. COMPARADOS CON EL TESTIGO. (0.7 EVAPORACION)

EXPERIMENTO DE LECHUGA CICLO 1976 - 1977

La investigación correspondiente al ciclo 1976-77 se desarrolló -- también en el Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego, como recomendación del trabajo anterior y con los siguientes objetivos:

OBJETIVOS:

1. Observar rendimiento con cinco diferentes láminas de riego aplicadas por goteo.
2. Estudiar el efecto de la densidad de población.
3. Obtener la función de producción para los factores estudiados.
4. Comparación de los tratamientos programados contra un testigo que resultó el mejor en una investigación realizada en el ciclo 1973 - 1974.

MATERIALES Y METODOS:

Algunos aspectos como localización, suelo, agua, etc. han sido discutidos anteriormente por lo que aquí se apunta sólo los aspectos en que se difiere.

Datos Agronómicos. La fecha de siembra fué el 2 de noviembre de 1976 y la fecha del trasplante 9 - 10 diciembre de 1976 haciéndose en húmedo. La fertilización se aplicó tomando el criterio del experimento anterior y el riego se efectuó diariamente tomando en consideración la evaporación del tanque estandar tipo "A" afectándola por los coeficientes anotados más adelante.

Diseño Experimental. Se utilizó bloques al azar en cuatro repeticiones y el diseño de tratamientos cuadrado doble. El factor densidad de población y sus niveles fueron los mismos del ciclo anterior variando los niveles de los coeficientes, los cuales se presentan en el cuadro No. 8

Cuadro No. 8. Variación del Factor (K) en Tres Etapas.

LAMINA	ETAPA			
	E1	E2	E3	Ek
L1	0.10	0.30	0.60	1.00
L2	0.30	0.50	0.80	1.60
L3	0.50	0.70	1.00	2.20
L4	0.70	0.90	1.20	2.80
L5	0.90	1.10	1.40	3.40
Testigo	0.80	0.80	0.80	2.40

Las Variables Respuesta que se estudiaron fueron:

1. Rendimiento total (ton/ha)
2. Rendimiento 1a. calidad (ton/ha)
3. Rendimiento/Volumen de Agua (ton/millar m³)
4. Ganancia Bruta (millar de pesos)

RESULTADOS:

Las láminas de riego obtenidas en los tratamientos estudiados se presentan en el cuadro No. 9 y las superficies de respuesta para -- las variables en estudio se representan en las figuras 2, 3, 4 y 5 - del apéndice y los cuadros del ANVA del 6 - 9.

Cuadro No. 9. Láminas de Riego Aplicadas en los Tratamientos Estudiados.

NUN.	TRATAMIENTO	LAMINA DE RIEGO (cm)
1	L1 P1	36.77
2	L1 P3	36.77
3	L1 P5	36.77
4	L2 P2	47.57
5	L2 P4	47.57
6	L3 P1	58.27
7	L3 P3	58.27
8	L3 P5	58.27
9	L4 P2	68.98
10	L4 P4	68.98
11	L5 P1	81.12
12	L5 P3	81.12
13	L5 P5	81.12
14	0.8	58.47

Los resultados promedio por tratamiento de las variables estudiadas se presentan en el cuadro No. 10.

Cuadro No. 10. Resultados Promedio por Tratamiento de las Variables Estudiadas Ciclo 1976-77.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL (ton/ha)	RENDIMIENTO 1a. CALIDAD (ton/ha)	RENDIMIENTO VOL.DE AGUA₃ (ton/millar m³)	GANANCIA BRUTA (miles pesos)
L1 P1	41.59	26.95	11.31	43.44
L1 P3	57.35	41.36	15.56	61.65
L1 P5	56.09	31.06	15.25	66.70
L2 P2	51.17	38.87	10.76	54.36
L2 P4	55.58	50.89	11.68	72.86
L3 P1	49.47	41.24	8.49	49.32
L3 P3	63.01	48.65	10.81	68.15
L3 P5	82.01	58.02	14.07	86.07
L4 P2	52.24	42.65	7.57	58.52
L4 P2	76.87	61.66	11.14	81.55
L5 P1	43.06	35.39	5.30	45.68
L5 P3	57.86	46.05	7.13	60.68
L5 P5	86.58	70.68	10.67	92.53
T	58.94	43.05	10.09	64.55

DISCUSION DE RESULTADOS:

Por los objetivos planteados en las investigaciones y los resultados obtenidos, podemos indicar que aquellos fueron cumplidos.

En cuanto se refiere a la pregunta ¿Cuándo regar los cultivos? la -- primera investigación confirmó que la frecuencia de riego diaria es la que produce mejor rendimiento de lechuga, este dato concuerda con la mayoría de los investigadores que han trabajado con hortalizas, en estas condiciones -- se mantiene un potencial alto de humedad que favorece un buen desarrollo y crecimiento de los cultivos.

En el aspecto fertilización se observó que mediante este sistema de riego, al aumentarse la densidad de población (más de la recomendada en gravedad) las necesidades de nutrientes por el cultivo aumentan, siendo de utilidad seguir el criterio de fertilizar por unidad de planta, tomando como -- base la fertilización recomendada en riego por gravedad.

El hecho de mantener a bajas tensiones la humedad del suelo el método de riego por goteo, favorece el incrementar la densidad de población, ésto en parte es lo que viene a redituar en altos rendimientos, los tres ciclos de investigación indicaron que poblaciones altas ligadas a láminas de riego altas, con su correspondiente nivel de fertilización producen los me-

jores rendimientos. Cabe hacer notar que según la gráfica de superficie de respuesta en el ciclo 1975-76 se alcanza el máximo de densidad de población a usar (110,000 plantas/ha) pero las láminas de riego utilizadas fueron bajas al compararse con las aplicadas en el último ciclo. La superficie de respuesta de las variables estudiadas en el ciclo 1976-77, explican que no se alcanza un máximo para la población esto es que la curva sigue abierta indicando que puede aumentarse aún más aquella, es conveniente hacer notar que las más altas poblaciones estudiadas aún cuando dieron los mejores rendimientos totales, la variable primera calidad fue menor que poblaciones bajas con láminas de riego altas, esto se debió básicamente a que el bulbo de humedecimiento no alcanzó su influencia a las últimas hileras de plantas, generado por el bajo movimiento lateral del agua en este tipo de suelo.

Por último en lo que respecta a la lámina de riego se observa que la cantidad es determinante en la producción de lechuga. Altos coeficientes de afectación de la evaporación producen los mejores rendimientos, esto puede observarse en la Fig. 3.

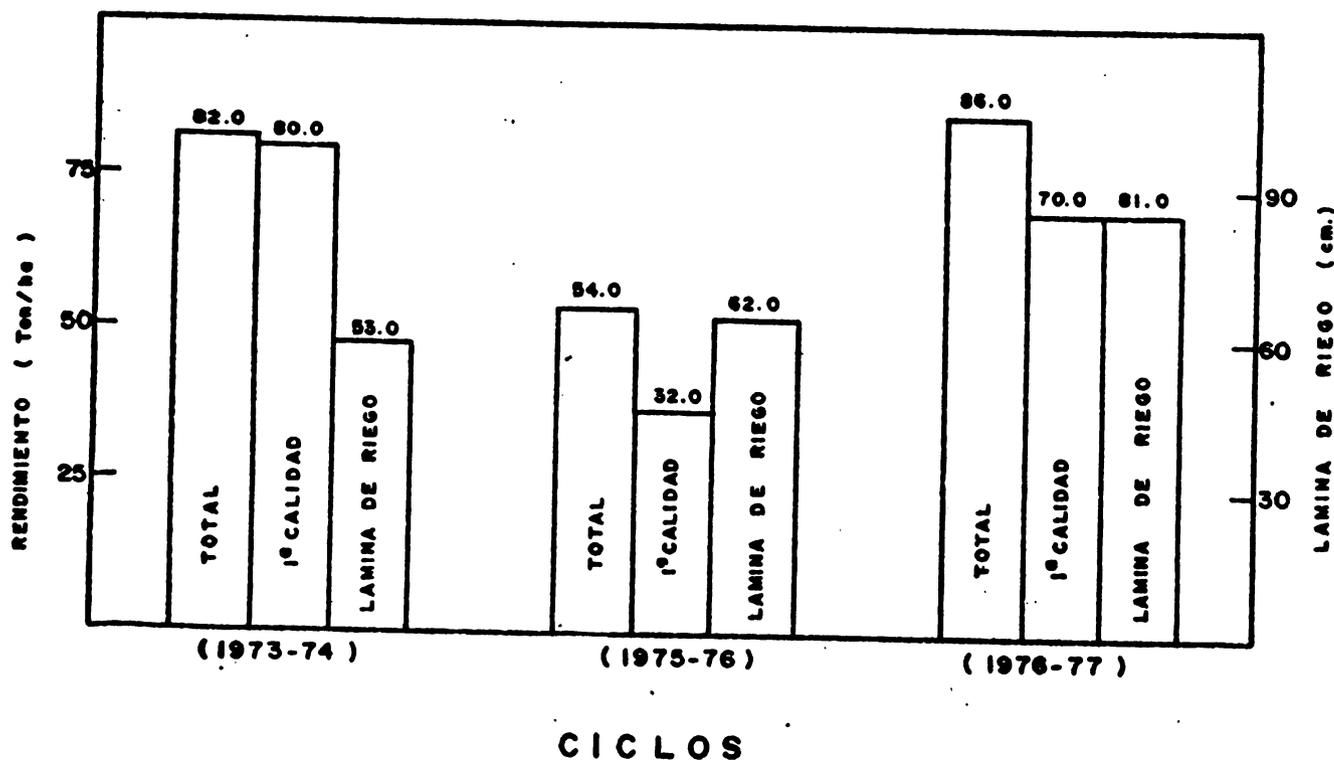


FIG. 3

LAMINAS DE RIEGO UTILIZADAS EN LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE RIEGO POR GOTEO EN LOS CICLOS ESTUDIADOS

En el ciclo 1973-74 se obtuvieron buenos rendimientos con 0.7 de la evaporación diaria, pero en el ciclo 1975-76 se tuvieron coeficientes -- muy bajos y los rendimientos estuvieron por abajo del testigo. En el ciclo 1976-77 al aumentarse estos coeficientes, los rendimientos fueron más satisfactorios. La eficiencia en el uso del agua fue mejor en el primer ciclo y la más baja se obtuvo en el ciclo 1975-76. La lámina de riego con la que se obtiene el máximo rendimiento para una población determinada -- queda definida al derivar la ecuación que se forma con los coeficientes -- presentados en el cuadro N^o. 10 del apéndice.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Conclusiones. De este trabajo puede derivarse lo siguiente:

1. El rendimiento obtenido con riego por goteo superó tanto en cantidad como en calidad al de riego por gravedad en el cultivo de lechuga.
2. La fórmula de fertilización a usar en riego por goteo depende la densidad de población que se utilice.
3. Poblaciones altas correspondientes a láminas de riego altas fueron las que mejores rendimientos ofrecieron.
4. Para población constante queda definida la lámina de riego para alcanzar el máximo rendimiento.
5. Para niveles altos del factor evaporación y poblaciones altas no quedó definida la máxima población con la que se obtiene los mejores rendimientos.
6. Desde el punto de vista práctico y en este tipo de hortalizas -- es mejor utilizar un coeficiente constante de evaporación a través del ciclo.

Recomendaciones:

1. Aplicar riego por goteo en el cultivo de lechuga utilizando: trasplante, una densidad de población de 110,000 plantas/ha., con la fórmula de fertilización 100-90-00 y el 80% de la evaporación diaria obtenida en tanque estandar tipo "A".

Cuadro No. 1. Determinaciones Físicas y Químicas del Suelo del Lote Experimental ESAZ.

DETERMINACIONES	PROFUNDIDAD (cm)	
	0 - 30	30 - 60
Textura	R	R
Dap (gr/cm ³)	1.21	1.22
P S (%)	62.0	61.0
CC (%)	35.0	34.3
PMP (%)	19.0	18.6
CE (mmhos/cm)	2.02	1.70
pH	7.3	7.5
PSI (%)	18.0	15.0
MO (%)	13.4	1.77
N Total (%)	0.09	0.11
P Total (kg/ha)	130.4	72.8

Cuadro No. 2. Determinaciones Físicas y Químicas del Suelo del Lote Experimental CENAMAR.

DETERMINACIONES	PROFUNDIDAD (cm)	
	0 - 30	30- 60
Textura	Mr	Mr
Dap (gr/cm ³)	1.22	1.30
PS (%)	50.7	52.1
CC (%)	31.4	32.4
PMP (%)	16.9	16.9
CE (mmhos/cm)	1.6	2.0
pH	7.6	7.6
PSI (%)	4.8	5.7
M.O. (%)	0.8	0.7
CIC (meg/100 gr)	25.6	27.2

Cuadro No. 3. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE - PRODUCCION DE PRIMERA CALIDAD (considerando al testigo) DATOS EN TON/HA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.5%	F.1%
BLOQUES	3.	761.764	253.921	6.697	2.239	4.330**
TRATAMIENTOS	13.	2838.028	218.310	5.758	2.030	2.592**
ERROR	39.	1478.642	37.914			
TOTAL	55.	5078.434				

Cuadro No. 4. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE - PRODUCCION TOTAL (considerando al testigo) DATOS EN TON/HA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.5%	F.1%
BLOQUES	3.	898.956	299.652	11.321	2.239	4.330**
TRATAMIENTOS	13.	3804.273	292.636	11.056	2.030	2.592**
ERROR	39.	1032.260	26.468			
TOTAL	55.	5735.489				

Cuadro No. 5. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE - PRODUCCION TOTAL ENTRE AGUA CONSUMIDA (considerando al testigo) DATOS EN TON/HA/MILLAR DE m³ DE AGUA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.5%	F.1%
BLOQUES	3.	35.038	11.679	10.080	2.239	4.330**
TRATAMIENTOS	13.	45.436	3.495	3.016	2.030	2.592**
ERROR	39.	45.190	1.159			
TOTAL	55.	125.664				

Cuadro No. 6. CUADRO DE ANVA PARA LA VARIABLE PRODUCCION TOTAL (ton/ha) SIN CONSIDERAR AL TESTIGO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.5%	F.1%
BLOQUES	3.	124.01	41.34	0.25	2.87	4.39
TRATAMIENTOS	12	9607.11	800.59	4.96	2.04	2.56
ERROR	36	5812.70	161.46			
TOTAL	51	15543.81				

Cuadro No. 7. CUADRO DE ANVA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE 1a. CALIDAD (ton/ha) SIN CONSIDERAR EL TESTIGO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.5%	F.1%
BLOQUES	3	762.39	254.13	1.31	2.87	4.39
TRATAMIENTOS	12	7334.32	611.19	3.16	2.04	2.56**
ERROR	36	6960.18	193.34			
TOTAL	51	15056.90				

Cuadro No. 8. CUADRO DE ANVA PARA LA VARIABLE EFICIENCIA (ton/-millar de m³ de agua) SIN CONSIDERAR TESTIGO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.5%	F.1%
BLOQUES	3	5.79	1.93	0.34	2.87	4.39
TRATAMIENTOS	12	455.02	37.92	6.69	2.04	2.56**
ERROR	36	204.19	5.67			
TOTAL	51	664.99				

Cuadro No. 9. CUADRO DE ANVA PARA LA VARIABLE GANANCIA BRUTA -
(pesos) SIN CONSIDERAR TESTIGO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.5%	F.1%
BLOQUES	3	468.78	156.26	1.47	2.87	4.39
TRATAMIENTOS	12	11413.34	951.11	8.93	2.04	2.56**
ERROR	36	3833.78	106.49			
TOTAL	51	15715.89				

Cuadro No. 10. COEFICIENTES DE LOS FACTORES EN ESTUDIO Y PARA -
LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN LOS CICLOS 1975 - 76
y 1976 - 77

FV	B	VARIABLES (1976 -77)		
		REND. TOTAL	REND. 1a.CALIDAD	GANANCIA TOTAL
\bar{X}	b_1	65.85	50.62	68.13
N	b_2	3.12	4.29	2.40
P	b_3	7.51	5.12	9.17
N^2	b_4	-1.56	-1.88	-1.62
P^2	b_5	0.48	-0.40	0.11
NP	b_6	2.00	1.94	1.45

RENDIMIENTO (Ton./Ha.)

32.5
3.0

25

20

15

10

32.00

(1975-1976)

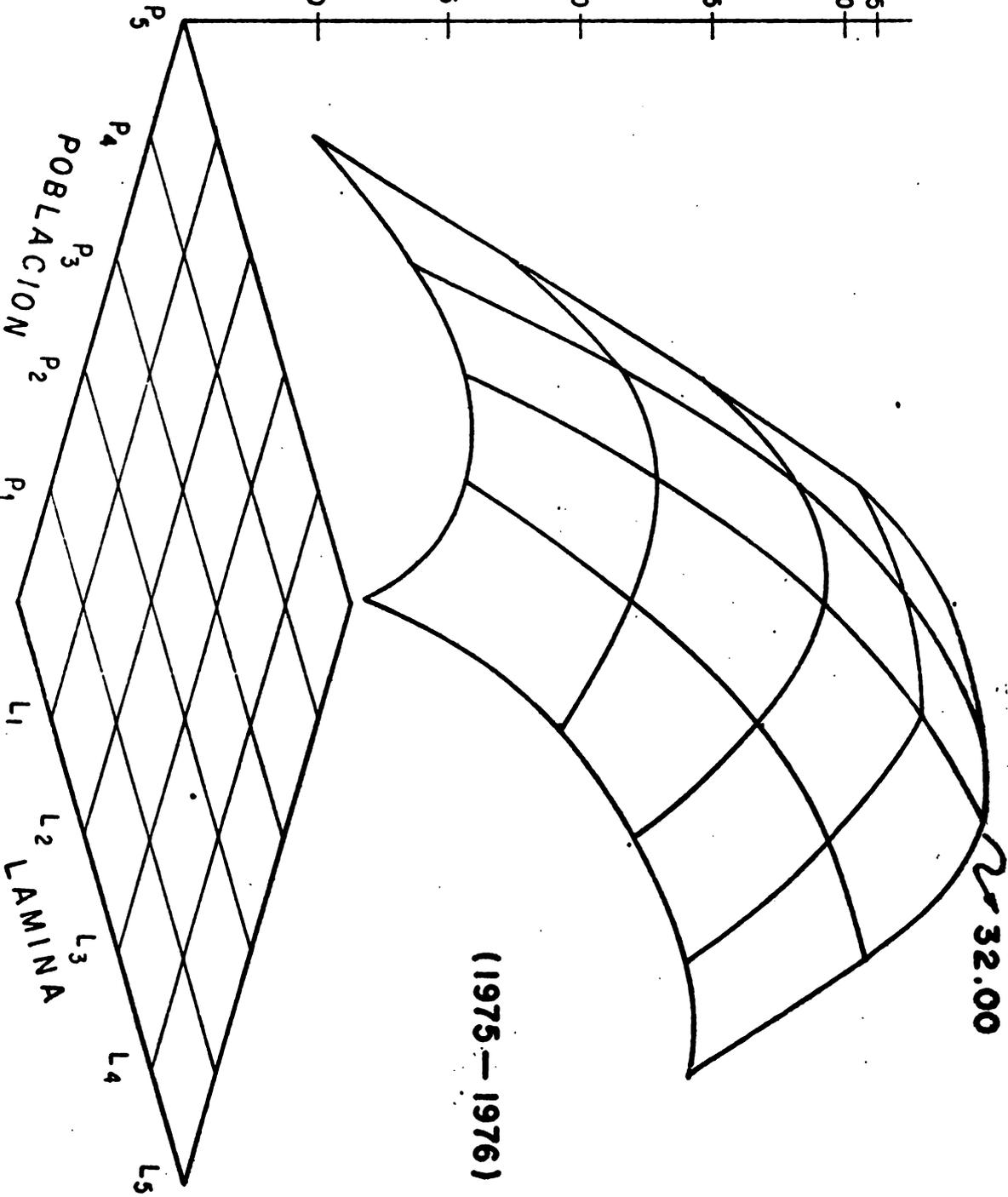


FIG. 1 SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA VARIABLE:
RENDIMIENTO 1ª CALIDAD DE LA LECHUGA

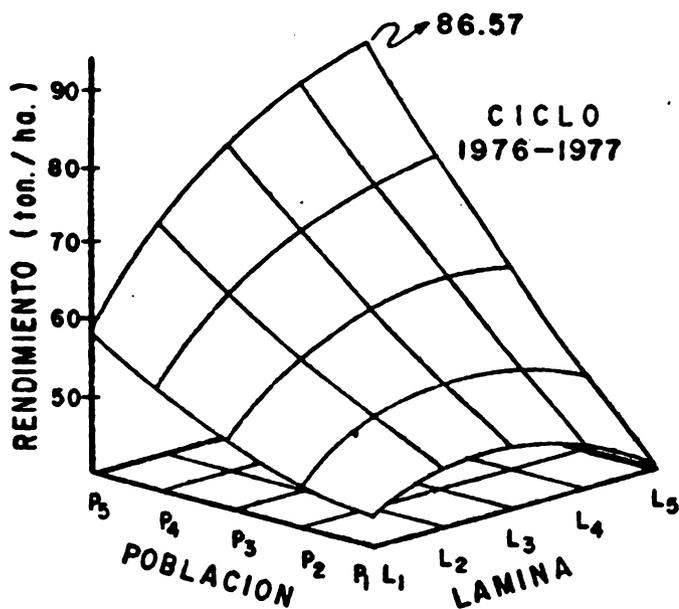


FIG.2 SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA VARIABLE: RENDIMIENTO TOTAL DE LECHUGA.

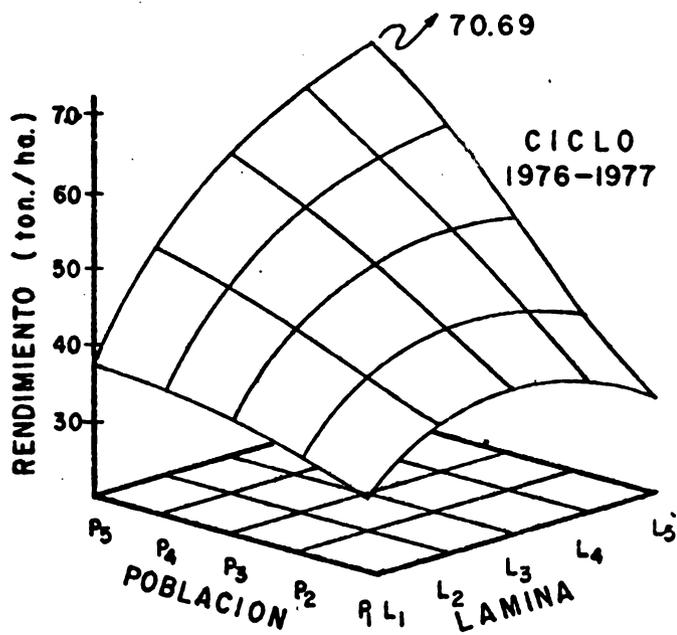


FIG.3 SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA VARIABLE: RENDIMIENTO 1ª CALIDAD DE LA LECHUGA.

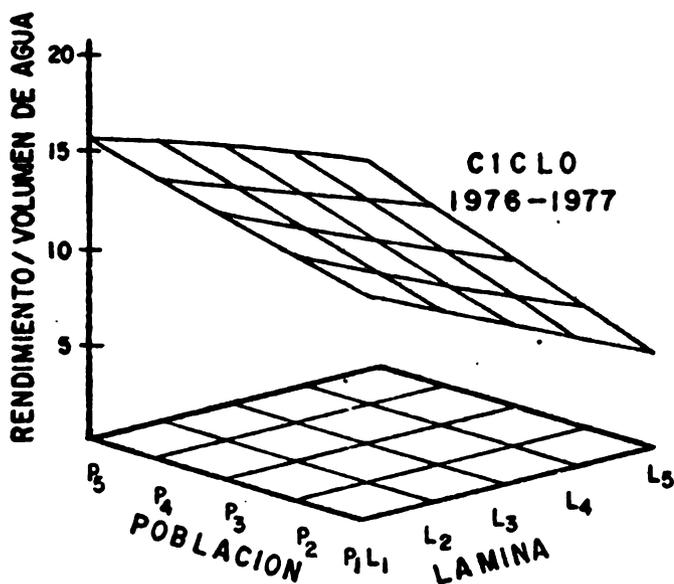


FIG.4 SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA VARIABLE: EFICIENCIA EXPRESADA EN ton./millar DE m³ DE AGUA.

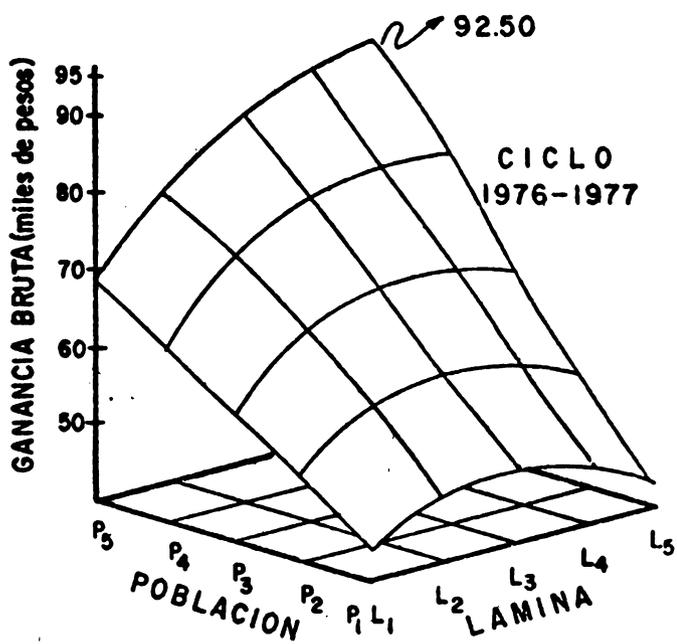


FIG.5 SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA VARIABLE: GANANCIA BRUTA EN EL CULTIVO DE LECHUGA.

B I B L I O G R A F I A

1. **BEVIERE, M., 1974 . Hidroponic Plus. The Blentley System, A new - approach to intensified farming.**
2. **ESCORAR, JORGE 1969. Experimentación Agrícola. Apuntes de Clase -- E.N.A. Chapingo, México. (Inéditos).**
3. **MAYBERRY, K.S. 1972. Imperial Valley Lettuce University of California's Agricultural Extensión.**
4. **RICHARDS, L.A. 1954. Diagnostic and Improvement of saline and Alkali soils. Agricultura Handbook No. 60. USPA. Washington, D.C.**
5. **VALENZUELA, R.T. 1971. Principios Básicos del Riego por Goteo. Memorándum Técnico No. 296, Dirección de Estadística y Estudios Económicos S.R.H., México.**
6. **VILLARREAL, F. E. etal. 1970. Eficiencia en el aprovechamiento del - agua en el cultivo de lechuga bajo tratamientos de humedad y control de evaporación en la Comarca Lagunera, Subproyecto de suelos 70 (CIANE, INIA, SAG. MEXICO)**
7. **VILLARREAL, F.E. y ZAMARRIPA, M.A. 1972. Eficiencia en el aprovechamiento del agua en el cultivo de lechuga con el sistema de riego por goteo, bajo tratamientos de tensión de humedad y control de evaporación. Informe de Invierno, CIANE, INIA,-SAG. México.**

ANEXO N° 17

**RESULTADO DE PRUEBAS DE RIEGO, PODA, CONDUCCION Y
VARIEDADES EN CULTIVO DE TOMATE BAJO RIEGO POR GOTEO
EN LA REGION LAGUNERA, COAHUILA Y DURANGO, MEXICO**

Por: Ing. Raúl Barraza Cazares (*)

(*) Técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Encargado del Programa de Riego por Goteo, Zona Fco. I. Madero - San Pedro, Distrito de Riego N° 17. Comarca Lagunera, Coahl y Dgo. México.

A N T E C E D E N T E S

En el campo de la Comarca Lagunera, existen dos problemas principales que a la fecha no se han resuelto en su totalidad, la falta de agua y de ocupación para la mano de obra campesina en determinados meses del año. originada en parte por el monocultivo de algodónero. Estos problemas, aunados a la demanda y al alto precio que alcanzan las hortalizas hacen pensar en éstos cultivos como un medio de mejorar el nivel de vida del campesino, ya que además de proporcionar mano de obra abundante y sostenida durante todo el ciclo vegetativo, se favorece la rotación de cultivos.

En el ciclo primavera-verano de 1975 se efectuaron unas pruebas de conducción en espaldera y poda en la variedad Manapal, aprovechando una huerta comercial de 3-00-00 has. de tomate con riego por goteo, obteniéndose en algunos de los tratamientos respuesta favorable a dichas prácticas. En base a estos resultados en el año 1976, se repitieron los mejores tratamientos del ciclo anterior y se establecieron además otras pruebas de riego y variedades.

La finalidad de éstos trabajos, es encontrar para las condiciones que prevalecen en ésta región las mejores recomendaciones en variedades, riego, poda y conducción en espaldera que se adapten al riego por goteo y que a su vez originen un aumento en la calidad y producción de éste cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN:

La huerta de tomate en la que se realizaron las pruebas -- queda ubicada en los terrenos del Ejido Fresno del Norte, Municipio de Francisco I. Madero, Coah., localizada entre las coordenadas E 10' E 12' S 14' S 16' de la cuadrilla -- del Distrito de Riego No. 17, en la Región Lagunera cuya -- altura sobre el nivel del mar es de 1200 mts.

C L I M A:

De acuerdo con la clasificación de Thornthwaite es EB'da, o sea árido con lluvia deficiente en todas las estaciones, mesotermal con una concentración aproximada en temperatura durante el verano de 30%.

S U E L O:

El suelo de la parcela de prueba pertenece a la serie de -- suelos Coyote, del cual fueron extraídas muestras cada 30 cms. hasta la profundidad de 120 cms. para su análisis físico-químico correspondiente.

La textura de las capas 0-30 y 30-60 son Migajón Arcilloso
La textura de las capas 60-90 y 90-120 son Francos
Estructura-Terrenosa en todo el perfil

Condiciones físicas: Permeable con buen drenaje natural y una fertilidad media.

A G U A:

Agua de pozo profundo y según análisis químico se considera buena para riego.

Las pruebas constaron de 13 tratamientos a los que identificamos con letras de la "A" a la "M".

PARCELA UTIL:

La parcela útil fue una cama de 60 mts., de longitud con dos hileras de plantas espaciados 70 cms. entre sí.

SISTEMA HIDRAULICO:

Consistente en motobomba, filtro, dosificador de fertilizantes, válvulas, conexiones, manómetro y emisores tipo - San Pedro de 2 litros por hora de gasto a 0.5 Kg/cm^2 de presión.

DISEÑO HIDRAULICO:

El criterio que se siguió para el diseño hidráulico fue - de no permitir diferencia de carga entre los goteros mayores de 20%.

Para el cálculo del sistema se utilizó la fórmula Darcy-Weisbach.

R I E G O:

En las pruebas que no incluyeron tratamientos de riego, el agua se aplicó tomando como base la evaporación registrada en un tanque evaporometro "A" afectada con un coeficiente-
 $K = 70\%$ los dos primeros meses después del trasplante, y
 80% los meses subsiguientes, en dichos tratamientos se ins
 talo por cada dos hileras de plantas una línea de goteros
 a cada 50 cms.

En los tratamientos de riego las variantes fueron el coefi-
 ciente K, el espaciamiento entre goteros, el número de lí-
 neas de goteros por cama y el intervalo de riego.

1. Tratamiento - 35 y 40% - Riego Diario - Goteros a Metro

Dos hileras de plantas por línea de goteros.
 Una línea de goteros por cama.

2. Tratamiento - 35 y 40% - Riego cada tercer día - Gote--
 ros a 0.50 m.

Dos hileras de plantas por línea de goteros.
 Una línea de goteros por cama.

3. Tratamiento - 47 y 35% - Riego Diario - Goteros a 0.75

Dos hileras de plantas por línea de goteros.

Una línea de goteros por cama.

4. Tratamiento - 70 y 80% - Riego Diario - Goteros a 0.50 m

Dos hileras de plantas por línea de goteros.

Una línea de goteros por cama.

5. Tratamiento - 70 y 80% - Riego Diario - Goteros a 1.00 m

Una línea de goteros por hileras de plantas.

Dos líneas de goteros por cama.

6. Tratamiento - 140 y 160% - Riego Diario - Goteros a 0.50 m.

Una línea de goteros por hilera de plantas.

Dos líneas de goteros por cama.

VARIETADES:

Se probaron 3 variedades con el propósito de evaluar su -- comportamiento y adaptación al riego por goteo, así como a los efectos de diferentes grados de poda y a la práctica de conducir las en espaldera; las 3 variedades fueron Manapal, Manaluce y Ace.

FERTILIZACION:

La fertilización fue uniforme en toda la tabla, aplicando - 120 Kg. por hectárea de Nitrógeno y 92 Kg. por hectárea de Fósforo.

Los 92 Kg. de Fósforo y 70 Kg. de Nitrógeno se aplicaron -- al suelo antes de la plantación, el resto del nitrógeno (50 Kg.) se inyectó en el sistema de riego en dos aplicaciones.

PLANTACION:

La siembra fue en almácigo para posteriormente transplantar se a raíz lavada el día 9 de abril con excepción del tratamiento que fue transplantado en maceta.

La plantación se efectuó sobre camas tomateras de plantas - a 0.70 m. una de otra, variando las separaciones entre plantas según el sistema de poda utilizado de 25 a 60 cms.

ESPALDERA Y CONDUCCION:

Se probaron diferentes tipos de espaldera con el fin de evaluar su costo y su manejo.

1. Cada hilera de espaldera sostiene una hilera de plantas y esta formada por barretas a cada metro, la planta se conduce sosteniendo las guías a cada 25 cm. de altura -- con hilos de ixtle inter cruzados horizontalmente.
2. Cada hilera de espaldera sostiene una hilera de plantas y esta formada con barretas que se encuentran a cada 3 metros sobre las que se colocan 3 hilos de alambre espaciados a 0.40 cm. la planta se conduce atando los tallos con hilo de ixtle a los alambres.
3. Cada hilera de espaldera sostiene una hilera de plantas y esta formada con barretas a cada 3 metros sobre las -- que se coloca a 1.60 metros de altura un alambre horizontal, las plantas se conducen enrollando los tallos sobre hilos que descienden verticalmente al pie de la planta.
4. Cada hilera de espaldera sostiene dos hileras de plantas y esta formada con barretas a cada 3 metros sobre las -- que se coloca a 1.60 metros de altura un alambre horizontalmente, la planta se conduce enrollando los tallos a hilos que descienden transversalmente al pie de la planta.

P O D A:

Se siguieron cuatro criterios de poda diferentes con el fin de evaluar el comportamiento y la producción de las plantas.

1. No se podó, con el fin de utilizarle como testigo.
2. No se podó después de la primera inflorescencia para provocar la formación de dos tallos secundarios, a los que posteriormente se eliminaron todos los brotes axilares.
3. Se podó después de la primera inflorescencia para provocar la formación de cuatro tallos secundarios, a los que posteriormente se eliminaron los brotes axilares.
4. Se podó cada dos inflorescencias después de la primera hoja, se eliminaron todos los brotes axilares para provocar la formación de un tallo único. Este tipo de poda fue en el que se obtuvo mejor resultado en las pruebas efectuadas en el ciclo 1975.

COSECHA:

El tomate se cosechó en verde, habiéndose efectuado 7 cortes en las fechas en que se pizcó el resto de la tabla comercial.

1er. Corte	12 de Julio
2º. Corte	26 de Julio
3º. Corte	3 de Agosto
4º. Corte	11 de Agosto
5º. Corte	18 de Agosto
6º. Corte	26 de Agosto
7º. Corte	7 de Septiembre

Después del último corte, se permitió la entrada libre a --
los Ejidatarios para que pepenaran los últimos frutos ya --
que era incosteable seguir atendiendo la huerta.

R E S U L T A D O S

A continuación se transcriben algunas de las variables que identifican a dos tratamientos, así como los resultados que en ellos se obtuvieron.

TRATAMIENTOS DE RIEGO:

1. Tratamiento - 35 y 40% - Riego Diario - Goteros a Metro.

Dos hileras de plantas por línea de goteros.

Una línea de goteros por cama.

Volumen de agua por hectárea = 4577 m³

Lámina de riego = 0.457 m

Rendimiento por hectárea = Manapal = 41,600 Kg.

Manaluce = 38,064 Kg.

Ace = 41,342 Kg.

2. Tratamiento - 35 y 40% - Riego cada tercer día - Goteros a 0.50 m.

Dos hileras de plantas por línea de goteros.

Una línea de goteros por cama.

Volumen de agua por hectárea = 4,577 m³

Lámina de riego = 0.457 m.

Rendimiento por hectárea = Manapal = 31,824 Kg.

Manaluce = 27,040 Kg.

Ace = 39,776 Kg.

3. Tratamiento - 47 y 53% - Riego Diario - Goteros a 0.75 m

Dos hileras de plantas por línea de goteros.

Una línea de goteros por cama.

Volumen de agua por hectárea = 6,090 m³

Lámina de riego = 0.609 m.

Rendimiento por hectárea - Var. Manapal = 38,064 Kg.

Manaluca = 44,512 Kg.

Ace = 41,184 Kg.

4. Tratamiento - 70 y 80% - Riego Diario - Goteros a 0.50 m

Dos hileras de plantas por línea de goteros.

Una línea de goteros por cama.

Volumen de agua por hectárea = 12,000 m³

Lámina de riego = 1.20 m.

Rendimiento por hectárea - Var. Manapal = 44,720 Kg.

Manaluca = 40,576 Kg.

Ace = 42,224 Kg.

5. Tratamiento - 70 y 80% - Riego Diario - Goteros a 1.00 m

Una línea de goteros por hilera de plantas.

Dos líneas de goteros por cama.

Volumen de agua por hectárea = 12,000 m³

Lámina de riego = 1.20 m

Rendimiento por hectárea = Var. Manapal = 33,072 Kg.
 Manaluca = 34,320 Kg.
 Ace = 32,240 Kg.

6. Tratamiento - 140 y 160% - Riego Diario - Goteros a - - -
 0.50 m.

Una línea de goteros por hilera de plantas.

Dos líneas de goteros por cama.

Volumen de agua por hectárea = 18,310 m³

Lámina de riego = 1.83 m.

Rendimiento por hectárea - Var. Manapal = 30,992 Kg.
 Manaluca = 31,200 Kg.
 Ace = 30,160 Kg.

TRATAMIENTOS DE PODA:

1. Tratamiento - Sin poda.

Rendimiento por hectárea - Var. Manapal = 36,608 Kg.
 Manaluca = 37,856 Kg.
 Ace = 38,480 Kg.

2. Tratamiento - Poda a 3 ó 4 tallos.

Rendimiento por hectárea - Var. Manapal = 47,480 Kg.

Manaluce = 41,392 Kg.

Ace = 40,560 Kg.

3. Tratamiento - Poda a 2 tallos.

Rendimiento por hectárea - Var. Manapal = 36,528 Kg.

Manaluce = 44,096 Kg.

Ace = 50,960 Kg.

4. Tratamiento - Poda a 1 tallo.

Rendimiento por hectárea - Transplantada a raíz lavada -
en maceta.

Variedad Manapal = 45,136 Kg. - 49,088 Kg.

Manaluce = 34,320 Kg. - 45,136 Kg.

Ace = 45,760 Kg. - 46,800 Kg.

D I S C U S I O N

R I E G O S:

De los tratamientos que incluyeron variantes de riego, el mejor rendimiento se obtuvo en el de 70 y 80% de la evaporación, una línea de goteros por cama y goteros a 0.50 m. El segundo lugar lo ocupó el de 47 y 53% de la evaporación, -- una línea de goteros por cama y goteros a 0.75 m.

	MANAPAL Kg.	MANALUCE Kg.	ACE Kg.
70 y 80%	44,720	40,576	42,224
47 y 53%	38,064	44,512	41,184

De los tratamientos de 35 y 40% de la evaporación en las -- que las variantes fueron el espaciamiento de los goteros y el intervalo de riego: goteros a 1.00 m. y 0.50 m., riego diario y cada tercer día la mejor producción se obtuvo en el de riego diario y goteros a 1.00 m.

	MANAPAL Kg.	MANALUCE Kg.	ACE Kg.
Riego Diario.			
Goteros a metro	41,600	38,064	41,342
Riego c/tercer día.			
Goteros a 0.50 m.	31,824	27,040	39,776

De los tratamientos de 70 y 80% de la evaporación; en que las variantes fueron una línea de goteros por cama con goteros espaciados a 0.50 m. y 2 líneas de goteros por cama con goteros a cada metro la mejor producción se obtuvo con una línea y goteros a 0.50 m.

	MANAPAL Kg.	MANALUCE Kg.	ACE Kg.
70 y 80% una línea de goteros a 0.50 m.	44,720	40,576	42,224
70 y 80% dos líneas de goteros a 1.00 m.	33,072	34,320	32,240

P O D A:

En los tratamientos que se probaron diferentes tipos de poda se observe en comparación con el testigo que no se podó, un aumento en la producción y calidad de los frutos.

Para la variedad ACE el mejor resultado se obtuvo en la poda a 2 tallos, ocupando el segundo lugar el de la poda a 3 o 4 tallos, la explicación es que al no ser esta variedad específica para guiar en espaldera, no crece a la misma altura que las otras dos por lo que hay que compensar esta desventaja con mas de un tallo.

En las variedades Manapal y Manaluce, se obtuvo respuesta favorable a las prácticas de poda por ser muy vigorosas en su crecimiento y específicas para conducirse en espaldera.

Los mejores resultados se lograron con la poda a 1 tallo, -siguiendole en producción la poda a 2 tallos.

	MANAPAL Kg.	MANALUCE Kg.	ACE Kg.
Sin Poda	36,608	37,856	38,480
3 o 4 tallos	47,480	41,392	40,560
2 tallos	36,528	44,096	50,960
1 tallo	45,136	34,320	45,136
1 tallo (Maceta)	49,088	45,136	46,800

T R A N S P L A N T E

En el tratamiento que fue transplantado en maceta se obtuvo la mayor producción general de todas las pruebas, logrando las mejores producciones en las variedades Manapal y Manaluce, y el segundo lugar en la variedad Ace.

	MANAPAL Kg.	MANALUCE Kg.	ACE Kg.
Transplantado en maceta	49,088	45,136	46,800

Es probable que los incrementos en producción se deban al efecto del trasplante en maceta, ya que se adelantó la producción 14 días y se dió un corte mas que en los tratamientos que fueron trasplantados a raíz lavada, observandose tambien mayor vigor inicial después del trasplante, superando a todos los tratamientos en altura del tallo.

V A R I E D A D E S

De las tres variedades probaron la Ace fue en la que se obtuvo mayor producción tanto a nivel de los tratamientos como general, siguiendo la variedad Manapal y al final la Manaluca.

La variedad Ace produce un fruto de mayo tamaño que las otras dos, por lo que tiene más demanda en el mercado nacional, el fruto de la variedad Manapal es mediano, mantiene su tamaño por más tiempo a través del ciclo y resiste mejor el empaque y el transporte.

	MANAPAL Kg.	MANALUCE Kg.	ACE Kg.
Mejor producción en los tratamientos.	49,088	45,136	50,960
Producción General	472,344	447,632	484,272

ESPALDERA Y CONDUCCION

De los cuatro tipos de espaldera, y su respectivo sistema de conducción el más económico, práctico y que a la vez facilitó la conducción de las guías fue en el que cada línea de espalderas sostiene dos hileras de plantas, y esta forma con barretas a cada 3 metros sobre las que se coloca a 1.60 m. de altura un alambre horizontalmente, la planta se conduce enrollando los tallos a hilos que descienden transversalmente al pie de la planta.

PRODUCCION

La producción se incrementó en las tres variedades en comparación con el testigo con riego por gravedad en un 71.6% y con el testigo con riego por goteo conducido en espaldera en el sistema tradicional y sin poda en un 26%.

Estos incrementos se debieron al aumento de la población de plantas por hectárea al riego por goteo y a las prácticas de poda y conducción que se realizaron.

CALIDAD Y TAMANO

La calidad del fruto mejoró en aspecto y sanidad cuando el cultivo fué guiado en espaldera, pero el tamaño fué superior en los tratamientos que incluyeron prácticas de poda; estos incrementos se debieron a la mejor exposición de los frutos al sol y a los productos químicos, así como al aumento de vigor de las plantas debido a las prácticas de po da.

B I B L I O G R A F I A

1. Goldberg. D. y Schmueli, M. (1968), Riego por Goteo (traducción) Martínez, S.F. Memorándum Técnico No: 263 Dirección de Estadística y Estudios Económicos.
2. Moreno, D.L. (1973). Experimento de maíz en Riego por Goteo. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Distrito de Riego No. 17.
3. Blass y Yeshayahuen. Experimentos en cultivos de tomate melón y pepino, encontraron que se incrementó en 50 y - 60% la producción bajo riego por goteo.
4. Algunas de las labores desarrolladas en estas pruebas - son resultados de observaciones realizadas en diferentes lugares del País y de Estados Unidos Americanos.

ANEXO N° 18

**ESTUDIO DE POBLACIONES, FRECUENCIAS Y LAMINAS DE RIEGO EN
EL CULTIVO DE MELON, UTILIZANDO RIEGO POR GOTEO**

Por: Ing. Leopoldo Moreno Díaz (*)

(*) Jefe de la Sección de Sistemas de Riego a Presión del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego de México (CENAMAR), SARH.

**SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
REPRESENTACION EN LA REGION LAGUNERA, COAHUILA Y DURANGO
CENTRO NACIONAL DE METODOS AVANZADOS DE RIEGO**

**ESTUDIO DE POBLACIONES, FRECUENCIAS Y LAMINAS DE RIEGO EN
EL CULTIVO DE MELON, UTILIZANDO RIEGO POR GOTEO**

Autor: Ing. Leopoldo Moreno Días.

R E S U M E N

Se realizó un estudio para observar el efecto de la frecuencia de aplicación del riego por goteo, comparando las aplicaciones diarias, cada tres días y cada cinco días; con poblaciones de 20,000 y 25,000 plantas por ha. láminas de riego equivalentes a 60 y 80% de la evaporación diaria efectuada en tanque evaporómetro standar tipo "A" y un testigo con riego por gravedad aplicando el riego cuando el nivel mínimo de humedad aprovechable fue el 40%, con población de 14,520 plantas/ha.

El criterio de comparación de medias, se hizo basándose con la prueba de Duncan al 5%, y los resultados obtenidos fueron:

Con respecto a las frecuencias de aplicación del riego por goteo, - el mejor tratamiento fue de riego diario y entre riego cada tres y cinco días no hubo diferencia significativa.

No hubo diferencias significativas, entre las poblaciones utilizadas en riego por goteo. En relación a las láminas aplicadas como porcentaje de la evaporación y la frecuencia de aplicación se presentaron diferencias significativas al analizar la variable respuesta ton/ha.

INTRODUCCION.

El riego por goteo entre sus características tiene dos básicas:

- a) Reduce la evaporación directa del agua, desde el suelo, y evita la de las plantas y el aire, debido a que humedece menor superficie que otros métodos y deposita el agua cerca a la zona de raíces.
- b) Aumenta la transpiración de las plantas por mantener la zona radicular a esfuerzos de humedad del suelo bajos.

Por otra parte al mantener el suelo con mayor disponibilidad de agua y nutrientes, es posible que permita mayor población de plantas por unidad de área.

Estas condiciones motivaron el presente trabajo por lo cual se establecieron los siguientes objetivos:

- 1.- Determinar si las frecuencias de riego diarias, cada tres días y cada cinco días presentan diferencias significativas en relación a la producción total del cultivo y comparar, con intervalos de riego de acuerdo al método de riego por surcos.
- 2.- Observar la respuesta del cultivo a dos tratamientos de láminas aplicadas en riego por goteo equivalente a 60 y 80% de la evaporación efectuada con tanque evaporómetro standar tipo "A". Se pretende observar las diferencias de producción en relación a las láminas de riego aplicadas por el método tradicional de riego por surcos y el riego por goteo.
- 3.- Determinar si a las poblaciones mayores que la recomendada normalmente por el método de riego por surcos, corresponden mayores producciones.

Los altos costos de los sistemas de riego por goteo indican que -

debe investigarse en los cultivos remunerativos en los cuales sea factible la producción a nivel comercial con este método de riego. Considerando que el cultivo de melón puede llenar estos requisitos, se seleccionó para efectuar la investigación.

REVISION DE LITERATURA.

En relación a la frecuencia de aplicación del riego por goteo, algunos investigadores han obtenido los siguientes resultados:

Goldberg (1971), Rosales (1972), Moreno (1973), Torres (1974) han encontrado que el riego aplicado diariamente tiene mejor respuesta en producción para cultivo de tomate, pepino, melón y maíz.

Goldberg (1971) reporta que el cultivo de tomate obtuvo una producción de 49.4 Ton/ha. regando diariamente, de 38.8 regando cada tres días 37.1 regando cada cinco días y 36.1 regando cada ocho días. En el cultivo de pepinos Goldberg obtuvo 48.2 Ton/Ha. con riego diario, con riego cada tres días 39.5 y con cada cinco días 29.7 Ton/Ha. En melón obtuvo 33.6 Ton/Ha. por riego diario, 31.1 por riego cada tres días y 28.4 por riego cada cinco días, es importante hacer notar que estos tonelajes fueron calidad de exportación.

Rosales (1972) obtuvo 7.4 Ton/Ha. de grano de maíz con 42 cm. de lámina total aplicada y obtuvo 7.25 aplicando riego diario y lámina total de 34 cm.

Torres (1974) reporta que en tomate obtuvo con riego diario 23-Ton/Ha. de los cuales de buena calidad fueron 17.3 Ton. y de media calidad 5.7 Ton/Ha.

Valenzuela (1971) indica que " sin disminuir la producción, el consumo de agua por las plantas no disminuye y en el caso de riego por -

goteo el ahorro de agua estará en función de lo que pueden evitarse las pérdidas por conducción "y también menciona que" se disminuye en gran parte la componente evaporación del uso consuntivo, ello podría inducir a pensar que en este caso el uso consuntivo es menor, pero por otro lado, se debe considerar que la transpiración en gran parte obedece a la tendencia a formar un equilibrio entre la presión de vapor que hay en el ambiente y la que hay en los estomas, por lo que tendrá que incrementarse la transpiración al haber menor vapor de agua en el ambiente."

Por otra parte en general se sabe que a menores esfuerzos de humedad del suelo en la zona radicular de las plantas corresponde mayor transpiración por parte del cultivo.

MATERIALES Y METODOS.

LOCALIZACION.- El experimento se llevó a cabo en terrenos de la pequeña propiedad Corea, Municipio de Gómez Palacio, Dgo., México, ubicada en el Distrito de Riego No 17 de la Región Lagunera, Coahuila y Durango, a la altura sobre el nivel del mar de 1200 mts.

CLIMA.- Según la clasificación de Thornthwite, el clima de esta región es "árido con lluvia deficiente en todas las estaciones, mesotermal, con una concentración aproximada de temperatura durante el verano de 30%. Se simboliza por las letras EB'da'.

En cuanto a la temperatura se observan dos épocas: la primera de Abril a Octubre donde la temperatura media mensual excede de 20°C y la segunda época de Noviembre a Marzo donde la temperatura media mensual oscila entre 13.6 y 19.4°C. Respecto a la precipitación el promedio anual es de 225 mm. Por otra parte la humedad relativa es de 31% en primavera, en verano de 46%, en otoño de 52% y en invierno de 44%.

SUELO.- La textura del suelo es migajón arcilloso de 0-30 cm. y en las siguientes profundidades arcilloso hasta 120 cm., la densidad aparente de 1.2 gr/cc. Capacidad de campo 28% y porcentaje a marchitamiento permanente 15%. Por otra parte las características químicas del suelo indican que el suelo es salino, con conductividad eléctrica del extracto a saturación de 4-11 milimhos/cm. a 25°C. A partir de la profundidad de 30 cm.

AGUA.- El agua de acuerdo a la clasificación del Manual de Agricultura Nº 60 del Depto. de Agric. de E.U. es C_3S_2 y que corresponde a agua altamente salina y agua media en sodio.

PREPARACION DEL TERRENO.- Consistió en las siguientes actividades: Barbecho y rastreo doble; en el caso del testigo se surcó.

PREPARACION DEL SISTEMA DE RIEGO.- Se utilizó una motobomba eléctrica, tanque de fertilización, filtro, manómetro, válvulas, tubería de polietileno de alta densidad y goteros de trayectoria larga de 2 litros por hora, con 10 metros de carga hidráulica. Además los accesorios para uniones, reducciones y tapones. Las tuberías principales se enterraron a 30 cm. de profundidad y se conectó un distribuidor con tres líneas regantes para cada tratamiento de 10 m. de largo.

DISEÑO HIDRAULICO.- Se siguió el criterio de diseño para tuberías con salidas múltiples, utilizando la fórmula de Darcy-Weisbach para determinar pérdidas de energía. La diferencia de carga entre el gotero con mayor y menor carga fue de 5% la carga de trabajo del emisor y que equivale a 50 cm.

DATOS GENERALES DEL CULTIVO.- El cultivo seleccionado para el experimento fue melón (Cucumis melo L.). Variedad Imperial 45. Fecha de siembra abril 25 de 1974. Epoca de cosecha 9 de agosto a 23 de septiembre

de 1974.

FERTILIZACION.- Todo el fósforo se aplicó al momento de la siembra tanto en el riego por goteo como en el testigo. Por el testigo la -- fertilización nitrogenada se realizó en dos aplicaciones; la primera al momento de la siembra y la segunda en el primer riego de auxilio, la dosis de fertilización fue 120-60-00. Para el caso del riego por goteo la fórmula que se aplicó fue de 160-80-00 y la fertilización nitrogenada se efectuó por medio del sistema de riego por goteo en dos aplicaciones. - Los materiales utilizados fueron en todos los tratamientos, Urea y Super fosfato Triple.

RIEGOS.- La metodología de aplicación del riego se basó en tomar datos de la evaporación efectuada en tanque evaporómetro standar tipo "A" la cual se multiplicó por los coeficientes seleccionados 60 y 80% respectivamente para calcular las láminas de riego, estas láminas se multiplicaron por el área correspondiente a cada unidad experimental con lo cual se obtuvo el volumen por aplicar para cada tratamiento. Con el gasto requerido para cada tratamiento por medio de el tiempo se controlaron los volúmenes por aplicar, manteniendo presión constante, de tal manera que a diferentes láminas de riego por aplicar se obtuvieron tiempos diferentes de riego. Cabe hacer notar que tanto las láminas como los tiempos de riego fueron variables a través del ciclo. -

CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.- Cada unidad experi-- mental consistió en tres líneas regantes de 10 m. de largo cada una con separación entre goteros de 0.50 m. cada línea regante abasteció de agua a dos hileras de plantas. La separación entre líneas regantes fue de -- 2.5 m. para obtener una población por hectárea de 20,000 plantas y separación de 2 m. entre líneas regantes para obtener la población de 25,000

plantas por hectárea, para el testigo fue de 2.75 m. entre surcos. La parcela útil fue el área comprendida en la zona central debido a que las guías de las plantas se cruzaron dificultando la separación de ellas mismas.

DISEÑO EXPERIMENTAL.- El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones y el diseño de tratamientos que se utilizó un factorial $3 \times 2 \times 2$, más un testigo, en total 13 tratamientos. ver cuadro Nº 1.

RESULTADOS Y ANALISIS.

Los resultados y análisis estadístico son presentados en los cuadros Nos. 2, 3, 4 y 5.

En el cuadro No. 2 se presentan las medias de los tratamientos con cuatro repeticiones, observándose que el tratamiento uno obtuvo mejor resultado.

En el cuadro No. 3, se observan los resultados del análisis de la varianza, y finalmente en los cuadros Nos. 4 y 5, las pruebas de comparación de medias utilizando el método de Duncan con nivel de probabilidad de 95%.

CONCLUSIONES.

De acuerdo al análisis estadístico y en base a los objetivos planteados, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1.- Al hacer el Análisis de Varianza se encontró diferencia altamente significativa entre todos los tratamientos estudiados incluyendo el testigo.
- 2.- Los factores frecuencia de riego y lámina de riego resultaron altamente significativos.
- 3.- El factor población no mostró significancia.

4.- Las interacciones:

Frecuencia de riego - Lámina de riego

Frecuencia de riego - Lámina de riego - población fueron -
significativos.

5.- La interacción:

Frecuencia de riego - población resultaron altamente signi-
ficativos.

6.- Los rendimientos de todos los tratamientos de riego por go-
teo fueron superiores a los rendimientos de el testigo - -
(surcos).

7.- Los mayores rendimientos correspondieron a frecuencias de-
riego diario y láminas de riego correspondiente a 0.8 de -
la evaporación efectuada en tanque evaporómetro standad ti-
po "A".

8.- Al comparar las dos densidades de población utilizadas en-
riego por goteo, no se observó diferencias entre ellas.

9.- Se concluye que los altos rendimientos se debió a un alar-
gamiento del ciclo vegetativo además de adelantarse la co-
secha, posiblemente provocado por la gran disponibilidad -
de agua en este método de riego.

Como consecuencia de los resultados y condiciones en que se rea-
lizó este experimento se dan las siguientes recomendaciones:

RECOMENDACIONES.

1.- Se recomienda repetir el experimento en diferentes condi-
ciones de suelo y afinando los factores de lámina de riego
y Densidad de población.

2.- Si no existen otros datos, se recomienda regar el cultivo-

de melón utilizando el método de riego por goteo aplicando - como lámina de riego diaria el 80% de la evaporación efectua da en tanque standard tipo "A". Incrementando la densidad - de población a 20,000 plantas/ha.

- 3.- Se recomienda hacer estudios de tipo económico, en instala-- ciones a nivel comercial con la finalidad de comparar en for ma más real este método de riego.

B I B L I O G R A F I A.

- 1.- GOLDBERG, D. (1971), Conceptos Modernos sobre Riego trad. de Modern Concepts on Irrigation, Edo. Tahal Consulting Enginners, LTD. The Departament of Irrigation, Hebrew University. Rehovot.
- 2.- VALENZUELA T.T. (1971), Principios básicos del riego por goteo, Memorándum Técnico N° 296, S.R.H. México, D.F. México.
- 3.- ROSALES J.J.R. (1972), El riego por goteo del Maíz en el Delta del Río Yaqui, Sonora. Memorándum Técnico N° 308, - - S.R.H. México, D.F. México.
- 4.- MORENO D.L. (1974), Experimento en el cultivo del Maíz, utilizando riego por goteo. Sexto Congreso de la Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo. (No Publicada).
- 5.- TORRES N.F. (1974), Estudio sobre diferentes procedimientos de aplicación del riego por goteo en el cultivo del tomate, evaluación económica y de producción en el Valle del Yaqui, Sonora, Memorándum Técnico N° 336, S.R.H. México, D. F. México.

1.- TRATAMIENTOS UTILIZADOS.

No. DE TRATAMIENTOS	FRECUENCIA DE RIEGO	POBLACION (PLANTAS/HA.)	LAMINA DE RIEGO	% EVAPORACION
1	Riego Diario	20,000	87.7	80
2	" "	25,000	87.7	80
3	" "	20,000	68.2	60
4	" "	25,000	68.2	60
5	Riego cada 3 días	20,000	87.7	80
6	" "	25,000	87.7	80
7	" "	20,000	68.2	60
8	" "	25,000	68.2	60
9	Riego cada 5 días	20,000	87.7	80
10	" "	25,000	87.7	80
11	" "	20,000	68.2	60
12	" "	25,000	68.2	60
13	a 40% de H.A.	14,520	127.9	

CUADRO No. 2 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO CON
 CULTIVO DE MELON, UTILIZANDO RIEGO POR
 GOTEO Y RIEGO POR SURCOS
 (Ton/Ha)

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N E S				MEDIA
	I	II	III	IV	
1	131.48	138.10	123.31	119.10	128.00
2	103.45	124.77	127.67	104.02	114.90
3	93.66	103.69	119.57	110.23	106.79
4	99.45	116.18	109.96	97.69	105.82
5	95.60	91.16	94.43	88.28	92.37
6	82.61	90.30	102.85	89.91	91.47
7	82.36	83.76	93.42	85.71	86.31
8	100.71	114.14	78.55	97.69	97.77
9	84.54	91.47	90.92	78.24	86.29
10	115.99	104.90	116.77	102.17	109.96
11	82.95	89.91	89.76	77.85	85.12
12	86.41	97.89	101.49	79.98	91.49
13	29.51	27.92	30.18	28.49	29.03

CUADRO No. 3. AN. VA. PARA EL RENDIMIENTO DEL MELON
(TON/HA)

FUENTES DE VARIACION	G.L	S.C.	C.M.	FC	F (5%)	F (1%)
Bloques incluyendo el testigo	3	844.84	281.61	4.76	2.872	4.39
Bloques sin incluir el testigo	3	910.22	303.41	4.86	2.896	4.45
Tratamientos incluyendo el testigo	12	26394.54	2199.54	37.17	2.036	2.732
Tratamientos goteo V.S. testigo	1	18432.25	1843.25	311.513	4.116	7.41
Tratamientos sin incluir testigo	11	7962.29	723.84	11.59	2.104	2.856
Frecuencia de riego (F)	2	4847.59	2423.79	38.80	3.293	5.327
Lámina de riego (K)	1	822.71	822.71	13.17	4.143	7.485
Población (P)	1	232.96	232.96	3.73	4.143	7.485
Interacción: F x K	2	382.55	241.27	3.86	3.293	5.327
Interacción F x P	2	974.72	487.36	7.80	3.293	5.327
Interacción K x P	1	17.25	17.25	0.28	4.143	7.485
Interacción F x K x P	2	584.51	292.25	4.68	3.293	5.327
Error incluyendo testigo	36	2130.13	59.17			
Error sin incluir testigo	33	2061.66	62.47			
Total incluyendo testigo	51	29369.51	575.87			
Total sin incluir testigo	47	10934.17	232.64			

CUADRO No. 4. RENDIMIENTOS DE MELON (TON/HA) OBTENIDO CON LA INTERACCION, LAMINA-POBLACION FRECUENCIA DE RIEGO POR GOTEY Y EN COMPARACION CON EL RIEGO POR GRAVEDAD, A LOS QUE SE LES- APLICO LA PRUEBA DE DUNCAN.

TRATAMIENTO	MEDIA (TON/HA)	PRUEBA DE DUNCAN • AL 5% CONSIDERANDO TESTIGO	PRUEBA DE DUNCAN • AL 5% SIN CONSIDERAR TESTIGO
13 (testigo)	29.03	a	
11	82.12	b	a
9	86.29	bc	a
7	86.31	bc	a
6	91.42	bc	a
12	91.44	bc	a
5	92.37	bc	a
8	97.77	cd	ab
4	105.82	de	bc
3	106.79	de	bc
10	109.96	e	bc
2	114.90	e	c
1	128.00	f	d

• Los valores que en la prueba de Duncan están marcados con la misma letra, son iguales entre sí, al nivel de 5% de probabilidad.

**CUADRO No.5. RENDIMIENTOS DE MELON (TON/HA) OBTENIDOS CON DIVER-
SAS FRECUENCIAS Y LAMINAS DE RIEGO POR GOTEO Y POBLACION, A LOS-
QUE SE APLICO PRUEBA DE DUNCAN.**

FRECUENCIA DE RIEGO	MEDIA (TON/HA)	PRUEBA DE DUNCAN (5%)
Riego cada 3 días	91.97	a
Riego cada 5 días	93.20	a
Riego diario	113.88	b

POBLACION (PLANTAS/HA)	MEDIA (TON/HA)	PRUEBA DE DUNCAN (5%)
20,000	97.48	a
25,000	101.88	a

PORCENTAJE DE LA EVAPORACION (K)	MEDIA (TON/HA)	PRUEBA DE DUNCAN (5%)
0.6	95.54	a
0.8	103.82	a

Los valores que en la prueba de Duncan estan marcados con la misma letra son iguales entre sí, al nivel 5% de probabilidad.

ANEXO N° 19

DESARROLLO DEL RIEGO POR GOTEO EN EL

ESTADO DE AGUASCALIENTES

Por: Ing. Carlo Rojas Valdez (*)

(*) Jefe de Campo del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego de México, CENAMAR.



ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Aguascalientes, cuya capital fué fundada el 22 de Octubre de 1575 por Juan de Montoro, Jerónimo de la Cueva y -- otros pobladores, es uno de los estados mas pequeños de la República Mexicana, localizándose en el centro de la misma, en la Altiplanicie Meridional, de los $21^{\circ}28'08''$ a los $22^{\circ}28'06''$ de latitud Norte y entre los $101^{\circ}53'09''$ y los $103^{\circ}00'51''$ de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

La Entidad, tiene una superficie total de 5589 Km². de extensión, colindando al Norte, Este y Oeste con el Estado de Zacatecas y al Sur con el Estado de Jalisco.

El Estado es atravesado por la Sierra Madre Occidental -- formando algunas sierras con elevaciones desde 2500 hasta -- 3090 metros sobre el nivel del mar.

El Municipio de Calvillo, situado en la porción poniente del Estado, con una superficie de 1490 Km². ha prosperado como región frutícola, siendo el principal cultivo la guayaba, -- cuya introducción a la región data de 1940, habiéndose establecido en un lugar llamado "Palo Alto" como un cultivo en maceta, y habiéndose dado cuenta de la magnífica calidad de su fruto y de que en toda la cuenca existía un microclima especial para el cultivo, se incrementó notablemente su superficie hasta cubrir actualmente un total superior a las 6000 -- Has.

Además de ese cultivo, se cuenta en menor cantidad con -- superficie cubierta con durazno y aguacate.

La topografía de esta región es bastante irregular, pudiéndose clasificarse como accidentada, con pendientes variables del 6 al 20%, formando una serie de elevaciones, donde aumenta la pendiente, hasta llegar en la parte alta de los cerros hasta un 50%, alternándose en las faldas hasta un 10%.

El clima de la región se describe como seco, semicálido con invierno y primavera secos e invierno benigno.

La temperatura media anual es de 20.2°C, con mínima extrema de 4.8°C en Enero y promedio mínimo de 11.1°C, el promedio máximo es de 29.9°C con máxima extrema de 40°C en Junio.

Las heladas que se presentan, están íntimamente ligadas con la microtopografía, presentándose con mayor incidencia en los meses de Enero y Febrero.

La precipitación media anual es de 586 mm., distribuidos en los meses de Junio a Octubre.

La evaporación media anual es de 2148 mm., siendo el período de máxima de Marzo a Septiembre y mínima entre Octubre y Febrero.

Los suelos, muestran un horizonte A de 20 a 40 cm., y un horizonte B tepetatoso, con varios metros de profundidad; en las planicies los suelos son más profundos, aunque comprende una superficie limitada.

La textura de los suelos es generalmente arcillo-arenosa, con un alto índice de pedregosidad y el subsuelo es de-

tepetate calizo, de mediana a alta compactación.

La fertilidad de estos suelos es baja, con limitado contenido de materia orgánica y marcada deficiencia en nitrógeno y fósforo asimilables.

En el Municipio, se dispone de una cuenca hidrológica originada por escurrimientos que concurren al Río Calvillo, aunada al agua del subsuelo, que con 78 pozos para el riego de 2500 Ha. representa un volumen de gran significación en la Región.

El sistema tradicional para el riego de los frutales en esta región, es mediante el aprovechamiento del agua de pozos profundos ó bombeo de corrientes, la cual se eleva a depósitos construídos en la parte más alta del predio, desde donde se deriva por gravedad a pequeños canales, la mayoría de las veces recubiertos con canto rodado y revestidos con mortero de cal, que constituyen la red de conducción, desde donde se deriva a regaderas de tierra que conducen el agua a las cepas.

Analizando someramente este método de riego en la región, se encontraría que las pérdidas por conducción son bastante elevadas, y que por el hecho de tener pendientes muy fuertes y topografía muy accidentada, se originan problemas de erosión y remoción del suelo de por sí escaso, lo que dá lugar a la formación de cárcavas y zanjones, que empeoran las condiciones topográficas y de fertilidad del suelo, y si se considera la poca profundidad de los suelos, se podrán observar zonas de deficiencias de humedad, acusadas por lo

efecto, se bombeaba directamente a unos tanques colocados en la parte superior de los cerros de donde se extraía el agua por una tubería de PVC hacia las líneas regantes de tubería de PVC blanca y con goteros regulables Marca Salco, habiéndose tenido algunos problemas de operación debido al desconocimiento del método, pero fundamentalmente por la presión que el desnivel de 54 m. entre los tanques de abastecimiento y las tuberías regantes inferiores ocasionaba, dando lugar a roturas en esos niveles, por no utilizarse tuberías de alta densidad.

Algunos otros problemas, como la creación de algas, en los depósitos descubiertos y el taponamiento de goteros por esta misma razón, y por granos de arena, fueron parcialmente subsanados al cubrir los depósitos con láminas de asbesto.

Sin embargo, se siguieron teniendo problemas para la regulación manual de los goteros por las diferencias de carga y otras razones más, sin embargo el primer objetivo buscado fué parcialmente cubierto.

En ese mismo tiempo, algunos agricultores de la región entre los que se puede contar el Sr. Salvador López y al Dr. Enrique Wong, establecieron el sistema con una metodología muy particular. El primero de los citados, estableció un sistema de una manera similar al establecido por el Banco Agropecuario a la Sociedad Benito Juárez del Ejido Calvillo; sin embargo posteriormente decidió prescindir de los goteros, para no romper la tubería regante, decidió úni

y con suelos poco profundos y de baja fertilidad, el riego por goteo ha venido a significar la oportunidad de incorporar al riego, terrenos que hasta ese momento se habían regado con muchas deficiencias o no habían tenido el beneficio del riego, y aunque éstos han sido los objetivos específicos para su establecimiento y profusión en las zonas -- anotadas, se pueden anotar también los siguientes:

1. Mejor control en el manejo del agua.
2. Disminución en las pérdidas por conducción y distribución.
3. Aumento de superficie bajo riego.
4. Conservar la capa arable.
5. Incrementar la producción total y por hectárea.

PRIMERAS INSTALACIONES.

La necesidad imperiosa de lograr un mejor aprovechamiento del agua y tratar de incrementar el rendimiento de los cultivos con los recursos naturales disponibles, hizo adoptar en el año de 1969, uno de los sistemas más aventajados en la técnica hidráulica, que aunque no muy difundido -- aún su uso a escala comercial, con limitaciones de venta en el mercado, con altos costos de instalación y necesidad de mano de obra especializada, su alta redituabilidad, hacía -- esperar que su uso soportara la inversión inicial.

En esas condiciones, se estableció en el Ejido Calvillo, una superficie de 56 ha. de guayaba por este método, -- por conducto del Banco Agropecuario de Occidente. Para el-

DURAZNO	748 Has.
VID	640 "
GUAYABO	367 "
AGUACATE	142 "
TORONJA	9 "
VARIOS	23 "
<hr/>	
TOTAL	1929 Has.

Es necesario volver a aclarar, que la superficie anotada, no es la total con riego por goteo y que es necesario un recorrido exhaustivo para obtener una información más -- apegada a la realmente existente en la actualidad.

OPERACION DEL SISTEMA.

En términos generales, se ha observado que en el cultivo de la vid se tiene un gotero para cada planta y en durazno se tienen dos a cuatro goteros dependiendo del espaciamiento entre árboles, lo cual fluctúa entre 6X6 m, -- 4X4 m, y 6X3 m.

El tiempo de aplicación del riego, que en casi todos los casos es durante el día solamente, es muy variable dependiendo del mes del año, pero no existe un control definido para su aplicación que en casi todos los casos es por la apariencia que guarda el cultivo, pero regido en términos generales por las indicaciones que de tiempo de riego fueron proporcionados por los fabricantes. Solamente en uno de los casos observados, se tienen tensiómetros como un índice

para observación del contenido de humedad.

A la fecha, no se ha generalizado la aplicación de fertilizantes e insecticidas, pero las nuevas instalaciones están haciendo uso de las tuberías de riego para la aplicación de fertilizantes nitrogenados como urea y sulfato de amonio, habiéndose aplicado nematicidas también por este medio.

RESULTADOS OBTENIDOS.

En los años de operación que tiene el sistema en el Estado, se han reportado los siguientes informes acerca de su operación:

- 1 Facilidad de operación, puesto que una sola persona puede cubrir hasta 20 Has. disminuyendo considerablemente los costos en mano de obra.
- 2 Mejor control en el manejo y distribución del agua, pudiendo regarse terrenos de topografía muy irregular, que no es posible regar con ningún otro medio.
- 3 Problemas para una operación adecuada por falta de orientación y dirección técnicas.

El mantenimiento del sistema, se limita generalmente a reponer aquellos goteros que se llegan a romper en la estación invernal y a reponer aquellos goteros que se taponean por granos de arena. Con respecto a la producción, se han logrado incrementos en producción y en calidad y además como en el caso específico del durazno, ha permitido lograr plantaciones a 2.75 M. entre líneas que anteriormente se establecían a 6 M de separación, con un aumento considerable en la producción.

EVALUACION DEL SISTEMA.

El sistema por lo general, tiene una eficiencia de media o baja, porque algunas instalaciones no se hicieron de acuerdo con las necesidades reales del cultivo y los goteros varían en su porcentaje de aplicación de agua, las mejores eficiencias parecen ser de un 80%, pero en otras, sobre todo aquellas que aún siguen conservando el gotero regulable, operan con muchas deficiencias por falta de un cálculo y un control adecuado en la operación, sin embargo, el simple hecho de cambiar de gravedad a goteo ha implicado un gran adelanto en la técnica de aplicación del agua a los cultivos y un ahorro considerable en pérdidas por conducción, que en ocasiones llega a ser superior al 50% del agua destinada para riego.

Observaciones generales efectuadas por técnicos de una Cía. Distribuidora y por personal de la S.A. y R.H. en la operación de sistemas señala como fallas principales de algunas instalaciones las siguientes:

1. Falta de depresión en los sistemas de bombeo.
2. Falta de dispositivos para fertilizar el sistema.
3. Falta de sistemas de filtración.
4. Espaciamiento inadecuado de goteros.

A esto había que añadir que los tiempos e intervalos de riego no están calculados sobre la base de consumos reales de agua. Para una correcta operación y duración del sistema, es necesario llevar a cabo algunas operaciones de-

mantenimiento a todos los niveles y principalmente los siguientes:

- 1 Instalar y conservar manómetros.
- 2 Instalar y conservar medidores volumétricos.
- 3 Instalación y conservación de sistemas de filtración.
- 4 Lavado periódico de las tuberías y goteros.

El costo inicial del sistema, puede parecer alto a primera vista, sin embargo, en la Región de Calvillo, el costo de regaderas y cajetes arroja una cantidad superior a los \$ 25,000.00 por Ha. considerando que el costo por metro lineal de regadera es de \$ 30.00; en esas condiciones el riego por goteo tiene un costo igual o menor que el riego por gravedad y la producción obtenida en toneladas y en calidad resulta superior a la del riego por gravedad, cuando el primero cuenta con una buena instalación y operación aprovechando el sistema para la aplicación de fertilizantes e insecticidas.

Se han reportado casos, en que el estado general del cultivo y la producción ha sido mejor con el riego por gravedad, pero ésto ha sucedido porque no se ha aplicado el agua necesaria en dosificación y frecuencia adecuadas, por desconocimiento del contenido de humedad aprovechable del suelo ó por fallas de instalación, al no preverse las necesidades del agua en años posteriores al de la instalación.

En instalaciones efectuadas en el Valle de Aguascalien

tes se ha reportado que el costo de instalación ha sido cubierto en solamente dos años en frutales, debido a la disminución en mano de obra y en el aumento en superficie bajo riego y el incremento en producción.

P E R S P E C T I V A S

No es aventurado suponer que la superficie de riego -- por goteo se incremente aún más, dado que, a la fecha se -- siguen haciendo instalaciones de ese tipo en distintas explotaciones agrícolas, las razones de ello se han expresado con bastante profusión en la exposición de este modesto -- trabajo; la topografía sumamente accidentada por un lado y la carencia de volúmenes superficiales y subterfaneos para riego, han permitido que un método de riego de alto costo -- inicial haya sido adoptado como la solución a los graves -- problemas que en el aspecto riego afronta el Estado de Aguas calientes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La superficie total con riego a la fecha, es de aproximadamente 60,000 Has. de las cuales 31,000 Has. son regadas con 1200 pozos profundos, los ríos y arroyos dentro del Estado son captados por obras de almacenamiento casi en su totalidad, puede decirse que ya no hay corrientes susceptibles de aprovechamiento; los 1200 pozos existentes han propiciado una baja en los niveles de bombeo, resulta casi imposible la autorización para perforación de mayor número de

pozos. Por estas razones es de urgente necesidad llevar un control rígido del uso del agua, y el riego por goteo propicia un mejor control y manejo del agua, un aumento en superficie bajo riego y un incremento en la producción, es por ello, que las necesidades de su utilización son muy grandes, porque es necesario y más que necesario, es urgente lograr la máxima productividad por cada metro cúbico de agua empleado en el riego, en beneficio de los agricultores, de la economía del Estado y de la Nación.

Sin embargo, es preciso que los agricultores que hasta ahora han buscado por todos los medios a su alcance el lograr el máximo rendimiento en sus cultivos, se vean compensados con el auxilio de la técnica, para que el manejo correcto del agua en volumen y gasto, se ajuste al suministro en volúmenes y dosificación que cubran las necesidades fisiológicas de los cultivos durante todo su desarrollo y fructificación.

Que la revolución iniciada en el campo por los agricultores, sea secundada por los organismos Gubernamentales, específicamente por la Representación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el Estado, para hacer realidad los anhelos de los agricultores y cumplir con el lema de la extinta Comisión Nacional de Irrigación y legado a la también extinta Secretaria de Recursos Hidráulicos "POR LA GRANDEZA DE MEXICO".

ANEXO N° 20

**PROYECTO, INSTALACION, OPERACION Y RESULTADOS DEL SISTEMA DEL
RIEGO POR GOTEO, DEL EJIDO COLECTIVO DE CALVILLO, AGUASCALIENTES**

Por: Ing. Efrén Peña Aguirre (*)

(*) Técnico de la Sección Obras de Infraestructura de la Subgerencia de Desarrollo del Banco de Crédito Rural de Occidente S.A., México.

PROYECTO, INSTALACION, OPERACION Y RESULTADOS DEL SISTEMA DEL
RIEGO POR GOTEO, DEL EJIDO COLECTIVO DE CALVILLO, AGUASCALIENTES

HONORABLE ASAMBLEA:

Esta ponencia versa sobre la instalación del Sistema de Riego por Goteo de 300 has, establecido en los años de 1969 y 1970 en el Ejido Colectivo de Calvillo, Ags., por el extinto Banco Agropecuario de Occidente, S.A., hoy Banco de Crédito Rural de Occidente, S.A.

El objeto de esta Ponencia, es dar a conocer de una manera cabal el proceso que se llevó a cabo para hacer un proyecto de riego por goteo en condiciones difíciles y la realización de las obras y sus resultados.

1. El objetivo fue utilizar terrenos marginados por su mala calidad, suelos delgados, con muy fuertes pendientes e improductivos.
2. Resultados. Con el riego por goteo se convirtió un área estéril en un área productiva de alta productividad.

I. La ciudad de Calvillo, Ags. está situada $21^{\circ} 51'$ latitud Norte y $102^{\circ} 43'$ de longitud Oeste, a 1700 metros sobre el nivel del mar, su clima es semicálido, y su precipitación es de 440 mm. Se encuentra sobre la carretera Aguascalientes-Jalpa, Zac. en el km 52.

II. Los terrenos ejidales que están explotándose se encuentran al Sur de la ciudad de Calvillo; se estableció la primera unidad de riego por goteo en 1969 de 56 has y en 1970, la unidad de 244. Dichos terrenos forman parte de las faldas de las estribaciones de la sierra y por lo mismo son de topografía muy accidentada, están formadas por una meseta de 80 has, con dirección Noroeste-Sureste de la cual parten salientes con pendientes de 45° a 60° . La superficie de estas salientes suman 188 haciendo un total de 268 has. La parte más alta de la meseta tiene la cota 225, con relación a la cota 100 que tienen los brocales de los pozos profundos con que se riegan 244 has de éstas 268, y las primeras 56 has, cuentan con otro pozo, el N^o 1. El gasto total que producen los tres pozos es de 99 lts/seg y se utilizan en 300 has de riego por goteo.

En la cota 100 se basó el desarrollo del proyecto.

III. El suelo se compone de una capa de 20 a 90 cms arcillo arenoso, con cantos rodados de dos a veinte centímetros de diámetro y descansa sobre una capa de tepetate y conglomerados impermeables.

En las partes con pendientes fuertes se hicieron cepas con el uso de explosivos en líneas a curvas de nivel separadas 7 mts. y a siete metros entre cepa y cepa.

Se desechó el sistema tradicional de hacerlas a pico y pala, por resultar excesivamente caras y menos eficientes que las hechas con explosivos.

Para el uso de dichos explosivos, se hicieron barrenos de 1.40 metros de profundidad; con un bombillo o cartucho de dinamita, un fulminante y un pedazo de cañuela de 0.30 mts; que encendida se dejó caer dentro del barreno abierto; al explotar se formó una pequeña oquedad o caja en el fondo del barreno que después se cargó con los explosivos necesarios. Al explotar este barreno aflojó o bronqueó un área de aproximadamente 3 a 4 metros de diámetro y mayor profundidad y de esta manera propicia el drenaje y no requiere labores de ampliación subsecuente o anuales, como es el caso de las cepas hechas a pico y pala; labor que aumenta considerablemente el costo total de la cepa.

En los terrenos planos de la meseta se aplicó el subsoleo hasta 1.20 de profundidad, con arados especiales.

La Región de Calvillo está circundada por una cadena de altas montañas y la atraviesa longitudinalmente el río de Calvillo, que es de curso constante. Es una cuenca hidrográfica perfectamente definida, abundando los mantos acuíferos con aguas de buena calidad.

IV. De acuerdo con la ubicación de los pozos y buscando funcionalidad para mejor aprovechamiento de la topografía de terreno y mejor aprovechamiento y manejo del agua, se proyectó elevar el agua del pozo N° 2 a la cota 180.

En la cota 180 del plano topográfico y eligiendo el lugar más conveniente, se localizó el tanque N° 1, siguiendo una pendiente de 0.004 para que flujera

el agua por gravedad, a 1775 metros de distancia, serpenteando las salientes se localizó el tanque N° 2, para continuar con la misma pendiente y un recorrido de 2400 metros, en las mismas circunstancias anteriores, hasta el punto ideal para el tanque N° 3. Continúa el flujo por gravedad hacia el Oriente, hasta el cárcamo de rebombeo, localizado a 1770 metros de este último tanque.

Del cárcamo de rebombeo se trazó una línea recta a la parte más alta de la meseta, cota 225, lugar conveniente para construir el tanque N° 4 y con la pendiente obligada del terreno se localizan los tanques 5, 6 y 7 a 1000 metros, 703.0 metros y 505.00 metros, respectivamente con dirección Noroeste, es decir en dirección opuesta a la tubería de los tanques uno, al dos y al tres.

Se calcularon los tanques para una capacidad de 432 metros cúbicos cada uno, por considerar que esta capacidad es la más conveniente dada la topografía del terreno y se les dió una forma alargada; siguiendo las curvas de nivel se ahorró buena parte del costo, disminuyendo considerablemente las excavaciones en tepetate.

Con el gasto de 33 lts/seg del pozo N° 2, se calculó la bomba y la tubería necesarias para descargar dicho gasto en el tanque N° 1. Los cálculos aparecen en la memoria de cálculos.

Ya localizados los 7 tanques necesarios y teniendo presente los posibles problemas del sistema de riego por goteo de la S.L.C.E. "Benito Juárez" que posee las 56 has a que se hace referencia, contiguo en la parte baja de este nuevo sistema, se proyectó un circuito cerrado de alimentación con capacidad de 36 lts/seg. comunicando el tanque N° 6 con el tanque N° 1, y este con el tanque N° 3 del sistema de riego de la S.L.C.E. "Benito Juárez" como auxiliar en las épocas críticas y para el caso de que llegue a fallar el Pozo N° 1 de dicha Sociedad "Benito Juárez" o alguno de los dos de este sistema, "Prof. Enrique Olivares Santana"; con un sólo pozo se pueden alimentar los dos sistemas.

Se localizaron las líneas de abastecimiento entre tanques y la superficie susceptible al riego por goteo se dividió en dos zonas, una abajo y dominada por la línea abastecedora entre los tanques Nos. 1, 2, 3 y el cárcamo de rebombeo,

que partió de la cota 180 y la otra dominada por la línea que va sobre el parte de aguas de la meseta y que corre de oriente a poniente, que alimenta del tanque N° 4, a los tanques 5, 6 y 7.

Estas dos zonas se subdividieron a su vez en 17 bloques de riego, correspondiendo a la primera que llamaremos baja, los bloques del N° 1 al N° 10, 11-A y a la segunda o alta, los Nos. 11, 12, 14, 15, 16 y 17.

Cada bloque de riego, toma el volúmen de agua necesario, directamente de la línea principal alimentador de los tanques, con excepción de una parte del bloque N° 4, que riega directamente del tanque N° 2 y a los bloques 11 y 12, que se riegan directamente de los tanques N° 6 y N° 7. El proyecto fue que el riego de cada bloque fuera independiente.

Primeramente se calculó el diámetro de la tubería necesario para conducir 36 lts/seg., del tanque N° 1 al tanque N° 2, de éste al N° 3 y del N° 3 al cárcamo de rebombeo, resultando que el tanque de 10" fue el más conveniente, dándole mayor pendiente a este último tramo, previniendo la posibilidad de que fuera necesario conducir mayor gasto, en caso de que el volúmen disponible de los pozos N° 2 y 3, no fuera suficiente por demandas inusitadas de los árboles adultos y se ha localizado también el Pozo N° 4, cuyo gasto deberá elevarse y conducirse a la citada línea del cárcamo.

Del cárcamo al tanque N° 4 se calculó tubería de 6" de alta presión. Del tanque N° 4 al N° 5 y al N° 6, tubería de 8" por las mismas razones antes dichas. Del tanque N° 6 al tanque N° 1, para cerrar el circuito. Del tanque N° 1 al tanque N° 3 del sistema de riego de la S.L.C.E. "Benito Juárez" tubería de 4" de alta presión, dada la diferencia de niveles entre tanques, que es de 50 mts.

Se optó pues por la forma cuadrilonga para los tanques, porque además se determinó que debían ser cubiertos con el fin de evitar la formación de algas (Lama), así que se proyectaron con medidas interiores de 6 x 24 mts, y altura media de 3.35 mts, ya que en sentido longitudinal un muro tiene 3.70 mts de altura y el opuesto sólo 3.00 mts., para que los muros laterales de apoyo tengan el 10% de pendiente requerida para el buen funcionamiento de la lámina estructural, Su capacidad es de 432 mts.

Se optó la anchura de 6 metros interiores, que agregándole el espesor de los muros en la corona, de 0.50 mts, dá los siete metros que tiene de longitud la lámina estructural de asbesto cemento, con lo cual se evitó el uso empleo de armaduras. La sección transversal del muro de los tanques es la tipo para presas de gravedad de mampostería.

En el plano topográfico se trazaron los caminos de acceso para los lugares en que se localizaron los tanques y para los bancos de piedra más accesibles.

Se tuvo en cuenta que los caminos que se utilizaron para las construcciones deberían servir ahora para operación en el sistema frutícola.

Habiéndose decidido previamente que se sembrarían 214 ha de guayabo, 20 de durazno de mesa y 10 de aguacate, se procedió a determinar la máxima demanda por árbol en el mes de mayo, la época crítica para el cálculo del sistema de riego por goteo.

Para determinar el uso consuntivo teórico del guayabo, se empleó la fórmula de Blanley y Criddle, resultando 125 lts/día/árbol y aplicando un coeficiente de corrección de 0.60, recomendado por el Prof. Black de Australia, en su tratado de riego por goteo, traducido por el Departamento de Pequeña Irrigación, de la Ex-Secretaría de Recursos Hidráulicos en junio de 1970, se llegó a la conclusión de que el consumo del guayabo adulto en el mes de mayo es de 75 lts/días; para tener un pequeño margen de seguridad se consideraron 82 lts/día/árbol.

Con el gasto disponible de los pozos Nos. 2 y 3 de 69 lts/seg, se procedió a elaborar el proyecto definitivo de distribución, considerando que debido a las fuertes pendientes y la longitud de las tuberías de los laterales hay grandes presiones hidrostáticas, hubo necesidad de colocar en éstas válvulas de alivio para quebrantar dichas presiones.

Tomando como patrón el Bloque N° 1, se calculó el sistema de riego por goteo, dando por resultados que cada lateral o línea alimentadora de las líneas

regantes, será de 1.1/2", 1.1/4" y 1", de polietileno alta densidad, colocando una válvula de 1.1/2 en la toma de cada línea, para control, y otra en cada cambio de diámetro de tubería, colocando inmediatamente después de éstas, un tubo piezométrico como guía para regular la presión, como se hace en la S.L.C.E. "Benito Juárez".

La tubería de las líneas secundarias o regantes, será de 3/8" también de Polietileno de alta densidad, para regar hasta 28 árboles y con una pendiente del 2%, pendiente tomada de las tablas del Prof. Black y checadas con las fórmulas de Darcy-Weisbach. Habiendo un desnivel de 82 metros, entre el brocal del pozo N° 2 y la descarga en el tanque N° 1, se utilizará tubería de alta presión de 7 atmósferas lo mismo del pozo N° 3. En los desniveles mayores de 25 metros, se utilizará de esta tubería y en los desniveles menores se utilizará tubería de irrigación, cuya resistencia es de 3 kg./cm². Ambas tuberías serán de asbesto cemento con estas características.

Las bombas deberán ser operadas automáticamente, por lo tanto en los tanques N° 1, 3, 4 y el cárcamo tendrán flotadores con switches eléctricos automáticos, para evitar que haya desbordamientos en dichos tanques, y los intermedios deberán ser controlados con cierres mecánicos automáticos, éstos son los Nos. 2, 5, 6 y 7.

Se construyeron casetas en las estaciones de bombeo, para la protección del equipo eléctrico. En la memoria de cálculos se encuentran los cálculos siguientes:

La Memoria de los cálculos, contiene:

- 1) Cálculo del uso consuntivo para el Guayabo en el Ejido de Calvillo, Ags. y el volumen requerido para el riego por goteo
- 2) Consumo en toda el área de 244 has
- 3) Cálculo de las tuberías con las fórmulas de Manning y de Darcy-Weisbach
- 4) Cálculo de las bombas
- 5) Cálculo del golpe de ariete
- 6) Cálculo de la estabilidad de los tanques, considerando sus muros como presa de gravedad de mampostería.

7) Determinación de los desniveles de los tanques:

- Con la fórmula de Manning 6.40
- Con la fórmula de Chezy, modificada por Darcy 2.85
- Con la fórmula de Schoder y Dawson Haze
- Con la fórmula de Hazen-Williams King (libro 6.00)
- Con la fórmula de Kossemy 4.50

Se optó por usar la pendiente de .004.

OPERACION

La primera etapa de las 56 ha, se encontraba trabajando bien. Los árboles 1 año después de la plantación, se encontraban bien desarrollados y con abundancia de fruta y hubo necesidad de sacrificar el 50% para preservar los árboles, evitando su desgajamiento.

Los ejidatarios controlaban bien la operación del control y distribución del agua, y aplicación de fertilizantes y herbicidas y fungicidas de acuerdo con los consejos de los especialistas, los resultados siguieron siendo óptimos.

La segunda etapa fue entregada al Ejido a mediados de 1972. Fue contratado por el Ejido un Ingeniero especialista, que se hizo cargo de la operación de los dos sistemas, dando muy buenos resultados su intervención. Se fue simentando la producción y el crecimiento uniforme de las nuevas plantaciones.

Después de 2 años, el ejido se quedó sin técnico, y los árboles han resentido la falta de riego oportuno.

Los árboles de la primera unidad que sigue regándose con oportunidad está alcanzando la producción de 12 ton/ha.

En la segunda etapa el durazno también la producción no es uniforme, porque el riego es deficiente ya que éste no es diario ni completo, no obstante que el sistema funciona bien.

RESULTADOS

Los hechos van demostrando buenos resultados, cuando el sistema de riego por goteo es atendido por un técnico; los árboles de las 244 has, están en producción pero no con la deseada, sólo con excepciones como las 20 has de durazno que dieron una producción de 200 ton, que es óptima.

CONCLUSIONES

Siendo de las primeras explotaciones frutícolas las del Ejido Calvillo, Ags., que están empleando el sistema de riego por goteo desde 1968 con una superficie de 300 has y cuando sus instalaciones trabajando bien, no sería conveniente dejar que esa explotación colectiva sufra deterioros por falta de asistencia técnica. Es de sugerirse que de ser posible la Agencia de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en Aguascalientes en coordinación con CENAMAR, sus técnicos hagan experimentos con esa importante superficie de riego por goteo, con lo que se beneficiará la explotación colectiva y las Instituciones Oficiales, por los resultados que a todos nos beneficiarán.

ANEXO N° 21

**LA APLICACION DEL RIEGO POR GOTEO, COMO UNA
SOLUCION POLITICA Y ECONOMICA EN LOS PAISES SUBDESARROLLADOS**

Por: Howard F. Klein (*)

(*) Presidente, International Research & Development Corporation, México

Ahora, con la imperiosa necesidad de alimentar mejor a una población creciente, con recursos decrecientes, se estima urgente aumentar los rendimientos y productividad agrícola en las zonas rurales de México, Brasil y demás países de América Latina; es obvio que resulta inminente una "REVOLUCION AGRICOLA".

Si reflexionamos sobre los eventos que produjeron la revolución industrial, podemos observar que la plataforma tecnológica del siglo XIX apenas llegaba a una curiosidad académica; a pesar de esto, los industriales que nacieron de esa revolución fueron aquellos que tuvieron la visión para acaparar esa tecnología, poniéndola a usos prácticos. Por tanto, para bien o mal, hoy en día tenemos un mundo que nos brinda casi todos los aspectos materiales posibles.

Actualmente nos encontramos sobre otra plataforma tecnológica, lista a captarse y llevar a cabo la revolución agrícola, mientras que, aun a estas fechas en Latinoamérica, seguimos cultivando nuestros campos con los métodos agrícolas que se originaron en la Mesopotamia, o sea los primeros hombres de la - Era Moderna, que explotaron el potencial de los campos aluviales occidentales, formados por los Ríos Tigris y Eufrates.

Si va a estallar una revolución agrícola en la América Latina, ésta deberá consumarse con todos los aspectos posibles de la tecnología actual, para ponerla a trabajar en forma práctica; por ejemplo, si el polvo lunar resultare ser el mejor fertilizante, de qué nos servirá, si no se encuentra disponible en las cantidades y a precios razonables para lograr beneficios reales.

Lo que se necesita es un sistema de apoyo total para las plantas, que sea disponible para la mayoría de los cultivos importantes de hoy y que ese apoyo, esté a un precio acorde con el valor de la cosecha, para que así permitan mayores rendimientos con menor cantidad de agua aplicada, pues no tiene ningún caso el substituir un recurso decreciente (agua), con otro recurso decreciente.

El Riego por Goteo, en forma de sistema, fué desarrollado en Inglaterra, en 1950 (Blass) y desde entonces, ha sido mejorado y desarrollado por muchas empresas en muchas partes del mundo: Israel, Australia, Estados Unidos, México, etc. Cada paso del camino recorrido desde entonces, ha sido ampliamente probado y comprobado, tanto por académicos como por agricultores prácticos, para llegar a ser una importantísima herramienta por medio de la cual, tanto el agua como los nutrientes,

pueden ser suministrados directamente a la zona radicular de las plantas y árboles. No obstante, hasta hoy, el costo de abastecer Riego por Goteo a la mayoría de los cultivos, ha resultado fuera de toda proporción al valor de la cosecha.

Cierto es que, entre los fabricantes de estos equipos, se han logrado sistemas de Riego por Goteo más sofisticados, pero fué apenas en este año de 1977, que quienes son considerados como los líderes mundiales en lo que podría llamarse - Riego por Goteo Convencional (sirviendo particularmente a cultivos de alto valor comercial como son: frutales y vid), lograron presentar algo radicalmente distinto, efectivo y 100% comprobado.

Dicha empresa produce alrededor de un millón de metros diarios de tuberías-regantes y, si los demás fabricantes se unieran a ella, bien podrían producir 1.5 millones de metros diarios, los cuales los absorbe la agricultura, sobradamente. No obstante, esta cantidad, que suena muy extensa, apenas equivale a un surco sencillo, al considerar los millones de hectáreas bajo cultivo.

Esa empresa, debido a sus ramificaciones, se percató de que podría aprovechar sus dimensiones para llevar a cabo la revolución agrícola, lo cual ya fué logrado, pues ha instalado -

equipo que, junto con la Agrotécnica y habilidades mecánicas, - complementadas por el deseo de tener buen éxito, forman un paquete que proveerá un eficiente sistema de Riego por Goteo, sencillo de instalar y operar a un costo muy bajo. Además, en la fabricación ha recurrido a la más moderna tecnología con la cual resistirán la prueba crítica del tiempo.

La primera fase tecnológica para ellos, fué la de identificar los polímeros plásticos capaces de permitir una realineación de sus moléculas (cross-linking o cadena cruzada), para lo cual instalaron un acelerador electrónico de un millón quinientos mil voltios -con costo superior a un millón de dólares- con el fin de que cuando las tuberías y perfiles de plástico fuesen bombardeados por dicho acelerador, sus propiedades mejorasen radicalmente y, por ende, permitieran que tuberías de polietileno o PVC, con delgadísimas paredes, resistan el calor, las presiones y el tiempo necesarios para satisfacer los requisitos que imponen las condiciones en las que fueran a operar. En efecto, se logró dar el primer paso hacia la revolución agrícola, fabricando una tubería de ínfimo espesor, de operación eficiente y, a una fracción del costo del modelo equivalente de 1976.

Con la solución de este paso básico e importante, se revaluaron los demás factores y componentes necesarios para fabricar

un sistema de Riego por Goteo, eficaz y de bajo costo. Dichos factores básicamente son:

- Bajo costo de fabricación.
- Alta eficiencia.
- Distribución uniforme de agua y fertilizantes.
- Facilidad de instalación.
- Criterios sencillos en los diseños hidráulicos.
- Facilidad de lavar las líneas regantes.
- Inyección de fertilizantes, al equipo.
- Aplicación de herbicidas con el sistema.
- Válvulas plásticas de control.
- Líneas primarias de distribución de agua.
- Regímenes de consumo de agua, según la planta.
- Líneas regantes hasta de 300 metros de longitud.
- Reducciones de costo por ahorro, debido a la preparación de la tubería en el lugar mismo de su instalación.

Mundialmente, las tuberías de plástico se fabrican en grandes urbes, con equipo intensivo y, por lo tanto, el sistema de fabricación no conduce a la fabricación en las zonas rurales; más, como las tuberías resultan voluminosas, la tasa de fletes es alta. Considerando lo anterior, se atacó el desarrollo de un sistema que minimizará este costo, lo cual se obtuvo con procesos -

especiales, únicos y patentados que producen una tubería en forma plana (cinta), que es a lo que se referirá en adelante como el "EXTRUIDO".

Los "EXTRUIDOS" se embarcan en carretes de 1 000 a 2 000 metros, en forma de cinta, complementados con los elementos de su diseño, para crear la cámara de emisión y bien sea con los orificios emisores del agua con fertilizante prehecho o bien, para hacerlos en el campo para ajustarlos tanto al cultivo como a la topografía específica. Se ha diseñado también, maquinaria muy eficaz para la conversión de las tiras-extruídas a tubería regante y tubería secundaria, las cuales son necesarias para transportar el agua bajo tierra. El diámetro de los tubos secundarios y mayores, se puede ajustar cuando se fabrica en el campo para apegarse a la topografía y requisitos hidráulicos del sistema. En algunos casos se emplea equipo "lasser", lo cual permite que el diámetro de la tubería sea programado, para así compensar las variaciones topográficas del campo y, en esta forma, eliminar gran parte del costo tan alto de conexiones.

En otros casos, se emplea equipo lasser desde un punto central del campo, emitiendo rayos que cubren todo ese campo, proporcionando los datos necesarios para el diseño del sistema hidráulico. Un tractor, en el cual se montan los rollos de tubo (tiras-extruídas), se equipa con un sistema sensor, que reco-

ge las señales del equipo lasser, permitiendo que el diámetro - de la tubería sea programado para compensar las variaciones topográficas.

En la perforación de los orificios emisores, también se emplea tecnología lasser.

CONCLUSIONES

La tira-extruída permite no solamente lograr menor costo de fabricación, sino también el menor costo posible para el sistema de Riego por Goteo, instalado en el campo; a la vez, se logra un ahorro de consideración en la preparación del diseño hidráulico complementario de toda instalación.

En vista de que el diseño hidráulico puede quedar bien - afinado, las presiones de operación pueden mantenerse dentro de muy pequeños límites, equivaliendo a reducciones de costo en el bombeo. Además, debido a la realineación molecular en cadena, - se pueden emplear espesores mínimos de pared en la tubería de goteo; complementándose con una larga duración exenta de rajaduras por tensión. Esto da por resultado una excelente operación de - la tubería en sus funciones de Riego y Fertilización.

Todo esto, le da al agricultor una herramienta para proveer su campo completo con la red de Riego por Goteo, hecho a la medida exacta para los requerimientos topográficos y agrícolas, incluyendo el sistema de distribución de agua.

Para tener resultados satisfactorios, es indispensable lavar periódicamente las líneas regantes. Para ello también, ya se ha desarrollado un procedimiento sencillo y seguro, procedimiento que ha desarrollado esta novísima tecnología y que no afecta el costo total de las instalaciones.

Otro elemento importante para los sistemas de Riego por Goteo, lo constituye la conexión de las líneas regantes a la tubería secundaria, lo cual resulta sencillo de instalarse en el campo. La conexión, patentada, se inserta en las paredes de la tubería por medio de una protuberancia diseñada en la pared exterior de la línea secundaria.

El Riego por Goteo, con un manejo efectivo de nutrientes, tratamiento del agua (filtración) y herbicidas, regímenes de riego, etc., permitirá al agricultor disfrutar de los beneficios óptimos de este sistema práctico, exitante por lo novedoso y efectivo. Todos estos aspectos han sido tomados en consideración y por tanto, el paquete completo ofrece las medidas para

para cumplir con todas estas tareas en una forma muy sencilla; en operaciones grandes el uso de la tecnología avanzada involucra computadoras, controles "Solid State", controles de tiempo con baterías, lavado automático de filtros, fertilizadores -- automáticos, etc.

Existen millones de árboles frutales y millares de hectáreas de cultivos anuales que dan testimonio de la importancia de Riego por Goteo, como el medio para lograr una sobrevivencia saludable y una productividad inigualable, tanto en desiertos y zonas semiáridas, como en zonas tropicales.

La tecnología anterior se apoya en bases sólidas de la empresa, teniendo ventas anuales mayores a mil seiscientos cincuenta millones de dólares (treinta y siete mil novecientos cincuenta millones de pesos), lo cual le ha permitido iniciar la revolución agrícola, al hacer que más cultivos vitales sean -- productivos, exitosamente empleando menos agua, menos fertilizantes y menos energía motriz y en tierras marginales, agua de baja calidad (cerros y desiertos). Se puede ayudar a que los cultivos den productos de alta calidad de exportación y de alto rendimiento --y todo, económicamente.

El Riego por Goteo, puede considerarse como el cordón umbilical que suministra la materia productora de la vida a la placenta de las plantas, vid, árboles, caña de azúcar, horta-

lizas, etc.

La fabricación de sistemas de Riego por Goteo en la América Latina a un costo bajo será, sin duda, la solución económica y política de los problemas más importantes de esos países, así como también redundará en una agricultura más eficaz y productiva, que hará factible la exportación de productos -- agrícolas y aumentará los niveles de vida e ingresos de todas sus zonas rurales.

Como dato final, ya comprobado por el CENAMAR; si yo cultivo en seis hectáreas, una hectárea de melón, una de lechuga, una de maiz, una de sandía, una de repollo y una de chile, mis ingresos con riego por gravedad resultarían del orden de trece mil trescientos cuarenta y dos dólares por año, pero si las opero con Riego por Goteo, llegarán a producirme treinta y siete mil ochocientos ochenta y seis dólares por año, o sea el 284% de los ingresos convencionales y todo esto, consumiendo alrededor de la mitad del agua que normalmente se consumiría en riego por gravedad, sin daños por erosión de las tierras y evitando problemas de salinidad y drenaje.

Junio de 1977.

ng.

ANEXO Nº 22

COMPARAÇÃO DOS METODOS DE IRRIGAÇÃO POR SULCO E
GOTEJO NA CULTURA DO MELAO DO VALE DO SAO FRANCISCO

Por: Ing. Antonio Fernando Olitta (*)
Ing. Tania Aparecida S. Abreu (**)
Ing. Delmar A. B. Marchetti (***)

(*) Prof. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP

(**) Técnico Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

(***) Técnico EMBRAPA - Centro do Trópico Semi-Arido (CTSA)



COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO POR SULCO E GOTEJO NA CULTURA DO MELÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

1. INTRODUÇÃO

A cultura do melão apresenta-se com um enorme potencial para o Vale de São Francisco, devido às características do produto obtido, facilidades de condução da cultura e condições climáticas locais para o desenvolvimento das plantas em praticamente qualquer época do ano. Quando se propõe uma solução como a agricultura irrigação para o Nordeste é fundamental a escolha do local exato e da cultura adequada. O melão exige temperaturas altas, tanto no solo como no ar, sendo a cucurbitacea mais exigente com relação a calor. Isto explica a excelente qualidade dos melões produzidos no Nordeste Brasileiro.

O presente estudo tem por finalidade a obtenção de dados referentes ao comportamento desta cultura frente ao método de irrigação por gotejo, em comparação com o método tradicional da irrigação por sulcos, além da determinação de alguns fatores relacionados ao manejo da irrigação por gotejo na cultura do melão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

É conhecida a importância do emprego da irrigação na condução da cultura do melão especialmente quanto ao método de sulcos e aspersão (Beattie e Doolittle, 1951, Davis et al, 1965).

Shumeli e Goldberg (1971) realizaram um estudo de comparação entre os métodos de irrigação por sulco, aspersão e gotejo na cultura do melão, observando um desenvolvimento vegetativo mais rápido e uma maior produção com o método de gotejo, não tendo sido detectado diferenças significativas na produção entre os métodos de sulcos e aspersão. Foi observado também que o aumento na taxa de crescimento da plantas de melão irrigados por gotejo, é devido principalmente pelo maior número de folhas nas plantas individuais, e a maior produção obtida foi devida ao maior tamanho dos frutos e ao maior

número de frutos grandes por planta, em comparação com os outros métodos de irrigação. Reproduzimos no Quadro 1, os resultados obtidos neste experimento.

QUADRO 1. Produção de melão sob três métodos de irrigação (Shmueli e Goldberg, 1971).

VARIÁVEL	Método de irrigação		
	aspersão	sulco	gotejo
Produção total (kg./parcela)	72,1	78,7	113,9
Produção exportável (kg./parcela)	55,8	46,1	84,7

Halevy et al (1973) citam um trabalho desenvolvido em Israel em 1966, onde na comparação entre os métodos de gotejo e aspersão em melão, foram obtidos 43,0 e 24,2 ton/ha respectivamente. Este trabalho também salienta um crescimento vegetativo mais rápido na irrigação por gotejo. Goldberg et al (1971) salientam também o efeito da irrigação por gotejo em comparação com outros métodos de irrigação, em termos do aumento de produção e da economia de água, conforme pode ser comprovado pelos resultados do Quadro 2.

QUADRO 2. Efeito do método de irrigação na produção de melão (Goldberg et al, 1971).

Método de Irrigação	Produção ton/ha		Produção kg/cm de água aplicada	
	Total	Tamanho exportação	Total	Tamanho exportação
Aspersão	23.8	13.0	37.4	21.6
Sulco	24.2	16.7	38.4	26.7
Gotejo	43.0	35.0	68.0	55.0

Foi observado dentro do método de irrigação por gotejo um aumento na produção como o decréscimo no intervalo entre as irrigações, ou seja, a maior produção foi obtida com irrigações mais frequentes. As frequências

de irrigação estudadas forma 5, 3 e 1 dias de intervalo, sendo que as produções obtidas situam-se em torno de 29, 31 e 34 ton/ha respectivamente.

Goldberg et al (1976) comentam o efeito no crescimento vegetativo da cultura do melão irrigada por gotejo em comparação com outros métodos, pelo que nas parcelas irrigadas por gotejo, a colheita foi realizada duas semanas antes que as irrigadas por aspersão, e uma semana antes que a irrigada por sulco.

Araujo e Simões (1971) trabalhando com melão irrigado por sulcos em Vertisol (Mandacarú), obtiveram os seguintes resultados de produção relativa, em função do potencial da água no solo: 60% (-9,5 atm), 70% (-6,0 atm.), 80% (-3,6 atm), 90% (-2,2 atm.) e potencial (-0,50 atm.). Millar (1975) comentando estes resultados, salienta que a produção potencial foi obtida dentro de uma frequência de irrigação de 2 dias, pelo que ele recomenda o método de irrigação por gotejo como o ideal para obter a produção máxima, visto que nos métodos tradicionais é difícil conseguir esta alta frequência de irrigação.

Doorembos e Pruitt (1975) recomendam mesmo a faixa de -0,30 a -0.80 atm. no potencial da água do solo, para a obtenção do máximo rendimento na cultura do melão.

Vários experimentos com diversas espécies de melão irrigado por sulco e gotejo foram levados a efeito no Imperial Valley, California, durante os anos de 71 a 73, em várias épocas do ano, por Willardson et al (1974). Foi observado uma diferença entre as produções, tamanho e qualidade dos frutos na comparação entre os métodos de irrigação, mas não estatisticamente significava. Uma maior produção por unidade de água aplicada foi obtida com a irrigação por gotejo sobre a irrigação por sulco, mas as expensas de uma redução na produção total.

Dan (1974) conduziu em Israel um experimento para determinar os parâmetros de irrigação e fertilização da cultura do melão irrigado por gotejo, com vista a uma produção ótima. Os resultados mostraram que o nível de

irrigação não teve influência marcante na produção total (foram testados os fatores do tanque classe A de 0,55; 0,70; 0,85 e 1,00). Houve uma tendencia para uma produção maior com menores quantidades de água aplicada. Con relação aos diversos intervalos entre as irrigações testadas (6,24, 96 e 192 horas) também não foram encontradas diferenças significativas.

3. MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Sub-Médio São Francisco, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CTSA) em Petrolina, PE. O clima local apresenta-se como BSh'W pela classificação de Kopper, qual seja quente com chuvas periódicas, tendo sido denominado muito árido, pelo zoneamento climático de Hargreaves (1974), O solo do local do experimento é denominado aluvião, de textura grosseira e topografia plana.

O método de irrigação por sulcos é o tradicionalmente empregado para a condução da cultura do melão no Vale de São Francisco. No experimento foi adotado a variedade Valenciano Amarelo, plantado dentro de um espaçamento de 1,50 x 2,00 m, sendo a cultura conduzida dentro das técnicas de cultivo normais da região. O plantio foi realizado em 14/6/76 por semeadura direta na base de 6 sementes por cova, sendo posteriormente desbastadas para deixar sómente 2 pés por cova. Em 7/7/76 foi realizado a desbrota, orientada para permanecer sómente 3 ramos por pé. Uma adubação de P e K foi feita por ocasião do plantio, sendo o N aplicado posteriormente em 4 vezes da seguinte maneira: nos tratamentos irrigados por gotejo, o fertilizante nitrogenado (sulfato de amonia) foi aplicado na água de irrigação, a nos tratamentos irrigados por sulco, aplicado em cobertura.

Na condução da cultura, convém salientar que após o início do florescimento em 20/7/76, o desbaste das flores e frutos constituiu uma prática normal até o final do ciclo, procurando-se deixar sómente 2 frutos por pé, sempre localizados além dos primeiros 40 cm de ramo, visando um melhor desenvolvimento dos mesmos. O tratamento fitossanitário compreendendo o solo, sementes e posteriormente o desenvolvimento das plantas, foi realizado sempre que necessário.

O experimento envolveu o emprego de dois métodos de irrigação, quais sejam sulco e gotejo. O método tradicional de irrigação por sulcos, foi esquematizado na base de um sulco por linha de planta, dentro de uma declividade média de 0,2% e um comprimento de 18 metros, equivalente ao tamanho das parcelas. O sistema de distribuição de água aos sulcos (Fig.1) utilizou canalizações de polietileno, sendo controlada por válvulas métricas automáticas que totalizavam o volume aplicado e o tempo de aplicação, dentro de uma vazão unitária em cada sulco de 0,17 l/s, regulada pela pressão da água e o diâmetro das tubulações de saída.

O sistema de irrigação por gotejo empregado, foi fornecido pela firma Gotasa, Irrigação, Indústria e Comércio Ltda. hoje IRRIGA, Técnicas de Irrigação S.A. com sede em Joinville, SC. O cabeçal de controle, localizado ao lado do experimento e junto a margem do São Francisco, compreende o conjunto moto-bomba, injetor de fertilizantes formado pelo sistema diferencial de pressão e um reservatório de 60 l de capacidade, sistema de filtragem composto de um filtro de areia e um filtro de tela metálica (150 mesh) com 10 m³/h de capacidade cada um, e um conjunto de hidrometros (1"), válvulas métricas automáticas (8,5 m³) e reguladores de pressão (1"), o que permitiu o controle individual da irrigação em cada tratamento (Fig. 2). A partir deste sistema, um conjunto de canalizações de polietileno possibilitou a aplicação da água em cada parcela do experimento, independentemente entre si.

O gotejador é do tipo múltipla saída, com o princípio de funcionamento baseado no percurso da água através de espiral e labirinto para a aliminação da pressão, que compreende 10,0 m em serviço, de modo a fornecer uma vazão de 13,0 l/h, posteriormente subdividida em 3,25 l/h em cada saída (4), sendo utilizados microtubos de 4 mm de diâmetro interno para conduzir a água nos pontos escolhidos ao redor da planta. Um pequeno suporte plástico que acompanha o equipamento, serve para fixar as extremidades dos microtubos nos pontos pré-determinados, a 15 cm de distância da cova.

O delineamento experimental constituiu-se em blocos casualizados, utilizando-se de 8 tratamentos com 4 repetições, totalizando 32 parcelas (Fig. 3). Os tratamentos envolvendo ambos os métodos de irrigação, apresentavam uma variação no controle da irrigação baseado nos valores 0,4 e 0,7 atm. do potencial da água do solo. Além disso, os tratamentos irrigados pelo método de gotejo foram desmembrados em diferentes números de saída do gotejador por cova a saber, 1 saída por cova, 2 saídas por covas e 3 saídas por cova. Isto é o mesmo que dizer, 1 gotejador para 4 covas, 1 gotejador para 2 covas e um gotejador por cova. Estas variações do número de saídas por cova resultou simplesmente em diferentes tempos de irrigação para cada tratamento e os diferentes níveis de umidade do solo, representados por 0,4 e 0,7 atm, que praticamente correspondem a 25 e 50% do intervalo de água disponível deste solo, resultou em diferentes frequências na aplicação de água (Quadro 4).

Resumindo, os seguintes tratamentos foram estabelecidos:

- Tratamento 1 - Irrigação por gotejo, nível de 0,4 atm,
1 saída do gotejador por cova.
- Tratamento 2 - Irrigação por gotejo, nível de 0,4 atm,
2 saídas do gotejador por cova.
- Tratamento 3 - Irrigação por gotejo, nível de 0,4 atm,
4 saídas do gotejador por cova.
- Tratamento 4 - Irrigação por gotejo, nível de 0,7 atm,
1 saída do gotejador por cova.
- Tratamento 5 - Irrigação por gotejo, nível de 0,7 atm,
2 saídas do gotejador por cova.
- Tratamento 6 - Irrigação por gotejo, nível de 0,7 atm,
4 saídas do gotejador por cova.
- Tratamento 7 - Irrigação por sulco, nível de 0,4 atm,
- Tratamento 8 - Irrigação por sulco, nível de 0,7 atm,

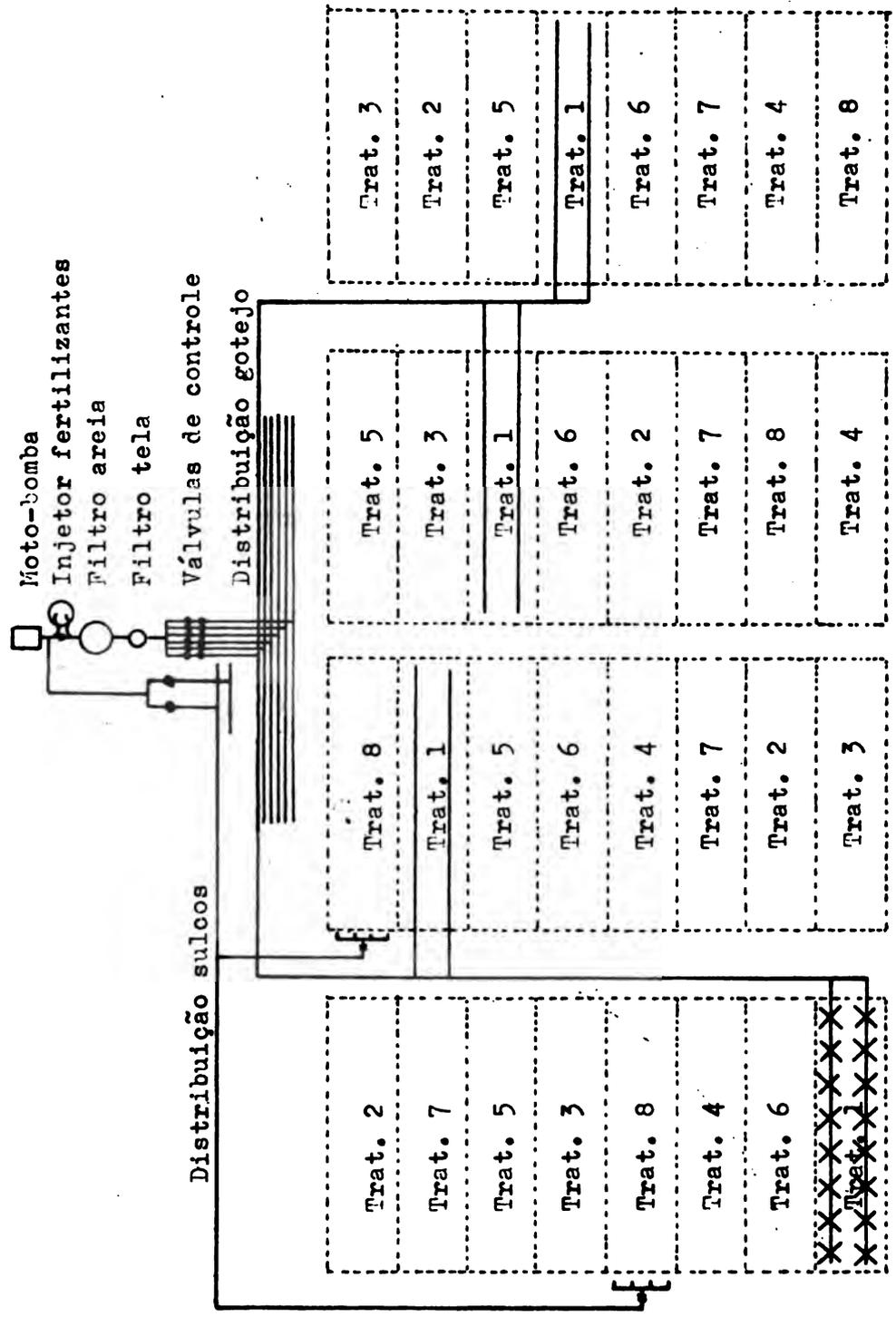


Figura 3 - Esquema geral do experimento

Deste modo, além da comparação entre os métodos de irrigação por sulco e por gotejo, diversas informações sobre o método de gotejo poderão ser extraídos dos resultados.

A área total do experimento foi de 4.608 m^2 , sendo que cada parcela tinha $18,0 \times 8,0 \text{ m}$ em suas dimensões (Fig. 4). As parcelas eram constituídas de 4 linhas de plantas, cujas duas centrais foram utilizadas para a coleta dos dados necessários ao estudo. Assim, do total de 48 covas em cada parcela, considerou-se como área útil somente as 20 centrais, possibilitando a existência de bordadura em todos os lados de cada parcela.

Durante todo o ciclo do desenvolvimento da cultura, foram realizadas medições, pesagens e contagens para a coleta de dados referentes ao crescimento das plantas, através de amostragens sistemáticas de 8 plantas por tratamento de cada vez. Um dos blocos foi reservado especialmente para este fim. Nos outros 3 blocos, foram obtidos os dados de produção, através de 5 colheitas realizadas em 2/9, 8/9, 14/9, 28/9 e 8/10/76.

Fig. 4 Vista geral do experimento



O controle da irrigação foi realizado através de 16 tensiômetros de mercúrio, nas profundidades de 15 e 30 cm, localizados em posição estratégica dentro das parcelas, e a uma distância de 15 cm da saída do gotejador (Fig. 5). Sempre que o tensiômetro da profundidade 15 cm acusava a necessidade da irrigação, ela era aplicada de modo a repor a água consumida no solo compreendido pelo sistema radicular da planta, considerado como de 30 cm de profundidade.

Fig. 5. Tensiômetro de mercúrio para a controle da irrigação.



O cálculo da quantidade de água aplicada por irrigação foi baseado no processo descrito por Keller e Karmeli (1975), adotando-se um fator de molhamento equivalente a 40%. Os valores de evapotranspiração da cultura do melão foram calculados com base nos dados climéticos da região, através do processo descrito por Hargreaves (1974), para incrementos de 15 dias durante todo o ciclo da planta. O Quadro 3 apresenta estes resultados, cujos valores serviram de base no planejamento do experimento. Convém salientar que durante todo o desenvolvimento desta pesquisa, a precipitação

natural no local do experimento foi praticamente nula, ocorrendo alguma precipitação (28,4 mm) somente por ocasião da última colheita, quando então nenhuma influencia poderia exercer nos dados obtidos.

Quadro 3. Consumo de água para cultura do melão calculada com base em Hargreaves (1974)

Período (dias)	Evapotranspiração (mm/dia)
1 - 15	2,15
15 - 30	3,14
30 - 45	3,77
45 - 60	4,46
60 - 75	2,87
75 - 90	1,53

4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Considerando o limite de 80 frutos colhidos nas 20 plantas úteis de cada parcela, fato este não alcançado em todas elas, seu peso foi extrapolado para se obter a produção em kg/ha, em cada um dos tratamentos do experimento (Quadro 4). Conforme foi salientado anteriormente, estes valores representam o total das 5 colheitas realizadas.

Quadro 4. Produção total de melão em kg/ha

	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Produção média
Trat. 11	12.327	13.195	10.147	11.890
Trat. 2	10.254	10.345	10.164	10.254
Trat. 3	11.736	7.621	12.597	10.651

	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Produção média
Trat. 4	11.172	14.443	12.823	12.813
Trat. 5	12.720	14.640	14.090	13.817
Trat. 6	9.908	15.027	10.017	11.651
Trat. 7	5.203	14.581	7.434	9.073
Trat. 8	6.219	9.485	4.725	6.810

Analizando estatisticamente estes resultados como blocos casualizados com 8 tratamentos e 3 repetições, além de um desdobramento que foi possível dentre os tratamentos relativos ao método de gotejo, os dados de produção mostraram os seguintes resultados apresentados no Quadro 5.

Quadro 5. Análise da variancia

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
Sulco vs. gotejo	1	68.610.850,35	68.610.850,35	12,94
Nível umidade d.sulcos	1	7.681.753,50	7.681.753,50	1,45
Nível umidade d.gotejo	1	15.040.784,22	15.040.784,22	2,84
Nº gotejadores d. gotejo	2	4.644.765,45	2.322.382,73	0,44
Umidade x Nº gotejadores d. gotejo	2	6.770.441,11	3.385.220,56	0,64
Tratamentos	7	102.748.594,63	14.678.370,66	2,77
Blocos	2	29.111.590,34	14.555.795,17	2,74
Resíduo	14	74.245.819,99	5.303.272,86	
Total	23	206.106.004,96		

A análise revelou que existe uma diferença entre os valores de produção nos tratamentos, diferença esta que apresentou-se altamente significativa quando a comparação envolveu somente os métodos de irrigação. Pode-se observar nos valores de produção média do Quadro 4, que dentro do método de irrigação por gotejo a produção de melão oscilou entre 10.254 e 13.817 kg/ha, para um valor médio geral de 11.846 kg/ha. Por outro lado, nos tratamentos referentes a irrigação por sulco, a produção media geral foi da ordem de 7941 kg/ha, corroborando os resultados obtidos da análise. De uma maneira bastante simplificada, poderíamos dizer que ocorreu um aumento de produção da ordem de 49 % no método de irrigação por gotejo, em relação ao método de irrigação por sulcos quando se consideram somente os valores médios gerais.

Não foi significativa as diferenças encontradas nas produções obtidas, quando se comparam os dois níveis de umidade tanto nos tratamentos irrigados por sulco como nos tratamentos irrigados por gotejo. A utilização dos limites de 0,4 atm e 0,7 atm de potencial da água do solo indicados nos tensiômetros de mercúrio, resultou no seguinte manejo da irrigação, sintetizado no Quadro 6, cujos valores representam a média para todo o ciclo da cultura.

Quadro 6. Características do manejo da irrigação no ciclo da cultura (valores médios)

Tratamento	Potencial	Frequência de Irrigação (dias)	Nº de irrigações no ciclo
1	0,4	3,2	21
2	0,4	2,9	23
3	0,4	2,8	25
4	0,7	4,2	17
5	0,7	4,4	16
6	0,7	4,0	18
7	0,4	5,7	12
8	0,7	8,9	8

Considerando os volumes totais de água aplicados em cada tratamento, e relacionando esses valores às produções totais de melão nas 5 colheitas realizadas, foram calculados os rendimentos apresentados no Quadro 7.

Quadro 7. Produção de melão em função da quantidade de água aplicada.

Tratamento	Rendimento kg/cm H ₂ O
1	24,9
2	17,8
3	17,9
4	17,8
5	19,6
6	15,4
7	2,9
8	1,4

Analisando os resultados apresentados nos Quadros 6 e 7, observa-se que existe uma grande diferença entre os tratamentos irrigados por gotejo (trats. 1 a 6) e os tratamentos irrigados por sulco (trats. 7 e 8), que se evidencia numa maior eficiência de utilização da água de irrigação através do método do gotejo.

Com relação ao número de gotejadores por planta, a análise estatística não mostrou uma diferença significativa entre os resultados obtidos. Considerando que o uso de somente uma saída (spaguetti) por cova se traduz na possibilidade de empregar uma única lateral para 2 linhas de planta, enquanto as outras duas disposições testadas necessitam uma lateral para cada linha de plantas, poderíamos considerar esta disposição como ideal em termos de economia de equipamento.

Foram analisados também o peso médio dos frutos colhidos cujos dados e resultados da análise de variancia são apresentados nos Quadros 8 e 9.

Quadro 8. Peso médio dos melões em kg.

Tratamento	Bloco I	Bloco II	Bloco III
1	0,896	1,015	0,899
2	0,772	0,786	0,759
3	0,818	0,812	0,989
4	0,839	0,978	0,968
5	0,893	1,140	1,097
6	0,776	1,018	0,948
7	0,569	0,922	0,792
8	0,448	0,684	0,546

Quadro 9. Análise de variancia. Peso médio dos frutos

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Sulco vs. gotejo	1	0,284	0,284	50,97**
Nível umidade d. sulco	1	0,061	0,061	10,95**
Nível umidade d. gotejo	1	0,046	0,046	8,26*
Nº gotejadores d. gotejo	2	0,047	0,023	4,13
Umidade x Nº gotejo d. gotejo	2	0,024	0,012	2,15
Tratamentos	7	0,462	0,066	11,85**
Blocos	2	0,121		
Resíduo	14	0,078	0,005	
Total	23	0,661		

A comparação entre os métodos de irrigação testados, mostrou-se altamente significativa, como pode ser observado se considerarmos o peso médio dos frutos em todos os tratamentos irrigados por gotejo, que é de 0,911 kg, contra o peso médio dos frutos em todos os tratamentos irrigados por sulco, que totalizou somente 0,660 kg. Numa generalização, poderíamos dizer que a irrigação por gotejo proporcionou um tamanho de fruto 38% maior que a irrigação por sulco.

A influência do tamanho do fruto também foi significativa no efeito do nível de umidade, tanto na irrigação por gotejo, quanto na irrigação por sulcos. Nos tratamentos irrigados por gotejo, poderíamos generalizar dizendo que o nível de 0,7 atm., dentro de uma frequência de aproximadamente 4 dias entre as irrigações, produziram um fruto em média 12% maior que no nível de 0,4 atm., dentro de uma frequência de 3 dias entre as irrigações.

Ainda que a prática cultural adotada na condução do experimento procurasse deixar somente 2 frutos por planta, este número não foi alcançado em todas as parcelas, pois motivos naturais, alheios a nossa vontade, conduziram a um menor número de frutos por planta em algumas parcelas. Se extrapolarmos o número de frutos colhidos por parcela, para uma área de um hectare, teríamos para o método de gotejo, um valor médio de 12.915 frutos/ha, enquanto que o método de sulco proporcionou somente um índice de 11.549 frutos/ha em média. Isto equivale a dizer que o método de gotejo produziu 12% a mais de frutos/has, que o método de sulco.

Complementando este estudo, as Figs. 6, 7 e 8 apresentam o desenvolvimento vegetativo da cultura durante o ciclo, através do comprimento do ramo, produção de matéria seca e número de folhas por planta. Devido ao excessivo número de tratamentos, vamos apresentar somente os valores médios obtidos nos dois níveis de umidade, para cada método de irrigação. Os gráficos mostram nos três itens analisados um maior desenvolvimento nas plantas irrigadas por gotejo, e dentro deste método de irrigação, uma diferença muito pequena entre os dois níveis de umidade. Isto permite uma melhor visualização dos resultados apresentados na análise estatística.

Fig. 6. Comprimento do ramo durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do melão irrigado.

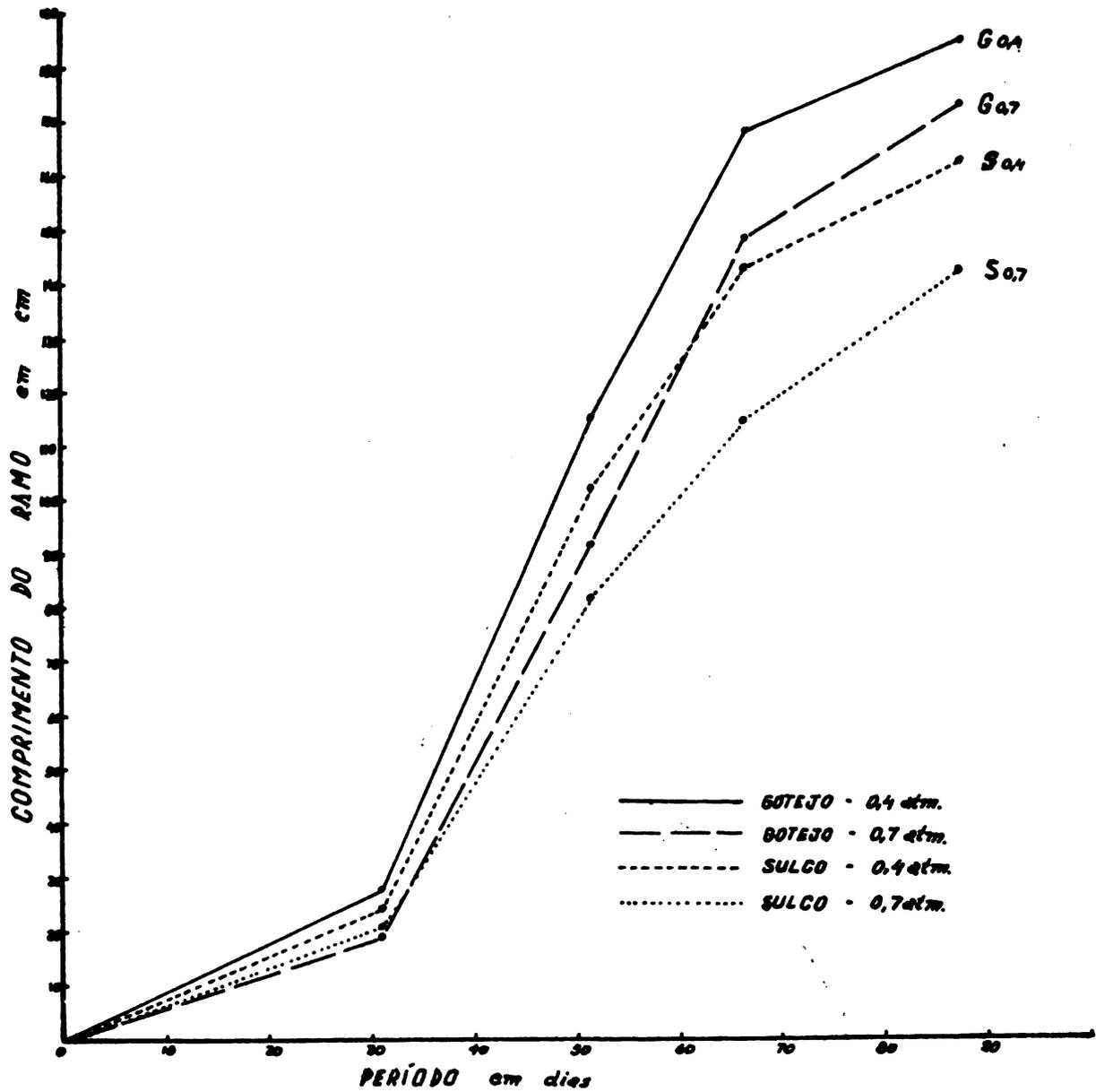


Figura 7. Produção de matéria seca na cultura do melão.

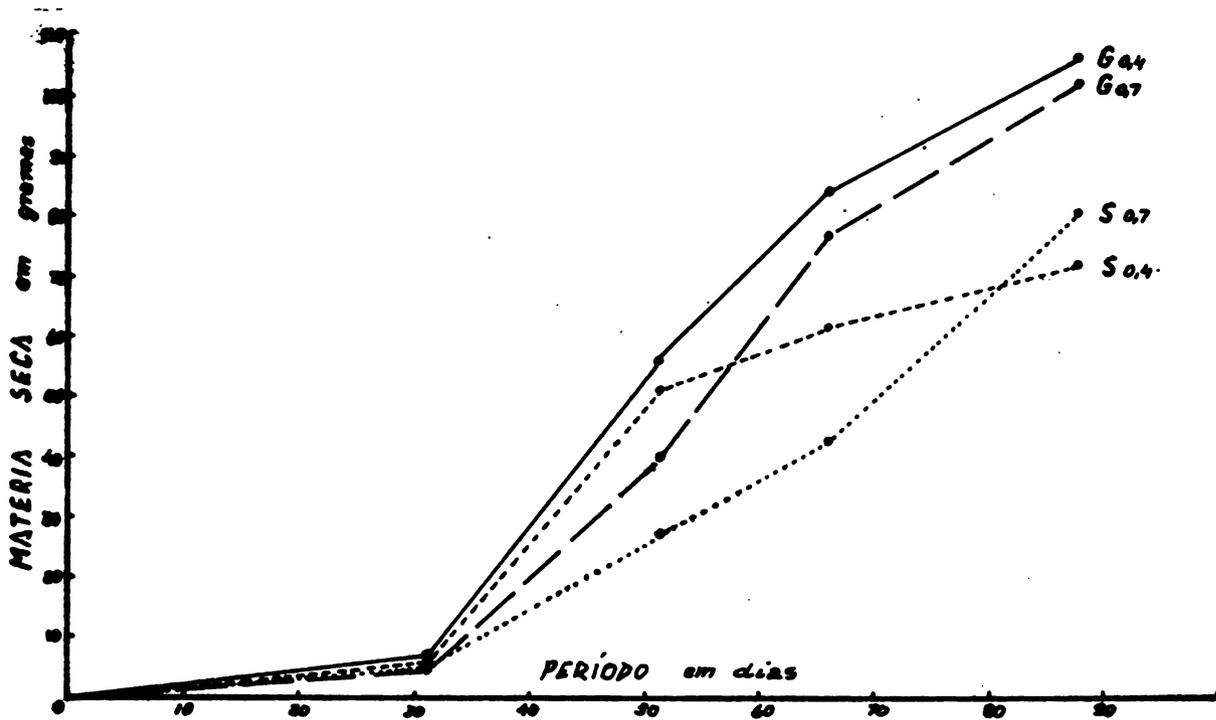
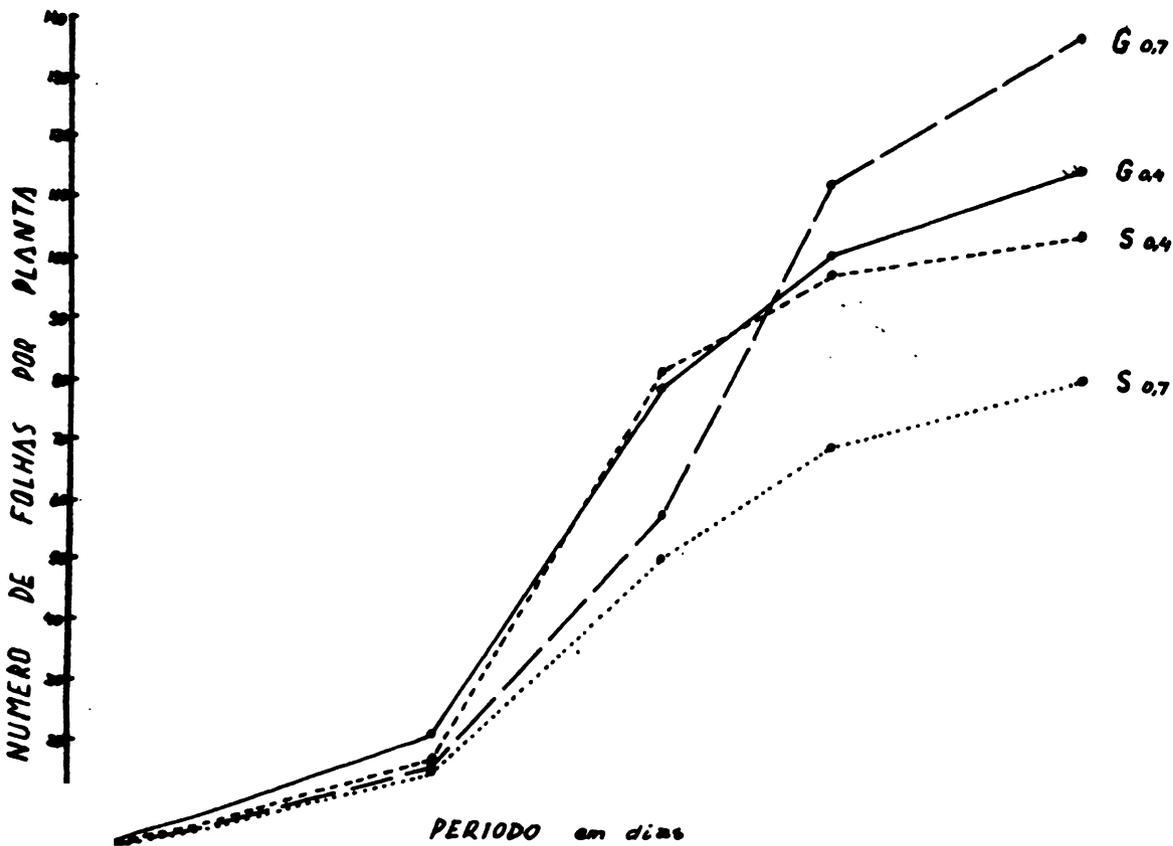


Figura 8. Número de folhas por planta em cultura do melão.



5. Conclusões

Com base nos resultados obtidos do 'êxperimento, as seguintes conclusões podem ser levantadas:

1. O método de irrigação por gotejo empregado na condução da cultura do melão, variedade Valenciano Amarelo, no Vale do São Francisco, produziu uma maior economia de água (média de 21,8 kg/cm de água aplicada), maior tamanho dos frutos (0,911 kg/fruto em média), maior número de frutos colhidos por unidade de área (12.915 frutos/ha em média), e conseqüentemente, uma maior produção (média de 11.846 kg/ha), quando comparado com o método de irrigação por sulco (médias de 2,2 kg/cm água, 0,660 kg/fruto, 11.549 frutos/ha e 7.941 kg/ha respectivamente).
2. O nível de 0,7 atm. de potencial da água do solo para o controle da irrigação (média de 4 dias de frequência entre as irrigações), proporcionou o melhor resultado de desenvolvimento vegetativo e produtividade da cultura do melão irrigada por gotejo.
3. Os resultados mostraramo que o emprego de somente uma saída do gotejador (tipo multipla saída), descarregando 3,25 l/h em média, é adequado na irrigação por gotejo do melão.

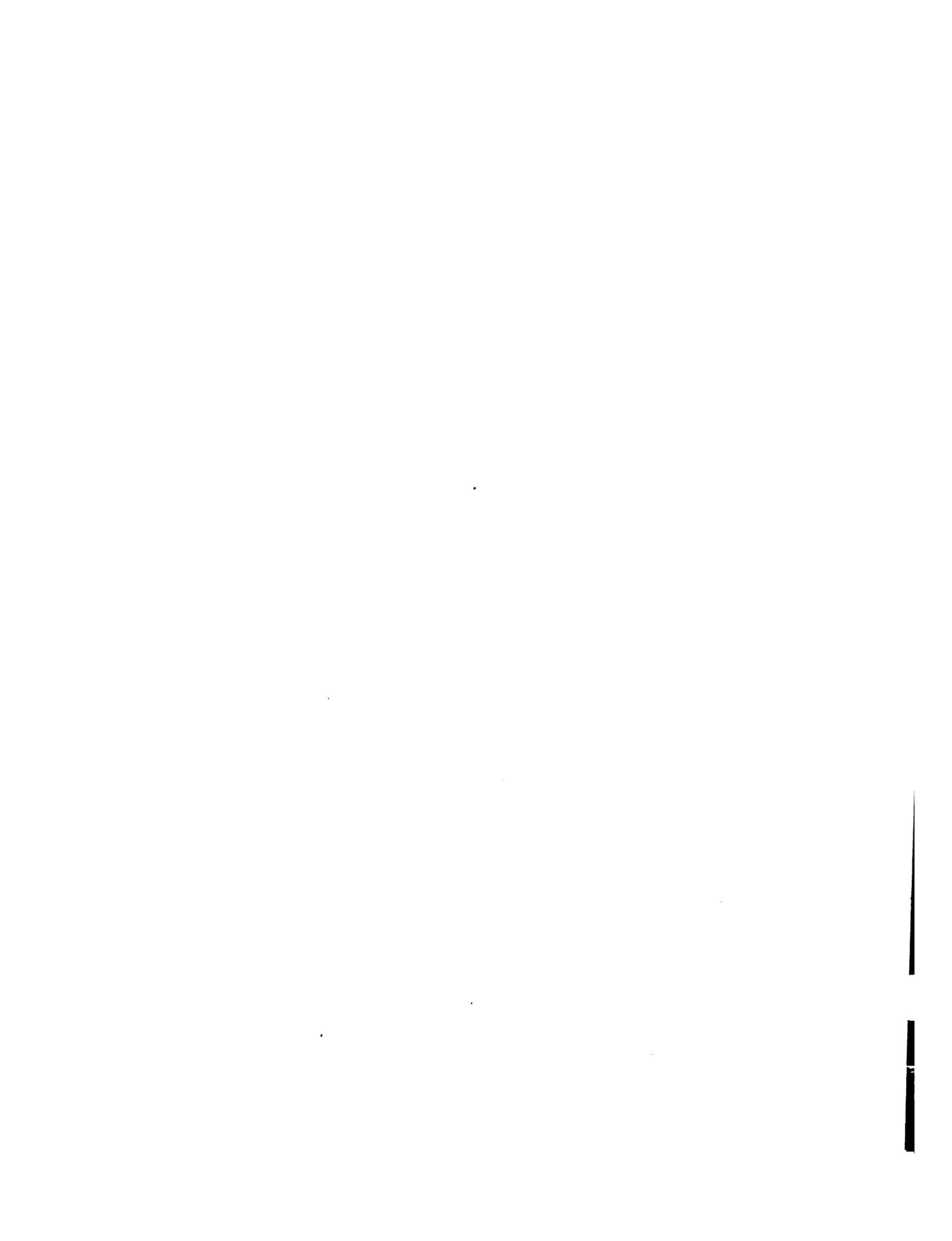
6. Literatura citada

1. Araujo, A.R. e A.J. Simoes. 1971. Efeito da irrigação na produção de melão. Petrolina, PE. Departamento de Recursos Naturais, Divisão de Estudos Integrados.
2. Beattie, I.H. and S.P. Doolittle. 1951, Muckmelons. U.S. Department of Agriculture, Farmer's Bulletin N° 1468.
3. Dan, C. 1974. Influence of different amounts of irrigation-water, irrigation-intervals on the yield and quantity of drip-irrigated musk and water melons. Proceedings of the Second International Drip Irrigation Congress, San Diego, Calif., p 425-430.
4. Davis, G.N., T.W. Whitaker, G.W. Bohn and R.F. Kasmire, 1965. Muskmelon Production in California. University of California, Circular 536.
5. Doorembos, I and W.O. Pruitt, 1975. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 24
6. Goldberg D., B. Gornat and D.Rimon. 1976 Drip Irrigation-principles, design and agricultural practices. Drip irrigation Scientific Publications, Israel.
7. Goldberg, D., Gornat, M. Shmueli, I. Ben-Asher and M. Rinot. 1971. Increasing the Agricultural Use of Saline Water by Means of Trickle Irrigation. Water Resources Bulletin 7(4): 803-809.
8. Halevy, I., M. Boaz, Y. Zohar, M. Shani and H. Dan. 1973. Trickle I Irrigation. FAO Irrigation and Drainage Paper 14.
9. Hargreaves, G.H. 1974. Potential evapotranspiration and irrigation Requeriments for Northeast Brazil. Utah State University. Utah, 55 p.
10. Keller, J. and D. Karmeli 1975. Trickle Irrigation Design. Rain Bird Mfg. Co., Glendora, Calif.
11. Millar, A. 1975. Respuesta de los Cultivos al Déficit de Agua como Información Básica para el Manejo del Riego. Seminario sobre Manejo de Aguas, CODEVASF/FAO/USAID/ABID, Brasflia, D.F.

11. Willardson, L.S., G.W. Bohn and M.J. Hober. 1974.

 Contalupe Response to Drip Irrigation. Proceedings of the Second
 International Drip Irrigation Congress, San Diego, California,
 p. 474-477.





DOCUMENTO
MICROFILMADO

Fecha 24 SET. 1987