

" EVALUACION DE 19 CALENDARIOS DE RIEGO CON PERFILES DE HUMEDECIMIENTO EN BASE A ETAPAS FENOLOGICAS DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) EN SUELO ARCILLOSO. VALLE DEL MAYO."

T E S I S

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Rafael León Rodríguez

Como requisito parcial para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo con espe-
cialidad de Fitotecnia.

Octubre de 1984

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



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

D E D I C A T O R I A

A la memoria de mi Padre:

Gregorio León Rodríguez (Q.E.P.D.)

A mi Madre:

Catalina Rodríguez de León

A Cecilia y a nuestro hijo, con amor.

A mis hermanos, familiares y amigos

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

El autor expresa su profundo agradecimiento, por la a ayuda recibida en la realización del presente trabajo:

A los directivos del Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO) y del Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES) por el apoyo y facilidades otorgadas para la culminación de este trabajo.

Al Ing. Miguel Angel Chavira López, Coordinador Regional de los Programas de Investigación del Campo Agrícola Experimental Valle del Mayo, por su apoyo a la realización de este trabajo.

A los Ings. Jesús Avila Salazar, Francisco Javier Gámez Romero y Mario A. Alvarez Ramos, maestros asesores de la Universidad de Sonora, por las correcciones hechas a este trabajo.

Al Ing. José Juan Duarte Ramírez, por su valiosa asesoría y observaciones hechas al trabajo; así como al C. Ernesto Pacheco Soto, Bibliotecario del CAEMAY, por su desinteresado apoyo.

A Leonor Contreras C. y Sarita Valdez F., Secretarias del CAEMAY, por su colaboración en la mecanografía de este escrito.

I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	4
MATERIALES Y METODOS	12
RESULTADOS	17
DISCUSION	32
RESUMEN Y CONCLUSIONES	34
BIBLIOGRAFIA	36
APENDICE	39

INDICE DE CUADROS, GRAFICAS Y FIGURAS

	PAG.
<u>Cuadro 1:</u> Análisis de varianza para rendimiento de grano de garbanzo (ton/ha)	19
<u>Cuadro 2:</u> Comparación de medias de rendimiento de grano de garbanzo en ton/ha y MM ³ de agua	20
<u>Cuadro 3:</u> Volumen y láminas por riego y total por parcela y hectárea e intervalos en días para cada tratamiento	26
<u>Cuadro 4:</u> Características Físico químicas del suelo en el sitio experimental	40
<u>Cuadro 5:</u> Resultados de campo para rendimiento de grano comercial (ton/ha)	41
<u>Gráfica 1:</u> Rendimiento de grano (ton/ha) de garbanzo para 19 calendarios de riego	27
<u>Gráfica 2:</u> Rendimiento de grano (ton/MM ² de agua) de garbanzo para 19 calendarios de riego	28
<u>Gráfica 3:</u> Rendimiento de un solo riego de auxilio por cada etapa variando la lámina de riego	29
<u>Gráfica 4:</u> Rendimiento con 2 y 3 riegos de auxilio en sus diferentes perfiles de humedecimiento para cada tratamiento	30
<u>Gráfica 5:</u> Rendimiento de dos riegos de auxilio en sus diferentes perfiles de humedecimiento para cada tratamiento	31
<u>Gráfica 6:</u> Curva de carga hidráulica para gasto de sifones de aluminio de 1½ pulgadas de diámetro con descarga libre	43
<u>Gráfica 7:</u> Curva de carga hidráulica para gasto de sifones de aluminio de 2 pulgadas de diámetro con descarga libre	44
<u>Figura 1:</u> Ubicación del Valle del Mayo, localidad de prueba utilizada en el estudio	45

INTRODUCCION

En la República Mexicana, la actividad agrícola se ha desarrollado extraordinariamente durante los últimos 30 años, puesto que se ha incrementado significativamente la producción de alimentos básicos de su población, pero su crecimiento demográfico (2.6 % anual) contribuye a hacer más compleja la solución de la autosuficiencia alimentaria, siendo el principal síndrome actual, la satisfacción de los requerimientos calóricos para un desarrollo adecuado, tanto corporal como mental, de sus ciudadanos en el seno augusto de la patria.

El cultivo del garbanzo en México ocupa un lugar de importancia, puesto que representa una fuente de proteínas para la alimentación humana y animal, y ahorra divisas cuando su producción se destina a la exportación. Quizás la mayor importancia del cultivo estriba en el beneficio social que aporta al medio rural, pues de las 150,000 ha que se siembran anualmente en el ámbito nacional, 135,000 aproximadamente son cultivadas por familias de escasos recursos. Este cultivo presenta algunas ventajas para su explotación, como el ser alimento directo con un porcentaje aceptable de proteínas de fácil digestión, así como carbohidratos y poco requerimiento de humedad edáfica.

En el Estado de Sonora se establece al año un promedio de 31,000 ha de garbanzo blanco, con rendimiento medio de 1,800 kg/ha, constituyendo el Estado principal que produce garbanzo para su exportación, principalmente al mercado espa-

ñol; por ello la superficie que se siembra anualmente está su-
peditada a las fluctuaciones del mercado internacional, ya --
que a nivel nacional tiene poca demanda, por su bajo consumo-
per cápita.

En el Valle del Mayo se ha sembrado en los últimos 6-
años un promedio de 965 ha con un rendimiento medio de 1,421_
g/ha que representa el 40 % del potencial genético-ambiental-
de las variedades disponibles en el mercado. Esta exigua pro-
ductividad obedece a una serie de factores limitantes entre -
los que destacan la incidencia de enfermedades, principalmen-
te, y el uso inadecuado del agua de riego. La importancia de-
este cultivo en el Valle, estriba en que con condiciones de -
mercado favorable, ocasiona una mayor rentabilidad por ha,-
comparado con los cultivos tradicionales como trigo y carta--
mo.

En cualquier sistema de producción bajo condiciones -
de riego son clásicas las preguntas ¿ cuánto, cuándo y cómo -
regar ?. Las dos primeras se refieren a la cantidad de agua -
que debe aplicarse al cultivo y los intervalos de riego que -
permitan obtener un rendimiento óptimo económico; la tercera--
se refiere a la metodología a usar para lograr una distribu--
ción uniforme del agua en el perfil edáfico con una mínima p_{er}-
dida de aplicación.

El distrito de riego No. 38 del Río Mayo se sitúa en-
la faja de los grandes desiertos del mundo (Koëppen 1932) -
por lo que es problema de primer orden la disponibilidad de -
agua para la agricultura; en consecuencia, toda tecnología --

que ayude a hacer un uso más eficiente del recurso hídrico, es justificable; en ese sentido, este trabajo representa una pequeña contribución, puesto que es factible hacer un uso más eficiente del agua de riego en el cultivo del garbanzo; objetivo principal de este estudio, determinando la lámina y el intervalo (etapa fenológica) más adecuada para obtener rendimientos óptimos económicos de grano con el consecuente beneficio que de ello deriva.

LITERATURA REVISADA

El Garbanzo (Cicer arietinum L) es una planta anual que alcanza de 30 a 50 cm. de altura, velluda y glandulosa, - de hojas imparipinadas sin zarcillos y uniformemente epulvinadas, con folíolos dentados típicos y estípulas lanceoladas y dentadas. Las flores se desarrollan en racimos axiliares unifloros, son pequeñas, de color blanco y azul, normalmente fértiles y autofecundables; el cáliz tiene cinco dientes largos; el estandarte es redondeado y con alas libres; filamentos entubo más largo que el ovario, arriba libres y dilatados; anteras elípticas uniformes; ovarios sésiles con dos o más semillas; estilo uniforme y glabro; vaina oval, inflada, bivalva, celluda; semillas generalmente globosas y ligeramente aplastadas y lobuladas por un lado. Los colores de la semilla, según la variedad, pueden ser blanco mate, crema, café, rojizo y negro. De acuerdo con Vavilov, los centros de origen del garbanzo son: El Noroeste de la India y Afganistán para algunas variedades, y para otras, Asia Menor. Las variedades de semillas blancas y grandes parecen originarias de la región mediterránea. El mismo autor señala que otro centro de origen es Abisinia (12).

Norris, sin mencionar específicamente al Cicer arietinum L. discute el origen de las leguminosas describiendo al género Cicer como un orden de origen tropical que inició su evolución desde los tiempos del Cretaceo Superior. Una clasificación más avanzada por el mismo autor, identifica a la subfamilia papilionacea como una subdivisión de este orden y le-

asigna nueve tribus, entre las cuales, según él, " vicieae y trifolieae son de gran importancia, ya que agrupan a un gran número de las leguminosas usadas para grano y forraje en las regiones agrícolas templadas ". El mismo Norris enfatiza que de hecho, vicieae es un grupo reciente que se originó y multiplicó totalmente en las regiones templadas y sugiere que de acuerdo con las relaciones serológicas de los Rhizobia, vicieae puede bien haber provenido de la tribu trifolieae (6).

En México los estudios citológicos realizados en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) sobre el genomio de los principales tipos de garbanzo que se siembran en el País, muestran que el garbanzo blanco y los tipos de garbanzo porquero (negro y café) tienen el mismo número cromosómico. No obstante esta similitud numérica de cromosomas, existen ciertas dificultades de cruzar con éxito el garbanzo porquero café y el garbanzo comestible; sin embargo, también debe anotarse como relevante el hecho de que el garbanzo negro se cruza con relativa facilidad con el garbanzo blanco. Por esta razón y por sus buenas características (precocidad y resistencia a pudriciones radiculares), el garbanzo negro debe constituir uno de los principales progenitores en programas de mejoramiento (1).

La inoculación con cepas específicas de Rhizobium Leguminosarum, según Jensen, ayuda a mejorar la cantidad y la velocidad de la nodulación y del mismo modo, las posibilidades de una mayor cantidad de nitrógeno atmosférico fijado por el garbanzo, aumentando su contenido de proteínas o mejorando el nivel del nitrógeno en el suelo. Entre el garbanzo y otras

Leguminosas existe una notable diferencia entre el contenido de proteínas, la cual se atribuye a la fertilidad del suelo y a las condiciones ecológicas. La variación del 12.3 al 31.5 % en el contenido proteínico, la cifra más baja fue debido a la ausencia de la bacteria fijadora de nitrógeno y consecuentemente de nódulos (4).

Las pudriciones radiculares y de la planta, causadas por un grupo complejo de hongos, son uno de los problemas patológicos más serios del garbanzo. En todos los países, el hongo *Fusarium* ocupa el primer lugar como causante de la marchitez. En los estados de Sonora y Sinaloa se le considera como el problema principal para la producción del garbanzo destinado al consumo humano y a la exportación (7).

El garbanzo es utilizado en la alimentación humana por un gran porcentaje de la población mundial; su fruto es una fuente de proteínas de buena calidad concentradas. Los granos de garbanzo se caracterizan por su bajo contenido de aceite (4-7 %), una proporción relativamente alta de almidón, aproximadamente 55 % y un nivel protéico de 20 a 30 %, según la variedad y las condiciones ecológicas prevalecientes. El aminoácido lisina que es limitante en la mayoría de las raciones en las cuales los cereales son la fuente de energía, se encuentra en un porcentaje relativamente elevado en los granos de garbanzo (6.5 a 6.7 %) (2).

En el mejoramiento genético y adaptación de variedades del programa de garbanzo del INIA, se han liberado la variedades Surutato-77 y Sonora-80, ambas tolerantes a la rabia, con-

buen rendimiento y buena calidad de grano para exportación --
(14).

Sonora ha sido el principal productor de garbanzo en el País, el cual se destina fundamentalmente a la exportación. La superficie de siembra está supeditada a las fluctuaciones del mercado internacional, ya que a nivel nacional tiene poca demanda debido a su bajo consumo per cápita. En cuanto al valor de la producción es muy importante, pues es el cultivo -- que ha generado grandes divisas al Estado, el valor ha crecido en la última década a un ritmo anual de 53.8 % dependiendo básicamente del volumen de la producción y de las fluctuaciones del precio medio rural. La situación que guardará este -- cultivo en el futuro no se prevee dado que su principal limitante no se ha resuelto; deberán tomarse las medidas necesarias buscando mercados más seguros a nivel internacional así mismo, concientizar a la población para elevar su consumo e incluirlo en su dieta diaria dado su alto contenido de proteínas; por otra parte, con una lámina de 45 cm. constituye una buena alternativa para el uso del agua (15).

La mayor parte de los estudios realizados con leguminosas indican que son muy susceptibles al déficit hídrico durante el período de floración, observándose una notable disminución de su rendimiento, tanto de grano como de vainas. La alta sensibilidad de las plantas al déficit hídrico durante esta etapa, se debe a que las leguminosas dejan de producir raíces durante la floración, pero adicionalmente se observa una reducción de la masa radicular debido a la muerte de las raíces más viejas; en estas condiciones la absorción de agua por

Las plantas se hace más difícil lo cual se agrava considerablemente cuando se aumenta la tensión del agua en el suelo. - Otros estudios realizados indican que estas plantas también - son muy sensibles al exceso de humedad en el suelo (10).

Ortíz, en el ciclo otoño-invierno 1980-81, evaluó en la Costa de Hermosillo 10 niveles de humedad aprovechable en el suelo antes y después de floración en 4 variedades de garbanzo blanco (Macarena, Surutato-77, Sonora-80 y L-1-5-15). Los resultados mostraron que al elevarse los niveles de humedad aprovechable, aumentaba el rendimiento de grano, la producción de paja y el rendimiento de garbanzo de exportación - en las 4 variedades, no así con el calibre de origen, ya que los tratamientos menos húmedos produjeron grano más grande -- (0-0, 0-10 % H. A.). La variedad Surutato-77 fue la mejor - en todas las variables (9).

Ortíz, M., en el ciclo otoño-invierno 1978-79, en la Costa de Hermosillo evaluó en un suelo arcilloso, 10 tratamientos de riego en los que se manejaron 3 láminas de riego de -- pre-siembra (15, 30 y 45 cm.) y 3 niveles de humedad del -- suelo (10, 20 y 30 % H. A.) y un tratamiento testigo que - consistió en aplicar una lámina de 45 cm. en el riego de pre-siembra y sin aplicación de riegos de auxilio en 4 variedades de garbanzo blanco. El análisis estadístico del rendimiento - indicó diferencias altamente significativas entre los tratamientos de riego y también entre las variedades, no habiendo significancia en la interacción riegos x variedad. El mejor - tratamiento fue aplicando 30 cm. de lámina en el riego de pre-siembra y 2 riegos de auxilio al descender a 20 % H. A. con -

intervalos de 0-87-26 días y una lámina total de 50 cm. más -
7 cm. de lluvia. La variedad más rendidora fue Surutato-77 --
(8).

Sharma, Sing y Mohan, en estudios realizados en Hissar, -
India, indican que el riego durante la formación de vainas, -
incrementó la producción en un 32 %, siendo más efectivo que -
regar antes de la floración, aumentándose en un 15 %. El po--
tencial evapotranspirado calculado por la fórmula de Thornwaii
te, fue de 204 a 280 mm. en los ciclos 1970-71 y 1971-72, respe
ctivamente (16).

Koinou y Vitkov, en pruebas llevadas en Plovidv, Bulga--
ria, derivan que hay más producción de semilla con riegos que
mantengan al suelo a una humedad satisfactoria de 60 % de ca-
pacidad de campo; cuando se aproxima la floración, 70 % durante
te la floración y 60 % en estado lechoso de la semilla; que -
con el suelo a una humedad satisfactoria de 75 % antes de flora
ción, 85 % en floración y 75 % en estado lechoso de la semil
lla y también fertilizando con N, P. K o sin fertilizar (5).

En San Juan del Río, Qro., en textura arcillosa con gar-
banzo y manejando niveles de humedad aprovechable (30, 40, -
50 %) se observó que con el 50 % de H. A., el rendimiento de
grano alcanzó su máximo. El calendario obtenido fue de tres -
riegos de auxilio de 9.5 cm. a intervalos de 0-25-25-24 días-
con lámina total de 43.5 cm. (17).

En la India, en 1974, en suelo arcilloso trabajando en -
garbanzo, se encontró que el uso consuntivo basado en el ba--
lance del agua en la zona radicular fue de 24.7, 25.7 y 29 cm

con 0, 1 y 2 riegos respectivamente (17).

En la Costa de Hermosillo, Son., en suelo de textura arcillosa, los mejores rendimientos de garbanzo se obtienen - manteniendo la humedad aprovechable del suelo en la capa 0-30 cm. sobre el nivel del 30 %, correspondiendo éste a 3 auxilios con intervalos de 59, 29 y 20 días con láminas de 15, 10, 10- y 10 cm. respectivamente, siendo la primera el riego de pre--siembra (17).

En el Valle de Santo Domingo, B. C. Sur, se determinó que para una buena producción de semilla de garbanzo se requiere aplicar dos riegos de auxilio, el primero al inicio de floración y el segundo cuando las vainas empiezan a llenar (13).

En Santo Domingo, B. C. Sur, en un suelo arcilloso trabajando con garbanzo y probando niveles de humedad aprovechable (20, 30 y 40 %), encontraron que los más altos rendimientos de grano se obtienen cuando en el suelo se maneja el 40 % de H. A. y el cual derivó una aplicación de 3 riegos de auxilio con 9 cm. cada uno a intervalos de 0-25-35-21 días. La lámina total fue de 43 cm. (17).

En la Costa de Hermosillo, Son., en textura arcillosa con garbanzo y utilizando niveles de humedad aprovechable -- (H. A.) (10, 20 y 30 %) encontraron que la mayor producción de grano se consigue cuando se mantiene arriba de 30 % - de H. A. la capa de 0-30 cm., el calendario derivado fue de 3 riegos de auxilio de 10 cm. cada uno a intervalos de 0-59-29-20 días. La lámina total fue de 45 cm. (17).

Raikhelkar, S. V., Ovodri, S. J. y Bagade, D. N., conun

duciendo un experimento en Badnapur, India, sobre un suelo negro y probando: a) no regar; b) regar a los 45 días después de la siembra; c) regar a los 75 días después de la siembra; d) regando a los 45 + 75 días después de la siembra y e) regando al inicio de formación de vainas, encontraron que los riegos incrementaron significativamente la producción en (d) encontrándose el más alto rendimiento en grano de 2.36 ton/ha. seguido de (b) con 2.0 ton/ha; (c) y (e) no tuvieron una diferencia significativa en rendimiento sobre (a), el cual produjo 1.6 ton/ha. (11).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se efectuó en el delta del Río Mayo donde se encuentra el distrito de Riego No. 38, situado al sureste del Estado de Sonora (Figura 1), entre los paralelos 26°41' y 29°11' latitud norte, entre los meridianos 109°-12' y 109°41' longitud oeste de Greenwich, con una altura media de 47.8 msnm.

El clima corresponde, según Köppen, modificado por E. García (1964) a muy seco o desértico, muy cálido con régimen de lluvias de verano y muy extenso representado como B W (h') W (e) (Climas CETENAP, 1973). La temperatura media anual es de 30°C con mínimas de -1°C en invierno y máximas de 48°C en verano. Las temperaturas máximas se presentan en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. La precipitación media anual es de 200 mm en la zona costera y de 400 mm en el valle alto.

Los suelos de esta región son de origen aluvial, formados por los acarreos de las grandes avenidas del Río Mayo, con algunas mezclas de materiales soluviales provenientes de los lomeríos de la Sierra Madre Occidental. La topografía predominante en el valle es plana y de acuerdo a la textura, están distribuidos de la siguiente manera: pesados 61%, medios 25% y ligeros 14 %; en general son manejables y propios para la agricultura, explotándose anualmente una superficie de 97,000 ha habiendo variaciones que obedecen a la disponibilidad de agua en la presa Adolfo Ruíz Cortínez que irriga al distrito.

La presente evaluación se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental Valle del Mayo (CAEMAY), localizado en el Km 9 de la carretera Navojoa-Huatabampo; durante el ciclo otoño-invierno 1979-80. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- 1.- RP - LLG 0 - 60
- 2.- RP - LLG 0 - 90
- 3.- RP - FL - FV - LLG 0 - 30
- 4.- RP - FL - FV 0 - 30
- 5.- RP - FV - LLG 0 - 30
- 6.- RP - FL - LLG 0 - 30
- 7.- RP - FL - FV - LLG 0 - 60
- 8.- RP - FL - FV 0 - 60
- 9.- RP - FL 0 - 60
- 10.- RP - FV - LLG 0 - 60
- 11.- RP - FL - LLG 0 - 60
- 12.- RP - FV 0 - 60
- 13.- RP - FL - FV - LLG 0 - 90
- 14.- RP - FL - FV 0 - 90
- 15.- RP - FL 0 - 90
- 16.- RP - FV - LLG 0 - 90
- 17.- RP - FL - LLG 0 - 90
- 18.- RP - FV 0 - 90
- 19.- RP

RP = Riego de Pre-siembra

FL = Floración

FV = Formación de Vainas

LLG = Llenado de Grano

- 0 - 30 cm : Perfil de humedecimiento
- 0 - 60 cm : Perfil de humedecimiento
- 0 - 90 cm : Perfil de humedecimiento

Se utilizó un diseño jerárquico o anidado a nivel se micomercial; la parcela experimental fue de 7 surcos a 0.75 m de separación por 100 m de largo, tomándose 4 muestreos como repeticiones. La parcela útil fue de 22.5 m².

La siembra se realizó en húmedo con la variedad Maca rena, inoculándose con la bacteria específica (Rhizobium le- guminosarum) el 14 de diciembre; previamente se fertilizó -- con la fórmula 60 - 40 - 0 usando Urea (46 % N) y Superfosfato triple de Calcio (46 % P₂O₅), se usó una densidad de siembra de 80 kg de semilla por ha. El manejo agronómico del cultivo fue el recomendado en la región, excepto en el número y época de aplicación de los riegos. Durante el desarrollo -- del cultivo se presentaron las malezas chual (Chenopodium mu rale L.), verdolaga (Portulaca oleraceae L.) y alpiste sil vestre (Phalaris minor Retz), que se controlaron mediante 2 cultivos, el primero a los 20 días y el segundo a los 35 -- días. Se realizaron tres aplicaciones de insecticidas: Foli-- mat 1000 CE (0-0-Dimetil-S-(N-Metilcarbamoylemetil) Fosforo-- tidato) en dosis de 500 cc/ha para controlar la mosquita mi-- nadora (Liriomyza trifolii), Lorsban 480 E (0-0-dietil-0-- (3,5,6 tricloro - 2 - piridil) Fosforotidato) en dosis de -- 1.0 lt/ha para controlar el gusano soldado (Spodoptera exi -- gua) y Lannate 90 % PS (S-Metil N-(Metilcarbamoil oxy) Tioa-- cetimidato) en dosis de 500 g/ha para controlar el gusano be llotero (Heliothis zea).

Los riegos se aplicaron al momento en que los tratamientos estuvieron en los inicios de la etapa fenológica preestablecida, determinándose la lámina a aplicar para el perfil correspondiente en base a muestreos de humedad por el método gravimétrico. Las aplicaciones de los volúmenes utilizados -- por parcela en cada riego se calcularon de la siguiente manera: se tomaron las constantes físicas del terreno, las cuales se utilizaron para dar los volúmenes necesarios para elevar el suelo a capacidad de campo el perfil correspondiente a cada tratamiento, resultando ésto, en diferentes volúmenes -- por aplicar en ellos,

Se utilizaron sifones de 1 1/2 y 2 pulgadas de diámetro (3.8 y 5.0 cm respectivamente), considerándose la curva de calibración de éstos (Gráfica 6 y 7), para determinar el tiempo de riego, se utilizaron cargas hidráulicas de 7.5 hasta 10 cm (Gráfica 2), lo que derivó gastos muy por debajo del gasto máximo no erosionable (6.31 l.p.s.), lo que indica no haber tenido problemas de escorrentía. Cabe agregar que los tratamientos en los que se aplicaron bajos volúmenes de agua, por un surco se agregó el sifón correspondiente al siguiente surco, con la finalidad de lograr una mejor eficiencia en el humedecimiento. Previo al establecimiento del experimento se analizó el suelo del sitio experimental a 3 profundidades cuyos resultados se concentraron en el Cuadro 1, teniendo que es un suelo de reacción moderadamente alcalino; la medida de la conductividad eléctrica del extracto de saturación nos indica que no hay problemas de sales solubles en los 3 perfiles, extremadamente pobre en materia orgánica, modera-

damente rico en nitrógeno (NO_3), mediano en fósforo asimilable (P_2O_5) y extremadamente rico en potasio (K_2O), sin -- problema de sodio intercambiable, dado que los valores del - PSI son menores que 15 %, aunque el alto contenido de bicarbonatos indica cierta probabilidad de sodio residual y alta probabilidad de clorosis en cultivos susceptibles; la textura resultó arcillosa en los 3 perfiles con buena capacidad de re-- tención de humedad por el valor de su capacidad de campo, drenaje interno deficiente y topografía plana.

Se realizó un análisis estadístico de la información utilizándose la prueba de contrastes de Scheffe, previo resultado positivo de la prueba de F al 5 % de significancia; todo ello con la mira de determinar la importancia de cada etapa - probada.

RESULTADOS

Los resultados se concentran en los Cuadros 1, 2 y 3 así como en las Gráficas del 1 al 5. En la prueba de hipótesis se usó la fórmula de Scheffe para determinar la importancia de cada etapa estudiada.

En el Cuadro 1 se muestra el resultado del análisis de varianza para rendimiento de grano de los 19 tratamientos evaluados, observándose que hubo una diferencia altamente significativa (1% significancia) entre los calendarios de riego dado que la F calculada es mayor que la F de tablas al 1 % de significancia. El coeficiente de variación resultó de 2.7%.

Las medias de rendimiento de grano comercial en ton/ha y ton/MM³ de agua para los 19 tratamientos se concentran en el Cuadro 2. El mayor rendimiento se tuvo con el calendario 7, con una producción de 2,887 ton/ha de grano comercial, dicho tratamiento consistió en 4 riegos, es decir, un riego de pre-siembra y 3 auxilios en las etapas de floración, formación de vainas y llenado de grano, humedeciendo en las 3 un perfil de 60 cm de profundidad; al aplicar un riego de auxilio pesado (para humedecer un perfil de 90 cm de profundidad) en la etapa de formación de vaina dió igual rendimiento que el tratamiento 7, pues produjo 2.420 ton/ha de grano comercial; al aplicar un riego de auxilio pesado más en la etapa de llenado de grano se tiene producción de grano comercial igual que el tratamiento anterior (2.470 ton/ha). Al aplicar la prueba de Tukey al 5 %, se tiene que los tratamientos 7, 16, 18 y 3 dieron rendimientos estadísticamente iguales.

Así mismo el calendario 2 (RP - LLG - 0 - 90) fue el que -
dió el menor rendimiento de grano comercial pues sólo produjo
0.619 ton/ha.

La comparación de medias de rendimiento en ton/MM^3 -
de agua aplicada se tiene que el tratamiento 18 (RP - FV - 0
- 90), 3 (RP - FL - FV - LLG - 0 - 30) y 7 (RP - FL - FV -
LLG - 0 - 60) fueron los más eficientes en la utilización -
del agua de riego con 0.773, 0.761 y 0.742 ton/MM^3 de agua.-
El calendario 2 (RP - LLG - 0 - 90) fue el que dió menor -
rendimiento, pues sólo produjo 0.171 ton/MM^3 de agua.

CUADRO 1, ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE
GRANO DE GARBANZO (TON/HA)

FUENTE DE VARIACION	G L	S C	C M	F _c	F	TABLAS
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	18	29.8378	1.65	39.2	1.84	2.37 **
ERROR	57	2.43	0.042			
T O T A L	75	32,2749				

** Diferencia altamente significativa

CV = 2.7%

CUADRO 2. COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO EN TON/MM³ DE AGUA.

TRATAMIENTO	REND (TON/HA)	REND (TON/MM ³ AGUA)
7.- RP-FL-FV-LLG 0-60	2.887 a	0.742
16.- RP-FV-LLG 0-90	2.470 ab	0.557
18.- RP-FV 0-90	2.420 ab	0.773
3.- RP-FL-FV-LLG 0-30	2.367 ab	0.761
8.- RP-FL-FV 0-60	2.041 bc	0.622
14.- RP-FL-FV 0-90	1.839 cd	0.426
10.- RP-FV-LLG 0-60	1.683 cde	0.448
12.- RP-FV 0-60	1.620 cde	0.591
4.- RP-FL-FV 0-30	1.404 def	0.360
15.- RP-FL 0-90	1.372 def	0.523
9.- RP-FL 0-60	1.277 ef	0.545
5.- RP-FV-LLG 0-30	1.269 ef	0.440
11.- RP-FL-LLG 0-60	1.256 ef	0.386
6.- RP-FL-LLG 0-30	1.196 fg	0.441
13.- RP-FL-FV-LLG 0-90	1.023 fgh	0.201
17.- RP-FL-LLG 0-90	0.985 fgh	0.232
1.- RP-LLG 0-60	0.885 fgh	0.330
19.- RP	0.670 gh	0.398
2.- RP-LLG 0-90	0.619 h	0.171

TUKEY 0.05 = 0.526

Para determinar la importancia de cada etapa fenológica estudiada en el rendimiento de grano se evaluaron 4 hipótesis de acuerdo a las pruebas de contrastes de Scheffe, siendo éstas:

I

Hipótesis = El rendimiento por lo general tiende a incrementarse cuando se aplica el riego en llenado de grano.

Tratamiento (ton/ha) + 3 (2.367) + 7 (2.887) + 11 (1.256) +
 17 (0.985) + 10 (1.683) + 16 (2.470) + 13 (1.023) - 4 (1.004)
 - 8 (2.041) - 14 (1.839) - 9 (1.277) - 15 (1.372) - 12 (1.620)
 - 18 (2.420)

Total positivo = 11.973 \bar{X} 1.710

Total negativo = 12.671 \bar{X} $\frac{1.810}{0.100}$

$$ALS (S) = \sqrt{(F) (T-1) (SC) \left(\frac{c_1^2}{r} + \frac{c_2^2}{r} \dots \frac{c_n^2}{r} \right)}$$

$$ALS (S) = \sqrt{1.84 (18) (.042) \left(\frac{14}{4} \right)} = 4.789 = 2.18$$

Como 0.100 es $<$ a 2.18 se rechaza \therefore se concluye que: El riego en llenado de grano no influye en el rendimiento.

II

Hipótesis = Al aplicar el riego en floración, el rendimiento tiende a ser mayor.

$$\begin{aligned} \text{Tratamiento (ton/ha)} &= 16 (2.470) + 10 (1.683) + 5 (1.269) \\ &+ 12 (1.620) + 18 (2.420) - 13 (1.023) - 7 (2.887) - 3 (2.367) \\ &- 8 (2.041) - 14 (1.839) \end{aligned}$$

$$\text{Total positivo} = 9.462 \quad \bar{X} \quad 1.892$$

$$\text{Total negativo} = 10.157 \quad \bar{X} \quad \frac{2.031}{0.139}$$

$$\text{ALS (S)} = \sqrt{1.84 (18) (.042) (2.5)} = 3.477 = 1.86$$

Como 0.139 es $<$ 1.86 se rechaza \therefore se concluye que: El riego en floración no incrementa el rendimiento.

III

Hipótesis = El rendimiento tiende a disminuir cuando se aplica el riego en formación de vainas.

$$\begin{aligned} \text{Tratamiento (ton/ha)} &+ 9 (1.277) + 15 (1.372) + 3 (1.196) + \\ &11 (1.256) + 17 (.985) - 3 (2.887) - 5 (2.041) - 14 (1.839) \\ &- 12 (1.620) - 18 (2.420) \end{aligned}$$

$$\text{Total positivo} = 1.342 \quad \bar{X} \quad 1.223$$

$$\text{Total negativo} = 13.174 \quad \bar{X} \quad \frac{2.195}{.972}$$

$$\text{ALS (S)} = \sqrt{1.84 (18) (.042) \left(\frac{6}{4}\right)} = \sqrt{2.086} = 1.444$$

Como 0.972 es $<$ que 1.44, se rechaza \therefore se concluye que: El riego en formación de vainas no ocasiona una disminución en el rendimiento.

IV

Hipótesis = El riego en formación de vainas es más importante que el de floración para obtener alto rendimiento.

Tratamiento (ton/ha) + 16 (2.470) + 18 (2.420) - 17 (.985)
- 15 (1.372)

Total positivo = 4.890 \bar{X} 2.445

Total negativo = 2.357 \bar{X} $\frac{1.178}{1.266}$

$$ALS (S) = \sqrt{1.84 (18) (.042) \left(-\frac{4}{4}\right)} = \sqrt{1.391} = 1.18$$

Como 1.26 es $>$ a 1.18, se acepta \therefore se concluye que: El riego en formación de vainas es más importante que el de floración para obtener alto rendimiento.

Para esta prueba no se incluyen tratamientos con láminas pequeñas ya que las etapas se ven influenciadas por la cantidad de agua aplicada (Gráfica 4).

En el Cuadro 3 se concentran los volúmenes y láminas de cada riego y total, así como el intervalo para los 19 tratamientos evaluados, observándose que el tratamiento 13 fue el que se le aplicó la lámina de riego mayor que fue de 50.8-cm en total, dado que los riegos de auxilio (FL-FV-LLG) se aplicaron para humedecer un perfil edáfico de 90 cm de profundidad.

En la Gráfica 1 se concentran los histogramas donde se observa que el tratamiento 18 (RP-FV- 0-90) rindió satisfactoriamente bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento, razón por la cual prioriza su discusión. Dicho tratamiento consistió en la aplicación de un sólo auxilio con lámina de 14 cm en formación de vainas y acumulando una lámina total de 31.3 cm, evidenciando tener con esto el "cuándo" y el "cuánto" regar; así en la Gráfica 4, vemos que al aplicarse el auxilio en esta etapa, el rendimiento se va incrementando en función directa a la cantidad de agua aplicada, observándose en la Gráfica 5 que un exceso de humedad en ésta, causa una baja en su rendimiento potencial, siendo posible sostener con bastante certeza que es la etapa más importante en este cultivo, agregándose que al momento del riego en el perfil 0-90 cm se tuvo un promedio de 16% de humedad aprovechable.

Con respecto a la floración, se observa en la Gráfica 4 que no alcanza un rendimiento notable, aún cuando la cantidad de agua sea variable.

En la Gráfica 5, se observa que cuando los auxilios -

son muy ligeros (Tratamiento 13 = RP-FL-FV-LLG 0-90 cm) el rendimiento no alcanza el máximo, siendo más perjudicial lo último. Cabe agregar que el tratamiento 3 (RP-FL-FV-LLG 0-30 cm) iguala en rendimiento y lámina total al tratamiento 18 (RP-FV 0-90 cm) pero resulta inferior ya que incluye 2 riegos de auxilio posteriores, lo que representa mayor costo del cultivo, sucediéndole una cosa similar con el tratamiento de mayor rendimiento (Tratamiento 7).

En la Gráfica 2 se muestran comparativamente los histogramas de los rendimientos de grano comercial por MM^3 de agua aplicada a los 19 tratamientos, observándose que el calendario 18 (RP-FV 0-90 cm) supera al resto, seguido del 3 (RP-FL-FV-LLG 0-30 cm) y el 7 (RP-FL-FV-LLG 0-60 cm), pero éste, por lo mencionado en ton/ha es superior a los 2 primeros.

CUADRO 3 VOLUMEN Y LAMINAS POR RIEGO Y TOTAL POR PARCELA Y HECTAREA E INTERVALO EN DIAS PARA CADA TRATAMIENTO.

TRATAMIENTO	No. DE RIEGOS	INTERVALO DIAS *	VOLUMEN POR PARCELA EN CADA RIEGO (m ³)	VOLUMEN TOTAL POR PARCELA (m ³)	VOLUMEN POR HA EN CADA RIEGO (mm ³)	VOLUMEN TOTAL POR HECTAREA (mm ³)	LAMINA POR RIEGO (cm)	LAMINA TOTAL (cm)
1.- RP-LLG	2	0-72	6.30-3.75	10.05	1.68-1	2.68	16.8-10-	26.8
2.- RP-LLG	2	0-73	6.30-7.23	13.53	1.68-1.93	3.61	16.8-19.3-	36.1
3.- RP-FL-FV-LLG	4	0-49-21-13	6.30-1.57-1.91-1.87	11.65	1.68-1.42-.51-.5	3.11	16.8-4.2-5.1-5	31.1
4.- RP-FL-FV-	3	0-49-21	6.30-1.57-1.91	9.78	1.68-.42-.51-.5	2.61	16.8-4.2-5.1	26.1
5.- RP-FV-LLG	3	0-62-19	6.30-2.28-2.21	10.79	1.68-.61-.59	2.88	16.8-6.1-5.9	28.8
6.- RP-FL-LLG	3	0-49-32	6.30-1.57-2.28	10.15	1.68-.42-.61	2.71	16.8-4.2-6.1	27.1
7.- RP-FL-FV-LLG	4	0-49-27-14	6.30-2.47-3.52-2.28	14.57	1.68-.66-.94-.61	3.89	16.8-6.6-9.4-6.1	38.9
8.- RP-FL-FV-	3	0-49-27	6.30-2.47-3.52	12.29	1.68-.66-.94	3.28	16.8-6.6-9.4	32.8
9.- RP-FL	2	0-49	6.30-2.47	8.77	1.68-.66	2.34	16.8-6.6	23.4
10.- RP-FV-LLG	3	0-62-25	6.30-3.97-3.86	14.13	1.68-1.06-1.03	3.77	16.8-10.6-10.3	37.7
11.- RP-FL-LLG	3	0-49-34	6.30-2.47-3.41	12.18	1.68-.66-.91	3.25	16.8-6.6-9.1	32.5
12.- RP-FV-	2	0-62	6.30-3.97	10.27	1.68-1.06	2.74	16.8-10.6	27.4
13.- RP-FL-FV-LLG	4	0-49-27-18	6.30-3.52-6.33-2.88	19.03	1.68-.94-1.69-1.77	5.08	16.8-9.4-16.9-7.7	50.8
14.- RP-FL-FV-	3	0-49-27	6.30-3.52-6.33	16.15	1.68-.94-1.69	4.31	16.8-9.4-16.9	43.1
15.- RP-FL-	2	0-49	6.30-3.52	9.82	1.68-.94	2.62	16.8-9.4	26.2
16.- RP-FV-LLG	3	0-62-20	6.30-5.43-4.87	16.60	1.68-1.45-1.3	4.43	16.8-14.5-13	44.3
17.- RP-FL-LLG	3	0-49-33	6.30-3.52-6.03	15.85	1.68-.94-1.61	4.23	16.8-9.4-16.1	42.3
18.- RP-FV-	2	0-62	6.30-5.43	11.73	1.68-1.45	3.13	16.8-14.5	31.3
19.- RP-	1	0-	6.30-	6.30	1.68	1.68	16.8	16.8

RP = Riego de presiembra
 FL = Floración
 FV = Formación de vainas
 LLG = Llenado de grano

* El intervalo para el primer riego fue a partir de la siembra en húmedo.

GRAFICA 1

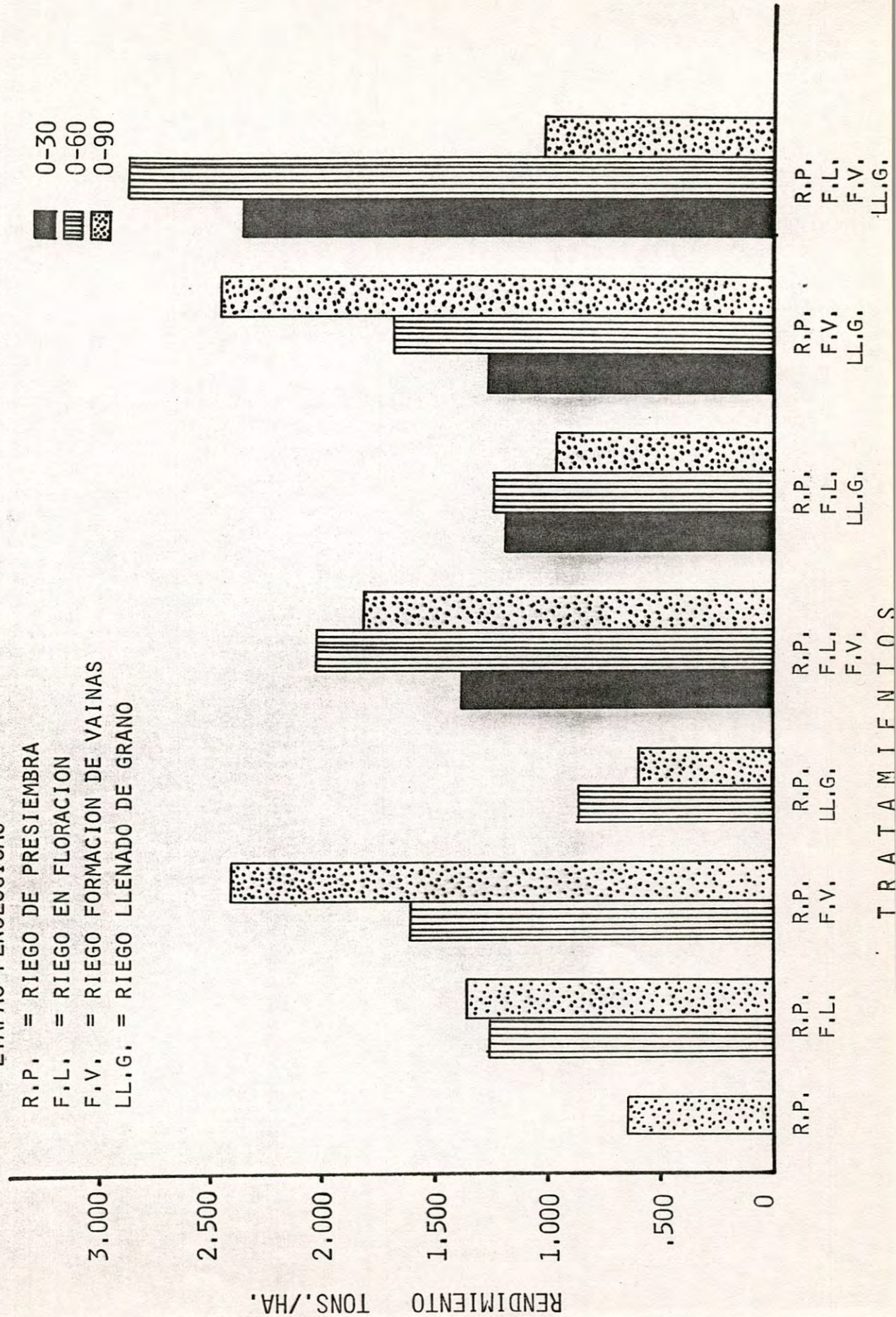
GARBANZO 1979 - 80
LOCALIZACION C.I.A.N.O.

PERFILES DE HUMEDECIMIENTO

ETAPAS FENOLOGICAS

- R.P. = RIEGO DE PRESIEMBRA
- F.L. = RIEGO EN FLORACION
- F.V. = RIEGO FORMACION DE VAINAS
- LL.G. = RIEGO LLENADO DE GRANO

- 0-30
- 0-60
- 0-90



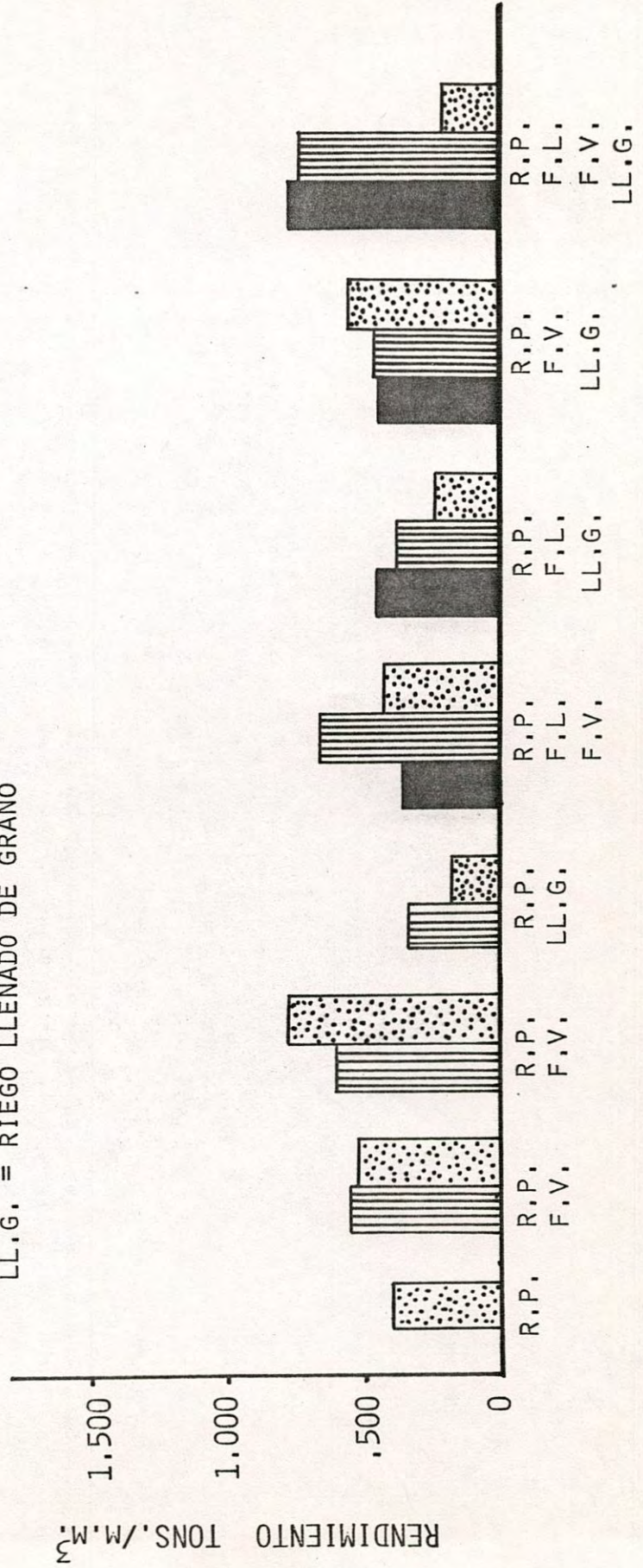
GARBANZO 1979-80
 LOCALIZACION C.I.A.N.O.

PERFILES DE HUMEDECIMIENTO

ETAPAS FENOLOGICAS

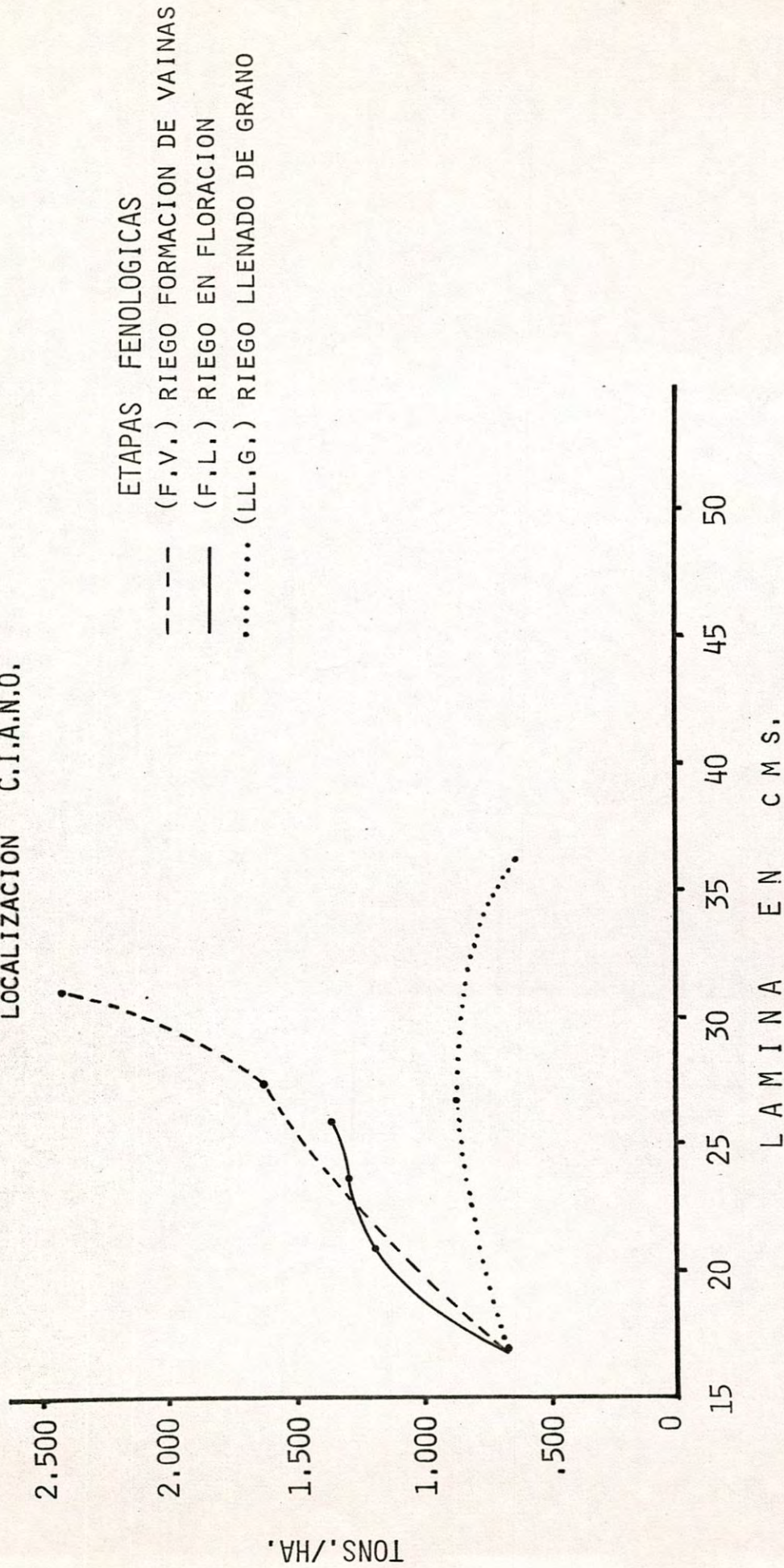
R.P. = RIEGO DE PRESIEMBRA
 F.L. = RIEGO EN FLORACION
 F.V. = RIEGO FORMACION DE VAINAS
 LL.G. = RIEGO LLENADO DE GRANO

0-30
 0-60
 0-90



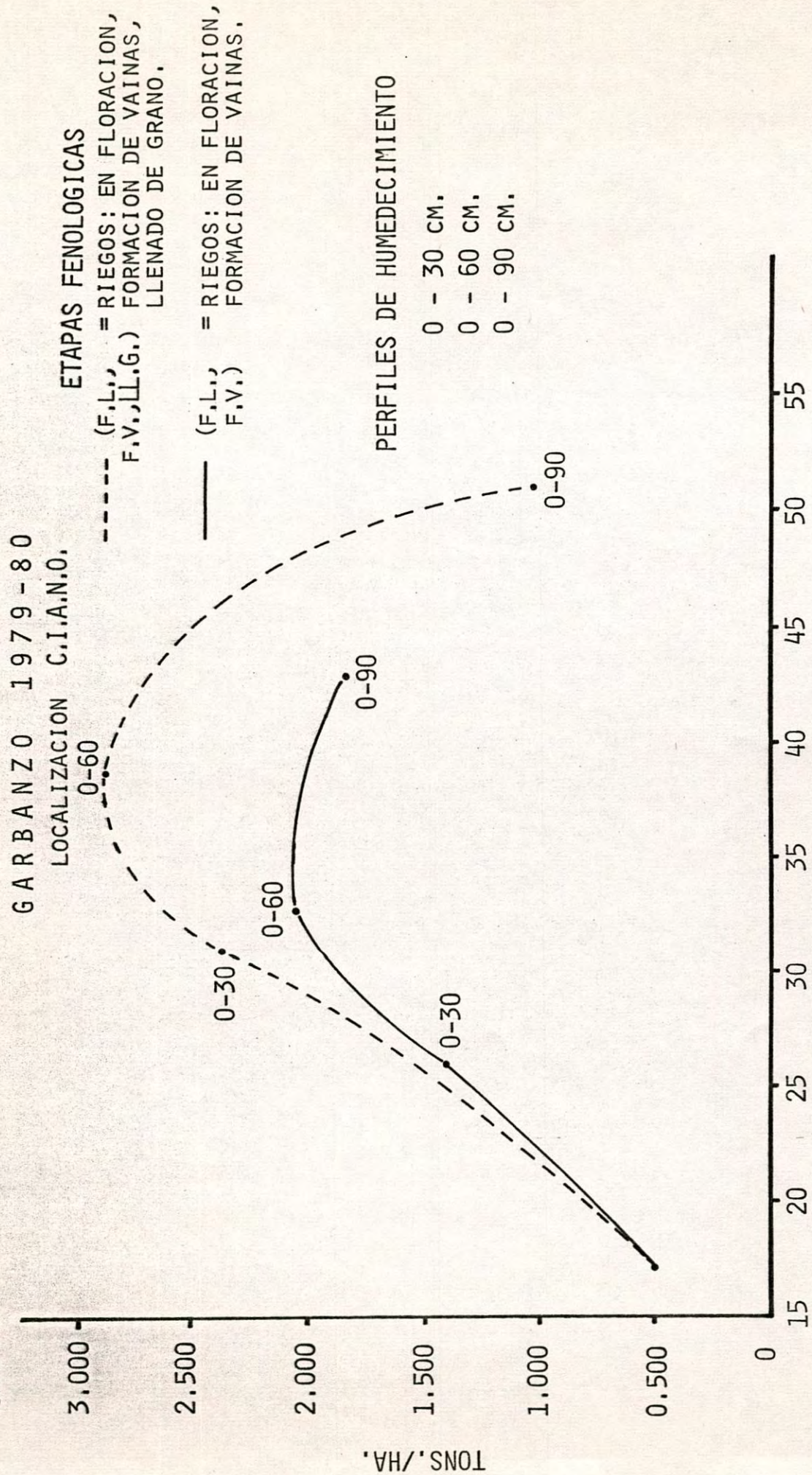
TRATAMIENTOS

GRAFICA 3 GARBANZO 1979-80
LOCALIZACION C.I.A.N.O.



RENDIMIENTO CON UN SOLO RIEGO DE AUXILIO POR CADA ETAPA, VARIANDO LA LAMINA DE RIEGO.

GRAFICA 4

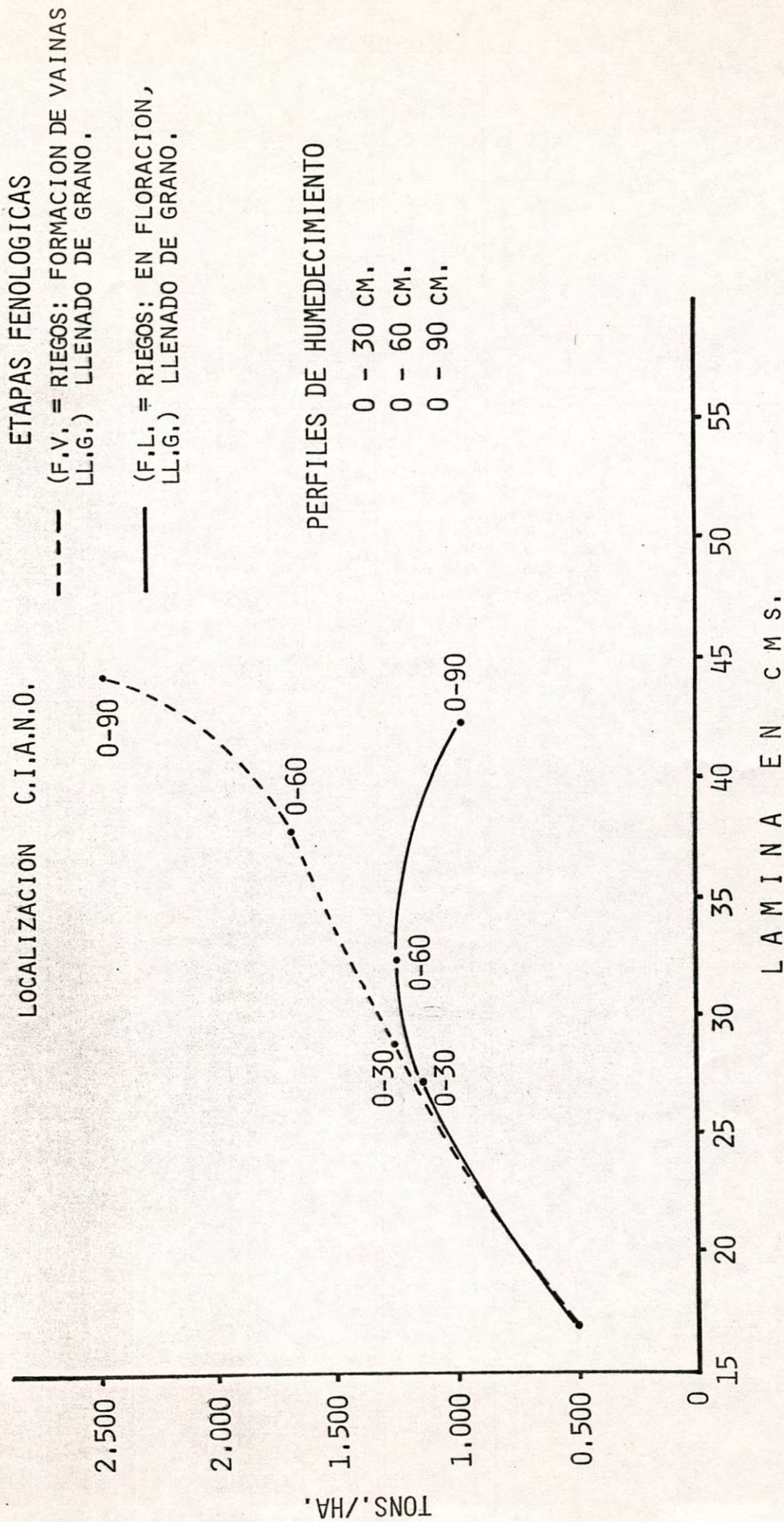


L A M I N A E N C M S.

RENDIMIENTO CON 2 Y 3 RIEGOS DE AUXILIO EN SUS DIFERENTES PERFILES DE HUMEDECIMIENTO PARA CADA TRATAMIENTO.

GRAFICA 5

GARBANZO 1979 - 80
LOCALIZACION C.I.A.N.O.



RENDIMIENTO CON 2. RIEGOS DE AUXILIO EN SUS DIFERENTES PERFILES DE HUMEDECIMIENTO PARA CADA TRATAMIENTO.

DISCUSION

En este experimento se encontró diferencia altamente significativa entre los 19 calendarios de riego en base a etapas fenológicas de garbanzo. La ausencia de lluvias durante el establecimiento y desarrollo del cultivo fue un factor benéfico en los efectos de los tratamientos, dado que las precipitaciones enmascararan los efectos de las láminas e intervalos de riego.

Al realizar la prueba de contrastes de Scheffe, bajo diversas hipótesis sobre la importancia de cada etapa fenológica del cultivo, en la producción de grano comercial, se tuvo que:

a).- Al aplicar riegos de auxilio en la etapa de llenado de grano, no influye en el rendimiento de grano, dado que el desarrollo del cultivo está muy avanzado (18).

b).- El riego de auxilio aplicado en la etapa de floración favorece la producción cuando éste es ligero y es acompañado del riego en formación de vainas y llenado de grano; de lo contrario, resulta desfavorable si el riego es pesado o si sólo se acompaña del riego en formación de vainas o del llenado de grano (18) (11).

c).- Al aplicar un riego de auxilio pesado en formación de vainas, no produce una disminución del rendimiento de grano; como en esta etapa la formación de vainas del cultivo aún tiene activo el proceso de formación de flores, se considera una etapa ideal para la aplicación de un riego de auxilio (3).

El riego en formación de vainas es más importante que el de floración para obtener altos rendimientos con una lámina suficiente para humedecer un perfil de 90 cm (9).

La aplicación de riegos que permitan humedecer un perfil edáfico más profundo se manifiesta positivamente en el rendimiento de grano comercial, dado que es un suelo con alta capacidad de retención de humedad y la raíz del garbanzo (pivote) le permite aprovechar la humedad existente en los horizontes subyacentes (11).

La producción de grano fue igual con 3 riegos de auxilio en las etapas de floración, formación de vainas y llenado de grano (60 cm de perfil de humedecimiento) que al aplicar un sólo auxilio en la etapa de formación de vainas, a un perfil de humedecimiento de 90 cm (14 cm lámina) dado que como en el primer caso son intervalos más cortos y láminas más pequeñas, permite que el porcentaje de humedad aprovechable en la zona radicular sea el adecuado para el desarrollo normal del cultivo (9) (10).

Los calendarios que llevan auxilio para humedecer un perfil de 30 cm de profundidad dieron bajos rendimientos de grano, dado que la lámina aprovechable es exigua para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo (5).

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental Valle del Mayo en Navojoa, Sonora durante el ciclo otoño-invierno 1979-80. Se evaluaron 19 calendarios de riego para la producción de garbanzo blanco, en base a etapas fenológicas del cultivo y 3 perfiles de humedecimiento -- del suelo. Después de la preparación del terreno se fertilizó con la fórmula 60-40-0, usando como fuentes Urea (46-0-0) y Superfosfato triple de calcio (0-46-0). La siembra se realizó en húmedo con máquina, en surcos de 0.75 m de separación, usando una densidad de 80 kg/ha.

Se usó un diseño experimental jerárquico o anidado a nivel semicomercial, resultando 19 franjas de 7 surcos por 100 m de largo, de donde se tomaron 4 muestras como repeticiones. La parcela útil fue de 22.5 m².

Al cultivo se le dió el manejo agronómico adecuado de acuerdo a las necesidades, excepto en riegos. Se evaluó estadísticamente el rendimiento de grano por unidad de superficie (ha) y por millar de m³ de agua aplicada a cada tratamiento. El análisis estadístico de la información obtenida indica una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se concluye:

- 1.- El garbanzo es un cultivo que se puede abatir-

su lámina de riego total sin detrimento de la producción en el Valle del Mayo.

2.- El riego de auxilio en la etapa de llenado de grno, no influye en el rendimiento.

3.- La aplicación del riego en la etapa de floración, no incrementa significativamente el rendimiento de grano.

4.- El riego en la formación de vainas es más importante que en la floración para obtener altos rendimientos.

5.- El calendario que permite obtener rendimientos óptimos es de un riego de pre-siembra (15 cm) más uno de auxilio en la etapa de formación de vainas de 14 cm para humedecer un perfil de 90 cm de profundidad.

6.- El calendario de 4 riegos, dando los auxilios en las etapas de floración, formación de vainas y llenado de -- grano, humedeciendo un perfil de 60 cm de profundidad produce rendimientos iguales que el anterior.

7.- Es conveniente seguir investigando sobre calendarios de riego en garbanzo, cambiando etapas fenológicas y -- perfiles de humedecimiento del suelo, con el objeto de determinar un calendario óptimo consistente.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bátiz, P. Rafael, 1966. Cultivo del Garbanzo en Sinaloa. Boletín de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo. México.
- 2.- González del Cueto, A., H. W. Martínez y V. L. Frampton. 1960. Heat effects on peas: effect of autoclaving on basic aminoacids and proteins of the chick pea. Our. Agr. and Food. Chem. 3: 331-332.
- 3.- Gupta, R. K. 1978. Consumptive use of water by gram and Linseed. Indian Journal of Agricultural Science. 47 (1): 22-26.
- 4.- Jensen, H. L. 1958. The classification of the Rhizobia. Nutrition of Legumes. 75-86
- 5.- Koinov, G., Vitkov, M. 1976. Effect and interaction of Irrigation and fertilizers on chickpea. Soils and Fertilizers. 40 (10): 5804. Original no consultado.
- 6.- Norris, D. O. 1958. Lime in relation to the nodulation of tropical legumes. Nutrition of the Legumes: -- 164-182.
- 7.- Núñez, S. A. 1964. Estudio acerca de la rabia de garbanzo en Navojoa, Sonora. Patología. México.

- 8.- Pacheco, M. F. 1980. Avances de la Investigación, otoño invierno 1978-79. Avances de la Investigación -- CIANO No. 5. CIANO, INIA, SARH.
- 9.- _____ 1982. Avances de la Investigación, otoño-invierno 1980-81. Avances de la Investigación CIANO No. 9 CIANO, INIA, SARH.
- 10.- Palacios, V. E. y A. Martínez G. 1978. Respuesta de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo. Un enfoque metodológico de investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 11.- Kaikhelkar, S. V. Ovodri, S. S. y Bagade, D. N. Irrigation and Fertilizer requirements of gram (Cicer arietinum L.). Soils and Fertilizers. 42(2):1172. Original no consultado.
- 12.- Robles, S. R. 1976. Producción de Granos y Forrajes. - Limusa. México. pp. 469-499.
- 13.- Salinas, P. R. y M. Vásquez G. 1978. El cultivo del -- garbanzo en el Valle de Santo Domingo, B. C. Sur. SARH. INIA. CAESTOD. Desplegable CIAS No. 6/77, - 2da. edición.
- 14.- S A R H. 1981. Logros y Aportaciones de la Investiga-- ción Agrícola en el Estado de Sonora. Veinte años del INIA. 1961-1981. Campo Agrícola Experimental Costa de Hermosillo, Hermosillo, Son. México.

- 15.- _____ 1982. Plan de Desarrollo Agropecuario y Forestal 1982-1988 Sonora. México. pp. 116-126.
- 16.- Sharma, H. C. and Mohan, D. S. 1974. Response of gram varieties to irrigation. Soils and Fertilizers. - 39 (9) : 6028. Original no consultado.
- 17.- S R H. 1976. Resultados de once experimentos realizados en los distritos de riego durante el subciclo de invierno 1974-75. México, D. F. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Memorandum Técnico No. 357. - pp. 237-254

A P E N D I C E

CUADRO 4. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SUELO EN EL SITIO EXPERIMENTAL.

PROFUNDIDAD cm	R.A.S	pH	C.E mmhos/cm	% M.O	N(NO ₃) kg/ha	P(P ₂ O ₅) kg/ha	K ₂ O kg/ha	PSI %	HCO ₃ meq/l	Ca ⁺⁺ +mg ⁺⁺ meq/litro
0-30	8.19	8.1	1.3	0.80	42.5	23.4	380	9.77	3.0	3.0
30-60	9.01	8.2	1.4	0.60	60.9	17.8	270	10.72	4.0	3.0
60-90	11.47	8.9	1.7	0.57	42.8	19.6	388	13.57	3.0	3.0

PROFUNDIDAD cm	CL ⁻ meq/l	SO ₄ ⁼ meq/l	Na ⁺ meq/l	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	TEX g/cm ³	da %	cc %	PMP %	Vel. de Infiltración. cm/hora
0-30	3.0	9.0	10.0	29.34	24.24	46.42	R	1.20	40.8	20.4	0.763
30-60	5.0	5.0	11.0	22.34	17.24	60.42	R	1.23	36.0	18.0	
60-90	3.0	9.0	14.0	20.34	15.24	64.42	R	1.23	34.0	17.0	

R = Arcilloso

CUADRO 5. RESULTADOS DE CAMPO PARA RENDIMIENTO DE GRANO COMERCIAL (TON/HA)

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N				TOTAL ton/ha	\bar{X}
	I	II	III	IV		
1.- RP-LLG 0-60	0.644	0.769	1.022	1.106	3.541	0.885
2.- RP-LLG 0-90	0.518	0.616	0.708	0.634	2.476	0.619
3.- RP-FL-FV-LLG0-30	2.529	2.550	2.019	2.269	9.367	2.367
4.- RP-FL-FV 0-30	1.622	1.213	1.493	1.288	5.616	1.404
5.- RP-FV-LLG 0-30	1.193	1.418	1.258	1.207	5.076	1.269
6.- RP-FL-LLG 0-30	1.403	1.534	0.950	0.900	4.787	1.196
7.- RP-FL-FV-LLG0-60	3.300	2.556	3.196	2.496	11.548	2.887
8.- RP-FL-FV 0-60	2.228	1.720	2.239	1.980	8.167	2.041
9.- RP-FL 0-60	1.410	1.312	1.204	1.182	5.108	1.277
10.- RP-FV-LLG 0-60	1.622	1.808	1.688	1.617	6.735	1.683
11.- RP-FL-LLG 0-60	1.191	1.064	1.551	1.218	5.024	1.256
12.- RP-FV 0-60	1.434	1.564	1.742	1.740	6.480	1.620
13.- RP-FL-FV-LLG0-90	1.084	1.146	0.837	1.026	4.093	1.023
14.- RP-FL-FV 0-90	1.951	1.502	1.955	1.961	7.359	1.839
15.- RP-FL 0-90	1.257	1.400	1.377	1.457	5.491	1.372
16.- RP-FV-LLG 0-90	2.853	2.200	2.406	2.422	9.881	2.470
17.- RP-FL-LLG 0-90	1.208	0.971	0.962	0.800	3.941	0.985
18.- RP-FV 0-90	2.264	2.394	2.363	2.656	9.679	2.420
19.- RP	0.546	0.626	0.772	0.737	2.681	0.670
T O T A L	30.257	28.363	29.736	28.696	117.052	
\bar{X}	1.592	1.492	1.565	1.510		

$$F_c = \frac{(117.052)^2}{76} = \frac{13701.1708}{76} = \underline{180.2786}$$

$$\begin{aligned} SC \text{ Total} &= (0.644)^2 + (0.518)^2 + \dots + (2.656)^2 + (0.737)^3 - F_c \\ &= 212.5535 - 180.2786 = 32.2749 \end{aligned}$$

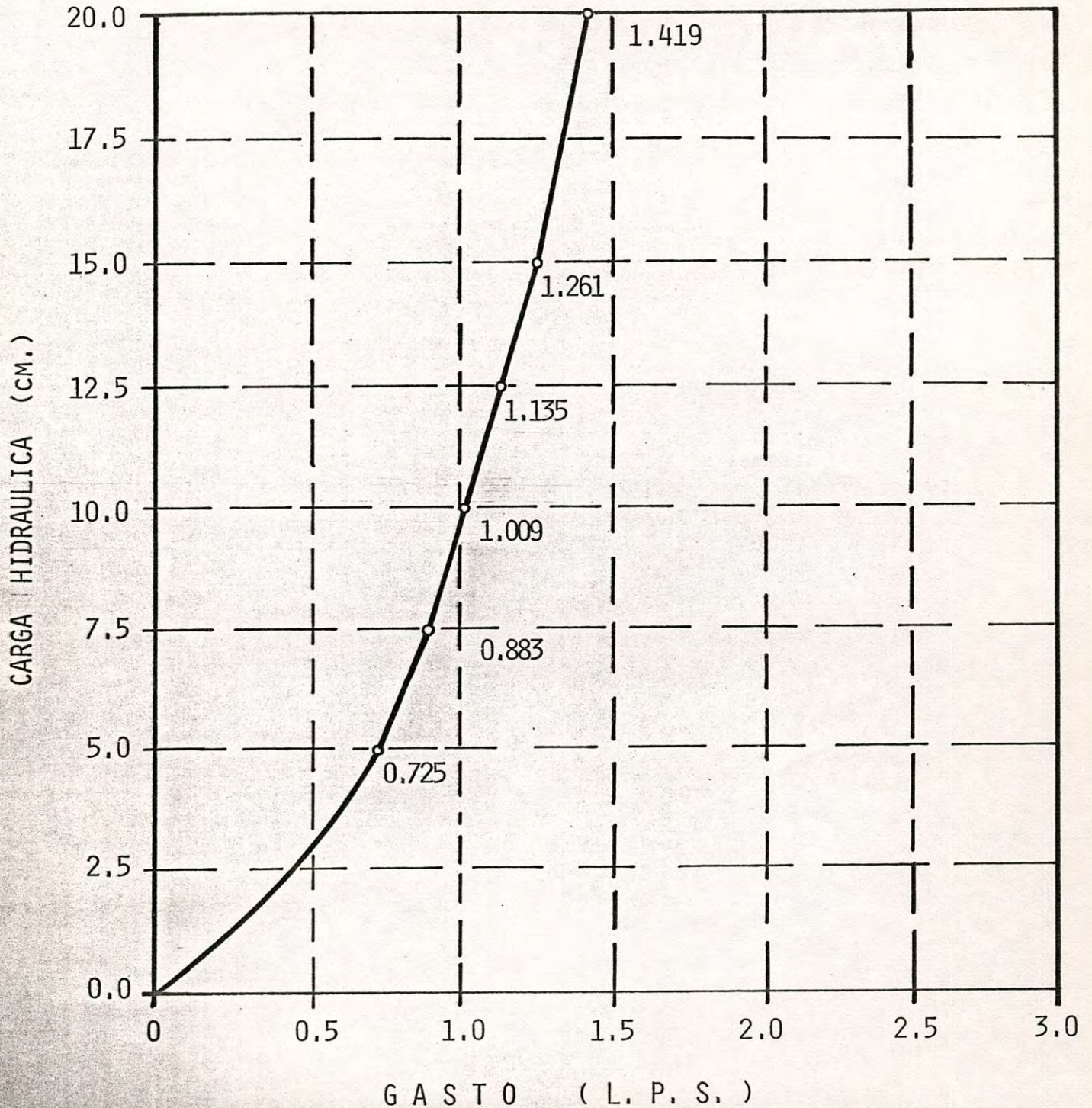
$$\begin{aligned} SC \text{ Tratamientos} &= (3.541)^2 + (2.476)^2 + \dots + (2.681)^2 - F_c \\ &= \frac{840.4653}{4} = 210.1164 - 180.2786 = 29.8378 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SC Error} &= 32.2749 - 29.8378 \\ &= 2.43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C.V.} &= \frac{\text{C.M. Error}}{\bar{X} \text{ Gal.}} = 0.042 = 2.7\% \end{aligned}$$

GRAFICA 6

CURVA DE CARGA HIDRAULICA PARA GASTO DE SIFONES DE ALUMINIO DE 1½ PULGADAS DE DIAMETRO CON DESCARGA LIBRE.



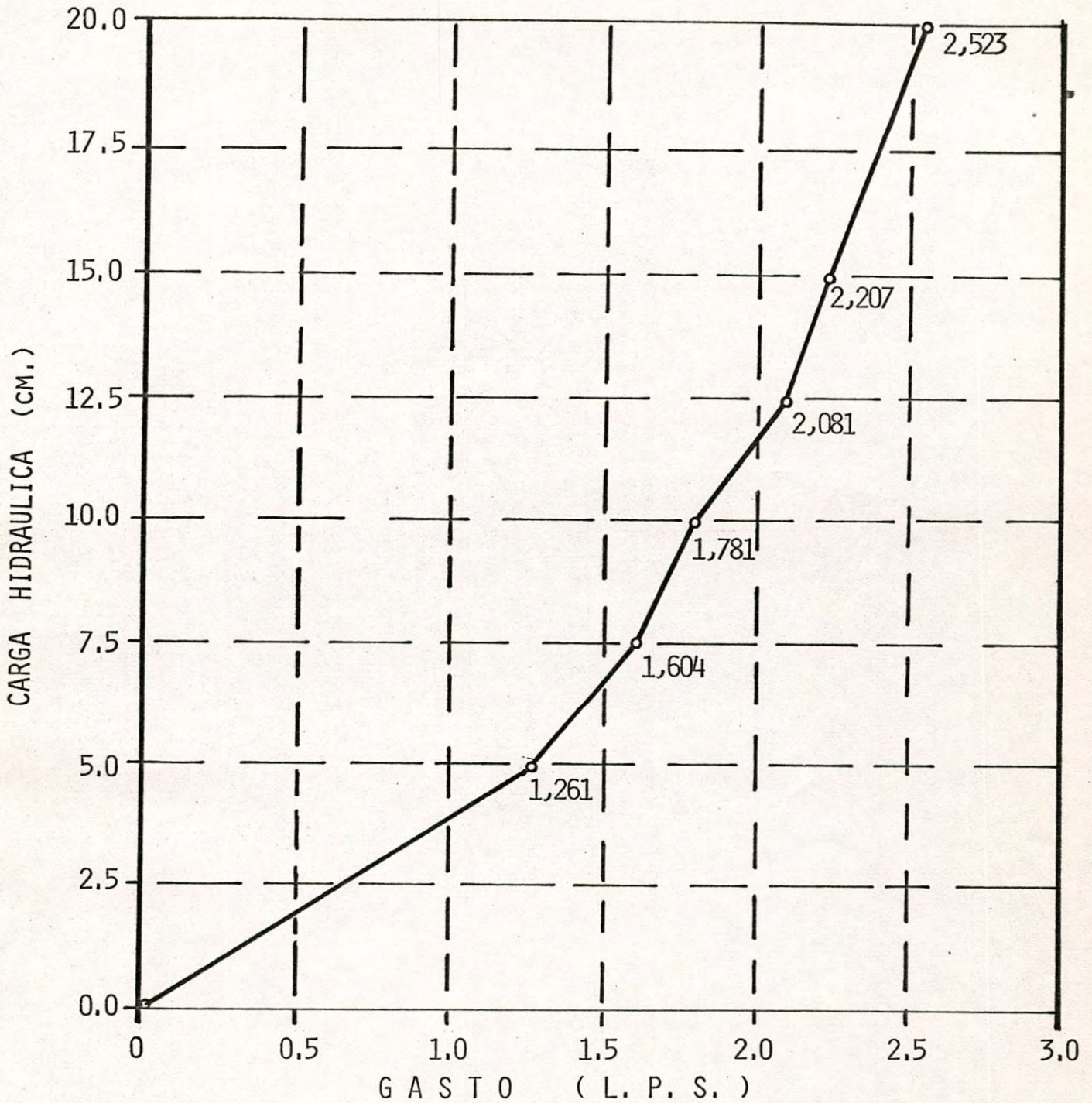
$$\text{GASTO MAXIMO NO EROSIONABLE} = \frac{.63}{\text{PENDIENTE}} = \frac{.63}{.10} = 6.3 \text{ L.P.S.}$$

$$\text{INFILTRACION BASICA} = .763 \text{ CM/H.}$$

$$\text{CARGA HIDRAULICA UTILIZADA} = 7.5 \text{ A } 10 \text{ CM.}$$

GRAFICA 7

CURVA DE CARGA HIDRAULICA PARA GASTO DE SIFONES DE ALUMINIO DE 2 PULGADAS DE DIAMETRO CON DESCARGA LIBRE.



$$\text{GASTO MAXIMO NO EROSIONABLE} = \frac{.63}{\text{PENDIENTE}} = \frac{.63}{.10} = 6.3 \text{ L.P.S.}$$

$$\text{INFILTRACION BASICA} = .763 \text{ CMS/H}$$

$$\text{CARGA HIDRAULICA UTILIZADA} = 7.5 \text{ A } 10 \text{ CM.}$$

R. S. T. 1338

DISTRITO DE RIEGO No. 38,
RIO MAYO, SONORA

CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL VALLE DEL MAYO

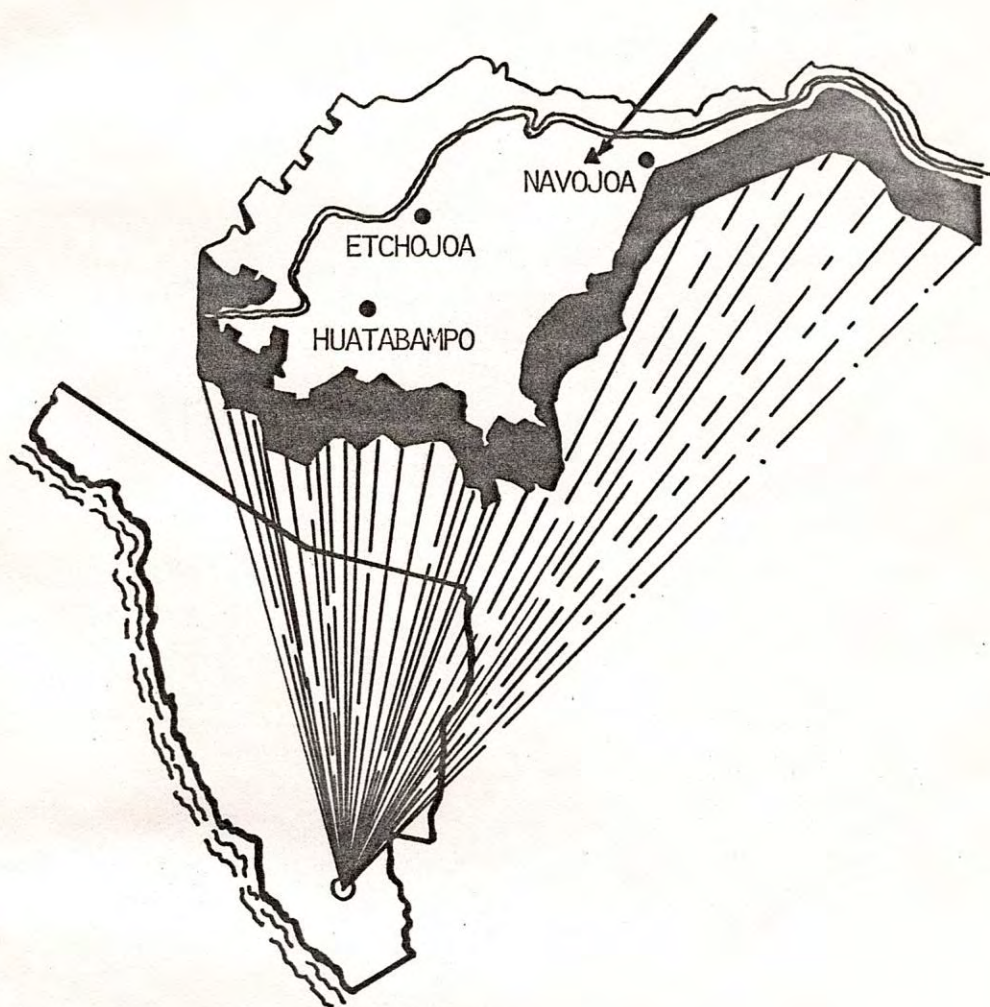


FIGURA 1. UBICACION DEL VALLE DEL MAYO, LOCALIDAD DE PRUEBA UTILIZADA EN EL ESTUDIO.