

Centro Internacional de Agricultura Tropical

CIAT
17801 C.2
COLECCION HISTORICA

Serie SE-10-82
Septiembre 17, 1982

BIBLIOTECA

EL RIEGO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) en CIAT

Alfonso Díaz D.
Javier Castillo L.


Resumen

1. INTRODUCCION

El agua es un factor crítico en la producción de cultivos y para obtener un buen rendimiento en la cosecha de frijol se requiere un abastecimiento adecuado.

Las observaciones de campo hechas durante muchos años en CIAT y en especial en el primer semestre de 1982, el cual fué muy lluvioso (680 mm), indican que el frijol es una planta muy sensible al contenido de humedad del suelo, especialmente cuando la textura es pesada. El exceso de humedad puede producir efectos tanto o más nocivos para la producción del frijol, que el déficit de la misma.

Con el fin de determinar la frecuencia de riego y la óptima utilización del agua del riego por el cultivo de frijol, se realizó una serie de experimentos en CIAT. El primero de ellos consistió en regar el frijol, tomando como indicador de la frecuencia de riego la tensión de humedad del suelo; en el 2o. experimento, se combinaron la tensión de humedad del suelo y la fase de desarrollo de la planta de frijol como indicadores de la frecuencia del riego; y, en el tercer experimento, teniendo en cuenta los resultados de los dos anteriores, se estudió la importancia del suministro de agua durante el período de reproducción del frijol para obtener una máxima producción con la menor cantidad de agua aplicada.


BIBLIOTECA
14 OCT. 1982

A. FRECUENCIA DE RIEGO TOMANDO COMO BASE LA TENSION DE HUMEDAD DEL SUELO.

I.- El objetivo de este ensayo fué el de determinar el momento oportuno del riego, mediante el análisis de los resultados de la producción de parcelas de frijol que habían sido regadas a diferentes tensiones de humedad del suelo.

La tensión de humedad del suelo (THS), es la medida de la fuerza de adhesión y cohesión que deben ejercer las raíces de las plantas, para extraer humedad del suelo; por lo tanto, la tensión (THS), es una medida indirecta del contenido de humedad del suelo.

II.- Materiales y Métodos.-

2.1.- Localización del Ensayo.-

El ensayo se realizó en un lote de 2.2 Has., el cual se dividió en una parcela de 150 Mts. de ancho y tres parcelas de replicación de las mismas dimensiones.

2.1.1.- Distribución de Parcelas.-

Cada parcela se dividió en 5 sub-parcelas, para cuatro tratamientos y el testigo, así:

Tratamiento 1	Riego a 25 centibares
Tratamiento 2	Riego a 35 centibares
Tratamiento 3	Riego a 45 centibares
Tratamiento 4	Riego a 55 centibares
Tratamiento 0	Lote testigo

La distribución de los tratamientos se hizo al azar, cada uno cubrió 5 hileras con 2 de separación entre tratamientos.

2.2.- Siembra.-

Se sembró en el 2o. semestre de 1980 la variedad de Frijol ICA-PIJAO, con densidad de siembra de 240.000 semillas por Ha., y dos hileras por cama de 1 metro; la distancia entre las hileras gemelas fué de 40 cms.

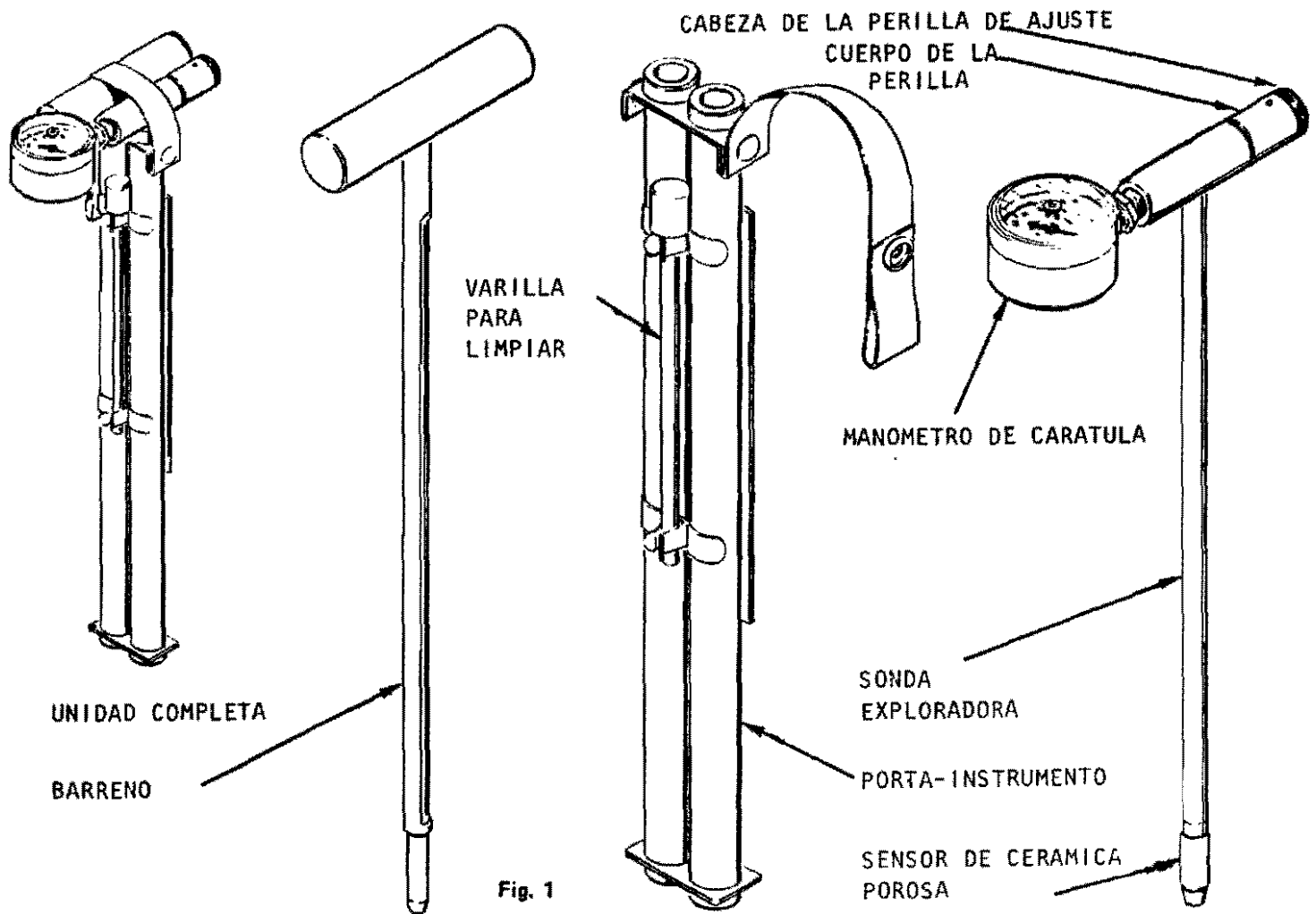


Fig. No. 1.- Instrumento para medir la humedad del suelo, denominado "TENSIOMETRO"

Los tratamientos que aparecen con la misma letra (cuadro No. 1) no muestran diferencia significativa entre ellos, así mismo, aparecen 2 grupos; el uno formado por los tratamientos 1 y 2, y el otro constituido por los tratamientos 3, 4 y el testigo. El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre estos 2 grupos. El cuadro No. 2, presenta la lámina de agua utilizada por el cultivo calculado en base al cambio del contenido de humedad ocasionado por los riegos, de acuerdo a los diferentes tratamientos y a la precipitación pluvial.

2.3.- Método de Riego.-

Se utilizó el sistema de riego por sifones, y se determinó el flujo en los surcos por medio de canaletas W.S.C. (Washington State. College). La lámina de agua aplicada, se determinó de acuerdo con la capacidad de retención del suelo, en este caso, 70 mm por cada riego.

2.3.1.- Determinación de la frecuencia de riego según los tratamientos.

Después del riego de germinación aplicado a todo el lote, se hicieron mediciones periódicas de la tensión (THS), con un tensiómetro, (ver fig. No. 1), para determinar cuándo se debía regar cada tratamiento. También se tomaron muestras de suelos antes y después de cada riego, para determinar la cantidad de agua utilizada por los diferentes tratamientos, calculando la diferencia en el contenido de humedad entre riegos.

III.- Resultados y Discusión.-

3.1.- Las producciones obtenidas con los tratamientos 1 y 2, fueron respectivamente de 1975 y 1891 Kgs. por Ha., y los tratamientos 3, 4 y el testigo, produjeron 1660, 1605 y 1597 Kg/Ha., respectivamente.

3.2.- El cuadro número 1 presenta el análisis de varianza para la comparación de tratamientos en base al rendimiento (Kg/Ha.), de acuerdo con la prueba de Duncan. Se tomaron 20 metros por tratamiento. Nivel Alfa = 0.05.

Cuadro No. 1.- Rendimiento en Kg/Ha. de frijol, de acuerdo con los Tratamientos.

Tratamiento	Agrupación	No. Muestras	Rendimiento Promedio (Kg/Ha.)*
1	A	20	1975
2	A	20	1891
3	B	20	1660
4	B	20	1605
0	B	20	1597

* Peso de las muestras con el 14% de contenido de humedad de las semillas.

Cuadro No. 2.- Lámina de agua utilizada por cada tratamiento.

Tratamiento	No. de riego	Lámina en base a cambio en contenido de humedad del suelo	Precipitación. mm	Lámina total	Producción Ks/Ha.
1	6	237.75	158	395.96	1.975
2	4	184.21	158	342.42	1.891
3	3	167.07	158	325.28	1.660
4	2	166.68	158	324.89	1.597
0	1	56.6	158	204.81	1.605

La gráfica No. 1 representa la lámina de agua acumulada en cada tratamiento de acuerdo con la edad del cultivo. En esta gráfica los puntos indican los días en que se aplicaron los riegos y los triangulos muestran los días de precipitación mayor de 20 mm., a lo largo del período vegetativo.

3.3.- Discusión.-

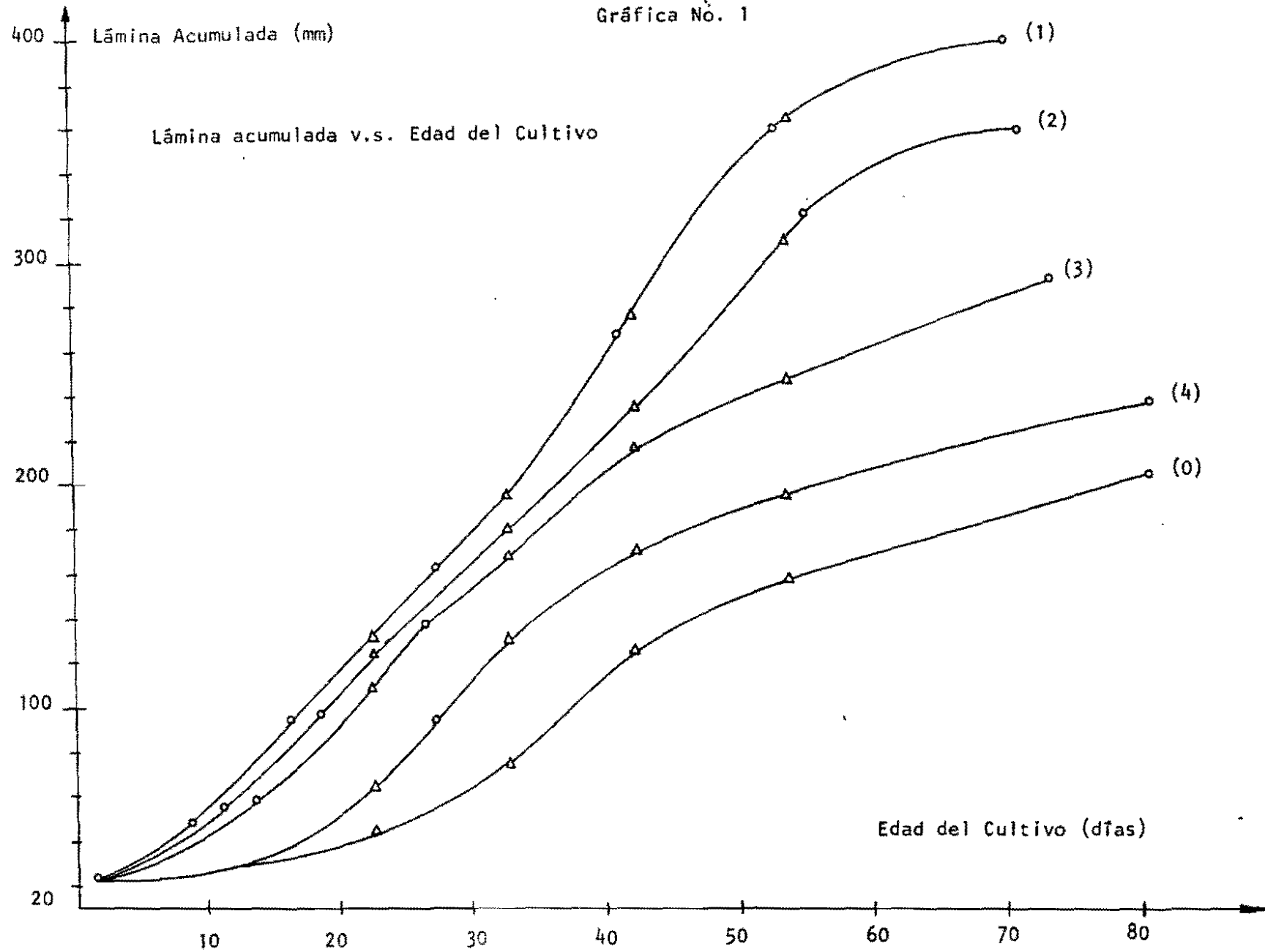
Los tratamientos 1 y 2, que forman un grupo, produjeron el mismo rendimiento. Esto indica, que 4 riegos que provean 342 mm., incluyendo la precipitación, son suficientes para obtener una producción sin diferencia significativa con el tratamiento de 5 riegos más precipitación, con un total de 395 mm. En otras palabras, no se justifica regar cuando la tensión (THS), es de 25 centibares, ya que se obtiene el mismo rendimiento que cuando la frecuencia del riego esté indicada por una tensión de 35 centibares.

El tratamiento 3, dió una producción sin diferencia estadística con el tratamiento 4 y el testigo. Esto indica que la frecuencia de riego más apropiada está dada por una tensión de 45 centibares. Por otra parte, el testigo, tratamiento 0, dió una producción que no presentó diferencias estadísticas con el tratamiento 4 o el 3; esto se debió a que hubo 158 mm de precipitación en el período de 20 días de edad del cultivo hasta los 55 días de edad, lo cual induce a pensar en que, en la fase de reproducción del frijol, el contenido de humedad del suelo y la disponibilidad del agua son factores de suma importancia.

B.- APLICACION DE RIEGO AL FRIJOL DE ACUERDO A LAS DIFERENTES FASES DE DESARROLLO.-

I.- En este segundo ensayo, no solo se tuvo en cuenta la aplicación del riego de acuerdo a la tensión del suelo, sino al estado de desarrollo de la planta.

Gráfica N^o. 1



Se utilizaron 6 tratamientos de riego, 1 testigo y 8 replicaciones.

Todos los tratamientos tuvieron 3 aplicaciones básicas de riego, a saber: riego para la germinación, riego para la floración y riego para el llenado de las vainas. El cuadro No. 3, muestra cómo se planeó distribuir el riego, de acuerdo con la edad del cultivo.

Cuadro No. 3.- Distribución del riego en los diferentes tratamientos

ETAPAS: DIAS	Siembra 0	N U M E R O D E R I E G O S					
		Floración			Fructificación		
		11	15	19	30	40	50
Trat. I	1				2		3
Trat. II	1				2	3	4
Trat. III	1		2		3		4
Trat. IV	1	2		3	4		5
Trat. V	1		2		3	4	5
Trat. VI	1	2		3	4	5	6
Testigo 7	1						

El diseño experimental consistió en distribuir los tratamientos en bloques al azar replicados 7 veces. El área total del ensayo fué de 1.5 Has. La siembra se efectuó en Feb. 19/81. La variedad de frijol usada fué ICA-PALMAR. La población fué de 240.000 plantas/Ha., y la distancia entre surcos fué de 0.60 mts.

Se utilizó el sistema de riego por gravedad mediante tuberías de compuertas. Las prácticas agronómicas se realizaron de acuerdo con las recomendaciones técnicas, procurando mantener el cultivo libre de malezas y plagas.

Se tomaron muestras de suelos de las parcelas antes y después del riego. En las primeras fases del desarrollo y hasta los 20 días, se muestreó a 20 cms., de profundidad; de los 20 a 40 días de edad del cultivo, a 40 cms., y de allí en adelante, a 20, 40 y 60 cms. de profundidad.

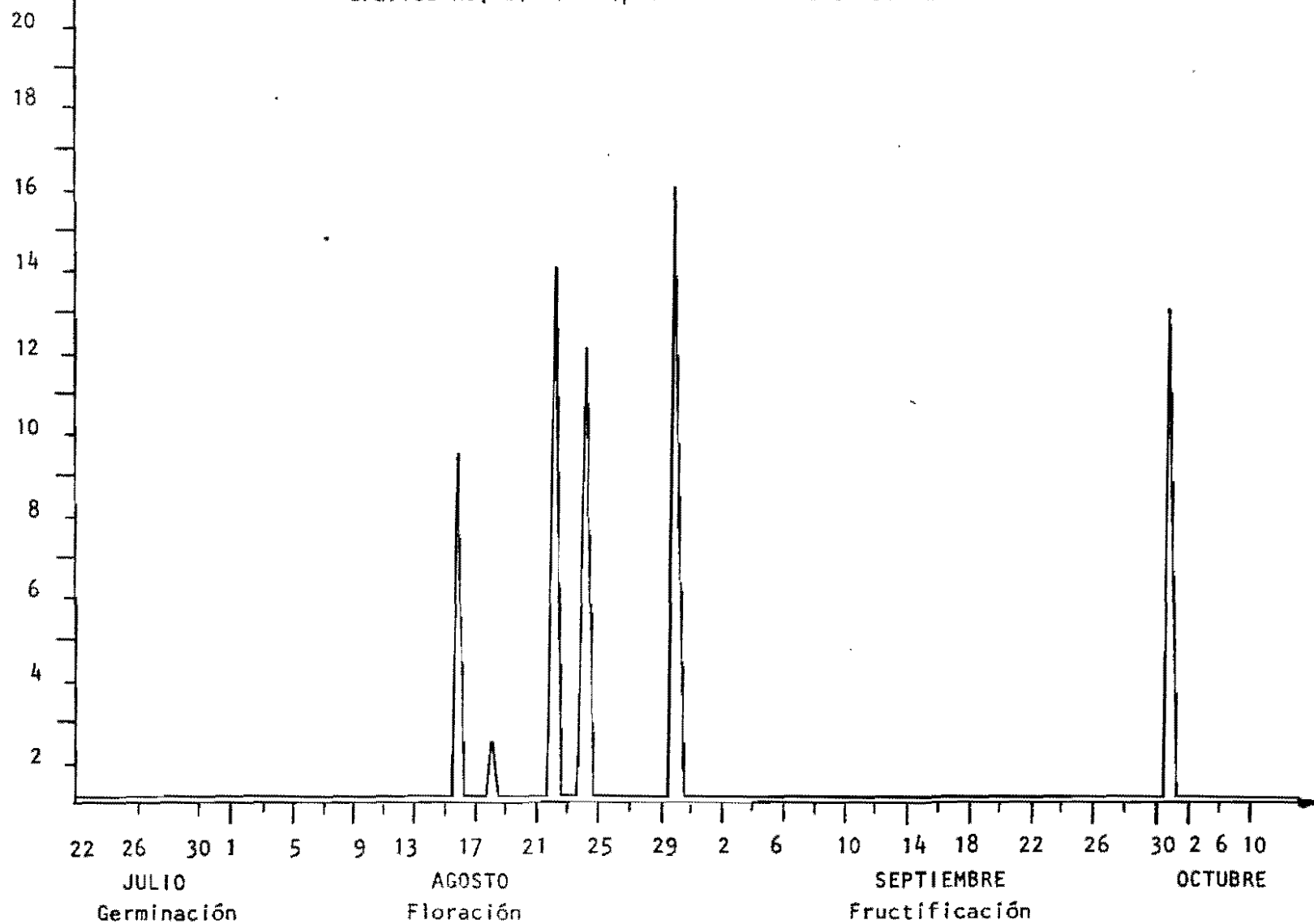
Resultados y Discusión.-

La gráfica No. 2, muestra la precipitación ocurrida durante el experimento.

Las lluvias de los días 8, 9 y 10 de Mayo, y las de los días 4 y 5 de Abril, coincidieron con fechas programadas para riegos, de acuerdo con los tratamientos, de esta manera, los tratamientos II y V, recibieron el mismo

Precipitación
mm.

Gráfico No. 2.- Precipitaciones durante el cultivo.



número de riegos; lo mismo ocurrió con los tratamientos I y III.

El cuadro No. 4, presenta el arreglo de los tratamientos, teniendo en cuenta las lluvias.

Cuadro No. 4.- Arreglo de los Tratamientos teniendo en cuenta las lluvias.

ETAPAS: DIAS:	Siembra 0	N U M E R O D E R I E G O S					
		Floración			Fructificación		
		11	15	19	30	40	50
Trat. I y III	1			2	3		4
Trat. II y V	1			2	3	4	5
Trat. IV	1	2		3	4		5
Trat. VI	1	2		3	4	5	6
Testigo	1			2			3

El enfoque del ensayo quedó así: Los tratamientos I y III, recibieron cuatro riegos; los tratamientos II, IV y V, recibieron 5 riegos, pero con la diferencia de que el tratamiento IV no recibió riego a los 40 días entre floración y fructificación. El tratamiento 6, recibió 6 riegos que concuerdan con una frecuencia de riego a una tensión del suelo de 25 centibares. El testigo recibió en la práctica, 3 riegos, pero desde los 19 días desde la siembra hasta la fructificación, a los 50 días, no recibió agua.

El cuadro No. 5, presenta el promedio de rendimiento por tratamiento en Ks/Ha., así como también, la lámina total aplicada en cada tratamiento, que incluye la cantidad de agua suministrada por los riegos más la de agua lluvia, en mm. Los tratamientos II, V y VI, no presentaron diferencias significativas en la producción, de acuerdo a la prueba de Duncan. Los rendimientos fueron 1874, 1872 y 1831 Kg. por Ha., respectivamente. El tratamiento VI, recibió un riego más que los otros 2, 11 días después de la siembra, el cual no se justificó.

Los tratamientos I y III, produjeron 1652 y 1520 Kg/Ha., respectivamente, sin presentar diferencia significativa entre sí. Esto se explica, porque los dos tratamientos recibieron agua en las mismas fases de desarrollo,

Cuadro No. 5.- Lámina utilizada y producción de frijol en cada tratamiento.

Tratamiento	Agrupamiento*	Lámina utilizada. mm	Precipitación. mm.	Lámina Total mm.	Rendimiento Kg/Ha.	Kg/Ha. mm
1	B	172.28	66.7	238.98	1.652.27	6.91
2	A	195.78	66.7	262.48	1.874.02	7.139
3	B	164.05	66.7	230.75	1.520.11	6.58
4	C	183.43	66.7	250.13	1.489.86	5.95
5	A	209.18	66.7	275.88	1.872.95	6.789
6	A	220.9	66.7	287.6	1.831.67	6.368
7	D	34.89	140.5	175.39	689.5	3.93

El tratamiento 7 ó testigo, produjo 689 Kgs/Ha., y recibió 175 mm. de lámina de agua suministrada por el riego de germinación, más las lluvias, pero éstas no ocurrieron en la época de floración. Esto indica que la disponibilidad de agua en el suelo durante la época de floración, es un factor crítico para la producción.

Conclusiones.-

1) Cinco riegos que suministren 270 mm aproximadamente de lámina de agua utilizables, (aproximadamente 350 mm. de lámina aplicada), dieron el mayor rendimiento del frijol.

2) La etapa comprendida entre la iniciación de la floración (25-30 días a partir de la siembra) y la fructificación (48-55 días a partir de la siembra), es la más crítica para la producción desde el punto de vista de disponibilidad de agua para las plantas. Durante esta etapa, y de acuerdo con los ensayos realizados, la tensión que señale la frecuencia del riego, no debe ser mayor de 35 centíbares.

3) Un buen riego de germinación, que cope la capacidad de almacenamiento de los 30 cms. superiores del suelo, es suficiente para permitir que el frijol sobreviva sin problemas los primeros 20 días después de la siembra.

C.- APLICACION ADECUADA DEL RIEGO PARA FRIJOL.-

Habiendo determinado en los dos ensayos anteriores que la frecuencia del frijol en CIAT está dada por la tensión de humedad del suelo de 35

centibares, y que el período de mayor respuesta de la producción del frijol al suministro de agua es el comprendido en la fase de desarrollo que va desde antes de la floración al llenado de las vainas o fructificación, se realizó un tercer ensayo que consistió en determinar la importancia del suministro de agua durante el período de reproducción del frijol para obtener máxima producción utilizando la menor cantidad de agua durante el ciclo de vida del cultivo. En otras palabras, cual es la mínima cantidad de agua que suministrada al suelo dé la mayor producción de frijol.

Materiales y Métodos.-

Se utilizó el mismo sistema de riegos. Una población de 240.000 plantas por Ha., y semillas de la línea 24, tipo Calima. Se tomaron muestras de suelos antes y después de cada riego, lo mismo que la tensión del mismo, para determinar, cuando ésta fuera de 35 centibares.

La distribución de los riegos en los 3 tratamientos y el testigo, fué así:

Etapas Días Trata- mientos	N U M E R O D E R I E G O S					Total Riegos
	Siembra 0	15	Floración 26	39	Fructificación 50	
I	1	2	3	4	5	5
II	1		2	3	4	4
III	1	2	3		4	4
IV*	1					1

* Testigo, el cual recibió únicamente el riego de germinación.

El tratamiento I con 5 riegos, correspondió al que produjo mayor rendimiento en un ensayo anterior. Los tratamientos II y III, difieren en que el II recibió un riego entre la floración (26 días después del riego de germinación) y la fructificación (50 días después del riego de germinación),

o sea a los 39 días de la siembra, y, al tratamiento III no se le aplicó el riego en esta fase del cultivo, sino entre el riego de germinación y la floración (26 días después del riego de germinación). Ambos tratamientos recibieron un total de 4 riegos. El testigo sólo recibió el riego de germinación.

Resultados y Discusión.-

El cuadro 6, presenta los tratamientos, el número de riegos por tratamiento, lámina de agua utilizada, precipitación, lámina total de agua, producción promedio por tratamiento y el agrupamiento de los tratamientos, de acuerdo con el análisis estadístico.

Según la prueba de Duncan, no hubo diferencia significativa entre los tres tratamientos; sin embargo, el tratamiento I recibió 5 riegos, con una lámina utilizada de 380 mm más 49 mm de lluvia. El tratamiento II, que dió la mayor producción, recibió 4 riegos para un total de 310 mm de agua utilizada más 49 mm de precipitación. El efecto positivo del suministro de agua durante el período reproductivo, se hizo evidente en este tratamiento, ya que el tratamiento III, que también recibió 4 riegos, dió menor producción; sin embargo, a éste sólo se le suministraron 2 riegos durante el mismo período. La producción del testigo de casi 1 tonelada por Ha., de frijol, ratifica la anterior afirmación, pues recibió cerca de 50 mm de precipitación (gráfico 3) durante la floración.

Cuadro No. 6.-Lámina utilizada por los tratamientos en base a cambio en el contenido de humedad.

Tratamiento	No. de Riegos	Lámina en base a cambio contenido de humedad, mm.	Precipitación mm.	Lámina Total mm.	Producción. Kg/Ha.	Agrupamiento.
I	5	380.0	48.8	428.8	1.643.15	A
II	4	310.0	48.8	358.8	1.748.06	
III	4	305.0	48.8	353.8	1.639.95	
IV	1	41.9	48.8	90.7	988.63	B

Precipitación

Gráfico No. 3.- Precipitación durante el período de ensayo.

