

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
COLEGIO DE GRADUADOS

IDENTIFICACION DE GENOTIPOS TOLERANTES A LA SEQUIA  
EN FRIJOL

**JORGE ALBERTO ACOSTA GALLEGOS**

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO ACADEMICO  
DE

**MAESTRO EN CIENCIAS**

ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Diciembre 1977

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

COLEGIO DE GRADUADOS

IDENTIFICACION DE GENOTIPOS TOLERANTES A LA SEQUIA  
EN FRIJOL

APROBADA POR:

El Comité Particular de Investigación

*Mario Castro Gil*

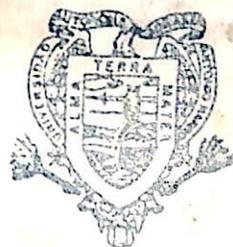
Ph. D. MARIO CASTRO GIL

*Hernán Cortez Mendoza*

Ph. D. HERNAN CORTEZ MENDOZA

*Herminio Montelongo Escobedo*

Ph. D. HERMINIO MONTELONGO ESCOBEDO



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Diciembre 1977

DEDICATORIA

Con respeto a la memoria del

ING. M.C. JUAN OVIEDO LOPEZ

Con sincero cariño:

A mi esposa

REYNA GRACIELA

A mi hijo

JORGE ALBERTO

A mis padres

JOSE ISABEL

Y CLEOTILDE

A mis hermanos

## AGRADECIMIENTO

Al INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS y al CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, mi agradecimiento por su apoyo económico.

A la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO", por la oportunidad que me brindó para la realización de mis estudios.

Al DR. MARIO CASTRO GIL, por sus valiosas enseñanzas y dirección del presente trabajo.

Al DR. HERNAN CORTEZ MENDOZA y al DR. HERMINIO MONTELONGO - - ESCOBEDO por sus valiosas sugerencias y revisión de este trabajo.

A mis compañeros de generación y amigos.

A todas aquellas personas que de manera directa ó indirecta -- colaboraron para la realización de este trabajo

## I N D I C E

I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. MATERIALES Y METODOS	29
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSION	52
VI. CONCLUSIONES	56
VII. BIBLIOGRAFIA	58
VIII. APENDICE	64

## INDICE DE CUADROS

		Pag.
Cuadro 1.	Grupo de variedades criollas de frijol sometidas a sequía en estado de plántula en el invernadero. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	30
Cuadro 2.	Grupo de variedades criollas de frijol sembradas en el campo. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.	31
Cuadro 3.	Precipitación mensual observada durante un período de nueve años y promedio por mes. Estación Buenavista. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	32
Cuadro 4.	Distribución de humedad aplicada durante el ciclo vegetativo parcela mediana. Trabajo de campo U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	34
Cuadro 5.	Precipitación en milímetros ocurrida en el sitio experimental durante el desarrollo del cultivo. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977	36
Cuadro 6.	Número de plántulas sobrevivientes por variedad a la sequía impuesta en estado de plántula. Trabajo de invernadero U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	38
Cuadro 7.	Días a iniciación de la floración para las variedades criollas de frijol sembradas en el campo en diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	40
Cuadro 8.	Días a madurez para las variedades criollas de frijol sembradas en el campo bajo diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	42
Cuadro 9.	Rendimiento de las variedades criollas de frijol sembradas en el campo en gramos por parcela por dosis de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.	45
Cuadro 10.	Rendimiento medio en gramos por parcela y parámetros de estabilidad de ocho variedades criollas en frijol. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	47
Cuadro 11.	Número de vainas por planta de variedades criollas de frijol sembradas en el campo en diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	49

- Cuadro 12. Número de granos por vaina de variedades criollas de frijol sembradas en el campo en diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977. 50
- Cuadro 13. Peso de 100 granos de variedades criollas de frijol sembradas en el campo en diferentes -- diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977. 51

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1. Tratamientos para reducir la evaporación de agua.	6
FIGURA 2. Algunas consideraciones sobre ciertas características importantes para eludir la sequía (Levitt 1960).	8
FIGURA 3. Método intensivo de selección para amplia adaptación en trigo.	22
FIGURA 4. Modelo sencillo para cosechar agua. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.	28
FIGURA 5. Cosecha de agua utilizando microcuencas de dos lados. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.	28
FIGURA 6. Forma de tamaño de los bordos utilizados en la presente investigación. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977	29
FIGURA 7. Conjunto de bordos en el campo utilizados en la presente investigación. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	29

## INDICE DE GRAFICAS

	Pag.
GRAFICA 1. Días a iniciación de la floración para las variedades criollas de frijol sembradas en el campo a diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	41
GRAFICA 2. Días a madurez para las variedades criollas de frijol sembradas en el campo en diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	43
GRAFICA 3. Rendimiento medio de las variedades criollas de frijol sembradas en el campo en diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	46
GRAFICA 4. Rendimiento medio esperado para cuatro variedades criollas de frijol en ambientes creados con diferentes niveles de humedad. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	48

## CUADROS DEL APENDICE

Cuadro 1.	Análisis de variancia para días a iniciación de la floración de un grupo de variedades criollas de frijol sembradas en el campo bajo el diseño parcelas subdivididas. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	65
Cuadro 2.	Análisis de variancia para días a madurez de un grupo de variedades criollas de frijol sembradas en el campo bajo el diseño parcelas subdivididas. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	66
Cuadro 3.	Análisis de variancia para rendimiento de un -- grupo de variedades criollas de frijol sembra-- das en el campo bajo el diseño parcelas subdivi-- didas. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977	67
Cuadro 4.	Análisis de variancia para el ambiente creado - por el nivel 0 mm. de lámina durante el ciclo - vegetativo. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	68
Cuadro 5.	Análisis de variancia para el ambiente creado - por el nivel 100 mm. de lámina durante el ciclo vegetativo. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	68
Cuadro 6.	Análisis de variancia para el ambiente creado - por el nivel 200 mm. de lámina durante el ciclo vegetativo. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	69
Cuadro 7.	Análisis de variancia para el ambiente creado - por el nivel 300 mm. de lámina durante el ciclo vegetativo. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	69
Cuadro 8.	Análisis de variancia para parámetros de estabi- lidad de un grupo de variedades criollas de fri- jol. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. 1977.	70

## RESUMEN

La efectividad de las selecciones para tolerancia a sequía de muchos programas de mejoramiento actuales deja mucho que desear, ya que en años lluviosos las selecciones que se realizan serán efectivas únicamente para años similares. Por otro lado en los años que llueve muy poco, el investigador no puede realizar las selecciones ya que aplica riego para evitar la pérdida de los materiales.

Debido a los problemas anteriores nació la idea de utilizar el principio de cosecha de agua para forjar un método que nos permita realizar selecciones efectivas para tolerancia a sequía. El método consiste en realizar la siembra de los materiales en la cima de unos bordos similares a los usados para cosechar agua únicamente con el propósito de que las plantas puedan utilizar aproximadamente el 50% del agua de las lluvias y el resto salga rápidamente del sitio experimental.

Los resultados obtenidos nos indican que el método promete ser lo suficientemente útil para cualquier cultivo en cuanto al factor tolerancia a sequía, ya que diferencia la respuesta de distintas variedades y aun plantas individuales dentro de estas.

Es necesario dar unos pequeños ajustes al método que se propone de tal manera que resulte más económico llevarlo a cabo como lo son bordos más bajos y fuertemente compactados para evi-

tar el uso de impermeabilizantes y colocar los bordos en dirección de la pendiente, la cual debe ser bastante pronunciada para facilitar la salida del agua de lluvia.

## I INTRODUCCION

En nuestro país, el frijol constituye parte fundamental de la dieta alimenticia de nuestro pueblo, y con el creciente aumento de la población se incrementa la necesidad del grano de esta leguminosa que es la principal fuente de proteínas de los sectores necesitados.

De acuerdo con las estadísticas\*, en México se cultivan alrededor de 2 millones de hectáreas con frijol, de las cuales el 90% completan su ciclo vegetativo exclusivamente con agua de lluvia; por lo que uno de los principales factores que limitan la producción de este grano, particularmente en el altiplano y estados del norte lo es la escasa e irregular precipitación.

En las áreas temporaleras las lluvias varían en cantidad y distribución no solamente de un año a otro, sino también de acuerdo con la época del año y región de que se trate. Las lluvias por lo general ocurren de Junio a Septiembre, que es cuando se llevan a cabo los cultivos de temporal; además, dentro de este período de lluvias, y aún en regiones con una precipitación superior a los 500 mm., suelen presentarse ciertos períodos de sequía que si coinciden con un período crítico del cultivo (períodos en los que el cultivo se ve más afectado en su producción por la falta de humedad), traen como consecuencia la pérdida parcial o total de la cosecha.

---

\* Plan Agrícola Nacional 1976. S.A.G.

Es necesario que en esas regiones en las que prevalecen condiciones como las mencionadas, se incrementen las investigaciones dirigidas hacia la tolerancia a factores adversos, ya que si se contara con variedades que pudieran tolerar al menos cortos -- períodos de sequía, en donde esta implica la pérdida total de la cosecha, sería ventajoso tener la seguridad al menos de una cosecha modesta.

En nuestro país, del cual se considera originario el frijol común, existe una gran variabilidad genética que debe ser aprovechada con mayor intensidad por los programas de mejoramiento para la obtención de mejores variedades.

La presente investigación tiene por objeto: 1). Probar un método de selección en el campo que permita dar castigos controlables de humedad (individuales o sucesivos) a plantas de cualquier edad y de cualquier cultivo, y en caso de que el método sea efectivo el segundo objetivo sería el siguiente: Encontrar materiales de frijol tolerantes a la sequía para su posible uso inmediato o para futuros programas de mejoramiento para regiones de baja precipitación.

## II. REVISION DE LITERATURA

Numerosos investigadores (8, 9, 12, 14, 15, 25, 30 y 33) han -- estudiado los efectos de la falta de humedad en los procesos -- fisiológicos y características anatómico-morfológicas de las -- plantas, por lo que en la presente revisión de literatura no se mencionan este tipo de estudios.

### Algunos conceptos importantes en sequía.

Tal y como lo señala Arnon (3) no existe un concepto uniforme - de la palabra SEQUIA, la reacción de las plantas es diferente - a la sequía atmosférica y a la sequía por falta de humedad en - el suelo, y también depende del estado de desarrollo de la planta en el cual ocurre la sequía.

Sequía Atmosférica. Es causada por una baja humedad en el aire, frecuentemente acompañada de calor y viento seco. Esta puede - presentarse aún con una alta humedad en el suelo.

Sequía Edáfica. Esta ocurre cuando la humedad que es suminis-- trada por el suelo es menor que la pérdida por evotranspiración.

Alvarado (1) indica que el término sequía básicamente consiste en un grado de humedad inadecuado para un cultivo (grado que - varía para cada especie), frecuentemente agravado por altas -- temperaturas, baja humedad relativa, vientos y radiación solar excesiva.

Resistencia a Sequía. Este término ha sido muy discutido pero Arnon (3) indica que puede definirse de varias maneras, particularmente en términos de la habilidad de las plantas a: 1). Sobrevivir bajo condiciones de sequía, 2). Resistir la sequía sin sufrir daño, y 3). Ser eficientes en el uso del agua.

La habilidad para sobrevivir. La habilidad para sobrevivir bajo condiciones de sequía es una característica esencial de las xerófitas, vegetación natural de las zonas áridas. Típicamente, esas plantas poseen una reducida superficie transpiratoria lo que provoca plantas enanas con una superficie foliar total muy limitada. Por otro lado las características típicamente xerófitas no son necesariamente deseables en cultivares de importancia económica que prosperan bajo condiciones de poca humedad.

Habilidad para soportar la sequía sin sufrir daño. En este sentido, la resistencia a sequía es definida como "la habilidad de las plantas a adaptarse al efecto de la sequía y a crecer, desarrollarse y reproducirse normalmente bajo condiciones de sequía", debido a un número de propiedades adquiridas en el proceso de la evolución bajo la influencia de las condiciones ambientales y la selección natural (Henckel, 1964 citado por Arnon).

Uso eficiente del agua. El uso eficiente del agua (WUE) según Arnon(2) es el rendimiento de producto comercial de un cultivo producido por unidad de agua usada en evotranspiración. Por lo tanto,  $WUE = Y/ET$ , donde Y = rendimiento de producto comer-

cial de un cultivo y  $ET = \text{evotranspiración}$ .

Si el rendimiento fuera completamente independiente de  $ET$ , cualquier factor que causara un incremento en rendimiento o detrimento de  $ET$ , puede tener un efecto favorable en  $WUE$ . Si el rendimiento fuese proporcional a  $ET$ , el uso eficiente del agua fuera constante. Actualmente el numerador y denominador de la fórmula, no son independientes uno del otro, en particular  $Y$  dependerá grandemente de la humedad disponible y en consecuencia  $ET$ , pero pueden ser influenciados independientemente o diferencialmente por el manejo del cultivo y el medio ambiente.

El numerador  $Y$  depende de la clase del cultivo sembrado y del método de mejoramiento a que esté sujeto y de las prácticas de manejo que incrementen los rendimientos, mientras que el denominador  $ET$  dependen principalmente del clima y del resultante régimen de humedad del suelo. Este último es influenciado también por las prácticas de manejo dirigidas a conservar la humedad.

En la siguiente figura se observan algunos tratamientos que reducen la evaporación y que pueden ser efectivos para disminuir  $ET$ .

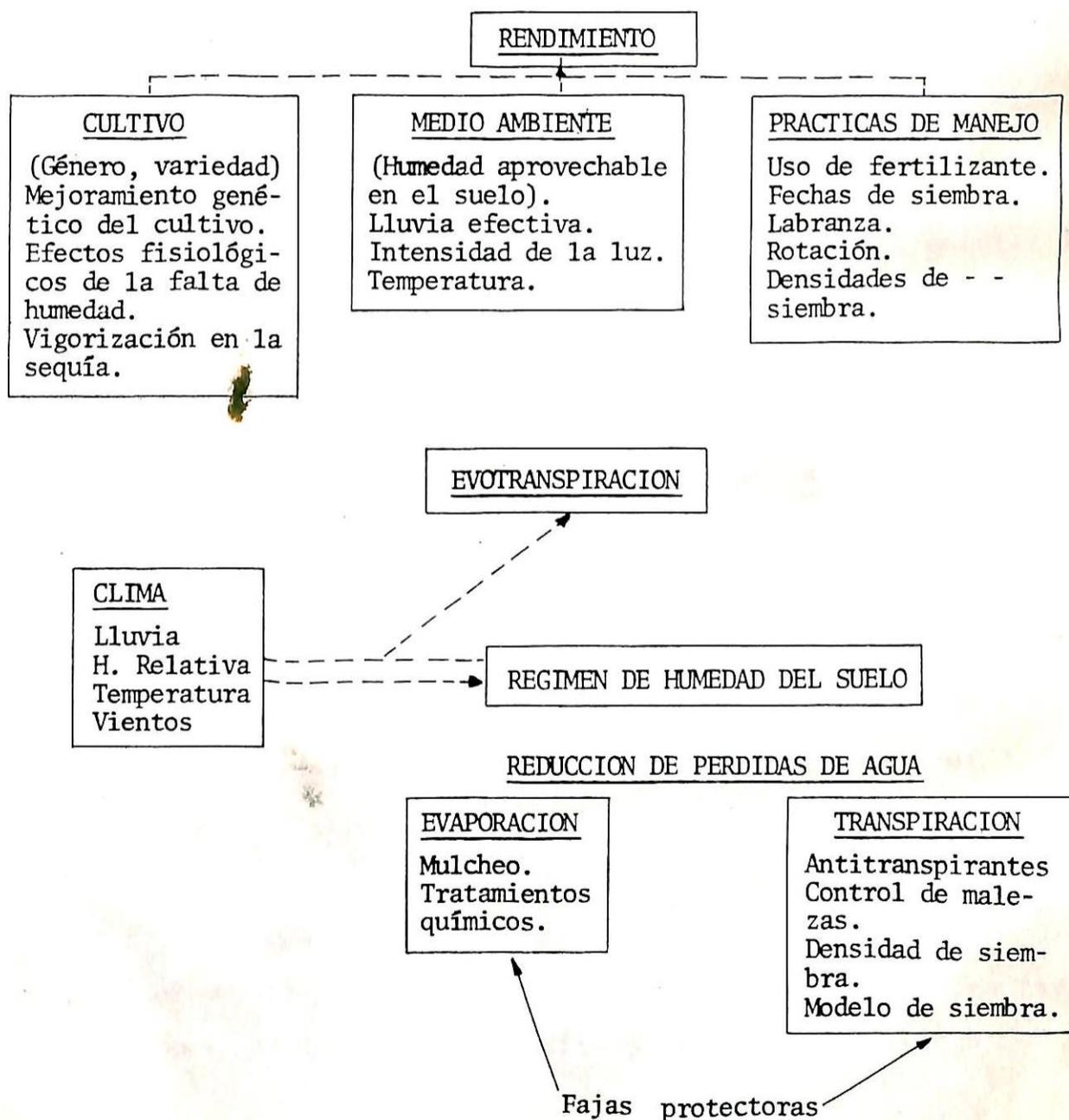
FIG. 1 TRATAMIENTOS PARA REDUCIR LA EVAPORACION DE AGUA.

$$WUE = Y/ET$$

WUE = Uso eficiente del agua.

Y = Rendimiento.

ET = Evotranspiración o uso consuntivo del agua.



Atsmon (4) indica que la sequía como factor limitante en la producción agrícola es importante mundialmente y que el problema no solo se presenta en áreas marginadas, sino también a veces en áreas húmedas, donde los rendimientos se ven grandemente reducidos o completamente destruidos por largos períodos secos entre las lluvias.

Atsmon (4) trabajando con trigo y cebada en una zona con 250-350 mm. de precipitación anual en Israel, donde la lluvia total varía grandemente de un año a otro, siendo el período de lluvias muy corto, y con una distribución errática con largos intervalos entre las lluvias, en sus trabajos de mejoramiento para tolerar la sequía hace las consideraciones siguientes: 1). Asume que la precocidad es benéfica, ya que se reduce la oportunidad de que ocurra una falta de humedad al final de la estación, antes de que los granos estén completamente llenos; 2). Un desarrollo radicular rápido en las primeras etapas de crecimiento ayuda a -- las plantas a soportar períodos secos largos al comienzo de la estación; y 3). Genotipos que economizan agua, que tienden a -- cerrar sus estomas cuando hay poca humedad, tendrán mayor oportunidad de sobrevivir bajo condiciones semiáridas que los genotipos gastadores de agua.

Levitt (4) enlista algunas consideraciones (Fig. 2) que nos permitirán concentrarnos sobre ciertas características de las plantas, las que parece son importantes para eludir la sequía.

FIG. 2 ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE CIERTAS CARACTERISTICAS IMPORTANTES PARA ELUDIR LA SEQUIA (LEVITT 1960)

XEROFITISMO

Habilidad para permanecer vivo.

Resistencia a sequía.

Habilidad para crecer y desarrollarse.

- 1. Habilidad para germinar.
- 2. Temperatura óptima para crecer.
- 3. Respuesta termoperiódica apropiada.
- 4. Respuesta fotoperiódica apropiada. etc.

Habilidad para prevenir la reducción en el contenido de agua.

Evitación de la sequía.

Habilidad para soportar la reducción del contenido de agua.

Tolerancia a la sequía (vigorización durante la sequía, resistencia a desecación o deshidratación).

Habilidad para completar su ciclo de vida antes de la sequía fuerte.

Efimeras (Escape a la sequía)

Habilidad para obtener grandes cantidades de agua durante la sequía.

Gastadoras de agua. (Evadir la sequía)

Habilidad para reducir las pérdidas de agua al mínimo.

Ahorradoras de agua. (Soportar la sequía)

Por otro lado Tal (61) afirma que para lograr una superación - real en cuanto a tolerancia a sequía y salinidad con necesarios los siguientes pasos básicos:

1. Cultivar plantas silvestres, las cuales a través de la evolución ya están adaptadas a condiciones áridas.
2. Mejorar la resistencia a sequía y/o a sales de las plantas cultivadas.
3. El objetivo del mejorador debe ser una planta con el máximo rango de asimilación neta por unidad de área foliar.
4. Cuando los fisiólogos estudian mecanismos de resistencia a sequía y a salinidad, usan criterios como potencial osmótico y potencial del agua, mientras que para el mejorador el criterio primordial es la producción. Se requiere un conocimiento de la relación entre la productividad y el criterio utilizado por los fisiólogos para una mejor comprensión de los factores involucrados.
5. Un registro organizado del origen de genes, lo que contribuirá a incrementar la resistencia a la sequía y/o a las sales en los parientes silvestres de las plantas cultivadas, ya que en la mayoría de las especies de importancia económica, dicho conocimiento es muy limitado.

Además indica Tal que el concepto de resistencia a sequía que servirá de base a los programas de fitomejoramiento en las zonas áridas debe involucrar dos aspectos:

1. El práctico económico que permita obtener genotipos que el agricultor use de inmediato.

2. Los teórico-básicos que permitan definir los problemas y mecanismos responsables de la tolerancia a resistencia a condiciones limitantes de humedad,

Menciona también tres formas en las que las plantas se adaptan a la sequía:

- a). Modificando su desarrollo vegetativo, evitando así períodos de sequía.
- b). Manteniendo un balance adecuado de agua.
- c). Mediante mecanismos de sobrevivencia durante períodos largos de sequía.

Eslick y Hockett (19) afirman que la mayoría de los actuales programas de mejoramiento se encuentran encerrados en ciertas fuentes de germoplasma, y que la oportunidad de desarrollar cultivares con una gran eficiencia en el uso del agua es muy pequeña. Existen bancos de germoplasma que contienen genes para una eficiencia mayor en el uso del agua, pero es necesaria una fuerte presión de selección para poder identificar esos genes. Los mejoradores necesitan determinar las características de las plantas que contribuyan para un eficiente uso del agua. Las pruebas para identificar esas características deben ser simples y rápidas.

Ashton (6) indica que la naturaleza de caracteres morfológicos, fisiológicos y fisio-químicos como indicadores de resistencia a sequía en mejoramiento es incierta, que en todos los cultivos estudiados la capacidad de resistir la sequía varía de

acuerdo con el estado de crecimiento. Obviamente en el desarrollo de una variedad para una región dada, es importante conocer el estado de desarrollo en el cual la planta es más susceptible a la sequía, que puede o no coincidir con el período en el cual la sequía generalmente se presenta.

#### Trabajos sobre tolerancia o resistencia a sequía.

La literatura sobre tolerancia o resistencia a sequía en frijol es rara, por lo que la presente revisión incluirá reportes sobre trabajos realizados con esta y otras especies.

Hurd (26) trabajó con variedades mejoradas de trigo y encontró que durante los días de mayor sequía la variedad Pitic 62 continuó fotosintetizando y produjo más raíz que el resto de las variedades probadas. Concluyó que esta variedad utiliza más eficientemente la humedad disponible y que un sistema radicular extenso está asociado con resistencia a sequía en trigo, por lo que la selección para altos rendimientos bajo condiciones de poca humedad será seleccionar para un sistema radicular grande.

Derera et al (35) estudiaron diferencias genotípicas para desarrollo radicular y su relación con la tolerancia a la sequía en trigo. Se encontró que existe diferencia varietal para desarrollo radicular, tolerancia a sequía y uso eficiente del agua. Adicionalmente se notó que la tolerancia a la sequía estaba correlacionada con precocidad. Las variedades tienden a ser más tolerantes a la sequía, pero generalmente son incapaces de expresar completo su potencial de rendimiento.

Cabe aclarar, que para el mejorador la selección para desarrollo o peso total radicular mayor, es difícil, ya que las raíces tienen que desenterrarse, lavarse, secarse y pesarse cuidadosamente antes de realizar la selección. Esto sería prácticamente imposible al manejar grandes poblaciones segregantes, sería más práctico utilizar este tipo de selecciones en la etapa final de las pruebas de rendimiento entre líneas avanzadas prometedoras.

Sandhu y Horton (54, 55) sometieron plantas de Avena sativa L. a castigos de humedad durante la floración, llenado de grano y una combinación de ambas etapas de crecimiento. Los resultados que obtuvieron indicaron que cuando la sequía fué muy severa en todas las etapas de crecimiento estudiadas, la fotosíntesis se redujo hasta en un 80%. Además la falta de humedad en ambas etapas provocó un decremento en la altura de la planta y número de florecillas por panícula. Las plantas castigadas tuvieron significativamente más flores estériles y un número más pequeño de panículas en la madurez.

La falta de humedad en todas las etapas causó un marcado decremento en el rendimiento, ramas sin panículas y panículas sin grano. La falta de humedad durante la floración y llenado de grano redujo el rendimiento en 20 y 25% respectivamente, mientras que el castigo combinado a las dos etapas redujo el rendimiento en un 67%.

Ferguson (22) realizó un estudio en la estación experimental de Montana, trabajando con líneas isogénicas de cebada, que di

ferían de la variedad normal en la longitud de las aristas y el color de la planta. Observó la influencia de las aristas y el color de la planta sobre el intercambio de calor y la actividad fotosintética. Los resultados mostraron que las líneas de grandes aristas fueron significativamente más frescas que las líneas sin aristas. Tentativamente concluye que las aristas pueden ser beneficiosas para el desarrollo de especies de grano pequeño en áreas semiáridas.

Fanous (21) realizó pruebas para tolerancia a sequía en mijo. Las variedades estudiadas representaron un rango considerable de adaptación ecológica, variando desde tipos que prosperan en el desierto de la India a variedades comerciales desarrolladas en Georgia, U.S.A. Los resultados mostraron que cuando la tensión de humedad aumentó, la respuesta de crecimiento de las variedades disminuyó, observándose diferentes magnitudes. Se concluyó que pueden esperarse mayores progresos al realizar selecciones para madurez precoz para evitar sequía, que mediante selección para resistencia fisiológica a la sequía.

Blum (7) evaluó la variabilidad de los sorgos cultivados a algunas respuestas fisiológicas a la sequía. De los genotipos estudiados el más susceptible fué Shallu; Combine kafir 60 y el híbrido RS-610 fueron identificados como resistentes a sequía. Concluyó que los genotipos difieren significativamente por casi 20% en la cantidad de humedad extraída del suelo. Se revelaron diferencias apreciables entre genotipos en la cantidad de humedad extraída antes de la floración, así como la determinada pa-

ra el porcentaje total extraído a la madurez.

Palacios (61) en 1957 trabajando con maíz detecto líneas derivadas de la colección Michoacán 21, las que llamó "latentes" - por sus características de disminuir o detener su crecimiento durante la sequía, retraso en la floración y rápida recuperación y producción después del riego; se puede pensar que esta latencia es de tipo cuantitativo, siendo difícil introducirla a otro material, con posibilidades de acumular genes mediante selección masal.

Muñoz y González (43) utilizando un compuesto derivado de la fuente de resistencia Michoacán 21, desarrollaron desde 1966 un esquema de mejoramiento mediante selecciones masales en riego, en sequía, en condiciones de heladas, por tolerancia a marchitez permanente en plántula y en una localidad seca. Las selecciones obtenidas en sequía, mostraron rendimientos superiores probadas bajo sequía, que las selecciones realizadas bajo buenas condiciones de humedad. Mencionan que hay indicios de que la resistencia a heladas reflejada en ganancias bajo heladas es independiente de la resistencia a sequía.

Muñoz (42) en 1972 sometió plántulas de maíz del compuesto 2T derivado de Michoacán 21 y del compuesto 56 México 39 a marchitez permanente en el invernadero y seleccionó las más tolerantes para llevarlas al campo en donde formó sintéticos. De estos materiales, la selección realizada en el compuesto 56 México 39 produjo más que el compuesto original, especialmente ba-

jo sequía. También esta misma selección mostró mayor tolerancia a marchitez permanente en plántula, explicada como una mayor aptitud competitiva. Concluyó que los 2 compuestos respondieron en forma diferente a la selección posiblemente por sus diferencias genéticas. También observó asociación entre el comportamiento a tolerancia a marchitez permanente en plántula, rendimiento y altura de planta adulta.

Como ya se mencionó anteriormente, el efecto de una deficiencia temporal de agua en el rendimiento final, depende del momento en el ciclo de vida de la planta en que se produce la sequía. Experimentos con irrigación convencional y estudios de temporal han indicado que la falta de humedad durante la etapa de floración y llenado de grano limita el rendimiento de la soya.

Laing (6) sometió a un período de sequía de una semana a plantas de soya, fueron un total de ocho períodos consecutivos iniciados 4 días después de la aparición de las primeras flores, el último período terminó 2 semanas antes de la madurez. Concluyó que durante la floración la componente de rendimiento más afectada por la sequía fué el número de vainas, que puede atribuirse a la caída de la flores.

Doss et al (16) realizaron investigaciones por 3 años en el campo, cubriendo el sitio experimental para evitar la lluvia e imponer sequía a plantas de soya en varias etapas de crecimiento para determinar específicamente el período crítico para regar y obtener máximos rendimientos. La etapa de llenado de

grano del 15 de Agosto al 15 de Septiembre para la soya "bragg" en Thorsby, Alabama, fué el período crítico donde la falta de humedad limitó los rendimientos. Los rendimientos de las parcelas debidamente regadas tuvieron de 540 a 1040 Kg/Ha o sea del 24 al 55% más que en las parcelas con menos agua durante el ciclo vegetativo.

Sionit y Kramer (59) estudiaron la falta de humedad en varias etapas del desarrollo vegetativo de 2 variedades de soya: Ramsom y Bragg. Las plantas fueron sometidas a sequía: antes de la floración, en la floración, en la formación de vainas y llenado de vainas. Las plantas castigadas antes de la floración produjeron menos flores, vainas y semillas que el testigo, debido a un corto período de floración y al aborto de algunas flores. El castigo al principio de la formación de vainas provocó una gran reducción en el número de vainas y semillas a la cosecha. El rendimiento medido como peso del grano fué más reducido durante el inicio de formación y llenado de vainas. Los castigos en ninguna etapa de crecimiento afectaron el contenido de aceite y proteína del grano.

Ízhar y Wallace (28) midieron la eficiencia fotosintética en frijol mediante el análisis infrarojo del intercambio neto de  $CO_2$ , utilizando para ello hojas de plantas intactas. La media de 50 observaciones de hojas diferentes fué usada para estimar la eficiencia fotosintética controlada genéticamente en plantas individuales de progenies segregantes. Determinó que las bases para la diferencia varietal en el intercambio neto de  $CO_2$ , resi

den en las reacciones de la fotosíntesis que son producidas en la obscuridad.

Por otro lado, la eficiencia fotosintética de Red Kidney y - - Michelite 62, su progenie  $F_1$  y  $F_2$  y una retrocruza hacia Red - - Kidney sugiere que el mecanismo genético que controla la diferencia varietal en el intercambio neto de  $CO_2$  es cuantitativo, que puede involucrar relativamente pocos genes y que hay alguna dominancia para la baja eficiencia fotosintética de Red - - Kidney.

Ochoa (45) en 1976 utilizando 6 variedades criollas de frijol que prosperan bajo temporal en el estado de Aguascalientes, -- determinó la relación que guarda el área foliar y el peso seco de la raíz con el rendimiento, para ver la posible utilización de estas características como indicadoras de tolerancia a se-- quía. Realizó análisis de correlaciones utilizando la infor-- mación de dos experimentos de campo y uno de invernadero; los resultados que obtuvo señalan que la correlación más constante se obtuvo entre el área foliar y el rendimiento, teniendo una tendencia hacia una correlación positiva.

Estudios realizados en cuanto a la relación que guardan los sis-- temas radiculares con respecto a la tolerancia a sequía, men-- cionan que el total del agua disponible para la planta depende de la extensión que tenga el sistema radicular, mientras más - extenso sea este mayor es el agua disponible para la planta. La proporción de peso de partes aéreas a peso de raíces aumenta al incrementarse el suministro de agua. Esta proporción ba

jo condiciones de falta de humedad se vé disminuída, y de ahí la creencia de que una falta de agua estimula el desarrollo radicular (6).

Serrano (58) trabajó con algunas variedades de frijol de las especies Phaseolus vulgaris y P. acutifolius, determinó las -- pérdidas de agua de cada una de ellas y también los cambios -- en el porciento de sólidos solubles. De sus estudios concluyó que la variedad tepary ( P. acutifolius) tuvo menos transpiración probablemente por lo reducido de sus hojas. Esta misma -- variedad perdió la mayor cantidad de agua por metro cuadrado -- de área foliar. Por lo que respecta al porciento de sólidos -- solubles la variedad tepary contiene más que el resto de las -- variedades probadas.

Al estudiar el sistema radicular se encontró que tepary y -- Blush Blue Lake y pinto tuvieron un sistema radicular fino y -- bien distribuído, por lo cual es difícil explicar la toleran-- cia a la sequía de la variedad tepary, ya que las otras son -- susceptibles y presentan el mismo tipo de raíz que esta. Su-- giere él que la relación área foliar y peso seco de la raíz de las diferentes especies de frijol, es la comparación más impor-- tante al estudiar características morfológicas con respecto a la sequía y no depende exclusivamente de la distribución del -- sistema radicular.

### Selección genética en relación al ambiente.

La selección en plantas para tolerancia a sequía a sido hasta la fecha inefectiva ya que hay años que resultan demasiado lluviosos y al seleccionar las mejores plantas, estamos seleccio-

nando genotipos que responden a alta humedad y también hay - - años demasiado secos en los que el investigador para evitar la pérdida del material le provee humedad de tal manera que las - ganancias por selección para tolerancia a sequía son inciertas.

Frey (24) efectuó selección en avena bajo condiciones ambientales favorables y desfavorables. El sitio donde se realizó la selección para ambiente desfavorable fué un suelo erosionado de baja fertilidad y de poca capacidad para retener humedad, mientras que el área para selecciones en un ambiente favorable fué un suelo con buena retención de humedad y alta fertilidad. Encontró que las líneas de avena sembradas en un ambiente favorable tuvieron una heredabilidad más alta para el rendimiento que las líneas que fueron sembradas en el ambiente desfavorable; indicando que el medio ambiente favorable permitió un mayor grado de expresión de las diferencias genotípicas entre -- las líneas, que el ambiente desfavorable. Si el nivel de heredabilidad es influenciado por el grado de "stress"\* ambiental, pudiera ser simple manipular algunas variables ambientales para incrementar la heredabilidad. El cuadrado medio para la -- interacción líneas x ambiente fué significativamente alto para la selección realizada en el ambiente desfavorable mientras -- que el cuadrado medio para la interacción de las líneas seleccionadas en el ambiente favorable no fué significativo. Por otro lado, la ganancia en rendimiento de lo seleccionado -- fué baja pero igual para ambas condiciones de selección.

---

\* La palabra "stress" es usada para describir condiciones ambientales que limitan la producción de la planta.

Johnson (29) sembró 27 cultivares de avena a 3 niveles de nitrógeno y 4 de fósforo en el suelo y 3 fechas de siembra para estudiar la reacción de algunas características agronómicas a diversos grados de "stress" ambiental.

El grado de "stress" impuesto por un cierto nivel del factor ambiental fué medido por la productividad relativa del atributo en cuestión. Para muchos atributos, el "stress" fué reducido con el incremento de N y P y con las siembras tempranas; -- sin embargo, agregando N hubo un aumento en el "stress" para el carácter peso de 100 semillas, y con la siembra temprana se incrementó el "stress" para el número de espiguillas por panícula y peso de 100 semillas. La competencia entre plantas por incremento en el número de panículas producidas por parcela -- cuando se agregó N, o cuando la avena fué sembrada temprano, -- pueden haber inducido el "stress" sobre el desarrollo de espiguillas y semillas.

En general, las variantes genotípicas entre los cultivares de avena se incrementaron cuando el medio ambiente desfavorable se redujo. La varianza ambiental, sin embargo, también tendió a incrementarse de tal manera que la heredabilidad no siempre se incrementó con las reducciones del medio ambiente desfavorable.

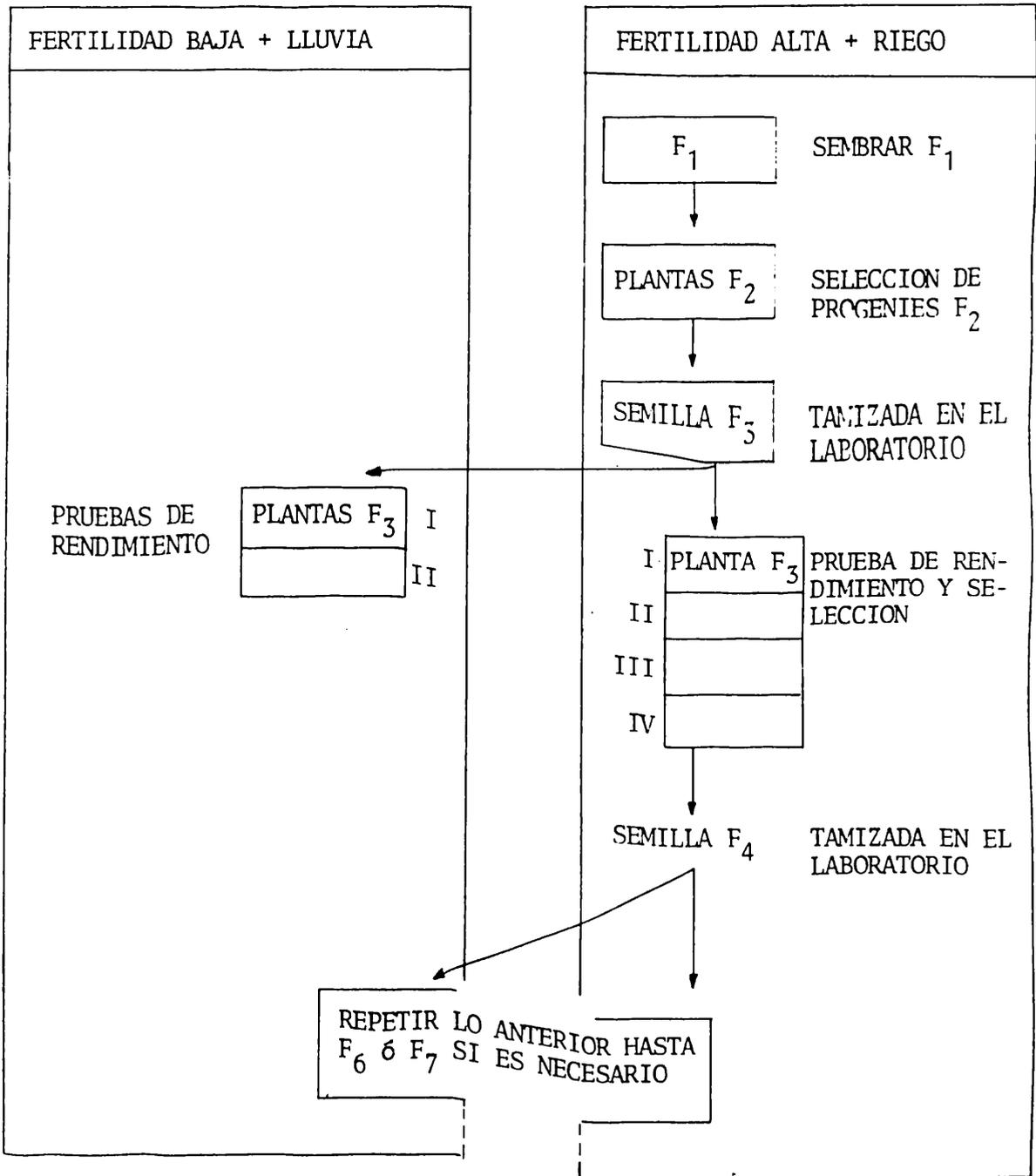
Roy y Murty (52) observaron el comportamiento de progenies de trigo en varios ambientes: A- fertilidad alta (120 kgs. de nitrógeno/Ha) con riego, B- fertilidad moderada (60 kgs. de nitrógeno/Ha) con riego, C- fertilidad baja (20 kgs. de nitrógeno/Ha) con un riego de protección y D- fertilidad baja (20 kgs.

de nitrógeno/Ha) con lluvia. Los resultados que obtuvieron de una serie de cruzas en las que realizaron selecciones en tres ambientes (A,B,D); en esas cruzas se seleccionaron 84 familias  $F_3$ , que fueron probadas en los 4 ambientes anteriormente mencionados. De las familias que rindieron mejor bajo sequía el 77% fueron seleccionadas bajo riego y con fertilidad alta o moderada (A,B). Al considerar el rendimiento de todos los ambientes, una serie de 14 familias fueron las mejores en todos los casos; de esas 14, ocho fueron originadas en el ambiente A (57%), cuatro en el B (29%) y únicamente dos (14%) del D.

Además estimaron los componentes de varianza genética y heredabilidad y la respuesta a la selección en diferentes ambientes para una serie de características; el comportamiento en rendimiento de los progenitores  $F_2$  bajo un ambiente favorable es consistente en el comportamiento de las progenes  $F_3$  en todos los ambientes (A,B,C,D), mientras que no se encontró una relación semejante con el material seleccionado bajo condiciones de temporal (D) y sus progenes probadas en los demás ambientes. Esto indica que la selección bajo riego puede asegurar un comportamiento superior bajo sequía comparado con la selección directa para rendimiento bajo sequía. Proponen un esquema de selección para amplia adaptación en trigo (Fig. 3).

Lawrence et al (35) mencionan que al realizar selección en una localidad el carácter seleccionado puede ser efectivo específicamente para esas condiciones ambientales.

FIG. 3 METODO INTENSIVO DE SELECCION PARA AMPLIA ADAPTACION EN TRIGO.



Falconer (20) al referirse a la selección en dos ambientes diferentes para un carácter, considera el carácter no como uno sino como dos caracteres. Indica que los mecanismos fisiológicos -- responsables de la expresión de dicho carácter en cada uno de los ambientes, pueden ser hasta cierto punto diferentes, por -- ejemplo: "la tasa de crecimiento a un nivel bajo de nutrición -- puede estar principalmente relacionado con la eficiencia de nutrición del alimento, mientras que a un nivel alto, puede ser -- principalmente un problema de apetito".

Por otro lado, como las regiones temporaleras generalmente son áreas muy extensas y en ellas los modelos de precipitación varían extremadamente de un año a otro, con gran variación entre localidades y durante el ciclo de crecimiento; podría ser -- empleado con éxito en estas regiones la técnica llamada "parámetros de estabilidad", técnica que permite describir el comportamiento de una variedad en una serie de ambientes.

Lawrence et al (35) afirman que la estabilidad en comportamiento puede ser de considerable importancia en la selección de variedades para utilizarse en áreas de extrema variación en lluvia.

McCott (35) seleccionando para estabilidad de rendimiento en -- maíz concluyó que la selección para estabilidad fué efectiva, -- pero indica que en la selección de un híbrido que muestre la -- menor variación en todos los ambientes de prueba, el mejorador puede estar aceptando rendimientos relativamente modestos bajo condiciones favorables. El establece que el tipo de estabili--

dad descrito anteriormente es el más apropiado para seleccionar en áreas de producción bajo condiciones de sequía.

Finlay y Wilkinson (11) consideraron dos índices para el análisis de estabilidad de 277 variedades de cebada. Usaron como medida del ambiente, el promedio de rendimiento de todas las variedades de cada localidad y en cada estación. Definen la estabilidad de una variedad en función de su rendimiento promedio y el coeficiente de regresión del rendimiento sobre ambiente.

Rendimientos promedio elevados y coeficientes de regresión de  $-1.0$  indican que la variedad tiene adaptabilidad general; coeficientes de regresión superiores a  $1.0$  identifican a variedades sensibles a los cambios ambientales y específicas para ambientes de altos rendimientos; por el contrario, valores inferiores a  $1.0$  identifican a variedades poco sensibles a los cambios ambientales y con mayor especificidad a ambientes de bajos rendimientos.

Eberhart y Russell (17) propusieron un modelo que define los parámetros de estabilidad. Usaron como índice ambiental el promedio de rendimientos de las variedades en un medio particular, menos la media general. Los parámetros de estabilidad por ellos definidos fueron: a). Un coeficiente de regresión estimado como la regresión de rendimiento promedio de cada variedad sobre los distintos índices ambientales y b). El cuadrado medio de las desviaciones de regresión. Definen como variedad estable la que tenga valores de  $1.0$  y  $0$ , respectivamente para dichos parámetros y para que además sea deseable su rendimiento debe -

ser elevado.

### Método de selección.

La metodología que se propone se basa en observaciones hechas en diversas investigaciones en la línea de aprovechamiento de escurrimiento o cosecha de agua, llevadas a cabo por técnicos del Centro Nacional de Investigación para el Desarrollo de las Zonas Áridas de la U.A.A.A.N. en las zonas áridas de nuestro país por un período de 1972-1976.

Captación de agua de lluvia. La captación de agua de lluvia es una práctica que data de antes de la edad de bronce, la aplicaban civilizaciones que florecieron hace 4000 años en el desierto de Neguev en Israel (53).

En los últimos años se han realizado estudios para entender los procesos de infiltración y escurrimiento de agua de lluvia, entre los tratamientos para inducir el escurrimiento se incluyen: a). Tratamientos mecánicos (nivelación y compactación), b). Método de dispersión coloidal, c). Aplicaciones hidrofóbicas (repelentes de agua), d). Materiales cementantes (cementantes y selladores) y e). Cubiertas superficiales (asfalto, plástico, etc.)

Los estudios han demostrado que algunos tratamientos incrementan el escurrimiento al doble o triple y que las mejores cubiertas superficiales rinden de 80 al 100% del escurrimiento de la precipitación.

El método más sencillo de cosecha de agua consiste en tener una

superficie impermeabilizada para captar y conducir la precipitación a otra área que es en la que se siembra, (Fig. 4).

Entre los métodos más efectivos para el establecimiento de frutales principalmente, en zonas áridas se encuentra el sistema de fajas de captación de agua utilizando microcuencas de dos lados ( Fig. 5).

Se han sugerido varios métodos impermeabilizantes químicos y mecánicos para aumentar la eficiencia del escurrimiento del área colectara al doble (44).

En el sistema anterior, los bordos en el campo sirven para alimentar de agua las áreas bajas en donde se localizan los cultivos y generalmente se trazan a nivel para que el agua escurrida no se escape y tenga tiempo de penetrar en el suelo y cumplir con su propósito.

Nasir et al (44) menciona que en microcuencas similares y en las que no se aplicó ningún tratamiento químico sino exclusivamente mecánico se logró cosechar en las partes bajas del 40 al 50% del total de la lluvia recibida en la microcuenca doble.

Lo anterior hizo pensar a técnicos genetistas de la U.A.A.A.N. que el anterior sistema de cosecha mediante ciertas modificaciones podía proveer una metodología efectiva para realizar selección en el campo para tolerancia a sequía de una manera bastante precisa aún en años muy lluviosos, lo que asegurarían un progreso constante y consistente en la obtención de variedades tolerantes.

### III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo durante 1977 en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". La siembra se realizó en bordos de doble talud de 0.8 mts. de alto y 4 mts. de ancho, (Fig. 6), además con una pronunciada pendiente a lo largo del fondo de los bordos para desalojar rápidamente el agua de lluvia que caiga directamente y la que resbale de los bordos sacando esta del sitio experimental, (Fig. 7).

En el presente estudio se realizaron dos experimentos, uno en el invernadero y otro en el campo.

#### Trabajo en el invernadero.

En el invernadero se sembraron el día 13 de Marzo 18 variedades criollas de frijol de los estados de Zacatecas y Durango (Cuadro 1), estas fueron sembradas en cajas de plyestrueno de doscientas cavidades de 2.5 x 2.5 cms. Se sembraron 600 semillas por variedad, lo que hizo un total de 10,800 plántulas. Durante los días que duraron para germinar, las cajas fueron regadas de la manera más uniforme posible con una manguera. Germinaron el día 23 de Marzo y se les siguió regando diariamente hasta el día 26 del mismo mes, fecha en que dejaron de regarse por espacio de seis días, después de esos seis días volvieron a regarse y una parte de las plántulas que lograron recuperarse al castigo y con las cinco variedades que tuvieron más sobrevivientes, se inició con ellas un programa de selección recurrente realizando entre ellas los cruzamientos posi-

FIG. 4 MODELO SENCILLO PARA COSECHAR AGUA. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH.

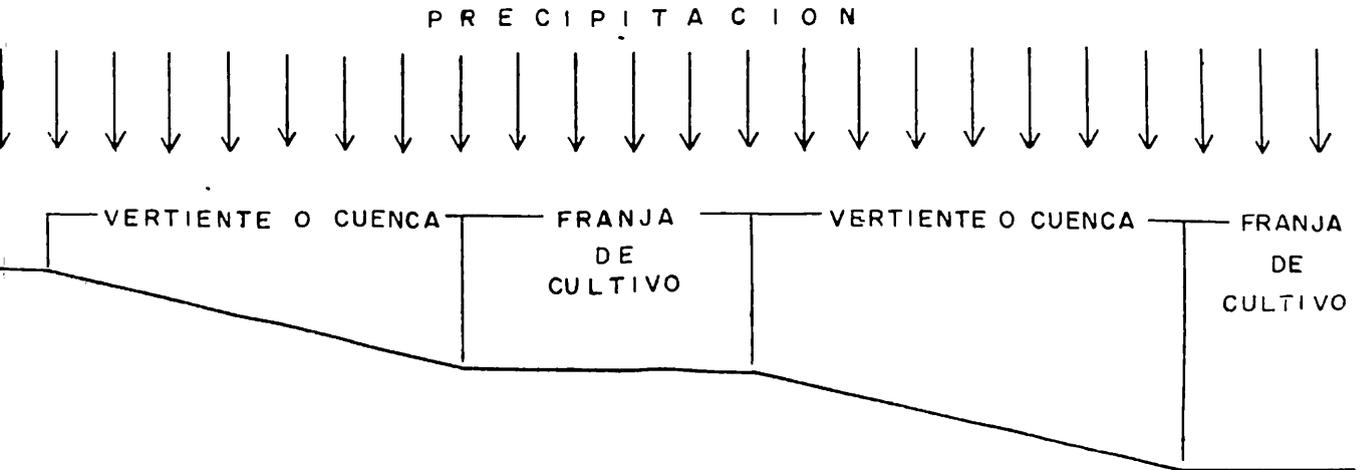


FIG. 5 COSECHA DE AGUA UTILIZANDO MICROCUENCAS DE DOS LADOS. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH.

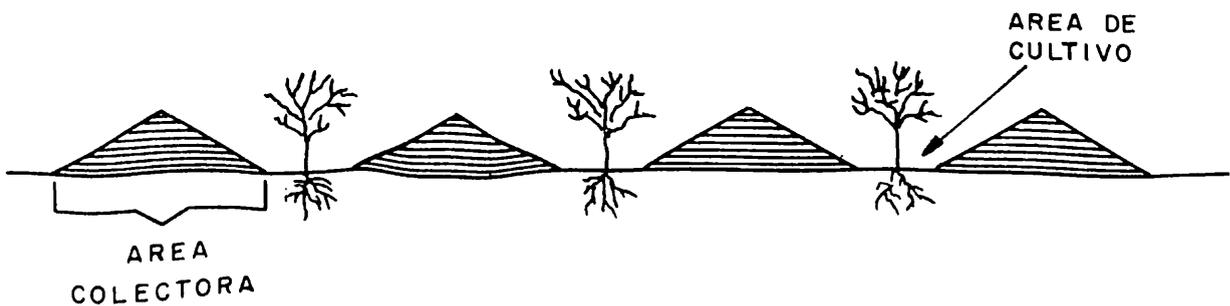


FIG. 6 FORMA Y TAMAÑO DE LOS BORDOS UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACION. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.

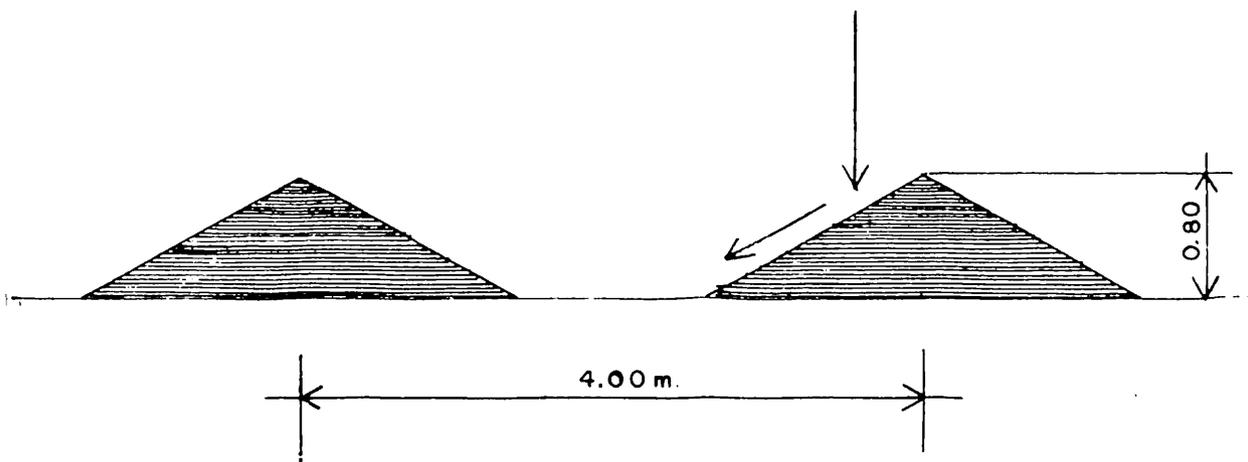
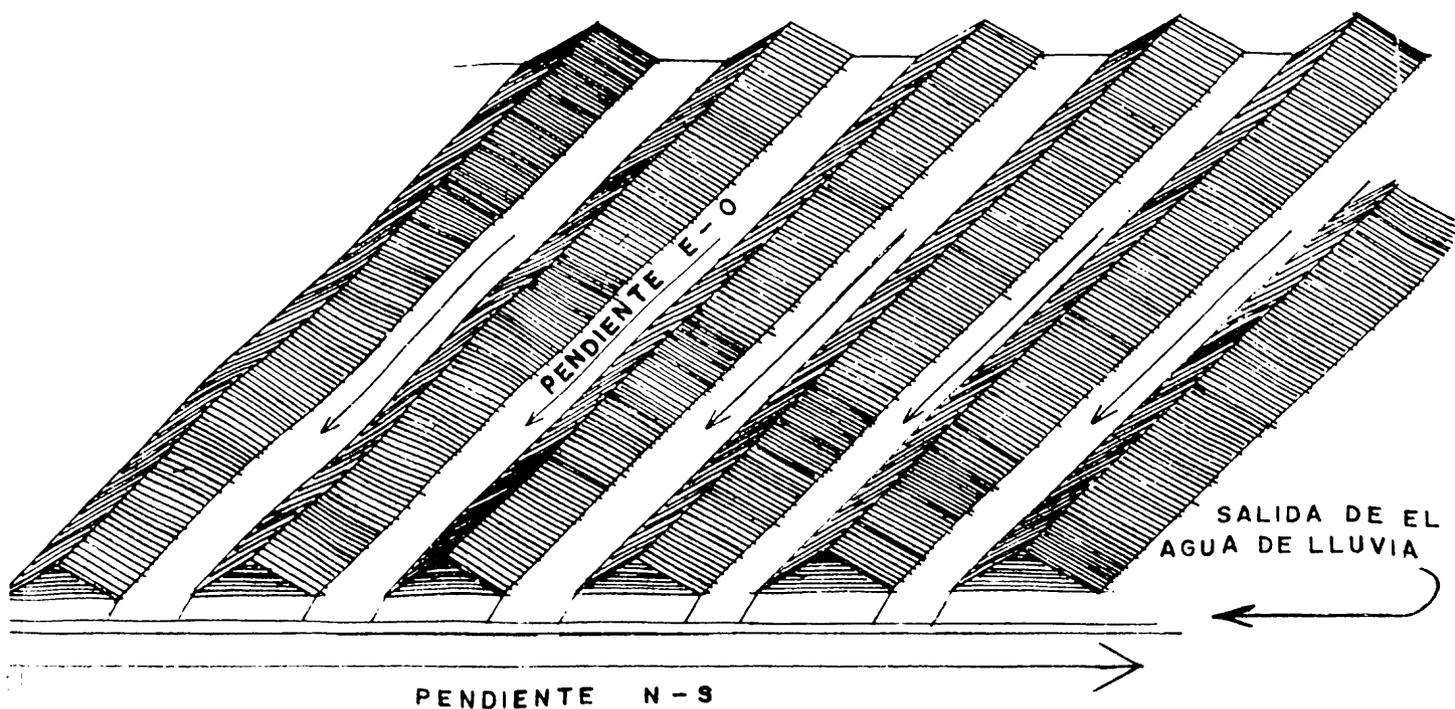


FIG. 7 CONJUNTO DE BORDOS EN EL CAMPO UTILIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACION. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.



CUADRO 1 GRUPO DE VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SOMETIDAS A SEQUIA EN ESTADO DE PLANTULA EN EL INVERNADERO. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.

	VARIEDAD	O R I G E N
1	Bayo baranda	Calera, Zac.
2	Bayo pastilla	Calera, Zac.
3	Bayo blanco	Fresnillo, Zac.
4	Ojo de cabra	Col. González Ortega, Zac.
5	Pinto Zaragoza	Calera, Zac.
6	Pinto español	Calera, Zac.
7	Pinto guadalupano	Calera, Zac.
8	Ojo de cabra	N. Ideal, Dgo.
9	Bayo rata	Ejido Pino Suárez, Gpe. Victoria, Dgo.
10	Pinto nacional	Peñón Blanco, Dgo.
11	Pinto nacional	Ejido Chapultepec, Cuencamé, Dgo.
12	Ajolote	Ejido Ignacio Zaragoza, Panuco de C., Dgo.
13	Bayo Durango	I.N.I.A. - Durango
14	Ojo de cabra 1	Gpe. Victoria, Dgo.
15	Ojo de cabra 2	Gpe. Victoria, Dgo.
16	Bayo rata	Panuco de C., Dgo.
17	Pinto nacional	Villa Unión, Dgo.
18	Ojo de cabra	San Juan del Rio, Dgo.

bles. El resto de las plántulas sobrevivientes se llevó al campo, en donde fueron establecidas en uno de los bordos descritos anteriormente de 30 mts. de longitud.

### Trabajo de campo.

En el campo se realizó una siembra directa con 8 variedades criollas de frijol (Cuadro 2), el día 12 de Junio de 1977, época en la que regularmente se establecen las lluvias en la región (Cuadro 3).

CUADRO 2. GRUPO DE VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH.

	VARIEDAD	ORIGEN
1	Pinto nacional	Penón Blanco, Dgo.
2	Ojo de cabra	San Juan del Río, Dgo.
3	Ojo de cabra	V. Guerrero, Dgo.
4	Pinto español	Calera, Zac.
5	Ojo de cabra	Delicias, Chih.
6	Pinto nacional	Delicias, Chih.
7	Ojo de cabra	Col. González Ortega, Zac.
8	Canario 101	PRONASE

Además de las variedades se tuvieron cuatro niveles de humedad durante el ciclo vegetativo del cultivo y dos tipos de bordo; para la distribución de estos factores en el campo se utilizó un diseño de parcelas sub-divididas, en el que las parcelas mayores fueron los bordos (uno con plástico y otro sin plástico), las parcelas medianas los niveles de humedad distribuidos

CUADRO 3. PRECIPITACION MENSUAL OBSERVADA DURANTE UN PERIODO DE NUEVE AÑOS Y PROMEDIO POR MES. ESTACION BUENAVISTA. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1968	22.5*	21.5	27.0	28.0	33.4	55.0	135.7	152.7	102.6	15.0	0.0	11.5	604.9
1969	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	71.8	97.9	98.6	0.0	34.5	36.7	393.4
1970	35.6	27.9	0.0	0.0	61.3	67.3	59.2	37.5	48.5	29.0	0.0	0.0	366.3
1971	0.0	0.0	Inap.	0.0	80.1	207.9	153.9	206.9	69.5	53.9	0.5	9.1	781.8
1972	2.5	8.0	9.9	23.6	69.2	77.2	138.0	69.7	42.3	18.0	14.1	4.4	476.9
1973	19.9	18.0	3.0	12.0	55.0	85.1	49.1	62.0	—	44.3	0.0	0.0	348.4
1974	9.0	9.0	11.0	9.2	0.0	—	—	—	14.0	29.6	19.6	0.0	101.4
1975	5.7	4.6	0.0	0.0	19.1	59.4	157.7	135.3	26.5	21.7	0.0	29.2	459.2
1976	8.8	0.0	1.3	24.8	53.1	51.0	241.2	115.7	77.0	36.4	57.6	39.6	706.5
SUMA	168.5	89.0	52.2	97.6	371.2	654.3	1006.6	877.7	479.0	247.9	126.3	130.5	4238.8
PROM.	11.8	9.9	5.8	10.8	41.2	72.7	111.8	97.5	53.2	27.5	14.0	14.5	470.9

\* milímetros

durante el ciclo vegetativo (0, 100, 200 y 300 mm de lámina, - calculados en base a una área de 20 x 20 cms. para cada planta), y las parcelas chicas lo fueron las variedades.

Antes de la siembra se aplicó a cada sitio en donde iba ir una planta una lámina de 40 mm. calculada en base a la superficie - anteriormente mencionada. Se sembraron 2 hileras por bordo separadas 40 cms. con una distancia entre plantas de 25 cms. contando la parcela chica de 8 plantas y la parcela mediana de 8 - parcelas chicas (64 plantas), y la parcela mayor lo fué todo un bordo de 34 metros de longitud. A las parcelas mayores que llevaban plástico, este se les colocó 20 días antes de la siembra procurando que no hubiese humedad en el suelo.

La distribución de humedad durante el ciclo vegetativo se puede ver en el Cuadro 4, esta humedad fué aplicada planta por planta con un vaso de plástico graduado.

Se fertilizó cuando las plántulas estaban establecidas con la - fórmula 30-40-0, mezclando la cantidad necesaria de úrea (65 Kg) y superfosfato triple (87 kgs.) para fertilizar una hectárea, - dividiéndose esta entre 80,000 (número de plantas recomendadas por hectárea\* bajo temporal para variedades similares a las - - incluídas en este estudio), y la cantidad resultante de esta -- división (1.9 gms.) fué aplicada a cada plántula. El fertili-- zante fué aplicado inmediatamente después de un período de llu-

---

\*El cultivo de frijol de temporal. Folleto desplegable.

CUADRO 4. DISTRIBUCION DE HUMEDAD APLICADA DURANTE EL CICLO VEGETATIVO PARCELA MEDIANA.  
TRABAJO DE CAMPO U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977

JUNIO	JULIO					AGOSTO				SEPT	TOTAL	
	12	29	7	15	23	31	8	16	24	1		9
FECHA DE SIEMBRA	F E C H A S D E R I E G O										TOTAL	
40*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200
40	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	300

\* mm de lámina/400 cms.<sup>2</sup>/planta

vias.

Se mantuvo el sitio experimental libre de malezas durante todo el ciclo vegetativo, se realizaron algunas aplicaciones de insecticida para controlar la incidencia de mosquita blanca y -- diabrotica. En el estado de plántula se notó la presencia de enfermedades radicales, las que acabaron con algunas plantas y después de la floración se tomó nota de enfermedades foliares.

Se tomaron las siguientes notas: días a primeras flores, días a últimas flores, días a madurez, número de plantas cosechadas por parcela, incidencia de enfermedades y rendimiento por parcela. También se hicieron observaciones sobre los componentes primarios del rendimiento como son: número de vainas por planta, número de granos por vaina y el peso de 100 granos. La -- precipitación ocurrida durante el desarrollo de este trabajo - se presenta en el Cuadro 5.

Se realizaron análisis estadísticos correspondientes al diseño empleado para días a primeras flores, fecha de madurez y rendimiento por parcela.

Se utilizó también la técnica llamada parámetros de estabili-- dad propuesta por Eberhart y Russel (17) para observar el comportamiento de las variedades en los distintos ambientes provocados con los diferentes niveles de humedad.

CUADRO 5 PRECIPITACION EN MILIMETROS OCURRIDA EN EL SITIO - -  
 EXPERIMENTAL DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO.  
 U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977\*

DIA	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	TOTAL
1	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	
2	0.0	1.5	0.0	1.8	0.0	
3	0.0	0.0	0.0	47.2	0.0	
4	0.0	0.0	0.0	0.0	Inap.	
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0.0	0.4	10.1	0.0	0.0	
7	1.4	0.0	0.0	0.5	0.0	
8	3.1	6.2	21.2	28.6	0.0	
9	0.0	0.0	1.0	1.3	0.6	
10	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	
11	0.0	1.0	4.5	0.0	0.0	
12	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	
13	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	
14	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	
15	0.0	13.9	0.0	0.0	0.0	
16	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
17	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
19	0.0	13.5	9.3	0.0	0.0	
20	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	
21	0.0	0.0	0.0	0.0	Inap.	
22	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	
23	0.3	8.4	0.0	0.0	0.0	
24	1.0	2.9	0.0	0.0	0.0	
25	0.0	0.0	0.0	0.0	Inap.	
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
27	0.0	0.3	0.0	0.0	3.7	
28	1.6	0.0	10.3	0.0	0.0	
29	0.4	0.0	9.5	0.0	0.0	
30	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	
31	0.0	0.0	Inap.	0.0	0.0	
SUMA	30.0	56.7	89.0	81.7	4.9	262.3

\* Servicio Meteorológico Nacional. Estación 390

#### IV. RESULTADOS

##### Trabajo de invernadero.

Los resultados obtenidos en el invernadero se pueden observar en el Cuadro 6. Estos indican que las variedades se comportaron de diferente manera, ya que fué desigual el número de plántulas sobrevivientes para las distintas variedades, siendo la variedad pinto nacional de Peñón Blanco, Dgo. la mejor, ya que tuvo un número mayor de plántulas sobrevivientes que el resto de las variedades probadas.

Por lo que respecta a las variedades que se dejaron para realizar cruzamientos en el invernadero, se obtuvo poca semilla  $F_1$ , ya que la floración de las diferentes variedades se inició durante la segunda quincena de Mayo prolongándose todo el mes de Junio, meses durante los que el calor dentro del invernadero fué bastante fuerte lo que ocasionó la caída de un buen número de flores y pequeños frutos.

Las plantas que se sembraron en el campo sobre un bordo, fueron cosechadas en forma individual, realizándose selecciones de plantas con competencia completa durante todo el ciclo vegetativo, las selecciones se realizaron en base a producción de grano.

##### Siembra en el campo.

En los resultados del análisis estadístico para el carácter días a primeras flores no se encontró diferencia significativa para el factor "A", por lo que los resultados presentados en el

CUADRO 6 NUMERO DE PLANTULAS SOBREVIVIENTES POR VARIEDAD A LA SEQUIA IMPUESTA EN ESTADO DE PLANTULA. TRABAJO DE INVERNADERO.U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977

VARIEDAD	O R I G E N	NUM. DE SOBREVIVIENTES A SEQUIA EN ESTADO DE PLANTULAS		
		NUM.	%	*
Pinto nacional	Peñón Blanco, Dgo.	150	25.0	100.0
Ojo de cabra	Gziz. Ortega, Zac.	78	13.0	52.0
Bayo rata	Gpe. Victoria, Dgo.	66	11.0	44.0
Pinto español	Calera, Zac.	57	9.5	38.0
Pinto guadalupano	Calera, Zac.	34	5.75	23.0
Bayo blanco	Fresnillo, Zac.	31	5.16	20.6
Pinto Zaragoza	Calera, Zac.	29	4.8	19.3
Bayo pastilla	Calera, Zac.	25	4.16	16.6
Ojo de cabra	S. J. del Río, Dgo.	25	4.16	16.6
Ojo de cabra	N. Ideal, Dgo.	18	3.0	12.0
Bayo baranda	Calera, Zac.	16	2.75	11.0
Bayo Durango	INIA - Durango	10	1.75	7.0
Bayo rata	Panuco de C., Dgo.	9	1.65	6.0
Pinto nacional	V. Unión, Dgo.	8	1.33	5.3
Ojo de cabra 2	Gpe. Victoria, Dgo.	7	1.16	4.6
Ajolote	Panuco de C., Dgo.	7	1.16	4.6
Ojo de cabra 1	Gpe. Victoria, Dgo.	4	0.66	2.66
Pinto nacional	Cuencamé, Dgo.	1	0.16	0.66

\* Espresado como porcentaje en relación a la variedad Pinto - nacional de Peñón Blanco, Dgo.

Cuadro 7 son medias de seis repeticiones. En este se puede observar que las variedades fueron diferentes en cuanto al número de días que tardaron para iniciar la floración, variando este en un rango desde los cuarenta hasta los setenta y cuatro días; siendo las variedades Ojo de cabra de Vicente Guerrero, Dgo. y Ojo de cabra de Delicias, Chih. exceptuando al testigo, las que necesitaron menos días para iniciar la floración.

En el Cuadro 7 y en la Gráfica 1 se puede observar que en general el número de días que tomaron las variedades para iniciar la floración se fué reduciendo conforme se aumentó la cantidad de agua que se aplicó durante el ciclo vegetativo.

Los datos para el carácter días a madurez se presentan en el Cuadro 8. En general el número de días que tardó una misma variedad en los diferentes niveles de humedad para madurar fué el mismo, a excepción del testigo Canario 101 que ha medida que de creció la dosis de humedad aplicada durante el ciclo vegetativo, aumentó el número de días a madurez (Gráfica 2). En el análisis estadístico para esta característica se encontró diferencia altamente significativa para las variedades. La variedad más precoz exceptuando al testigo lo fué Pinto español de Calera, Zac.

Por lo que respecta al rendimiento, se encontró diferencias altamente significativas para los niveles de humedad, para las variedades y para su interacción, lo que indica que las variedades no se comportaron de manera similar en los diferentes nive-

CUADRO 7 DIAS A INICIACION DE LA FLORACION PARA LAS VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO EN DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.

VARIEDAD	NIVELES DE HUMEDAD**				SUMA	PROMEDIO
	0	100	200	300		
a*	70***	68	65	64	267	67
b	75	76	65	64	297	74
c	57	51	53	52	213	53
d	67	61	64	62	254	63
e	54	53	51	46	204	51
f	70	68	65	62	265	66
g	64	59	58	58	239	60
h**** (t)	43	40	39	40	162	40

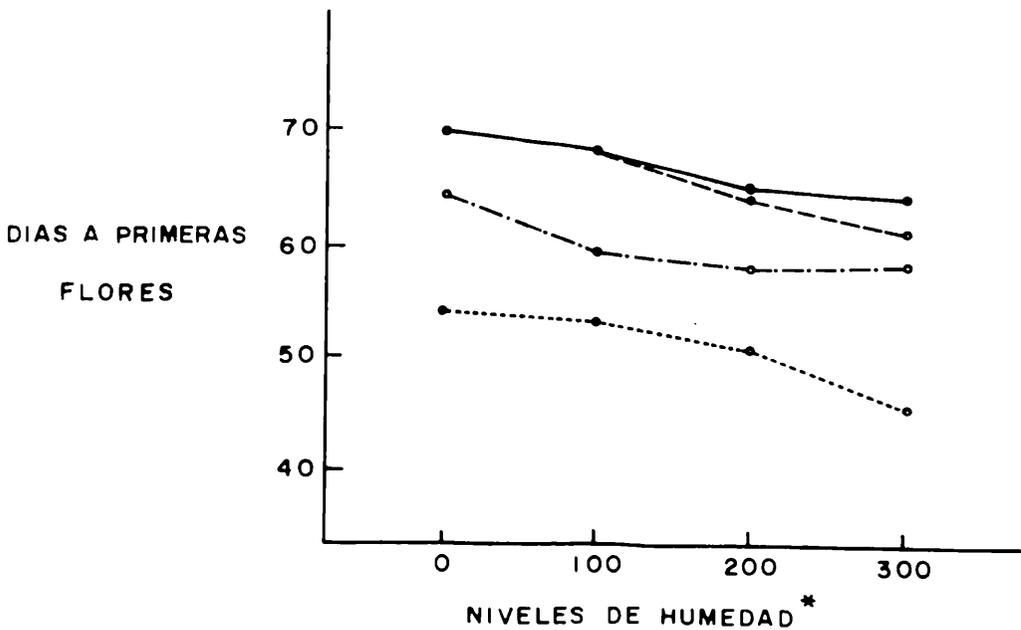
\* Para su identificación ver Cuadro 2

\*\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/por planta

\*\*\* Medias de seis repeticiones

\*\*\*\* Testigo (de mata)

GRAFICA 1. DIAS A INICIACION DE LA FLORACION PARA LAS VARIETADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO A DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.



--- Ojo de cabra, González Ortega, Dgo.

— Pinto nacional, Peñón Blanco, Dgo.

..... Ojo de cabra, Delicias, Chih.

- - - Pinto nacional, Delicias, Chih.

\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/planta

CUADRO 8 DIAS A MADUREZ PARA LAS VARIEDADES CRIOLLAS DE FRI--  
JOL SEMBRADAS EN EL CAMPO BAJO DIFERENTES NIVELES DE  
HUMEDAD. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977

VARIEDAD	NIVELES DE HUMEDAD**				SUMA	PROMEDIO
	0	100	200	300		
a*	125***	126	121	119	491	123
b	130	130	130	129	519	130
c	132	131	133	133	529	132
d	122	121	114	114	471	118
e	123	130	126	132	511	128
f	125	125	123	118	491	123
g	130	128	122	129	509	127
h****	101	92	88	87	368	92

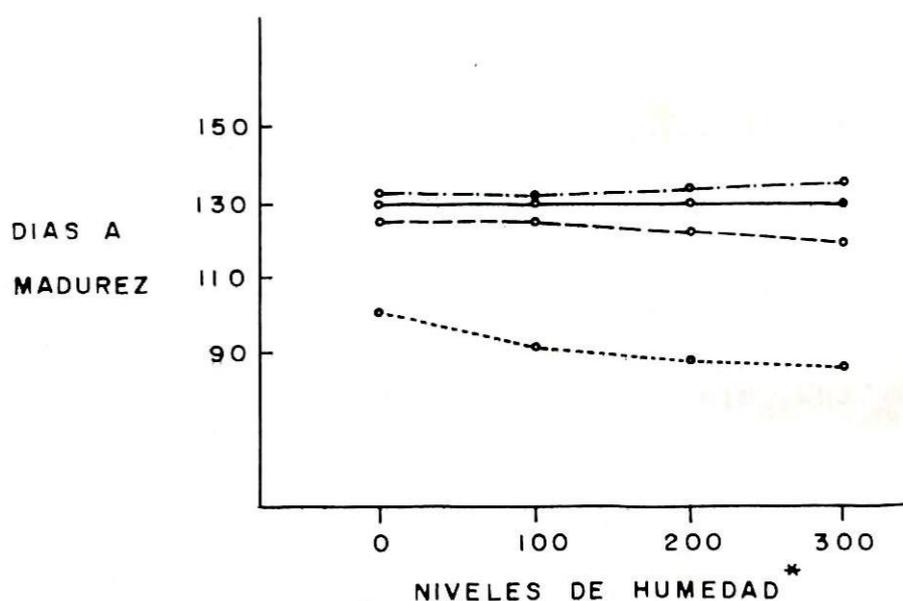
\* Para identificación ver Cuadro 2

\*\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/planta

\*\*\* Medias de seis repeticiones

\*\*\*\* Testigo (de mata)

GRAFICA 2. DIAS A MADUREZ PARA LAS VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO EN DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.



———— Ojo de cabra, San Juan del Río, Dgo.

----- Ojo de cabra, Vicente Guerrero, Dgo.

----- Pinto nacional, Delicias, Chih.

..... Canario 101 (testigo) PRONASE

\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/planta

les de humedad. La variedad Pinto nacional de Peñón Blanco, - Dgo. fué la mejor en los niveles de humedad 0 y 100 milímetros de lámina, en el nivel de 200 milímetros de lámina Pinto nacional de Delicias, Chih. y en el nivel de 300 milímetros de lámina lo fué la variedad Pinto español de Calera, Zac. (Cuadro 9).

Como se puede observar en la Gráfica 3, el rendimiento tendió a incrementarse al aumentar la dosis de humedad.

Por lo que respecta a los resultados obtenidos al utilizar la técnica de parámetros de estabilidad propuesta por Eberhart y Russel (17) indican que la mejor variedad es Pinto nacional de Peñón Blanco, Dgo., ya que además de su buena capacidad para producir, su coeficiente de regresión (bi) y su desviación de regresión (Sdi) son iguales a 1 y 0 respectivamente, lo que permite calificarla como variedad estable (Cuadro 10).

La predicción del comportamiento de las variedades en distintos ambientes se observa en la Gráfica 4.

El efecto de los diferentes niveles de humedad sobre los componentes primarios de rendimiento se observa en los Cuadros 11, 12 y 13. El componente de rendimiento que más se redujo a medida que decreció la cantidad de humedad aplicada durante el ciclo vegetativo fué el número de vainas por planta.

CUADRO 9 RENDIMIENTO DE LAS VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO EN GRAMOS POR PARCELA POR DOSIS DE HUMEDAD. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.

VARIEDAD	NIVELES DE HUMEDAD**				SUMA	PROMEDIO
	0	100	200	300		
a*	81.51***	108.45	136.89	147.61	474.46	118.6
b	34.87	65.43	73.1	95.72	269.12	67.3
c	60.97	69.02	114.1	130.17	374.26	93.6
d	59.36	100.13	137.98	171.74	469.21	117.4
e	64.87	83.38	116.69	140.72	405.66	101.4
f	78.35	94.96	154.8	163.22	491.33	122.8
g	29.4	66.72	68.49	90.55	255.16	68.3
h****	12.73	20.37	26.48	39.98	99.56	24.9
SUMA	422.06	608.46	828.53	979.71		

C.V. (B) = 6.99%

C.V. (C) = 17.9%

D.M.S. (B) al 5% 88.29 gramos por parcela

D.M.S. (C) al 1% 123.78 gramos por parcela

D.M.S. (C) al 5% 25.72 gramos por parcela

D.M.S. (C) al 1% 33.99 gramos por parcela

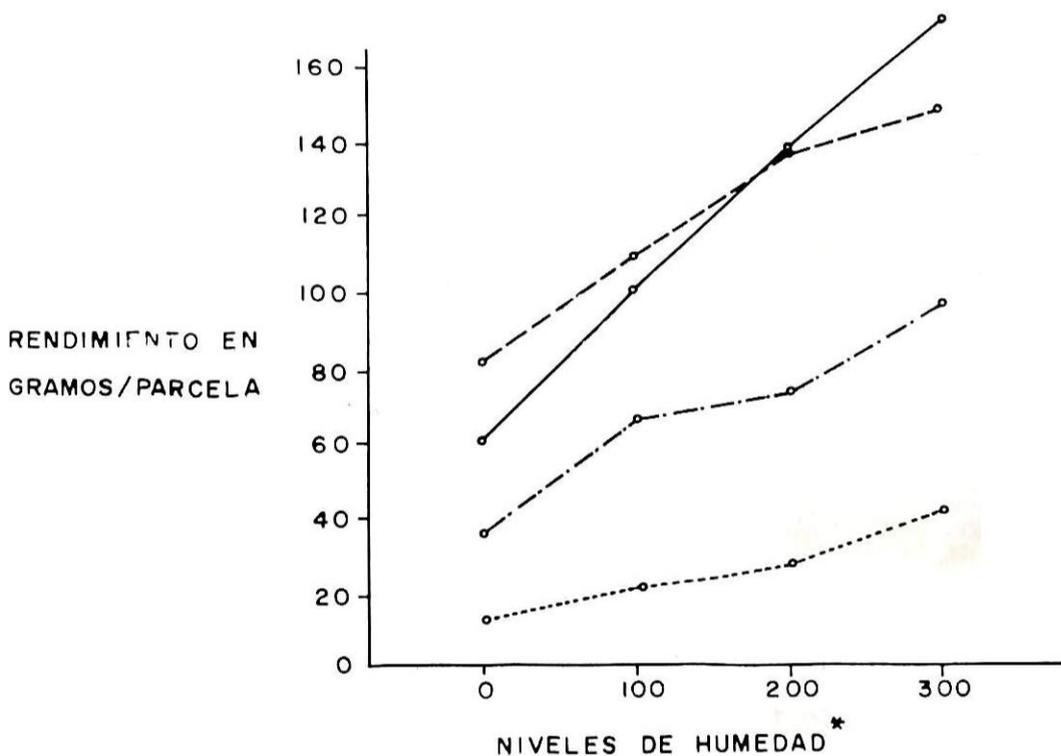
\* Para identificación ver Cuadro 2

\*\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/planta

\*\*\* Rendimientos medios de seis repeticiones en gramos por parcela.

\*\*\*\* Testigo (de mata)

GRAFICA 3. RENDIMIENTO MEDIO DE LAS VARIETADES CRIOLLAS - DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO EN DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD . U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.



----- Canario 101 PRONASE

----- Pinto nacional, Peñón Blanco, Dgo.

----- Pinto español, Calera, Zac.

----- Ojo de cabra, San Juan del Río, Dgo.

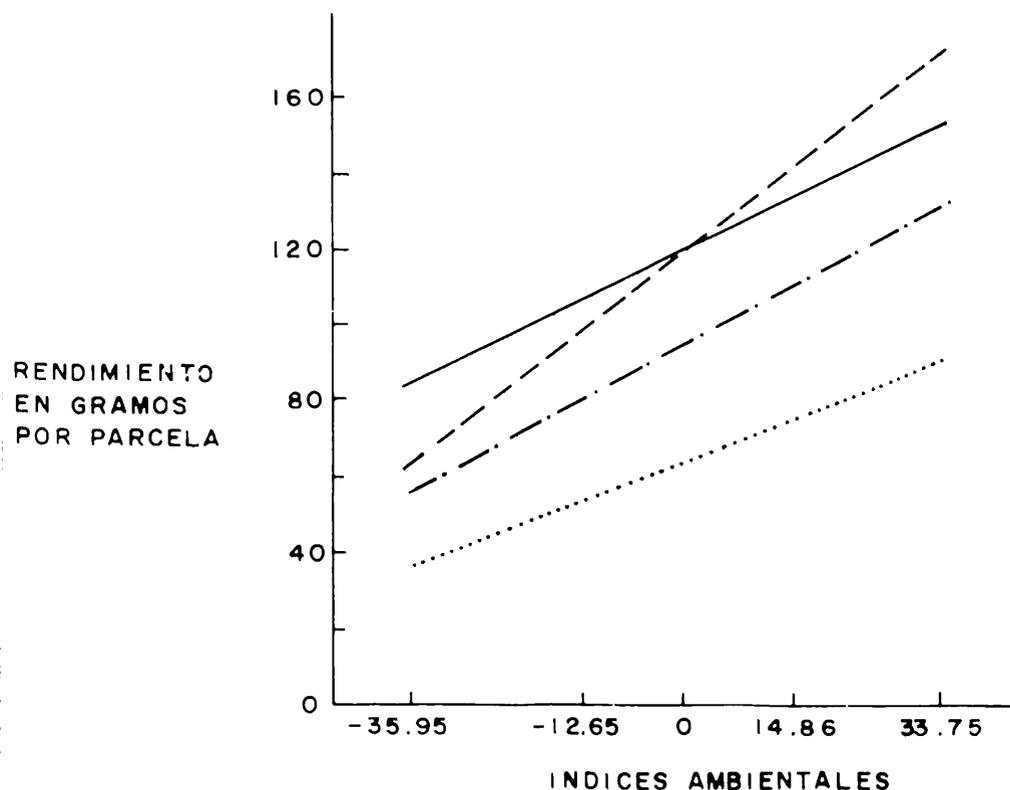
\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/planta

CUADRO 10 RENDIMIENTO MEDIO EN GRAMOS POR PARCELA Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE OCHO VARIETADES CRIOLLAS DE FRIJOL. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977

VARIEDAD	RENDIMIENTO	COEF. DE REGRESION	DESVIACION DE REGRESION	DESCRIPCION
a*	118.6	0.96	-103.3	Variedad estable.
b	67.3	0.79	-58.5	Responde mejor en ambientes desfavorables, consistente.
c	93.6	1.07	-33.9	Responde mejor en buenos ambientes, consistente.
d	117.4	1.58	-113.9	Responde mejor en buenos ambientes, consistente.
e	101.4	1.1	-106.4	Responde mejor en buenos ambientes, consistente.
f	122.8	1.34	28.2	Responde mejor en buenos ambientes, inconsistente.
g	63.8	0.77	4.03	Responde mejor en ambientes desfavorables, inconsistente.
h	24.9	0.36	-109.7	Responde mejor en ambientes desfavorables, consistente.

\* Para su identificación ver Cuadro 2

GRAFICA 4. RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO PARA CUATRO VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL EN AMBIENTES CREADOS CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.



- Pinto nacional, Peñón Blanco, Dgo.
- Pinto español, Calera, Zac.
- · - · - · Ojo de cabra, Vicente Guerrero, Dgo.
- Ojo de cabra, Col. González Ortega, Dgo.

CUADRO 11 NUMERO DE VAINAS POR PLANTA DE VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO EN DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.

VARIEDAD	NIVELES DE HUMEDAD **			
	0	100	200	300
a*	13.42	15.8	20.16	20.5
b	8.02	10.76	12.76	20.02
c	10.19	8.78	13.48	16.5
d	12.29	12.41	18.67	21.8
e	10.0	13.78	14.41	20.3
f	11.73	14.46	21.29	21.16
g	5.47	11.41	16.65	13.5
h***	4.32	2.98	3.82	4.5
SUMA	75.44	90.38	121.24	138.28
PROMEDIO	9.43	11.29	15.15	17.2

\* Para identificación ver Cuadro 2

\*\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/planta

\*\*\* Testigo (de mata)

CUADRO 12 NUMERO DE GRANOS POR VAINA DE VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO EN DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977

VARIEDAD	NIVELES DE HUMEDAD**			
	0	100	200	300
a*	3.225	3.205	3.280	3.330
b	2.433	2.858	2.703	2.846
c	2.926	3.165	3.293	3.180
d	3.022	3.146	3.413	3.280
e	2.805	2.678	3.245	3.070
f	3.230	3.215	3.338	3.515
g	2.638	2.620	2.788	2.451
h***	2.681	2.865	2.930	3.381

\* Para identificación ver Cuadro 2

\*\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/planta

\*\*\* Testigo (de mata)

CUADRO 13 PESO DE 100 GRANOS DE VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO EN DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977

VARIEDAD	NIVELES DE HUMEDAD**			
	0	100	200	300
a*	21.3	28.1	28.4	27.8
b	23.1	26.6	27.9	28.7
c	33.6	35.8	34.7	35.3
d	23.4	31.9	36.0	37.6
e	29.1	27.8	31.5	29.3
f	28.3	27.3	28.3	29.1
g	29.6	32.8	27.3	30.6
h***	30.9	31.7	29.8	33.9

\* Para identificación ver Cuadro 2

\*\* En milímetros de lámina/400 cm<sup>2</sup>/planta

\*\*\* Testigo (de mata)

## V. DISCUSION

Una de las características deseables que deben poseer las variedades de frijol para regiones de baja precipitación es precocidad, por lo que en base a los resultados obtenidos para el carácter días a flor son deseables las variedades: Ojo de cabra de Vicente Guerrero, Dgo. y Ojo de cabra de Delicias, Chih. En los resultados para esta característica se observó que las plantas que fueron sometidas a un castigo más intenso aún de las mismas variedades necesitaron de más días para iniciar la floración, lo cual no indica con claridad que estas plantas vayan a ser más tardías sino que su período de floración será más reducido que el de las plantas bajo buenas condiciones de humedad, característica que no es muy deseable para las variedades que prosperan en temporales pobres, que deben poseer un período de floración lo suficientemente extenso para soportar cortos períodos de sequía durante esa etapa de su desarrollo, ya que variedades con esa característica podrían durante esos períodos secos tirar sus flores y al presentarse un período de buena humedad producir más flores, por lo anterior de las dos variedades que tardaron menos para florear la mejor lo es Ojo de cabra de Vicente Guerrero, Dgo. ya que la diferencia de esta entre el nivel de humedad más pobre y el mejor tratamiento es de únicamente cinco días (ver Cuadro 7).

La madurez de todas las variedades en los diferentes niveles de humedad en general fué al mismo tiempo, excepto para el testigo Canario 101, lo que no concuerda con los resultados obtenidos -

por Harris (6) en 1914. Lo anterior se debió a que alrededor de la fecha de la última aplicación de humedad cayeron fuertes lluvias (ver Cuadro 6) lo que proveyó a todas las variedades de la humedad suficiente para alargar su ciclo vegetativo, ya que durante todo el mes de Septiembre y Octubre en contra de lo normal no hubo descensos de temperaturas que indujeron a las variedades a madurar. Sin embargo estas lluvias no pudieron afectar al testigo porque cuando estas se presentaron, este por ser precoz ya había madurado.

Por lo que respecta al rendimiento, el hecho de que no hubiese diferencia significativa entre los tratamientos del factor "A" (un bordo con plástico y un bordo sin plástico) es muy importante desde el punto de vista económico, ya que esto significa que para establecer el sistema de selección que se propone en el presente trabajo para cualquier cultivo, no será necesario colocar plástico en los bordos, lo que abarata el costo del método. La significancia obtenida para este carácter con los niveles de humedad concuerda con los resultados obtenidos por numerosos investigadores (5,16,56,65), ya que el rendimiento se vió favorecido a medida que se aumentó la cantidad de agua aplicada durante el desarrollo del cultivo.

Los resultados indican que la mejor variedad lo fué Pinto nacional de Peñón Blanco, Dgo., ya que fué la de mayor producción en los niveles de 0 y 100 mm. de lámina durante el ciclo vegetativo, y ocupó el tercer puesto en los dos niveles de humedad restantes.

Además el empleo de la técnica de parámetros de estabilidad -- concuerda con las deducciones anteriores ya que el empleo de esta técnica indica que la mejor variedad lo es la mencionada en el párrafo anterior, lo que concuerda con lo indicado por Lawrence et al (35) e Icott (35) con respecto al uso de la técnica de parámetros de estabilidad para seleccionar las mejores variedades para regiones de escasa e irregular precipitación; ya que para estas sería preferible contar con variedades que aseguren la retribución del trabajo y capital invertido aun -- con rendimientos relativamente modestos.

Por lo que respecta a los componentes primarios de rendimiento, de acuerdo con los resultados obtenidos por Lamberth (6), el número de vainas por planta fué el más afectado con la disminución de la humedad, lo que puede atribuirse a la caída de flores y pequeños frutos.

Por otro lado, el castigo impuesto sobre 18 variedades criollas de frijol en el invernadero nos permitió diferenciar la tolerancia o susceptibilidad de estas a la falta de humedad en estado de plántula; lo que en cierta forma es ventajoso para un programa de mejoramiento, ya que se podría de esa manera, con un invernadero modesto en tamaño y equipo manejar grandes poblaciones de plántulas, describiéndose las más susceptibles a la sequía y las más tolerantes serían llevadas hasta producción en el mismo invernadero y posteriormente sembrar la semilla obtenida de estas plantas en el campo bajo un sistema como el que se propone en este trabajo, lo que nos permitirá realizar dos --

ciclos de selección en un solo año.

La utilización de la metodología que se propone cubrirá dos objetivos de un programa de mejoramiento: uno a corto plazo, el cual consistirá en identificar y seleccionar de un grupo de variedades criollas que ya se encuentran adaptadas a esas regiones para las que se está realizando el mejoramiento, la mejor mediante esos dos ciclos de selección en un solo año y para el siguiente probarla en diferentes localidades de regiones de esa casa precipitación en que se supone será explotada comercialmente, el segundo objetivo sería a largo plazo mediante un sistema continuo o recurrente de la siguiente manera: 1º identificación con el método propuesto en el campo de progenitores - utilizando para esto tanto variedades criollas como mejoradas, 2º realizar entre estos progenitores los cruzamientos posibles y 3º seguir un esquema de mejoramiento similar al propuesto -- por Jensen (29) en 1970 para cereales.

## VI. CONCLUSIONES

Los castigos en el invernadero en estado de plántula prometen ser de utilidad para avanzar un programa de mejoramiento ya -- que nos permiten diferenciar los genotipos y reducir la población que será posteriormente seleccionada en el campo.

La metodología que se propone para realizar selecciones para tolerancia a sequía en el campo, aun cuando el año sea lluvioso promete ser de utilidad para los programas de mejoramiento en regiones de baja precipitación.

Es necesario dar unos pequeños ajustes al método anterior como lo son, más compactación a los bordos y una pendiente más pronunciada en el fondo de los mismos, cumpliéndose lo anterior -- no es necesario que tengan una altura mayor a los 0.5 mts.

Es necesario para un programa de mejoramiento recurrir a las variedades criollas que ya han soportado muchos ciclos de selección por los campesinos y la selección natural, y que se encuentran adaptados a esas regiones para las que se pretende -- realizar el mejoramiento.

Es conveniente continuar con este tipo de investigaciones prácticas que nos permitirán contar con buenos materiales en un futuro próximo y eliminar todas aquellas técnicas sofisticadas y caras que se utilizan principalmente en países altamente tecnificados.

Al realizarse las selecciones con el presente método, sería --  
ventajoso poder simular la distribución de las lluvias de la --  
región de que se trate.

Es conveniente indicar que el método puede ser de utilidad no  
solamente en donde llueve poco, sino que también puede ser --  
empleado con éxito en regiones de buen temporal pero que sufren  
cortos períodos de sequía (sequía intraestival) dentro del ci-  
clo vegetativo de los cultivos. Además los resultados nos per-  
miten señalar que el método puede ser de utilidad no solo para  
el cultivo del frijol, sino también para otros cultivos que --  
prosperan en zonas de baja precipitación como: sorgo, maíz, --  
trigo, avena, cebada, girasol, etc.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarado A. D. 1972. Evaluación del método de germinación en condiciones hipertónicas de variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) con resistencia a sequía y posible diferenciación de variedades bajo condiciones de laboratorio. Tesis M.C. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México.
2. Arnon I. 1963. Agriculture in unirrigated Lands. Simposio Mexicano-Israelí para el desarrollo de las Zonas Aridas U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
3. Arnon I. 1972. Crop production in dry Regions. Vol. I. Ed. by Nicholas Polunin. Cox & Wyman Great Britain.
4. Atsmon D. 1973. Breeding for Drought resistance in field Crops. Agricultural Genetics. Selected Tropics. Ed. Rom Moav. John Wiley & sons, New York.
5. Bennett O. L., Doss B. D., Ashley D. A., Kilmer V. J. and Richarson E. C. 1963. Effects of soil moisture regime on yield, nutrient content, and Evotranspiration for three annual forage species. Agronomy Journal 55:195-198.
6. Black C. A. Relaciones Suelo-Planta. Tomo I. Centro Regional de Ayuda Técnica. A.I.D.
7. Blum A. 1974. Genotypic responses in sorghum to drought stress. II Leaf tissue Water relations. Crop Science 14:691-692.
8. Boyer S. S. 1968. Relationship of Water Potential to Growth of Leaves. Plant Physiol. 43:1056-1062.
9. Boyer, J. S. 1970. Leaf Enlargement and Metabolic Rates in Corn Soybean, and Sunflower at various leaf water potentials. Plant Physiol. 46: 233-235.
10. Burman R. D. and Painter L. L. 1964. Influence of soil moisture on leaf color and foliage volume of beans grown under Greenhouse conditions. Agronomy Journal 56: 420-423.
11. Carballo, C. A. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia Vol. 5 No. 1 129-146.

12. Chen, L. H., Mederski, H. J. and Curry, B. R. 1971. Water Stress Effects on Photosynthesis and Stem - Diameter in soybean Plants. *Crop Science* 11: 428-431.
13. Cox, L. M. and Boersma, L. 1967. Transpiration as a Funtion of Soil Temperature and Soil Water Stress. *Plant Physiol.* 42: 550-556.
14. Crookston, R. K., O'toole J., Lee R., Ozbun, J.L. and - - Wallace, D. H. 1974. Photosynthetic depression in beans after exposure to cold for - one night. *Crop Sience.* 14:457-463.
15. Curtis, P. E., Ogren, W. L. and Hageman, R. H. 1969. Varietal Effects in soybean photosynthesis and - - photorespiration. *Crop Science* 9:323-327.
16. Doss, B. D., Pearson, R. W. & Rogers, H. T. 1974. Effects of soil Water Stress at various growth stages on soybean yield. *Agronomy Journal.* 66:297-299.
17. Eberhart, S. A. and Russell, W.A. 1969. Yield and stability for a ten line diallel of single-cross - and double-cross maize hybrids. *Crop Science*. 9: 357-361.
18. Ehlig, C. F. and Gardner, W. R. 1964. Relationship between transpiration and internal water relations of plants. *Agronomy Journal* 56: 127-130.
19. Eslick, R. F. and Hockett, E. A. 1975. Genetic engineering as a key to water use efficiency. In plant modification for more efficient water use. Ed. John F. Stone. Elsevier Scientific Publishing Company. New York, U.S.A.
20. Falconer, D.S. 1976. Introducción a la genética cuantitativa. 6a. impresión Compañía Editorial Continental, S.A.
21. Fanous, M. A. 1967. Test for Drought resistance in pearl millet (*Pennisetum typhoideum*). *Agronomy Journal.* 59: 337-340.
22. Ferguson, H. 1975. Use of variety isogenes in plant water-use efficiency studies in Plant modifica- - tion for more efficient water use. Ed. - - John F. Stone Elsevier scientific publishing company. New York, U. S. A.
23. Flores Lui, L. F. 1975. Métodos de medición del potencial del agua en las plantas y su aplicación. CIANE - INIA - SAG. Seminarios Técnicos Vol. II No. 18.

24. Frey, K. J. 1964. Adaptation Reaction of oats strains - - selected under stress and non-stress envi--  
ronmental conditions Crop Science 4:55-58.
25. Gardner, W. R. and Ehlig, C.F. 1965. Physical aspects of  
the internal Water relations of plant lea--  
ves. Plant Phisiol. 40: 705-710.
26. Hurd, E.A. 1968. Growth of roots of seven varieties of --  
spring wheat at high and low moisture - - -  
levels. Agronomy Journal 60:201-205.
27. Hurd, E.A. 1975. Phenotype and drought tolerance in wheat  
in plant modification for more efficient --  
water use. Ed. John F. Stone. Elsevier --  
scientific publishing company. New York,  
U. S. A.
28. Ishar S. and Wallace, D. H. 1967. Studies of the Physio--  
logical Basis for Yield Differences. III. -  
Genetic Variation in Photosynthetic Effi- -  
ciency of Phaseolus vulgaris L. Crop Science  
7: 457-460.
29. Jensen, N. F. 1970. A diallel selective mating system for -  
cereal breeding. Crop Science Vol. 10:  
629-635.
30. Johnson, G. R. and Fred, K.J. 1967. Heritabilities of - --  
Quantitative attributes of oats (Avena sp.)  
at varying levels of enviromental stress.  
Crop Science 7:43-46.
31. Johnson, R. R., Fred N. M. and Moss, D. N. 1974. Effect  
of water stress on Photosynthesis and trans--  
piration of flag leaves and spikes of bar--  
ley and wheat. Crop Science 14: 728-731.
32. Kanemasu, E. T. and Tanner, C. B. 1969. Stomatal diffu- -  
sion Resistance of snap beans I. Influence  
of leaf-water Potential. Plant Physiol.  
44: 1547-1552.
33. Kanemasu, E. T. and Tanner, C.B. 1969. Stomatal Diffusion  
resistance of snap beans. II. Effect of - -  
light. Plant Physiol. 44: 1542-1546.
34. Kramer, P.J. 1967. Water stress and plant growth. Agrono--  
my Journal. 59: 31-35.
35. Lang, A. R. G. and Gardner, W. R. 1970. Limitation to - -  
water flux from soils to plants. Agronomy  
Journal. 62: 693-695.
36. Lawrence, G., Cianzio S., Segebart B., Pazos D. and Malumba  
N. 1976. Breeding for a stressed environ--

ment: wheat culture in Western Australia.  
Ames, Iowa, U. S. A.

37. Lee, H. C., Campbell, R. W. and Paulsen, G. M. 1974. Effects of drought stress and succinic acid-2, 2- - - Dimethylhydrazide treatment on water relation and Photosynthesis in Pea seedling. Crop - - Science 14: 279-282.
38. Lewis, R. B., Hiler, E. A. and Jordan, W. R. 1974. Susceptibility of Grain Sorghum to water deficit at - - three Growth Stages. Agronomy Journal 66:589-591.
39. Márquez, S. F. 1974. El problema de la interacción Genético-Ambiental en Genotecnia Vegetal. Patena A. C., Chapingo, México.
40. Mielke, L. N. and Peck, N. H. 1967. Evotranspiration by snap beans grown in sand nutrient culture. Agronomy Journal 59: 602-604.
41. Miranda, C. S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. (frijol comun) Agrociencia Vol. I. No.2:99-109.
42. More Water for Arid Lands. 1974. Promising Technologies and Research Opportunities. National Academy of Sciences. Washington, D. C.
43. Muñoz, O. A. 1972. Estudio premilinar sobre un método de - selección para resistencia a sequía en maíz. Tesis M. C. Colegio de Graduados, E.N.A. Chapingo, Estado de México
44. Muñoz, O. A. y González, H. V. 1976. Mejoramiento de Maíz - en el C.I.A.M.E.C. IV. Obtención de sintéticos resistentes a sequía y heladas. I.N.I.A. S.A.G.
45. Nasir N., Gavande, S. A. y Ramírez, R. H. 1976. El Cultivo del Pistacho en México. U.A.A.A.N. Proyecto FAO-PNUD-CONAZA-FC. Saltillo, Coah.
46. Ochoa, M. R. 1977. Estudio de Algunas características del - frijol (Phaseolus vulgaris L.) como indicadores de tolerancia a la sequía. Trabajos de - campo e invernadero. Tesis de M. C. U.A.A.-A.N. Saltillo, Coah.
47. Perry, L. J., Jr. and Larson, K. L. 1974. Influence of - - drought on tillering and internode number and length in alfalfa. Crop Science 14:693-696.
48. Plant Z. and Baadvo B. 1973. Response of Carbon dioxide fixation to water stress. Plant Physiol. 52: 28-32.

49. Pollock, B. m. 1969. Imbibition temperature sensitivity of lima bean seeds controlled by initial seed - moisture. *Plant Physiol.* 44:907-911.
50. Ray, L. L., Wendt, C. W. and Quisenberry. 1975. Genetic - modification of cotton plants for more efficient water use. In plant modification for -- wore efficient water use. Ed. John F. Stone. Elsevier scientific publishing company. New York, U. S. A.
51. Reitz, L. P. 1975. Breeding for more efficient water use is it real or a mirage? in plant modification for more efficient water use. Editor John F. stone Elsevier Scientific Publishing Co. New York, U. S. A.
52. Rodríguez, G. F. y Gavande, S. A. 1976. Evaluación de características Edáficas, Hidrológicas y Climáticas con fines de producción de algunos cultivos en Zonas Aridas. U. A. A. A. N. Monografía Técnico-Científica. Vol. 2 No. 7
53. Roy, N. N. and Murty, B. R. 1970. A selection procedure - in wheat for stress environment. *Euphytica* 19: 509-521.
54. Ruiz de la R. J. 1974. Captación o cosecha de agua en zonas desérticas. Seminarios técnicos. C.I.A.N.E. I.N.I.A. S.A.G.
55. Sandhu, B. S. and Horton, M. L. 1977. Response of Oats to water deficit I. Physiological characteristics. *Agronomy Journal* 69: 357-360.
56. Sandhu, B. S. and Horton, M. L. 1977. Response of Oats to water deficit. II. Growth and yield characteristics. *Agronomy Journal* 69: 361-364.
57. Schechter J. 1973. Organization of arid zone research in Israel. Simposio Mexicano-Israelí para el desarrollo de las Zonas Aridas. U. A. A. A. N. Saltillo, Coah.
58. Schemueli M. 1973. Research Methodology of the Relation -- Water-Soil in Arid Zones. Simposio Mexicano-Israelí para el desarrollo de las Zonas Aridas. U. A. A. A. N. Saltillo, Coah.
59. Serrano, J. L. Invierno 1963-1964. Algunas diferencias -- fisiológicas de especies y variedades del -- frijol tolerantes a la sequía. *Agricultura Técnica en México.* Vol. 2 No. 4: 161-164.
60. Sionit N. and Karmar, P. J. 1977. Effect of water stress during different stages of Growth of soybean. *Agronomy Journal* 69: 274-278.

61. Tadmor, N. H. y Nor Meir I. 1973. Methodology for the study of productivity in arid ecosystems. Simposio Mexicano-Israelí para el desarrollo de las Zonas Aridas. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
62. Tal M. 1973. Mejoramiento Genético de las Plantas Cultivadas bajo condiciones de baja precipitación pluvial en Israel. Simposio Mexicano-Israelí para el desarrollo de las Zonas Aridas. U. A. A. A.N. Saltillo, Coah.
63. Unger, P. W. and Danielson, R. E. 1967. Water relations and growth of beans Phaseolus vulgaris L. as influenced by nutrient solution temperature. Agronomy Journal. 59:143-146.
64. Villarreal, F. E. 1973. Uso y conservación del agua en zonas áridas. Simposio Mexicano-Israelí para el desarrollo de las zonas áridas. U. A. A. A. N. Saltillo, Coah.
65. Wallace, I. H. and Munger, H. M. 1966. Studies of the physiological basis for yield differences. I. - Growth analysis of six dry bean varieties. Crop Science 6: 343-347.
66. Wallace, D. H. and Munger, H. M. 1966. Studies of the Physiological basis for yield differences. II. Variation in dry matter distribution among aerial organs for several dry bean varieties. Crop Science. 6: 503-506.
67. Woolley, J. T. 1964. Water relations of soybean leaf hairs. Agronomy Journal. 56: 569-571.
68. Zohary, D. 1973. Gene-Pools for plant breeding. In Agricultural Genetics. Selected topics. Ed. Roam -- Moav. John Wiley & Sons. New York, U. S. A.

VIII. APENDICE

CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANCIA PARA DIAS A INICIACION DE LA FLORACION DE UN GRUPO DE VARIEDADES -- CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO BAJO EL DISEÑO PARCELAS SUBDIVIDIDAS. U. A. A. A. N. SALTILLO, COAH. 1977.

F. V.	G. L.	C. M.	F. C.	
Ploques	2	1.54	4.81	N. S.
A	1	0.83	2.59	N. S.
Error (a)	2	0.32		
B	3	0.81	3.32	N. S.
AB	3	0.29	1.19	N. S.
Error (b)	12	0.244		
C	7	12.3	144.7	**
AC	7	0.24	2.82	**
BC	21	0.0004	1	N. S.
ABC	21	0.15	1.76	*
Error (c)	112	0.085		
TOTAL	191			

\* Estadísticamente significativo al nivel 5% de probabilidad.

\*\* Estadísticamente significativo al nivel 1% de probabilidad.

N.S. No significativo

CUADRO 2 ANALISIS DE VARIANCA PARA DIAS A MADUREZ DE UN GRUPO DE VARIETADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO BAJO EL DISEÑO PARCELAS SUBDIVIDIDAS. U. A. A. A. N. SALTILLO, COAH. 1977.

F. V.	G. L.	C. M.	F. C.
Bloques	2	0.5975	8.98 N. S.
A	1	0.012	1 N. S.
Error (a)	2	0.0665	
B	3	0.3966	4.58 *
AB	3	0.04066	1 N. S.
Error (b)	12	0.08644	
C	7	9.037	55.16 **
AC	7	0.084	1 N. S.
BC	21	0.15023	1 N. S.
ABC	21	0.09435	1 N. S.
Error (c)	112	0.163819	
TOTAL	191		

\* Estadísticamente significativo al nivel 5% de probabilidad.

\*\* Estadísticamente significativo al nivel 1% de probabilidad.

N. S. No significativo

CUADRO 3 ANALISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO DE UN GRUPO DE VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL SEMBRADAS EN EL CAMPO BAJO EL DISEÑO PARCELAS SUBDIVIDIDAS. U. A. A. A. N. SALTILLO, COAH. 1977.

F. V.	G. L.	C. M.	F. C.
Bloques	2	8740.7	1.73 N. S.
A	1	1035.3	1 N. S.
Error (a)	2	5045.6	
B	3	45003.3	18.26 **
AB	3	1098.2	1 N. S.
Error (b)	12	2463.3	
C	7	28120.2	111.06 **
AC	7	491.9	1.94 N. S.
BC	21	1054.3	4.16 **
ABC	21	427.2	1.68*
Error (c)	112	253.2	
TOTAL	191		

\* Estadísticamente significativo al nivel 5% de probabilidad

\*\* Estadísticamente significativo al nivel 1% de probabilidad

N. S. No significativo

CUADRO 4 ANALISIS DE VARIANCIA PARA EL AMBIENTE CREADO POR EL NIVEL 0 MM. DE LAMINA DURANTE EL CICLO VEGETATIVO. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977

F. V.	G. L.	C. M.	F.C.
Bloques	5	4652.9	6.88 **
Variedades	7	3684.7	4.81 **
Error	35	764.8	
TOTAL	47		

CUADRO 5 ANALISIS DE VARIANCIA PARA EL AMBIENTE CREADO POR EL NIVEL 100 MM. DE LAMINA DURANTE EL CICLO VEGETATIVO. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.

F. V.	G. L.	C. M.	F. C.
Bloques	5	2754.6	6.91 **
Variedades	7	4628.8	11.62 **
Error	35	398.2	
TOTAL	47		

\*\* Estadísticamente significativo al nivel de 1% de probabilidad.

CUADRO 6 ANALISIS DE VARIANCIA PARA EL AMBIENTE CREADO POR EL NIVEL 200 MM. DE LAMINA DURANTE EL CICLO VEGETATIVO. U. A. A. A. N. SALTILLO, COAH. 1977.

F. V.	G. L.	C. M.	F. C.
Bloques	5	3889.9	13.82 **
Variedades	7	11392.5	38.13 **
Error	35	298.7	
TOTAL	47		

CUADRO 7 ANALISIS DE VARIANCIA PARA EL AMBIENTE CREADO POR EL NIVEL 300 MM. DE LAMINA DURANTE EL CICLO VEGETATIVO U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.

F. V.	G. L.	C. M.	F. C.
Bloques	5	1768.6	3.57 *
Variedades	7	11700.9	23.67 **
Error	35	494.1	
TOTAL	47		

\* Estadísticamente significativo al nivel 5% de probabilidad.

\*\* Estadísticamente significativo al nivel 1% de probabilidad.

CUADRO 8 ANALISIS DE VARIANCIA PARA PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE UN GRUPO DE VARIEDADES CRIOLLAS DE FRIJOL. U.A.A.A.N. SALTILLO, COAH. 1977.

Total	31		
Variedades	7	11392.5	192.5 **
Ambientes	24	3	
V x A	21		
Amb. lineal	1		
VxA lineal	7	3556.9	68.11 **
Desv. ponderadas	16	59.17	1 N. S.
Var. a	2	17.97	1 N. S.
b	2	62.72	1 N. S.
c	2	87.38	1 N. S.
d	2	7.38	1 N. S.
e	2	14.83	1 N. S.
f	2	149.44	1.23 N. S.
g	2	125.28	1.03 N. S.
h	2	11.56	1 N. S.
Error ponderado	140	121.25	

\*\* Estadísticamente significativo al nivel 1% de probabilidad

N. S. No significativo