

# COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES DE DOCE ESPECIES VEGETALES BAJO TEMPORAL EN PANFILO NATERA, ZACATECAS

Maximino Luna Flores y Arnulfo Pajarito Ravelero<sup>2</sup>

## RESUMEN

El área de influencia del Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas del Colegio de Postgraduados (CREZAS-CP) comprende los estados de Aguascalientes y Zacatecas, el Altiplano de San Luis Potosí y porciones del Norte de Guanajuato y Norte de Jalisco. La precipitación pluvial es el factor más importante para la producción de cosechas de temporal en el área; por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue buscar alternativas en cuanto a especies y genotipos que aprovechen más eficientemente el agua de lluvia y produzcan cosechas más altas que las variedades criollas de maíz y frijol actualmente cultivadas. Las especies que se estudiaron fueron, además del maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), colza (*Brassica* sp), girasol (*Helianthus annuus*), mijos (*Setaria*, *Panicum* y *Pennisetum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), trigo (*Triticum aestivum*), y triticale (*Triticum* sp x *Secale cereale*). El experimento se sembró en Pánfilo Natera, Zacatecas, bajo temporal. Se relacionaron algunas características climáticas y edáficas

con la precocidad, adaptación, rendimiento y sus componentes. La avena fue superior en Eficiencia en el Uso del Agua (EUA) tanto para la producción de grano, como de forraje; en forraje también sobresalieron los genotipos tardíos de maíz. Se observó excelente comportamiento de la avena y la cebada por su precocidad. Algunos genotipos de maíz sobresalieron por su adaptación a las condiciones ecológicas de la región. Algunas variedades de frijol produjeron rendimientos que a los precios de venta resultaron altamente atractivos. Las variedades de sorgo, trigo y colza no se adaptaron suficientemente a las condiciones ambientales de la localidad de prueba. Los genotipos de maíz más precoces mostraron el índice de cosecha más alto, siguiendo algunos de cebada y triticale.

## PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Cultivos de alternativa, Zona semi-árida, Eficiencia en el uso del agua, Índice de cosecha.

## SUMMARY

The Regional Center for Studies in the Arid and Semiarid Zones of the Graduate College (CREZAS-CP), comprises the States of Aguascalientes and Zacatecas, as well as the arid zone of the States of San Luis Potosí, Guanajuato and Jalisco. Rainfall is the most important factor affecting crop production in this region. The objective of this study was to detect which species and cultivars have

<sup>1</sup> Estudio realizado en el CREZAS-CP en 1983.

<sup>2</sup> Profesor-Investigador y Becario, respectivamente, del CREZAS-CP hasta Junio de 1984. Actualmente Investigadores del INIFAP-ZAC. Apdo. Postal #18, Calera de V.R., Zac. C.P. 98500.

higher rain use efficiency, among corn (*Zea mays* L.), dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.), oat (*Avena sativa*), barley (*Hordeum vulgare*), colza (*Brassica* sp), sunflower (*Helianthus annuus*), millets (*Setaria*, *Panicum* y *Pennisetum*), sorghum (*Sorghum bicolor*), wheat (*Triticum aestivum*) and triticale (*Triticum* sp x *Secale cereale*). The experiment was located at Pánfilo Natera, Zacatecas, under rainfall conditions. Soil and climate factors were related to earliness, adaptation, yield and yield components. Oat cultivars were the best in rain use efficiency for grain and forage production; late maturity corn genotypes were also good for producing forage. Oat and barley cultivars, due to their earliness, also showed good responses. Some corn genotypes had good adaptation to the ecological conditions, of the area. The yield of some dry bean genotypes were very attractive due to local high grain prices. Sorghum, wheat and colza genotypes were not adapted to this environment. Early corn cultivars showed the highest harvest index, followed by some barley and triticale genotypes.

#### ADDITIONAL INDEX WORDS

Alternative crops, Arid regions, Water use efficiency, Harvest index.

#### INTRODUCCION

La mayor parte de la agricultura en México es de temporal; es decir, depende totalmente de la lluvia que se recibe *in situ*. En extensas áreas del país no se producen cosechas por precipitación escasa y mal distribuida. El régimen pluvial de la mayor parte del país se caracteriza por permitir el desarrollo de la agricultura de temporal en general de junio a octubre. En algunas zonas con buen temporal comienza a llover

en junio y en los meses siguientes las tormentas van gradualmente aumentando en frecuencia, intensidad y volumen, hasta alcanzar el máximo en septiembre. En otras, se presenta un período de sequía (canícula), que coincide en muchos casos con la floración de los cultivos; esto causa que los rendimientos sean afectados parcial o totalmente, dependiendo de la duración de éste. Lo anterior subraya la importancia de la precipitación pluvial sobre la producción de grano y forraje de los cultivos; por esa razón los objetivos del presente trabajo fueron: 1) Estudiar el comportamiento, bajo condiciones de temporal en Pánfilo Natera, Zac. y en comparación con los cultivos tradicionales de maíz y frijol, de diversas variedades de diez especies vegetales anuales con posibilidades de éxito en zonas áridas y semi-áridas; 2) Evaluar los genotipos involucrados en el presente estudio en cuanto a aprovechamiento del agua del suelo.

#### REVISION DE LITERATURA

Debido a que el presente estudio involucra doce especies vegetales y su relación con las condiciones climáticas, la revisión de literatura que se hizo y anota a continuación es un tanto general.

#### Condiciones Climáticas

##### Temperatura ambiente

Las temperaturas medias para el buen desarrollo de la avena, la cebada y el trigo varían de 15 a 31°C; las temperaturas mínimas, óptimas y máximas son: para la avena 4 a 5, 25 a 21 y 31 a 37°C, respectivamente; para la cebada 3 a 4, 28 a 40 y 40 a 50°C y para el trigo 2 a 4, 25 a 31 y 31 a 43°C (Anónimo, 1982).

Para trigo, Díaz (1953) señala que las temperaturas medias para una germinación normal están entre 4 y 5°C, la óptima para su desarrollo es 28°C y la máxima 40°C. Mela (1966) indica que 18 a 20°C es una temperatura adecuada para el espigamiento y la floración. Arnon (1972) menciona que la temperatura mínima para el desarrollo del trigo es de 3 a 4°C, la óptima 25°C y la máxima 32°C. FAO (1979) apunta que la temperatura media mínima para un adecuado desarrollo del trigo en invierno es 5°C y la media diurna de 15 a 20°C, para la madurez lo mejor son 18°C.

En cuanto a girasol, Viorel (1977) señala que las altas temperaturas en la etapa de floración son muy perjudiciales, que se desarrolla bien a temperaturas medias de 25 a 30°C, y aún crece normalmente a 13°C. Según FAO (1979), el girasol desarrolla bien bajo temperaturas medias diurnas entre 18 y 25°C. Robles (1980), para el cultivo de girasol considera como temperatura máxima 40°C, media óptima 20°C y mínima 10°C.

Según Shaw (1977), el maíz no desarrolla bien con temperaturas medias de verano inferiores a 19°C o inferiores a 13°C durante la noche. Chapman y Carter (1976) indican que las mejores regiones para el cultivo del maíz son donde por tres o cuatro meses seguidos las temperaturas medias oscilan entre 21 y 32°C y que hay poco desarrollo cuando las temperaturas medias son bajas (18°C). Mateo y Diehl (1978) señalan que en general temperaturas medias de 25 a 28°C son las óptimas para un buen desarrollo de las plantas cultivadas en verano. Robles (1982) señala como temperaturas óptimas para el desarrollo del maíz de 25 a 32°C.

Wall y Ross (1975) indican que las temperaturas mínimas para la ger-

minación del sorgo son de 7 a 10°C y para su desarrollo 15°C; las óptimas para el desarrollo son de 27 a 30°C. González (1977) anota que con 16.1°C el sorgo produjo el menor número de hojas y con 24.5°C el máximo. FAO (1980) menciona de 24 a 26°C como temperaturas óptimas para el sorgo y añade que tolera más que el maíz las temperaturas altas.

### Precipitación

Arnon (1972) señala a la cebada como un cultivo menos exigente de humedad que el trigo; indica como requerimiento mínimo de agua 200 a 250 mm.

García y de León (1978) anotan que la colza requiere de 450 a 500 mm de agua para completar su ciclo vegetativo; el 70% de ella la necesita en las etapas de floración a madurez. Robles (1980) indica que este cultivo requiere 500 mm de agua para su desarrollo.

La FAO (1979) menciona que las necesidades de agua para obtener una producción máxima de un frijol de 60 a 120 días de ciclo vegetativo van de 300 a 500 mm; también señala, al igual que Kohashi y Alfaro (1980), que la falta de agua ocasiona la caída de flores y ejotes pequeños. Quintero (1983) encontró que con 226 mm de precipitación, de los que 140 mm se recibieron de la siembra a la madurez, hubo genotipos de frijol de 84 días que produjeron más de 350 kg/ha de grano.

Para girasol, Robles (1980) anota entre 400 y 500 mm de precipitación durante el ciclo vegetativo para obtener buenos rendimientos. Román (1983) indica que este cultivo puede desarrollarse bien hasta con 250 mm de lluvia.

Doggett y Jowett (1966) encontraron

que el sorgo tuvo mejor comportamiento que el maíz con precipitaciones inferiores a 254 mm. Arnon (1972) y FAO (1979) anotan 500 a 800 mm como la precipitación requerida por el cultivo del maíz para obtener buenos resultados. Runge (1968) concluyó que la falta de agua afectó más al maíz desde los 25 días antes hasta 15 días después de la antesis; resultado semejante indica Shaw (1977), quien señala que la falta de humedad afecta más si ocurre durante la floración.

Arnon (1972) anota que los mijos en general producen cosecha donde por escasez de agua no lo hace el sorgo; indica que los mijos precoces requieren 220 mm de agua para producir cosecha, los intermedios de 350 a 450 mm y los de 3.5 meses de 400 a 800 mm.

Arnon (1972) señala que un suelo de 100 cm de profundidad, bien humedecido, contiene el agua mínima para que el sorgo produzca cosechas considerables; de 100 a 150 cm el agua contenida es suficiente para cosechas favorables; más de 150 cm son suficientes para cosechas altas; el mismo autor indica que se obtuvieron buenas cosechas con lluvias de 400 a 570 mm. La FAO (1979) indica que sorgos de 110 a 130 días de ciclo vegetativo requieren de 450 a 650 mm de agua para producir una buena cosecha.

Arnon (1972) indica que los trigos precoces alcanzan su desarrollo completo en Australia con 250 a 375 mm de lluvia. El mismo autor señala que una regular distribución de la lluvia es más importante para el rendimiento que el registro total de ella. La FAO (1979) anota que 450 a 600 mm son suficientes para cubrir los requerimientos de agua del trigo. Aguirre y Escalante (1981) encontraron que el trigo produjo más de 400 kg/ha donde no se cosechó nada de maíz y frijol

debido a la escasa e irregular precipitación.

El CIMMYT (1976) y Moreno (1983) señalan que el triticale ha producido más cosecha que el trigo bajo condiciones de escasez de agua.

## MATERIALES Y METODOS

### Localidad de prueba

Para llevar a cabo el presente estudio, se establecieron dos experimentos bajo temporal en el ejido Pánfilo Natera, Zacatecas, localidad que según SPP (1981 se localiza en el Sureste del Estado, a los 22°40' de latitud Norte y 102°06' de longitud Oeste, con una altitud de 2,100 msnm; su clima corresponde a la fórmula BS<sub>1</sub>kw, que pertenece al subtipo de los semisecos templados; la precipitación media anual es de 400 a 500 mm y la temperatura media anual de 16°C. Los suelos son aluviales de color rojo, café rojizo y café, posiblemente de la categoría de los "Chestnut" (Rzedowski, 1957). Profundidad del suelo menor de 45 cm, bajo contenido de materia orgánica (0.4%) y textura migajón arenoso. Los experimentos se ubicaron en terrenos del Sr. Refugio Loera Carrera.

### Material Genético

El material genético utilizado se muestra en el Cuadro 1. En cuanto a frijol los primeros 20 son producto de colectas hechas por el CREZAS-CP, en cambio los últimos seis de la lista fueron proporcionados por el CIANOC-INIA<sup>3</sup> y se consideraron como material de referencia; los primeros seis genotipos del listado de maíz también son producto de colectas del CREZAS-CP y el resto fueron propor-

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas; actualmente INIFAP.

Cuadro 1. Genotipos usados en el estudio, Pánfilo Madera, Zac. 1983.

| Genotipo                                       | Tipo             | Genotipo                                       | Tipo            | Genotipo                                       | Genotipo |
|------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|----------|
| <u>FRIJOL</u><br>( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) |                  | <u>FRIJOL</u><br>( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) |                 | <u>GIRASOL</u><br>( <i>Helianthus annuus</i> ) |          |
| CGV-7                                          | Bayo             | Col. 110                                       | Ojo de Liebre   | Cernianka Original                             | A-58     |
| CGV-5                                          | Pinto Texano     | F-6                                            | Flor de Mayo    | Cernianka Precoz                               | B-22     |
| CGV-14                                         | -                | CGV-24                                         | Bayo Río Grande | Cernianka Tardío                               | B-33     |
| CGV-13                                         | Alubia           | S-37                                           | -               | Mayak                                          | B-52     |
| F-20                                           | Ojo de Liebre    | CGV-12                                         | Negro           | Ienissei                                       | P-38     |
| CGV-18                                         | Flor de Mayo     | F-29                                           | Negro San Luis  | Krasnodarets                                   | P-42     |
| F-5                                            | Apetito          | Col. 101                                       | Apetito         | Vimpel                                         | H-204    |
| CGV-1                                          | Bayo Gordo       | II-330A-MRP-2-1                                | -               | H-304                                          | H-220    |
| F-46                                           | Canario          | II-783-M-II-V                                  | -               | Saffola-304                                    | H-221    |
| CGV-25                                         | Canario          | Canario 101                                    | Canario         | IS-894                                         | H-222    |
| CGV-10                                         | Negro Castaño    | Canario 72                                     | Canario         | IS-897                                         | VS-201   |
| CGV-20                                         | Grullo           | Bayo Zacatecas                                 | Bayo            | Cargil-204                                     | VS-202   |
| CGV-8                                          | Bayo Duranguense | Pinto Nacional                                 | Pinto           | Issanka                                        | CAFINE   |

| Genotipo                                   | Genotipo                                | Genotipo                                                            | Genotipo                                    | Genotipo                               |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| <u>SORGO</u><br>( <i>Sorghum bicolor</i> ) | <u>AVENA</u><br>( <i>Avena sativa</i> ) | <u>TRITICALE</u><br>( <i>Triticum</i> spp x <i>Secale cereale</i> ) | <u>CEBADA</u><br>( <i>Hordeum vulgare</i> ) | <u>COLZA</u><br>( <i>Brassica</i> spp) |
| Asgrow Doble 1x                            | Páramo                                  | Caborca Icl-79                                                      | Centinela                                   | Polish                                 |
| Asgrow Bravo                               | Tarahumara                              | Caborca Icl-79                                                      | Puebla                                      | Pachuca                                |
| Asgrow Jade                                | Diamante R-31                           | Roquillo                                                            | Ensenada                                    | Span                                   |
| Emerald                                    | Tulancingo                              | RGC-4* IA-820/LNC                                                   | M-9606                                      |                                        |
| Jumbo-C                                    |                                         | C-T80081 3C-3R-OC                                                   | Apizaco-36                                  |                                        |
| NK-180                                     |                                         | M-175                                                               | M-9708A                                     |                                        |
| CMPTD-50DF                                 |                                         |                                                                     | Cerro Prieto                                |                                        |
| YA-110                                     |                                         |                                                                     |                                             |                                        |
| 13-PL                                      |                                         |                                                                     |                                             |                                        |
| 15-PL                                      |                                         |                                                                     |                                             |                                        |
| 18-PL                                      |                                         |                                                                     |                                             |                                        |
| 19-PL                                      |                                         |                                                                     |                                             |                                        |

| Genotipo                               | Genotipo                       |
|----------------------------------------|--------------------------------|
| <u>TRIGO</u><br>( <i>Triticum</i> spp) | <u>MIJO</u>                    |
| México M-82                            | INIA-296 ( <i>Pennisetum</i> ) |
| Jupateco F-73                          | INIA-306 ( <i>Pennisetum</i> ) |
| Cleopatra VS-74                        | INIA-424 ( <i>Pennisetum</i> ) |
| CIANO Y-79                             | INIA-444 ( <i>Pennisetum</i> ) |
| Mixteco S-82                           | 1034 ( <i>Pennisetum</i> )     |
| Zacatecas VI-74                        | NESE-20 ( <i>Setaria</i> )     |
| Tesla F-79                             | NESE-25 ( <i>Setaria</i> )     |
| CGV-36                                 | NESE-61 ( <i>Setaria</i> )     |
|                                        | IPN-702 ( <i>Panicum</i> )     |
|                                        | IPN-982 ( <i>Panicum</i> )     |

cionados por el CIANOC-INIA como material de referencia; los primeros seis genotipos del listado de sorgo se consiguieron con casas comerciales y el resto con el INIA; el trigo CGV-36 es una colecta del CREZAS-CP y el resto, al igual que todos los genotipos de girasol, avena, cebada, triticale, colza y mijo, los proporcionó el INIA.

#### Diseño Experimental

Se establecieron dos experimentos, utilizando diseños de parcelas divididas con dos repeticiones; en ambos se tomaron como parcelas mayores las especies y como menores los genotipos; en el primer experimento se sembraron los genotipos de frijol, girasol, maíz y sorgo y en el segundo el resto de especies.

La parcela experimental constó de cuatro surcos de seis metros de longitud y 80 cm de ancho en el primer experimento y de 20 cm de ancho en el segundo, excepto en la colza que fue de 30 cm. Como parcela útil se usaron los dos surcos centrales.

#### Prácticas de manejo

Se sembró a mano entre el 7 y 8 de julio de 1983, después de establecido el temporal. La preparación del suelo para la siembra consistió solamente de un rastreo; posterior a la misma se llevaron a cabo dos escardas y un deshierbe manual.

#### Toma de datos

Se midió la profundidad del suelo y se tomaron muestras del suelo antes de la siembra para hacer determinaciones físico-químicas. Posteriormente se registraron datos fenológicos de acuerdo a la especie, entre ellos días a emergencia, a espiga-

miento, a floración y madurez fisiológica; altura de planta; número de hojas; etc.; así como datos de temperatura ambiente y de precipitación. También se registró periódicamente la temperatura y la humedad del suelo a diversas profundidades.

Para medir el rendimiento se cosechó, de acuerdo a la precocidad de los genotipos, del 3 de octubre al 11 de noviembre de 1983. en girasol y maíz se cosecharon 10 plantas con competencia completa; en las demás especies se cosecharon 5 m lineales con la densidad de plantas recomendadas por el INIA, salvo en sorgo donde solamente se pudieron cosechar 3 m por falta de población. Los rendimientos consignados fueron obtenidos después de secar muestras por 72 horas a 60°C. Se midieron los componentes del rendimiento en dos genotipos de cada especie, uno precoz y otro no.

#### Procesamiento de los datos

Para observar posibles diferencias entre los rendimientos, se llevaron a cabo análisis de varianza bajo la metodología del diseño jerárquico y la prueba "t" de Student cuando fue requerido. En forraje no se tomaron en cuenta el frijol ni la colza. También se efectuaron análisis de correlación entre el rendimiento y algunas etapas fenológicas de algunas de las especies, así como con los componentes del rendimiento<sup>4</sup>.

La estimación de la Eficiencia en el Uso del Agua (EUA) se calculó de acuerdo a Chapman y Carter (1976), dividiendo el rendimiento de materia

<sup>4</sup> En el presente artículo no se presenta toda la información obtenida en el estudio por razones de espacio; la totalidad está en Pajarito (1984).

seca obtenido por hectárea, entre el promedio de días de la siembra a la madurez fisiológica y entre los milímetros de lluvia registrados en esos días; de esta manera, la estimación de la EUA se da en gramos/hectárea/día/mm. Para tal fin, se consideró como madurez fisiológica en general cuando las dos terceras partes del cultivo estaba seco o amarillento; esta observación fue visual.

## RESULTADOS

Los rendimientos medios de grano y forraje obtenidos con cada especie se muestran en los Cuadros 2 y 3.

En el Cuadro 2 se aprecia que los cuatro cultivos de escarda incluidos, maíz, girasol, sorgo y frijol, rindieron estadísticamente lo mismo en cuanto a grano. Numéricamente el maíz y girasol superaron en más del 30% al sorgo y todos en más de 60% al frijol. En cuanto al forraje, el girasol y maíz produjeron estadísticamente igual y superaron al sorgo.

En el Cuadro 3 se observa que no se detectó diferencia significativa en el rendimiento de grano entre las seis especies incluidas en el segundo experimento, no obstante que el rendimiento de la coiza fue notoriamente más bajo que el de las otras especies. Numéricamente avena, cebada y triticale rindieron en promedio más de mil kilogramos por hectárea de grano. En cuanto a forraje, la avena y el mijo fueron los más productivos, seguidos del triticale.

En los Cuadros 4 y 5 se presenta diversa información tanto de los genotipos más rendidores de cada especie en el presente estudio, así como de los penúltimos y/o últimos por rendimiento de grano; esto para obtener, en la penúltima columna de tales

cuadros una estimación de la EUA de esos genotipos; también se muestra el índice de cosecha de ellos.

En el Cuadro 4 puede observarse que la mayor EUA en cuanto a grano se obtuvo con los genotipos de maíz VS-202 y H-204 y con el girasol IS-897. En cuanto a forraje, la mayor EUA la mostró el maíz P-38 seguido del girasol IS-897 y el maíz B-33; estos genotipos fueron de los más tardíos en general, no así los maíces VS-202 y H-204 que mostraron ser más precoces. En índice de cosecha, los maíces VS-202 y H-204 presentaron los valores más altos.

En el Cuadro 5 puede apreciarse que en grano entre las especies evaluadas ahí, los mayores valores en EUA se obtuvieron con los genotipos de avena y cebada; en forraje la más alta EUA se obtuvo con genotipos de avena y mijo (*Pennisetum*). En cuanto a índice de cosecha, los valores más altos correspondieron a dos de los tres genotipos de cebada, seguidos por algunos de triticale, mijo (*Panicum*) y trigo. En general, la mayor EUA para la producción de grano correspondió a genotipos precoces; no sucedió así en la EUA para forraje, ni para el índice de cosecha, en los que no se aprecia alguna relación con la precocidad.

En la Figura 1 se muestra la disponibilidad de humedad que había en el periodo de floración de cada especie. Se puede apreciar que una baja disponibilidad de agua en el suelo coincidió con una parte del periodo de floración del frijol, mijo y triticale; asimismo coincidió con el embuche en trigo y el inicio de la floración en girasol y maíz. En esta misma Figura 1 se puede observar que los porcentajes de humedad del suelo a capacidad de campo y porcentaje de marchitamiento permanente son bajos

Cuadro 2. Rendimiento medio de grano y forraje de cuatro especies sembradas bajo temporal en Pánfilo Natera, Zac. 1983.

| Especie | Rendimiento en materia seca (kg/ha) |         |
|---------|-------------------------------------|---------|
|         | Grano                               | Forraje |
| Maíz    | 1146 a                              | 3283 a  |
| Girasol | 1117 a                              | 3350 a  |
| Sorgo   | 806 a                               | 3060 b  |
| Frijol  | 490 a                               | -       |

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente según la t de Student al 5% de probabilidad.

Cuadro 3. Rendimiento medio de grano y forraje de seis especies sembradas bajo temporal en Pánfilo Natera, Zac. 1983.

| Especie   | Rendimiento en materia seca (kg/ha) |         |
|-----------|-------------------------------------|---------|
|           | Grano                               | Forraje |
| Avena     | 1169 a                              | 2623 a  |
| Cebada    | 1066 a                              | 1903 c  |
| Triticale | 1004 a                              | 2127 b  |
| Trigo     | 918 a                               | 1916 c  |
| Mijo      | 857 a                               | 2619 a  |
| Colza     | 122 a                               | -       |

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente según la t de Student al 5% de probabilidad.

Cuadro 4. Estimación de la Eficiencia en el Uso del Agua (EUA) con base en materia seca de grano y forraje de los genotipos más sobresalientes de cuatro especies sembradas bajo temporal en Pánfilo Natera, Zac. 1983.

| Genotipo         | Rendimiento<br>(kg/ha) |         | Días a<br>Madurez<br>Fisiológica | Precipita-<br>ción (mm) | EUA <sup>1</sup><br>(g/ha/día/mm) |         | Indice de<br>cosecha |
|------------------|------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------|
|                  | Grano                  | Forraje |                                  |                         | Grano                             | Forraje |                      |
| <b>FRIJOL</b>    |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| CGV-10           | 853                    | -       | 120                              | 255                     | 27                                | -       | -                    |
| Col. 110         | 694                    | -       | 139                              | 272                     | 18                                | -       | -                    |
| F-5              | 608                    | -       | 104                              | 244                     | 23                                | -       | -                    |
| CGV-18           | 582                    | -       | 99                               | 235                     | 25                                | -       | -                    |
| Pinto Nal-71     | 340                    | -       | 72                               | 181                     | 26                                | -       | -                    |
| <b>GIRASOL</b>   |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| IS-897           | 1,742                  | 6,653   | 131                              | 272                     | 48                                | 186     | 0.21                 |
| IS-894           | 902                    | 2,458   | 121                              | 244                     | 29                                | 79      | 0.27                 |
| Cernianka Precoz | 641                    | 1,144   | 114                              | 255                     | 22                                | 39      | 0.36                 |
| <b>MAIZ</b>      |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| VS-202           | 1,924                  | 1,555   | 123                              | 269                     | 58                                | 46      | 0.55                 |
| H-204            | 1,731                  | 1,933   | 118                              | 255                     | 57                                | 64      | 0.47                 |
| P-38             | 908                    | 6,851   | 121                              | 272                     | 25                                | 192     | 0.12                 |
| B-33             | 424                    | 5,840   | 131                              | 272                     | 11                                | 163     | 0.07                 |
| <b>SORGO</b>     |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| NK-180           | 1,135                  | 2,207   | 131                              | 272                     | 31                                | 61      | 0.34                 |
| 18-PL            | 740                    | 1,263   | 131                              | 272                     | 20                                | 35      | 0.37                 |
| Asgrow Bravo     | 0                      | 3,595   | 131                              | 272                     | -                                 | 100     | 0.00                 |

<sup>1</sup> EUA. Eficiencia en el Uso del Agua.

Cuadro 5. Estimación de la Eficiencia en el Uso del Agua (EUA) con base en materia seca de grano y forraje de los genotipos más sobresalientes de seis especies sembradas bajo temporal en Pánfilo Natera, Zac. 1983.

| Genotipo                       | Rendimiento<br>(kg/ha) |         | Días a<br>Madurez<br>Fisiológica | Precipita-<br>ción (mm) | EUA <sup>1</sup><br>(g/ha/día/mm) |         | Índice de<br>cosecha |
|--------------------------------|------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------|
|                                | Grano                  | Forraje |                                  |                         | Grano                             | Forraje |                      |
| <b>AVENA</b>                   |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| Tarahumara                     | 1,502                  | 3,575   | 88                               | 235                     | 72                                | 172     | 0.30                 |
| Páramo                         | 1,435                  | 2,750-  | 79                               | 235                     | 77                                | 148     | 0.34                 |
| Diamante R-31                  | 937                    | 3,150-  | 78                               | 235                     | 51                                | 117     | 0.23                 |
| <b>CEBADA</b>                  |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| Ensenada                       | 1,450                  | 1,962   | 81                               | 235                     | 76                                | 103     | 0.42                 |
| M-9708A                        | 990                    | 1,337   | 76                               | 210                     | 62                                | 83      | 0.43                 |
| Centinela                      | 917                    | 1,875   | 88                               | 235                     | 44                                | 90      | 0.33                 |
| <b>MIJO</b>                    |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| NESE-25 ( <i>Setaria</i> )     | 1,025                  | 3,002   | 102                              | 244                     | 41                                | 120     | 0.25                 |
| INIA 424 ( <i>Pennisetum</i> ) | 947                    | 4,555   | 126                              | 269                     | 27                                | 134     | 0.17                 |
| IPM-982 ( <i>Panicum</i> )     | 825                    | 1,500   | 85                               | 235                     | 41                                | 75      | 0.35                 |
| <b>TRIGO</b>                   |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| Zacatecas VT-74                | 1,065                  | 1,995   | 105                              | 244                     | 41                                | 77      | 0.35                 |
| México M-82                    | 940                    | 1,897   | 105                              | 244                     | 36                                | 74      | 0.33                 |
| CIANO T-79                     | 772                    | 1,990   | 115                              | 255                     | 26                                | 67      | 0.28                 |
| <b>TRITICALE</b>               |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| M-175                          | 1,225                  | 2,840   | 122                              | 269                     | 27                                | 86      | 0.30                 |
| Roquillo                       | 1,197                  | 2,022   | 99                               | 235                     | 51                                | 86      | 0.37                 |
| Caborca TCL-79                 | 1,075                  | 1,825   | 98                               | 235                     | 46                                | 79      | 0.37                 |
| <b>COLZA</b>                   |                        |         |                                  |                         |                                   |         |                      |
| Span                           | 134                    | -       | 84                               | 235                     | 6                                 | -       | -                    |
| Polish                         | 110                    | -       | 83                               | 235                     | 5                                 | -       | -                    |

<sup>1</sup> EUA. Eficiencia en el Uso del Agua.

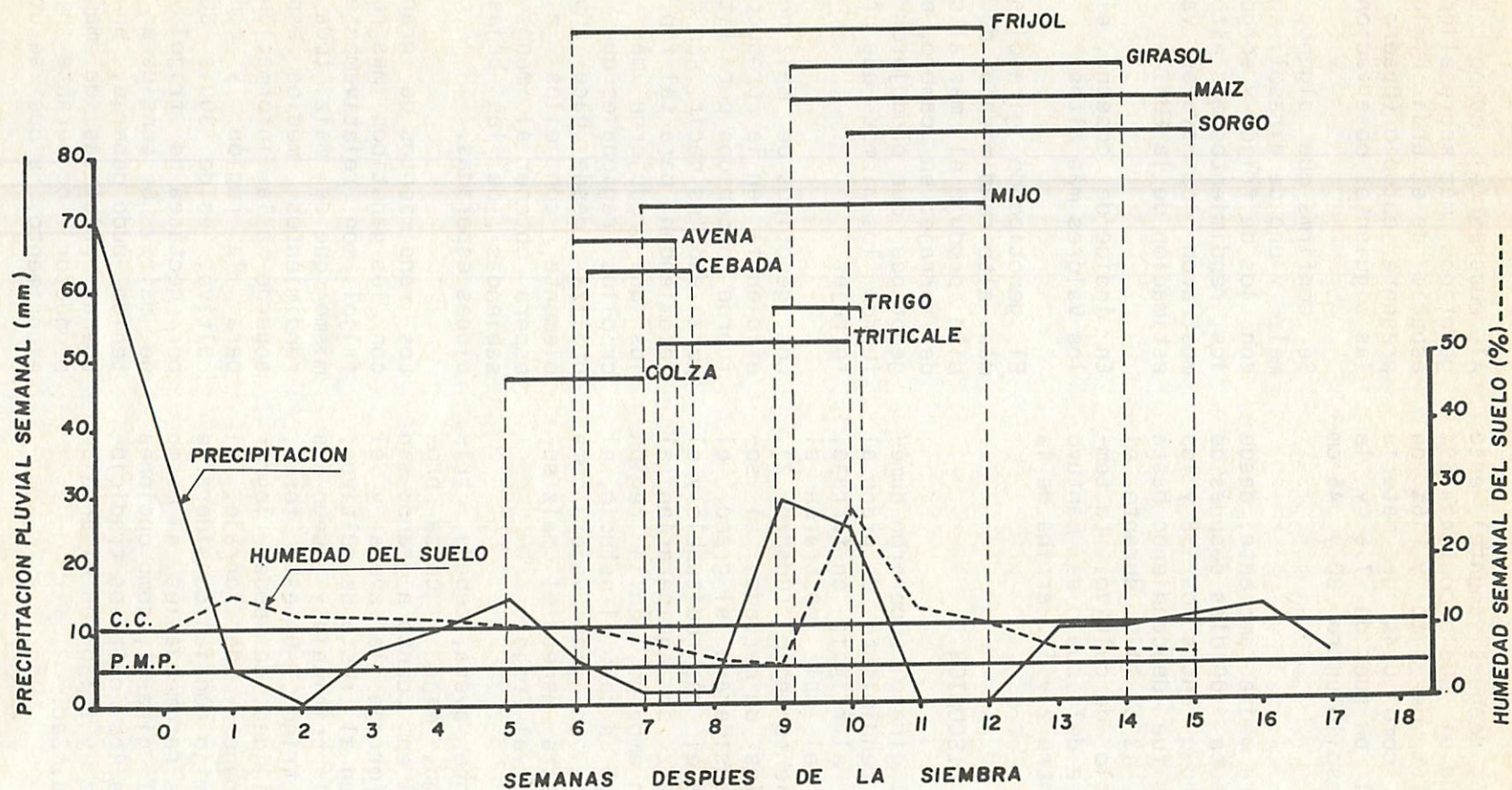


Figura 1. Época de floración de las especies evaluadas y su relación con la disponibilidad de agua en siembra de temporal en Pánfilo Natera, Zac. en 1983.

(10.45 y 5.75, respectivamente); esto se debe a que el suelo contenía 69% de arena, 15% de limo y 16% de arcilla, así como 0.4% de materia orgánica. El pH fue de 7.5 y la profundidad osciló entre 30 y 45 cm en general.

La temperatura media ambiente, desde la siembra hasta 100 días después de ella, se mantuvo entre los 18 y los 23°C; después fue descendiendo hasta llegar a los 13 o 14°C durante el resto del ciclo de cultivo. La temperatura media del suelo se mantuvo en general entre 2 y 5°C arriba de la ambiente.

### DISCUSION

El maíz y el girasol superaron numéricamente en rendimiento de grano al sorgo y éste al frijol; en forraje, el girasol y el maíz mostraron el mayor rendimiento medio (Cuadro 2). Con los precios de mercado, si solamente se considerara el grano, el girasol sería el más redituable y el frijol y maíz se equipararían al respecto; sin embargo, en la región donde se llevó a cabo el estudio, el rastrojo tiene un gran valor como forraje, de esta manera el maíz supera al sorgo y al frijol.

Estadísticamente avena, cebada, triticale, trigo, mijo y colza produjeron igual en cuanto a grano; sin embargo, en forraje la avena y el mijo superaron al resto de cultivos; les siguió el triticale y luego la cebada y el trigo. De esta forma, por la posibilidad de poder lograr cosecha de grano y de forraje, el avena y el mijo podrían considerarse como cultivos recomendables, al mismo tiempo que el girasol, como opciones adicionales a los cultivos tradicionales de maíz y frijol en el área de Pánfilo Natera, Zac.

Al observar el comportamiento de los genotipos más sobresalientes de cada especie de escarda involucrados en el presente estudio (Cuadro 4), se hacen las siguientes observaciones:

Se confirma que algunos genotipos de maíz y uno de girasol, en comparación con los de frijol y sorgo, produjeron los rendimientos más altos de grano y mostraron los mayores valores en la estimación de la EUA.

En índice de cosecha, el maíz mostró los valores más altos.

El genotipo de girasol que mostró el más alto rendimiento de grano, también produjo el más alto rendimiento de forraje; en cambio, en maíz los genotipos que produjeron más grano no fueron los mismos que produjeron más forraje.

Los genotipos de maíz que mostraron eficiencia en la producción de grano fueron obtenidos por fitomejoradores para eso; es decir, son de los que se recomiendan para tal fin. En cambio, los que produjeron más forraje son criollos regionales que el productor utiliza desde hace años, y posiblemente con ellos el agricultor espera obtener al menos forraje, a sabiendas de las bajas precipitaciones esperadas.

Los rendimientos de grano alcanzados con los genotipos más rendidores de frijol son relativamente altos, lo mismo que de maíz, toda vez que los rendimientos medios esperados, de acuerdo a la información estadística para la región y condiciones de cultivo, es de 300 a 500 kilogramos por hectárea de frijol y 500 a 1000 de maíz. Se considera que lo obtenido pudo deberse, en parte, a las buenas prácticas de manejo que el productor cooperante hizo en el experimento, a que se utilizaron las

densidades de siembra recomendadas y a la fertilización. Asimismo, debe considerarse que se emplearon genotipos adaptados a las condiciones ecológicas regionales: en el caso de los criollos, porque han sido seleccionados por los campesinos bajo esas condiciones; por lo que se refiere a los mejorados sobresalientes, porque se derivaron de colectas regionales también adaptadas.

Del otro grupo de cultivos (Cuadro 5), algunos genotipos de avena, cebada y triticale, produjeron numéricamente los más altos rendimientos de grano y, en términos generales, se aprecia que estos mismos y algunos mijos produjeron los más altos rendimientos de forraje. Los genotipos más sobresalientes en EUA pertenecen a avena y cebada, y son de los más precoces en términos generales; semejante situación se observa en los genotipos de mijo y triticale en cuanto a rendimiento y EUA, no así en precocidad. Puede decirse que las variedades probadas de colza no se adaptaron a las condiciones ambientales del presente estudio.

Si se hace una comparación visual de los resultados del Cuadro 4 con los del Cuadro 5, se observa que no obstante que dos genotipos de maíz y uno de girasol produjeron numéricamente más grano por hectárea que los genotipos más rendidores de avena y cebada, los valores de las estimaciones de los EUA de éstos son mayores que los de aquellos, debido a la mayor precocidad de la avena y la cebada. en cuanto a forraje no ocurre lo mismo, ya que no obstante que los genotipos de girasol y maíz con alta EUA son más tardíos que los de más alta EUA de avena, su rendimiento unitario de forraje es casi del doble.

Parte de la explicación de la mayor

EUA de algunos genotipos de avena y cebada se puede apreciar en la Figura 1; la etapa de floración de estos cultivos no coincidió con falta de agua en suelo, como sucedió al menos con algunos genotipos de otras especies, salvo la colza que, no obstante que su floración no coincidió con falta de agua, tuvo mal comportamiento. La falta de agua en el suelo coincidió plenamente con la etapa de floración o el inicio de ésta en algunos genotipos de trigo, triticale y mijo; así como el inicio de la floración de los genotipos precoces de maíz y girasol. También afectó, seguramente, al menos en parte, a genotipos de frijol, porque la etapa de floración del frijol normalmente es bastante mayor que la de las demás especies probadas, con ello, el efecto negativo que la falta de agua ocasiona al rendimiento de grano se ve reducido, porque solamente abarca una parte de esa etapa. Como es imposible predecir la precipitación en cantidad y distribución, de acuerdo a los resultados del presente estudio y para las condiciones climáticas de la región donde se llevó a cabo, resulta que genotipos precoces, tal vez efímeros, de 80 a 90 días a madurez, eficientes en el uso del agua y adaptados, son los que pueden asegurar cosecha a los productores. Esto se reafirma al observar las características de los suelos de la región, indicadas en el capítulo de Materiales y Métodos; dichas características provocan una baja capacidad de retención de humedad; parte del agua que precipita se escurre por encima o por el "tepetate", o bien se evapora con más facilidad que si hubiera más materia orgánica o se tratara de una textura con más arcilla. En parte, por esas mismas características, como se observa en la Figura 1, los porcentajes de humedad del suelo a capacidad de campo (10.45) y a punto de marchita-

miento permanente (5.75) fueron muy bajos; esto deja poco margen para la utilización de agua.

En los primeros 100 días de los cultivos en general, las temperaturas medias ambientales fueron inferiores a 20°C, por lo que se refiere al suelo resultaron inferiores a 25°C; esto pudo haber afectado negativamente más al sorgo y algunos mijos por tratarse de cultivos procedentes de lugares cálidos; sin embargo, la precocidad de algunos genotipos de mijo, y la no coincidencia de su etapa de floración con sequía, les permitió mostrar una regular EUA en la producción de grano. Aunque la literatura indica como temperaturas medias óptimas para un buen desarrollo de maíz a 21°C o más, el hecho de que algunos genotipos de estas especies hayan sobresalido en la producción de grano a temperaturas más frescas, seguramente se debe a la adaptación que existe de los mismos a las condiciones ambientales de la región.

### CONCLUSIONES

El comportamiento de las especies en función del rendimiento, EUA e índice de cosecha fue diferente.

El ambiente influyó en forma diferente sobre el comportamiento de las especies probadas y genotipos dentro de especies.

El maíz sobresalió por su adaptación y rendimiento; la avena y cebada por su precocidad y un genotipo de girasol por su rendimiento de grano y forraje. Algunos genotipos de triticale y mijo también sobresalieron sobre todo por su precocidad.

La mayoría de los genotipos probados de sorgo y trigo, así como los de colza, mostraron insuficiente adaptación a las condiciones ecológicas

bajo las que se llevó a cabo el presente estudio.

Los cereales de grano pequeño, en general, incluyendo a los mijos, así como el girasol, pueden ser buenas alternativas de cultivos de temporal en el área donde se efectuó el estudio.

### BIBLIOGRAFIA

Aguirre R., J.R. y A.A. Escalante. 1981. Evaluación de 26 variedades de trigo, tres variedades de triticale y una variedad de cebada en la zona temporalera de Villa de Arriaga, S.L.P. En: Avances en la Enseñanza y la Investigación 1981. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 19.

Anónimo. 1982. Cultivos Oleaginosos. SEP. Área de Producción Vegetal. Ed. Trillas. México. pp. 41-48 y 59-66.

Arnon, I. 1972. Crop Production in Dry Regions. Vol. II. Leonard Hill. London. 1972. pp. 1-184.

CIMMYT. 1976. CIMMYT Hoy, Trigo x Centeno = Triticale. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. Vol. 5. pp. 13-14.

Chapman, S.R. and L.P. Carter. 1976. Crop Production: Principles and Practices. W.H. Freeman and Company. Sn. Francisco, California. pp. 122-344.

Díaz del Pino, A. 1953. Cereales de Primavera. Ed. Salvat, S.A. Barcelona-Madrid, España. 654 p.

Doggett, H. and D. Jowett. 1966. Yield of maize, sorghum varieties and sorghum hybrids in the East African Lowland. In: Grain Maize: Environmental Factors: Precipitation. Agric. Sci. Camb. 1966-67, Sarere, Soroti, Uganda. 1, 31-9.

- FAO. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje No. 33. Roma, Italia. pp. 83-158.
- FAO. 1980. Improvement and production of maize, sorghum and millet. Vol. 2 Breeding, Agronomy and Seed Production. Rome, Italy 1980. pp. 144-145.
- García R., M. y R. de León 1978. La colza oleaginosa. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. Folleto No. 5038.
- González H., V.A. 1977. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo y el crecimiento del sorgo para grano (*Sorghum bicolor*, Moench). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 94 p.
- Kohashi S., J. y M. Alfaro. 1980. Efecto de la temperatura en la abscisión de vainas y en el aborto de semillas de *Phaseolus vulgaris* L. En: Avances en la Enseñanza y la Investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. pp. 10-11.
- Mateo B., J.M. y R. Diehl. 1978. Fitotecnica General. 2a. ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 814 p.
- Mela, M.P. 1966. El Suelo y los Cultivos de Secano. 2a. ed. Ed. Agrociencia. Zaragoza, España. 682 p.
- Moreno G., R. 1983. Conozca más sobre triticales. NOTICIA MEC. Vol. II. Núm. 3. SARH-INIA-CIA MEC. México. pp. 1-6.
- Pajarito R., A. 1984. Estudio de diez especies vegetales anuales y variedades dentro de especies bajo secano en Pánfilo Natera, Zac. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. 203 p.
- Quintero R., A. 1983. Estudio de genotipos criollos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo el sistema de producción de cosechas de secano en planicies en Pozo de Gamboa, Mpio. de Pánuco, Zac. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. 82 p.
- Robles S., R. 1980. Producción de Oleaginosas y Textiles. Ed. Limusa. México. 442 p.
- \_\_\_\_\_. 1982. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa. 3a. Ed. México. 592 pp.
- Román F., A. 1983. Evaluación de 10 genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.) y la relación entre sus componentes de rendimiento bajo temporal en los Llanos de Durango. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1. Durango, Dgo. 82 p.
- Runge, E.C.A. 1968. Effects of rainfall and temperature interactions during the growing season on corn yield. In: Grain Maize. Environmental Factors: Precipitation. Agron. 60. No. 5, 503-507.
- Rzedowski, J. 1957. Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Tomo XVIII. Núms. 1-4. Dic. 1957. pp. 49-56.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Atlas Nacional del Medio Físico. Carta de Climas (Köppen, 1936) modificada por García (1973). Esc. 1:1 000 000. México. p. 90.
- Shaw, R.H. 1977. Climatic requirement. In: Corn and Corn Improvement Sprague, G.F. (ed). Amer. Soc. Agron., Inc., Publisher. Madison, Wisconsin, USA. pp. 591-623.

**Viorel, A. 1977.** El Girasol. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 7-379.

**Wall, J.S. y W.M. Ross. 1975.** Producción y Usos del Sorgo. Traducción de Andrés O. Bottaro. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 399 p.