

## ADAPTACION Y MANEJO DEL SORGO Y MIJO PERLA EN CONDICIONES DE TEMPORAL DEFICIENTE EN AGUASCALIENTES\*

Alfonso PEÑA RAMOS<sup>1</sup>

Salvador MARTIN DEL CAMPO VALLE<sup>1</sup>

Carlos A. JIMENEZ GONZALEZ<sup>1</sup>

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta de una variedad de mijo perla, *Pennisetum americanum* y otra de sorgo, *sorghum bicolor* L. M. en diferentes métodos y densidades de siembra bajo condiciones de temporal deficiente en Aguascalientes, México. El trabajo se estableció en 1987, 1988 y 1990 en terrenos del INIFAP del tipo planosol de 30 cm de profundidad. Se estudiaron tres métodos de siembra en hilera (en plano, al fondo del surco y lomo del surco) y un método "al voleo". La siembra sobre el lomo del surco se incluyó todos los años y los demás métodos sólo uno. Se evaluaron cuatro densidades: 3, 6, 9 y 12 kg de semilla/ha. Ninguno de los métodos de siembra presentó ventajas para disminuir los problemas de emergencia de las especies ocasionados por encostramiento del suelo. El método de siembra "al voleo" no tuvo éxito, y el rendimiento de grano de las especies fue nulo, comparado con 974 kg/ha en siembras en hilera. El sorgo superó al mijo en rendimiento de grano y materia seca a través de años y densidades. En el año más seco, el sorgo produjo más grano (1,097 kg/ha) a menor densidad y en el año más húmedo, a mayor densidad (3,337 kg/ha); mientras que el mijo produjo poco e igual en todas las densidades y años (entre 358 y 787 kg/ha). Respecto a la materia seca, ambas especies tuvieron mayor producción a mayor densidad, tanto en años secos como en húmedos.

**Palabras clave:** *Sorghum bicolor* L. M., *Pennisetum americanum*, métodos de siembra, densidades de siembra, índice de cosecha.

\* Este artículo fue enviado al Comité Editorial del INIFAP, Área Agrícola el 28 de abril de 1994.

<sup>1</sup> M.C. Investigadores de maíz, sorgo y mijo. CEPAB-CIRNOC-INIFAP-SARH. A.P. 20 Pabellón, Ags. C.P. 20660.

## INTRODUCCION

En regiones de temporal eficiente, como es el caso de Aguascalientes, donde las pérdidas por sequía en los cultivos tradicionales son frecuentes, es importante buscar especies alternativas con mayores ventajas agronómicas, pero especialmente con una mayor capacidad para tolerar la sequía. También es necesario contemplar algunos aspectos de manejo que potencialicen la ventaja de esos cultivos, tales como la captación de agua de lluvia y los métodos y densidades de siembra, entre otros.

El mijo perla, *Pennisetum americanum* y el sorgo, *Sorghum bicolor* L. M. son especies que se consideran tolerantes a la sequía y adaptables a regiones donde la cantidad de lluvia es muy escasa, de tal manera que bajo estas condiciones muestran una alta probabilidad de obtención de cosechas. Estas consideraciones dieron pauta a que dichas especies se evaluaran en el presente trabajo, buscando asegurar mayor producción a través del uso de densidades de siembra y a la vez determinar si con algún método de siembra se puede mejorar la emergencia de las plántulas, ya que entre las especies de grano pequeño el encostramiento del suelo es un problema común en la región.

## REVISION DE LITERATURA

La introducción de especies resistentes a la sequía representa una opción viable en áreas donde las condiciones de precipitación pluvial limitan el crecimiento y producción de otros cultivos.

El sorgo es un cultivo que según algunos investigadores posee mayor resistencia a la sequía que el maíz. Uno de los caracteres de mayor importancia en el caso de sequías no prolongadas es la diferencia en potencial crítico de humedad, ya que Beadle *et al* (2), en 1973 observaron que el sorgo tolera déficits internos de agua más elevados que el maíz antes de cerrar los estomas, de tal manera que puede continuar la fotosíntesis a potenciales de humedad más bajos.

La plasticidad de desarrollo es otra característica que permite al sorgo ser más resistente a la sequía que el maíz. La falta de agua durante varios estadios del desarrollo de la panícula del sorgo puede causar una reducción severa en el número de granos, pero aun bajo estas condiciones, tal como lo aclaró Manjarrez (9) en 1986, las plantas emitirán panículas incompletas. Esto en

contraste con el maíz, en el que la falta de agua reduce inicialmente el tamaño de la mazorca y luego el número de plantas con mazorca como consecuencia de un retraso en la emergencia de los estigmas respecto al derramamiento de polen, debido a que las inflorescencias femenina y masculina se encuentran separadas.

El mijo perla es otra especie muy cultivada en regiones semiáridas donde, a decir de Masood *et al* (11) y Ali *et al* (1) en 1986, se han identificado materiales resistentes a la sequía, eficientes en la translocación de nutrimentos y con otras características favorables.

Actualmente se tienen algunas evidencias del comportamiento satisfactorio de estas dos especies bajo las condiciones ambientales de la región. Al respecto, Martín del Campo y Peña (10) en 1986 indicaron que en sorgo se han obtenido producciones de grano y materia seca que van desde 1.1 a 2.0 ton/ha y de 3.5 a 8.8 ton/ha, respectivamente en diferentes variedades. El mijo perla no se ha evaluado para grano, pero González y Tiscareño (7) en 1989 comentaron que su producción de materia seca es bastante aceptable, llegándose a obtener hasta 6.7 ton/ha. En los trabajos de sorgo señalados no se realizaron prácticas agronómicas adicionales que pudieran favorecer el uso más eficiente del agua y repercutir en una mayor expresión del potencial como ocurrió en el caso de mijo perla según explicaron González y Tiscareño (7) en 1989 y Rees (13) y Jones *et al* (8) en 1986.

La densidad de población es un aspecto del cultivo que en estas áreas debe tomarse en cuenta, dado que el empleo de grandes cantidades de plantas tiende a agudizar los problemas de sequía y de competencia por nutrimentos y por luz. De Loughery y Crookston (5) en 1979 observaron que en plantas de maíz desarrolladas bajo sequía, el índice de cosecha decreció severamente con el incremento de la densidad; sin embargo, en plantas que crecieron bajo riego, el índice de cosecha no se modificó con el cambio de la densidad. Rees (13) en 1986 señaló por su parte que en sorgo, al incrementarse la densidad de población, aumentó la eficiencia en el uso de agua, pero decreció la proporción de materia seca del grano.

Otros investigadores, entre quienes destacan De Loughery y Crookston (5) 1979; Genter y Camper (6) 1973; Bryant y Blaser (4) 1968, indicaron que bajo condiciones de humedad favorable, el incremento de la densidad de población no influyó significativamente en el rendimiento de grano de algunas variedades de maíz, pero sí disminuyó el tamaño de mazorca y aumentó la producción de materia seca.

En un trabajo realizado en sorgo bajo condiciones de buena humedad, Valdés y Carballo (14) en 1984 concluyeron que tampoco hubo efecto sobre el rendimiento de grano al incrementarse la densidad de siembra; con el distanciamiento entre surcos, sólo se observaron efectos en ciertas características de la planta. El tipo de suelo es otra característica que puede influir en la respuesta del sorgo a diferentes densidades de población. En relación con este aspecto, Jones *et al.* (8) en 1986 afirmaron que en un suelo franco arenoso se obtuvieron rendimientos más altos en sorgo con una densidad de 140,000 pl/ha; mientras que en un suelo areno-arcilloso, la mejor respuesta se obtuvo con 63,000 pl/ha.

Los resultados anteriores sugieren que las especies citadas responden diferente a la densidad de población, debido probablemente a su arquitectura, área foliar y a las condiciones ambientales en que se desarrollan las plantas.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron para el estudio las variedades de sorgo "VA-110" y de mijo perla, identificadas como sobresalientes en producción de grano y forraje respectivamente en las evaluaciones llevadas a cabo bajo condiciones de temporal en Aguascalientes. El ciclo biológico de la variedad de sorgo dura aproximadamente 125 días y la de mijo perla, 115 días.

Durante los ciclos de cultivo de temporal de 1987, 1988 y 1990 se estableció un experimento en terrenos de la Subestación Experimental de Sandoval, Ags. en un suelo planosol de textura media y profundidad de 30 a 40 cm, aproximadamente. Esta localidad ubicada a una altitud de 1,890 msnm se considera representativa de las condiciones ambientales de la región temporalera de Aguascalientes, donde llueve en promedio 345 mm durante la estación de crecimiento, con una distribución bastante errática que afecta principalmente las etapas reproductivas de los cultivos que ahí se siembran. Los experimentos se establecieron siempre al inicio de las lluvias, entre el 7 y 9 de julio.

En 1987 se evaluaron tres métodos de siembra en hilera: en plano, sobre el lomo del surco y en el fondo del surco. En 1988, solamente se sembró sobre el lomo del surco y se agregó el método de siembra al voleo. En 1990 se usó únicamente el método de siembra en hilera y sobre el lomo del surco. En los tres años se evaluaron además cuatro densidades de siembra: 3, 6, 9 y 12 kg de semilla/ha.

La evaluación se realizó bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. En 1987 y en 1988 se empleó un arreglo en parcelas subdivididas, donde las parcelas fueron los métodos de siembra, las subparcelas, las densidades de siembra y las sub-subparcelas las especies. En 1990 en que se utilizó sólo un método de siembra, el arreglo del diseño fue en parcelas divididas, en el que se consideró como parcela a las densidades y subparcelas a las especies.

La unidad experimental fue de cuatro surcos de 6.0 m de largo separados a 0.76 m, y como parcela útil sólo se consideraron 5.0 m de los dos surcos centrales. El método de siembra al voleo tuvo la misma área experimental y útil que los otros métodos.

El porcentaje de emergencia en todos los experimentos se determinó contando las plantas emergidas por parcela en relación con la cantidad de semilla sembrada. Asimismo, se registró la temperatura y la lluvia en los tres ciclos de evaluación y, con base en registros de 19 años, se calculó la probabilidad de ocurrencia de lluvias en el período julio a octubre para tres intervalos: <350, 351-450 y > 451 mm. La selección de estos intervalos se realizó procurando diferenciar con ello los años malos, regulares y buenos.

Se cuantificó el rendimiento de grano (Rend), la materia seca total (MST) y se calculó el índice de cosecha (IC) mediante la relación:  $\text{Rend (a 0 \% \text{ hum})} / \text{MST} \times 100$ .

Se realizó un análisis de varianza individual para cada año de evaluación y un análisis conjunto para todos los años, considerando sólo el método de siembra en hilera sobre el lomo del surco, debido a que fue el único constante todos los años.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Características ambientales.*

De acuerdo con la cantidad y distribución de la lluvia registrada en cada uno de los años de evaluación (Figura 1), se deduce que se tuvo un buen nivel exploratorio ambiental.

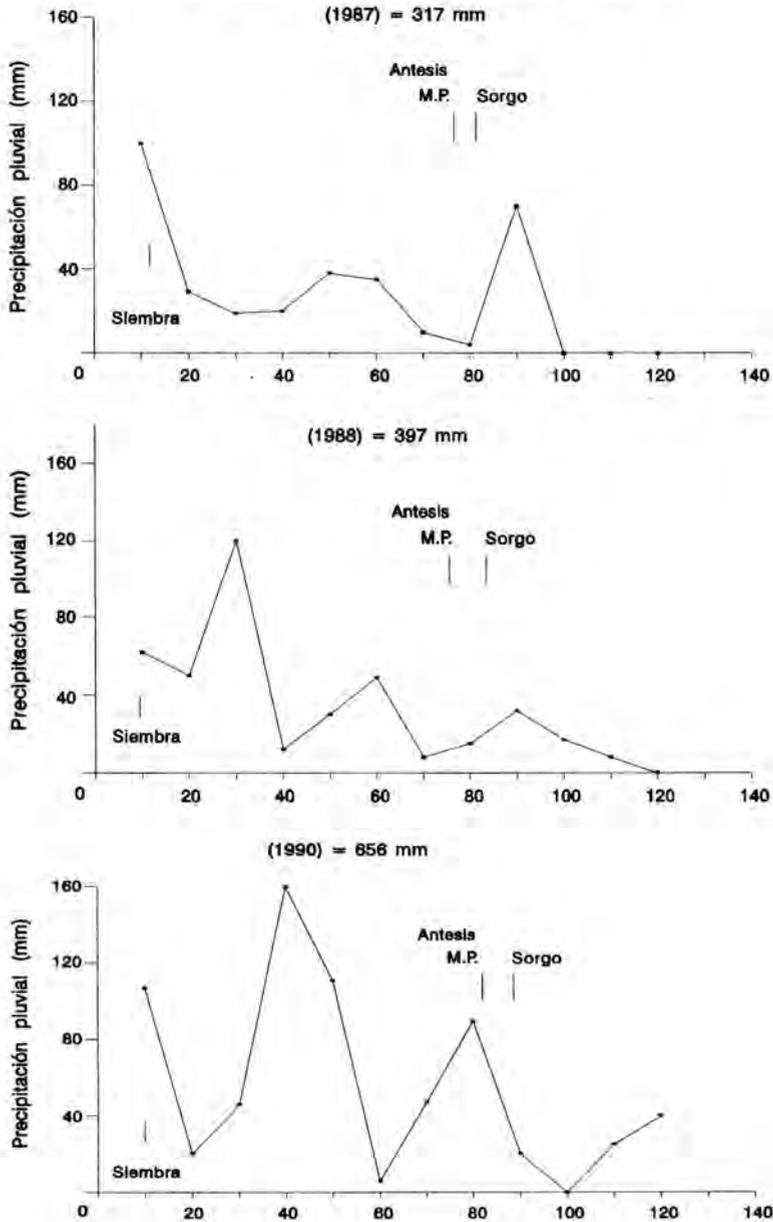


Figura 1. Precipitación pluvial registrada durante el ciclo biológico del sorgo y mijo perla (M.P.) en tres años de evaluación. CEPAB, 1994.

En el Cuadro 1 se puede observar que los años pobres en precipitación pluvial, como el de 1987, son los más frecuentes en la región (68 %); en tanto que los años buenos, como el de 1990, se presentan con una probabilidad del 5 %. Esto significa que en la región de El Llano, Aguascalientes, la deficiencia de agua es un fenómeno común que, al menos en siete de cada 10 años, afecta el crecimiento de las plantas, sobre todo durante la floración y el llenado de grano.

CUADRO 1. PROBABILIDAD DE LLUVIA PARA TRES INTERVALOS DE PRECIPITACION PLUVIAL EN SANDOVALES, AGS.

| Precip. pluv. (mm) | Probabilidad |
|--------------------|--------------|
| < 350              | 0.68         |
| 351 - 450          | 0.26         |
| > 450              | 0.05         |

#### *Métodos de siembra.*

En todos los métodos de siembra se presentaron problemas en la emergencia de las plantas (Cuadro 2). A través de años y métodos de siembra el porcentaje de emergencia varió de 21 a 40 % en mijo perla y de 37 a 43 % en sorgo como consecuencia quizás de la compactación del suelo provocada por las lluvias registradas inmediatamente después de la siembra. De lo anterior se deduce que el uso de métodos de siembra *per se* no es una alternativa que permita una mayor emergencia de las plantas de sorgo y mijo. Sin embargo, es probable que con el mejoramiento de la estructura del suelo mediante la adición de materia orgánica o de residuos de cosecha se pueda reducir este problema.

En general, el sorgo tuvo mayor porcentaje de emergencia que el mijo perla, aunque en algunos casos la diferencia no fue significativa; sin embargo, como el grano del mijo perla es más pequeño que el del sorgo, en términos absolutos emergieron más plantas de aquél; así que este factor no afectó el potencial que pudiera tener el mijo respecto al sorgo.

Al parecer, el reducido porcentaje de emergencia de las especies evaluadas no estuvo estrechamente relacionada con su Rend en los diferentes métodos de siembra en hilera, ya que mientras el porcentaje de emergencia varió poco, el

CUADRO 2. PORCENTAJE DE EMERGENCIA Y RENDIMIENTO DE GRANO DE DOS ESPECIES AGRICOLAS EVALUADAS BAJO DIFERENTES MÉTODOS DE SIEMBRA. CEPAB, 1994.

| Método de siembra | Especie | 1987       |               | 1988       |               | 1990       |               |
|-------------------|---------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
|                   |         | Emerg. (%) | Rend. (kg/ha) | Emerg. (%) | Rend. (kg/ha) | Emerg. (%) | Rend. (kg/ha) |
| Fondo del surco   | Mijo P. | 21 b       | 511           |            |               |            |               |
|                   | Sorgo   | 42 a       | 768           |            |               |            |               |
| Plano             | Mijo P. | 32 a       | 579           |            |               |            |               |
|                   | Sorgo   | 43 a       | 787           |            |               |            |               |
| Lomo del surco    | Mijo P. | 40 a       | 438           | 24 c       | 583 b         | 31         | 861 b         |
|                   | Sorgo   | 37 a       | 815           | 40 a       | 1,365 a       | 42         | 2,613 a       |
| Voleo             | Mijo P. |            |               | 26 c       | 0             |            |               |
|                   | Sorgo   |            |               | 32 b       | 0             |            |               |
| DMS (0.05) =      |         | 11         | NS            | 6          | 270*          | NS         | 481           |

\* Se analizó sólo el método sobre el lomo del surco

NS = no significativo.

Promedios con igual letra dentro de años son iguales estadísticamente.

Rend lo hizo notoriamente. En sorgo, el Rend se asoció más con la cantidad de lluvia ocurrida a través de años, pues se observa que aun con un pobre porcentaje de emergencia, produjo más de 2.5 ton/ha de grano en el año más lluvioso (1990). En cambio, el Rend del mijo perla se modificó poco a través de métodos y de años, quizás como resultado de que es una especie forrajera, más que productora de grano. De lo anterior se deduce que, al menos en sorgo y en el límite indicado, la cantidad de plantas emergidas no son una limitante del Rend, debido tal vez a los efectos compensatorios que se dan en el número y tamaño de granos o en el amacollamiento, como sugiriera Paul (12) en 1990.

Con el método de siembra al voleo se tuvieron los mismo problemas de emergencia de plantas que con los métodos de siembra en hilera; sin embargo,

la expresión potencial de las especies bajo este método fue nula, como consecuencia de la competencia de malezas de hoja angosta de la especie *Eragrostis* sp. que prolifera en ciertas áreas de El Llano. Aqs. En siembras al voleo, quizás puedan obtenerse mejores resultados con una mayor cantidad de semillas.

También González y Tiscareño (7) en 1989 confirmaron que el uso de métodos de siembra en hilera fue más eficiente que siembras al voleo en mijo perla. Ellos no explicaron las causas, pero señalaron que en las siembras en hilera se obtuvieron rendimientos de materia seca superiores en más del doble a los obtenidos mediante el uso de siembras al voleo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis combinado en el que se consideró sólo el método de siembra en hilera y sobre el surco.

#### *Respuesta de las especies a través de años.*

De acuerdo con los resultados que se muestran en el Cuadro 3, el sorgo superó al mijo perla en todos los años de evaluación, ya que produjo el doble de grano que esta especie en el año más seco (1987), y la diferencia en producción se incrementó conforme las condiciones de lluvia fueron mejores; así, en 1990 (año más lluvioso), el sorgo produjo 3.8 veces más grano que el mijo perla.

La mejor respuesta del sorgo en este caso puede explicarse por una mejor adaptación al ambiente, dado que es una variedad que ha sido mejorada para altitudes superiores a los 1,800 msnm, como es el caso de Aguascalientes; en tanto que el mijo provino de una selección de material tropical introducido, de tal manera que las temperaturas que aquí prevalecen pueden ser una limitante para que manifieste su potencial, ya que se ha observado que presenta un alto porcentaje de esterilidad; además, este último material se seleccionó por su producción de forraje, más que por su producción de grano.

En producción de MST no hubo interacción significativa años x especies; sólo se observó una tendencia de mejor respuesta del sorgo al efecto de año que el mijo (Cuadro 3). El sorgo incrementó en 1.7 ton/ha su producción al pasar del peor al mejor año, mientras el mijo lo hizo en 1.3 ton/ha; además, en promedio

de años, el sorgo superó significativamente al mijo en 767 kg/ha; de ahí que se le considere más ventajoso que el mijo para producir bajo las condiciones de temporal de Aguascalientes.

Uno de los propósitos que condujeron a la evaluación de estas dos especies en la región, fue la posibilidad de que fueran una buena opción a los cultivos tradicionales que el productor maneja, tal como el maíz. En el presente trabajo no se estableció un testigo de esta naturaleza; sin embargo, en experimentos vecinos fue posible obtener resultados de la mejor variedad de maíz. Así se observó que el sorgo solamente en el año más seco superó en rendimiento de grano al maíz en 410 kg/ha; mientras que en los años más húmedos, sus rendimientos fueron muy similares. En producción de materia seca, la ventaja del sorgo fue todavía mayor (más de una ton/ha en 1987 y 1988); de ahí se infiere que el sorgo representa una buena opción para producción de grano y forraje, especialmente en años secos, que son los más comunes en la región.

CUADRO 3. PROMEDIOS DE RENDIMIENTO DE GRANO Y DE MATERIA SECA TOTAL (MST) E INDICE DE COSECHA (IC) DE DOS ESPECIES AGRICOLAS POR EFECTO DE AÑOS. CEPAB, 1994.

| Año          | Especie    | Rend<br>-----<br>kg/ha | MST<br>----- | IC<br>( % ) |
|--------------|------------|------------------------|--------------|-------------|
| 1987         | Sorgo      | 815 c                  | 3,360        | 25 c        |
|              | Mijo perla | 438 e                  | 2,772        | 16 de       |
| 1988         | Sorgo      | 1,365 b                | 4,752        | 29 b        |
|              | Mijo perla | 582 de                 | 4,042        | 15 e        |
| 1990         | Sorgo      | 2,613 a                | 5,065        | 52 a        |
|              | Mijo perla | 681 cd                 | 4,061        | 18 d        |
| DMS (0.05) = |            | 156                    | NS           | 2.6         |

Tratamiento con la misma letra en cada variable son iguales estadísticamente;  
NS= no significativo.

El IC fue otra característica que presentó una tendencia similar al Rend; es decir, a medida que el año fue más lluvioso, el IC del sorgo fue mayor; en tanto que el mijo perla mantuvo su IC constante y bajo. Esto significa que una mayor parte de la MST producida por el sorgo fue grano, a diferencia del mijo perla que produjo más material vegetativo que grano, lo cual puede ser explicado por el alto porcentaje de esterilidad que presenta esta variedad. Es posible, sin embargo, que la evaluación de variedades de mijo perla introducidas, permita identificar algunas con mejor adaptación. Al respecto, Masood et al (11) en 1986 señalaron que en mijo perla hay híbridos resistentes a la sequía y con alta translocación de nutrimentos que podrían prosperar en la región.

#### *Respuesta de las especies al efecto de densidades a través de años.*

Las especies mostraron respuestas diferentes en rendimiento de grano a través de años y densidades de siembra (Cuadro 4); el mijo perla mantuvo un Rend siempre bajo y más o menos constante entre densidades y entre años. El sorgo por su parte siempre respondió diferencialmente al cambio de densidad en cada uno de los años. En el mejor año (1990), los rendimientos más altos se obtuvieron a mayor densidad; en el año regular (1988), no hubo diferencias entre densidades, y en el año más seco (1987), la mejor respuesta se obtuvo con la densidad más baja. A diferencia de estos resultados, Valdés y Carballo (14) en 1984 comentaron que no encontraron diferencias en Rend del sorgo a través de densidades cuando se tuvieron condiciones de humedad favorables, mientras que Brathwaite (3) en 1982 refirió que en frijol siempre obtuvo incrementos en el Rend a mayor densidad en diferentes condiciones de humedad.

Con base en estos resultados y en que es más factible la ocurrencia de años secos (Cuadro 1), el uso de bajas densidades representa la mejor opción para producir grano en sorgo, pero es indiferente para mijo perla. En el caso del sorgo, 6 kg/ha de semilla para siembra permitieron al cultivo manifestarse en forma más consistente a través de ambientes.

Respecto a la producción de MST no se observó interacción entre las especies; sólo se notó la tendencia de producir más MST a mayor densidad (Cuadro 4), a pesar de que la cantidad de lluvia al menos en uno de los años fue deficiente como para mantener el crecimiento (Figura 1). Por su parte, Rees (13) en 1986 comentó también que en sorgo, un incremento en la densidad de población incrementó la producción de MST y mejoró la eficiencia en el uso del agua; sin embargo, disminuyó la proporción de MS translocada al grano.

CUADRO 4. RESPUESTA DE DOS ESPECIES AGRICOLAS AL EFECTO DE DENSIDADES DE SIEMBRA A TRAVES DE AÑOS. CEPAB, 1994.

| Año          | Especie    | Densidad<br>(kg sem./ha) | Rend. grano<br>-----<br>kg/ha | MST<br>----- | IC<br>(%) |
|--------------|------------|--------------------------|-------------------------------|--------------|-----------|
| 1987         | Sorgo      | 3                        | 1,097 fg                      | 2,890        | 37.9 c    |
|              |            | 6                        | 852 gh                        | 3,039        | 27.7 d    |
|              |            | 9                        | 756 hij                       | 3,533        | 21.3 ef   |
|              |            | 12                       | 557 hijk                      | 3,979        | 14.0 g    |
|              | Mijo perla | 3                        | 503 ijk                       | 2,457        | 20.8 ef   |
|              |            | 6                        | 451 jk                        | 2,685        | 17.5 fg   |
|              |            | 9                        | 441 jk                        | 2,922        | 15.1 g    |
|              |            | 12                       | 358 k                         | 3,025        | 12.3 g    |
| 1988         | Sorgo      | 3                        | 1,380 e                       | 4,112        | 33.5 c    |
|              |            | 6                        | 1,490 de                      | 4,489        | 33.4 c    |
|              |            | 9                        | 1,230 ef                      | 5,078        | 24.4 de   |
|              |            | 12                       | 1,360 e                       | 5,329        | 25.6 de   |
|              | Mijo perla | 3                        | 531 ijk                       | 3,532        | 15.1 g    |
|              |            | 6                        | 688 hij                       | 4,069        | 16.9 fg   |
|              |            | 9                        | 544 hijk                      | 4,265        | 12.8 g    |
|              |            | 12                       | 567 hijk                      | 4,333        | 13.1 g    |
| 1990         | Sorgo      | 3                        | 1,756 d                       | 3,570        | 49.4 b    |
|              |            | 6                        | 2,851 b                       | 5,003        | 57.2 a    |
|              |            | 9                        | 2,509 c                       | 4,794        | 53.0 ab   |
|              |            | 12                       | 3,337 a                       | 6,894        | 48.8 b    |
|              | Mijo perla | 3                        | 627 hijk                      | 3,138        | 21.5 ef   |
|              |            | 6                        | 787 ghi                       | 4,710        | 17.1 fg   |
|              |            | 9                        | 656 hijk                      | 3,904        | 16.9 fg   |
|              |            | 12                       | 656 hijk                      | 4,491        | 15.1 g    |
| DMS (0.05) = |            |                          | 316                           | NS           | 5.3       |

Tratamiento con la misma letra dentro de cada variable, son iguales estadísticamente.

NS = no significativo. MST: Materia seca total; IC: Índice de cosecha.

Con base en los resultados anteriores se puede inferir que la producción de MST es menos influenciada por la cantidad de lluvia que por la densidad de población; de ahí que si se quiere producir sólo MS, la densidad más alta es la más recomendable para las dos especies. Aquí solamente restaría conocer cómo se afecta la calidad del producto cosechado a través de densidades, dado que la proporción grano-material vegetativo difiere entre densidades y es muy probable que la calidad también cambie.

Al igual que el Rend, el IC poco se modificó con la densidad de siembra y el tipo de año en mijo perla; aunque siempre hubo una tendencia a disminuir a mayor densidad. En cambio, en el sorgo se observó que en el año más seco, el IC decreció notablemente a mayor densidad, pero conforme al año fue más húmedo, las diferencias en IC entre densidades disminuyeron. De Loughery y Crookston (5) en 1979 consignaron también en maíz respuestas similares en IC a través de densidades y condiciones de humedad diferentes. De esto se deduce que, cuando hay condiciones de humedad adecuadas, el manejo de densidades de siembra en sorgo es irrelevante, pero adquiere importancia cuando la humedad disponible en el suelo se reduce, ya que la eficiencia para producir grano se afecta notablemente.

## CONCLUSIONES

1. Ninguno de los métodos de siembra presentó ventajas para disminuir los problemas de emergencia de plántulas del sorgo y el mijo perla. Este problema, sin embargo, no limitó el rendimiento de grano del sorgo, ya que éste produjo hasta 2.6 ton/ha.
2. El método de siembra "al voleo" no es una buena alternativa de manejo en la región de El Llano, Aguascalientes, al menos en las densidades de siembra usadas y en áreas donde proliferan malezas de hoja angosta de la especie *Eragrostis* sp.
3. El sorgo produjo más grano y materia seca y respondió mejor al ambiente que el mijo. Se considera por ello que su siembra tiene mejores posibilidades de éxito en la región temporalera de Aguascalientes.

4. Dado que en la región, la probabilidad de ocurrencia de años secos en los que llueve menos de 350 mm es del 68%, se considera que el uso de bajas densidades de siembra (6 kg de semilla/ha), representan la mejor opción para producir grano en sorgo. Si se desea producir sólo materia seca, la densidad más alta es la más adecuada para las dos especies estudiadas.

## LITERATURA CITADA

1. Ali, M., B.D. Patil, N.C. Sinha and C.R. Rawar. 1986. Studies on some drought resistant traits of pearl millet cultivars and their association with grain production under natural drought. *J. of Agron. and Crop. Sci.* (Germany, F. R.). 156 (2): 133-137.
2. Beadle, C.L., K.R. Stevenson, H.H. Neumann, G.W. Thurtell and K.W. King. 1973. Diffuse resistance, transpiration, and photosynthesis in single leaves of corn and sorghum in relation to water potential. *Can. J. Plant. Sci.* 53:537-544.
3. Brathwaite, A.J.R. 1982. Bodie bean responses to changes in plant density. *Agron. J.* 74: 593-596.
4. Bryant, H.T. and R.E. Blaser. 1968. Plant constituents of an early and late corn hybrids as affected by row spacing and plant population. *Agron. J.* 60: 557-559.
5. De Loughery, L.R. and R.K. Crookston. 1979. Harvest index of corn affected by population density, maturity rating and environment. *Agron. J.* 71: 577-580.
6. Genter, C.F. and H.M. Camper, Jr. 1973. Component plant part development in maize as affected by hybrid and population density. *Agron. J.* 65: 669-671.
7. González, D. F. y Tiscareño L., M. 1989. *Evaluación de métodos y densidades de siembra en mijo perla, Pennisetum americanum, Resúmenes.* Segunda Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. CIFAP-AGS. p.38.
8. Jones, M.J., D. Rees, J. Sinclair and I. Makin. 1986. *Soil factors and sorghum population optima in Botswana.* In: Sorghum in the eighties. Proceeding of the International Symposium on sorghum, 2-7 November, 1981. ICRISAT Center, Patancheru, A.P., India. 744 p.

9. Manjarrez, Z., P. 1989. *Respuesta de dos sorgos tolerantes al frío a deficiencias hídricas en diferentes etapas fenológicas*. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Méx. 73 p.
10. Martín del Campo, V., S. y Peña R., A. 1986. *Investigación en sorgo y mijo para grano en temporal*. En: Informe para demostración agrícola. Seguimos produciendo en temporal SARH-INIFAP-CIANOC-CAEPAB. p. 18-23.
11. Masood Ali, B.D. Patil, N.C. Sinha and C.R. Rawat. 1986. Studies on some drought resistant traits of pearl millet cultivars and their association with grain production under natural drought. *J. Agron. & Crop. Sci.* 156: 133-137.
12. Paul, C.L. 1990. *Efectos generales de las tensiones ambientales sobre el crecimiento del sorgo* En: *Su. Agronomía del sorgo*. Cap. 3. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del sorgo. Patancheru, Andhara Pradesh, India. ICRISAT. p. 57-68.
13. Rees, D.J. 1986. The effects of population density and intercropping with cowpea on the water use and growth of sorghum in semi-arid conditions in Botswana. *Agric. and Forest Meteorol.* 37: (4), 293-308.
14. Valdés, J.A., F y Carballo C.A. 1984. Fertilización (N,P,K), densidades de siembra y distancia entre surcos en sorgo para Valle Altos. *Rev. Chapingo*. (México). 43-44:146-152