

I. I N T R O D U C C I O N

En los sistemas de producción agrícola en los que se ubica el sorgo se realizan modificaciones drásticas en el ambiente natural para asegurar rendimientos aceptables en este cultivo. Los costos de esta transformación son altos en términos de energía, mano de obra, semilla híbrida, uso de productos químicos, riegos, etc., lo que finalmente se traduce en un incremento en los costos de producción por unidad de superficie.

En reuniones con agricultores de la zona norte del estado de Nuevo León, se ha manifestado que el incremento en costos de manejo del cultivo del sorgo ha incrementado la relación insumo/producto, lo que ha afectado la economía del productor.

En el Noreste de México los costos de cultivo han aumentado hasta un 64,772.6% de 1975 a 1991, mientras que el precio del grano ha registrado apenas un aumento del 23 mil 125%, inferior en casi tres veces al aumento en los costos; ésto significa que en 1975 los productores requerían producir 1.4 toneladas de grano por hectárea para pagar los gastos del cultivo, y en 1991 con un costo de producción aproximado de \$1'470,338 por hectárea y un precio de referencia para el grano de \$370,000 por tonelada se necesitan 3.97 ton/ha para el mismo propósito (Zambrano, 1991). Los productores de sorgo de las zonas bajas de Nuevo León (-1500 M.S.N.M.) son de dos tipos, los que solo producen grano y los que además usan el resto de la planta después de la cosecha del grano

para la producción de pacas o para el pastoreo directo por bovinos y caprinos. Esta otra práctica la efectúa el agricultor para lograr una reducción del riesgo económico, respecto, al tener solo una actividad. Por lo anterior es necesario estudiar alternativas que permitan una menor degradación en el ingreso de los agricultores en pequeña escala que cultivan sorgo de riego en Nuevo León. Para ello, estas alternativas deben contemplar mantener altos rendimientos, no menos de 6.0 a 7.0 ton/ha y reducir costos de operación.

Lo anterior plantea diseñar alternativas de investigación que permitan incrementar el rendimiento por área o conservarlo, simultáneamente con la reducción de la intensidad o la eliminación de algunas prácticas de manejo para así reducir costos; tres alternativas son las siguientes:

- a) El método de siembra al "voleo" a altas densidades podría contribuir a la estabilidad de la producción y reducir de esta forma los costos de escardas múltiples.
- b) Adicionalmente, el costo por el uso de semilla híbrida se ha incrementado, lo que representa considerables erogaciones para el productor año con año, estos costos podrían ser reducidos con el uso de variedades de polinización libre de adaptación tropical, en vez de híbridos.
- c) El aprovechamiento integral de la planta de sorgo (grano

y forraje) y a la vez incrementando el rendimiento de forraje con altas densidades en ambientes no limitantes de humedad y nutrientes, podría incrementar el ingreso a los productores.

Estas alternativas deben abordarse estudiándolas agrónomica y económicamente.

Considerando lo anterior, el presente trabajo fue dirigido a estudiar, durante el ciclo agrícola tardío de 1987 en términos del rendimiento unitario, individual, componentes de rendimiento de grano y otros caracteres de planta, la respuesta de variedades e híbrido de sorgo contrastantes en arquitectura de planta en siembra al voleo y en surcos convencionales a diferentes densidades de población, para posteriormente, en el ciclo agrícola temprano de 1988, validar bajo condiciones del agricultor los resultados obtenidos experimentalmente en el ciclo agrícola anterior. Esto permitiría alcanzar los objetivos de:

- a) Establecer si el uso de variedades de adaptación tropical sembradas al voleo y a altas densidades podría ser viable en términos de incrementar el rendimiento de grano de sorgo.
- b) Definir patrones de respuesta en la dinámica del rendimiento por planta, por área y sus componentes, asociados a tipos de planta, sometidos a densidades de población bajas, intermedias y altas.

- c) Determinar si la siembra al voleo, con variedades de adaptación tropical y a altas densidades de población cosechando grano y forraje, puede económicamente ser más rentable que la práctica tradicional de siembra en surcos con híbridos y a densidades de población intermedias.

II. LITERATURA REVISADA

Considerando los objetivos mencionados en la introducción se hace necesario una descripción de algunos aspectos relevantes asociados a éstos, tales como: el rendimiento, sus componentes, la competencia, el manejo de la densidad de población, los tipos de planta en sorgo y el rendimiento económico del cultivo; con ello, se podrán plantear las hipótesis experimentales, que una vez sometidas a estudio y validadas permitirán alcanzar los objetivos inicialmente señalados.

2.1. Complejidad del rendimiento.

El rendimiento es un carácter complejo que Grafius (1956) describió para avena como el volumen de un cubo determinado por sus aristas cuya magnitud está dada por la correspondiente de los componentes: número de panículas/m², número de granos/panícula y peso específico del grano; alrededor de este concepto, Wallace, et al. (1972) concretan la revisión de al menos cinco investigaciones, quienes definen que el rendimiento se debe a la acción de un gran número de genes a través del control fisiológico del metabolismo que determinan a los componentes, de tal modo que el rendimiento es el resultado del balance de procesos bioquímicos y fisiológicos; lo anterior implica que si un componente presenta una actividad excesiva, ésta puede ser directamente inocua, pero directamente limitante para la actividad óptima de otro(s) componente(s).

Debido a la compleja participación de los componentes sobre el rendimiento, es poco frecuente encontrar correlaciones del rendimiento con los componentes, ya que la acción está distribuída; el caso contrario indicaría que la variabilidad genética está concentrada en la componente correlacionada, lo cual de acuerdo con Wallace, et al. (1972), es improbable.

No obstante, se encuentran correlaciones fenotípicas v/o genotípicas entre el rendimiento y algunos caracteres; tal es el caso en el que Frey (citado por Stickler y Pauli, 1961) encuentra que para una misma fecha de siembra, la importancia de un componente sobre el rendimiento puede variar entre variedades de avena. Stickler y Pauli (1961), encuentran algo parecido entre años, pues en un año, el rendimiento de sorgo correlacionó significativamente con número de granos por panícula y el peso del grano, pero en otro año, además de esos dos caracteres se correlacionó significativamente con número de panículas por m².

Adicionalmente, Liang, et al. (1969), basados en ese tipo de correlaciones, sugieren que debe haber avance por selección en el rendimiento al seleccionar por sus componentes, Wilson (1979) menciona que el índice de cosecha es un buen criterio para selección, porque conjuga varias características morfológicas, fisiológicas y agronómicas.

2.2. Componentes morfológicos del rendimiento de grano.

El enfoque más sencillo sobre componentes del rendimiento es el de Grafius (1956), pudiendo considerarse otros.

A continuación se describen los componentes o caracteres más usados e importantes para la determinación del rendimiento de grano en sorgo.

2.2.1. Peso de panícula.

Aunque a este carácter se le ha considerado como componente, el peso de panícula es el mismo rendimiento, con la salvedad de que se le está adicionando el peso del raquis, de tal modo de que es lógico encontrar alta correlación entre estos dos caracteres (Liang, et al., 1969), Robinson y Bernat, citados por Blum (1967), observaron tal relación a través de variedades y ambientes.

Gómez (1974) sugirió que en caso de no poder realizar el desgrane, la estimación del rendimiento de grano se puede hacer con bastante precisión registrando el peso de panícula.

2.2.2. Número de granos por panícula.

Si se considera que el número de granos por unidad de superficie está dado por el número de panículas por m^2 multiplicado por el número de granos por panícula, entonces los

dos componentes están fuertemente relacionadas con la resultante.

Kirby y Atkins (1968) encontraron correlacionado negativamente el rendimiento con el número de espigas por planta; sin embargo, Gifford, et al. (1973) observaron que el número de espigas por m^2 fué el factor más favorecido por la adición de CO_2 en el período de formación de órganos florales, lo que resultó en mejores rendimientos en cebada.

La mayoría de los autores que han trabajado al respecto, coinciden en que el número de granos por inflorescencia es el componente más importante en la determinación del rendimiento.

Varios autores afirman que el número de granos por panícula es el componente que más se incrementa por el vigor híbrido en sorgo (Quinby, 1963; Blum, 1970b).

Por otro lado, también se afirma que la diferencia en rendimiento entre los sorgos mejorados y los no mejorados, está determinado por el número de granos por panícula, (Goldsworthy, citado por Bunting, 1971; Eastin, 1972; Miller y Kebede, 1984).

Con base en la gran importancia del número de granos por inflorescencia, se ha sugerido que en el mejoramiento, éste sea un criterio de selección, tanto en maíz (Evans, 1975), como en sorgo (Beil y Atkins, 1967; Miller y Kebede, 1984).

Gupta (1975) menciona que los factores que actúan en estado temprano del desarrollo de la planta influyen principalmente en el número de granos.

2.2.3. Tamaño de grano.

Son bastantes los trabajos que aseguran que después del número de granos, el tamaño del grano es el segundo carácter en importancia para la determinación del rendimiento de grano en sorgo (Swarup y Chaugale; Beil y Atkins, citados por Fanous, et al., 1971); aunque por la contraposición con número de granos se ha encontrado que la contribución de este carácter es incierto (Quinby, 1963), e incluso la correlación puede ser negativa (Liang, citado en Liang, et al., 1969; Ali-Khan y Weibel, citados por Fanous, et al., 1971). Además, el tamaño del grano es un carácter que está fuertemente influenciado por los factores ambientales como la alta fertilidad, baja competencia (Blum, 1967), y por buenas condiciones durante el período de llenado del grano (Gifford, et al., 1973).

Aunque posiblemente en algunos cultivos el tamaño de grano esté limitado genéticamente, como lo mencionan para cebada Bultose y May, citados por Slatyer, 1969; en sorgo se han acumulado evidencias de que aún hay bastante potencial para explotar este carácter, pues Voigt, et al. (citados por Fanous, et al., 1971), encuentran que el tamaño de semilla está determinado por acción génica aditiva, y Malm (citado en Eastin, 1972) informa de

excelentes ganancias en el mejoramiento genético mediante el uso de germoplasma con grano grande. Adicionalmente, Eastin (1972) menciona que se han encontrado diferencias en el rendimiento entre líneas isogénicas que difieren en tamaño de grano y esto se ha logrado removiendo las florecillas o bien parte de la panícula. Esto sugiere que no se ha utilizado totalmente el tamaño potencial del grano de sorgo, Gupta (1975) dice que los factores ambientales que actúan en el período después de la antesis afectan también el tamaño del grano.

2.2.4. Peso de semilla.

Por efecto de competencia entre los granos de una misma panícula, un incremento en el número de semillas, puede estar acompañado por un decremento en el peso individual del grano, y viceversa; sin embargo, el peso de semilla individual es raramente influenciado por cambios en la densidad de población, o sea, que es un carácter estable para cada genotipo (Gupta, 1975).

2.2.5. Área foliar.

Sinha y Khanna (1975) señalan que en plantas como maíz, sorgo y trigo, la variación en el número de hojas es pequeña, por lo que el tamaño de las hojas puede ser el principal componente del área foliar y no tanto el número de hojas.

En la determinación del área foliar Montgomery (citado por

Sosa, 1973) fué el primer investigador que midió el área foliar de las hojas individuales de maíz mediante la ecuación: largo x ancho máximo x 0.75. En sorgo Stickler et al. (1961) encontraron que el factor varió entre 0.739 y 0.756 y promediándolos obtuvieron el valor de 0.747 que multiplicándolo por el largo y ancho máximo, estimaba el área foliar por hoja. En forma semejante, Bishnoi (citado por Krishnamurty, et al., 1974) obtuvo un factor de 0.795 en sorgo dulce, mientras que Krishnamurty, et al. (1974) lo estimaron en 0.71 en sorgo para grano.

Swanson (1941) encontró diferencias entre variedades de sorgo para el área foliar requerida para la producción de un bushel (35.24 litros) de grano (eficiencia) de casi el doble: aunque hay cierto grado de confusión debido a que las variedades más eficientes tuvieron menor área foliar y hojas mas pequeñas, por lo que no hubo autosombreo, por lo que en parte esa mayor eficiencia se debió a la mejor captación de luz. Observó también que en años húmedos hubo más área foliar, y en los años secos la eficiencia del área foliar fué mayor.

Quinby (1963 y 1970) encontró correlación del rendimiento de sorgo con el ancho de las hojas y Liang, et al. (1969) la observan para el número de hojas, número que en maíz no se altera al variar los niveles de fertilidad del suelo; además el número de hojas está asociado directamente con la temperatura (Hesketh, et al., 1969).

2.2.6. Índice de área foliar.

Watson (1952) fué el primero en expresar a la cubierta fotosintética en una comunidad, como una relación de área foliar con el área de terreno en donde crece esa área foliar; la llamó índice de área foliar y es especialmente importante en el crecimiento de comunidades de plantas o para el estudio de la intercepción de luz por el dosel vegetal.

2.2.7. Peso seco.

Cuando el tamaño de la muestra es grande, se obtiene directamente el peso fresco total de la muestra e inmediatamente se extrae una submuestra para estimarle el porcentaje de materia seca, posteriormente se calcula el peso seco de la muestra cosechada y si el tamaño de la muestra es pequeña se obtiene directamente el peso seco total de ella. En ambos casos, normalmente se emplea una temperatura de 70 a 80°C. por un período que dependiendo de la temperatura puede oscilar entre 3 y 5 días (Watson, 1952) para secar la muestra, llevarla a peso constante y luego determinar la materia seca.

2.2.8. Otros componentes.

El amacollamiento es un carácter que en ocasiones se comporta como importante en la determinación del rendimiento (Bartel y Haekins, 1935), pero no siempre es así, pues en otros trabajos no

se ha encontrado contribución aparente, lo cual posiblemente se deba a que es un carácter muy influenciado por el ambiente, pues en sorgo las bajas temperaturas promueven el amacollamiento y las altas temperaturas el rameo (Downes, 1972).

Un aspecto importante en los granos de los cereales es su contenido de proteínas, el cual se relaciona inversamente con el rendimiento (Kambal y Webster, 1966; Liang, citado por Liang, *et al.*, 1969), y en forma directa con el tamaño del grano (Malm, citado en Fanous, *et al.*, 1971).

Se han calculado correlaciones con otros caracteres, pero han resultado de menor importancia, y en pocos casos han sido significativas; tales son los casos del porcentaje de desgrane, altura de planta (Niehaus y Pickett, citados en Liang, *et al.*, 1969) y longitud de panícula (Fanous, *et al.*, 1971).

2.2.9. Componentes y modelos de rendimiento.

La importancia de los caracteres morfológicos han llevado a algunos investigadores a plantear fórmulas de predicción del rendimiento; considerando principalmente al número y tamaño del grano, a continuación se dan las siguientes expresiones, según diversos autores:

Para avena, de Grafius (1956)

Número de panículas por m^2 multiplicado por el número de granos por panícula, y todo esto, multiplicado por el peso específico del grano.

Para sorgo, Kambal y Webster (1966) dan lo siguiente:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Rendimiento} \\ \text{por acre} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Núm. de plantas} \\ \text{por acre} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Núm. de panículas} \\ \text{por planta} \end{array} \right]$$

$$\times \left[\begin{array}{c} \text{Núm. de granos} \\ \text{por panícula} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Peso de cada} \\ \text{grano} \end{array} \right]$$

Para arroz, de Murata (1969)

$$\left[\begin{array}{c} \text{Rendimiento} \\ \text{potencial} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Núm. de panículas} \\ \text{por } m^2 \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Núm. de espiguillas} \\ \text{por panícula} \end{array} \right]$$

$$\times \left[\begin{array}{c} \text{Tamaño del} \\ \text{grano} \end{array} \right]$$

Murata (1969) recomienda que el número de panículas se determine diez días después de la etapa de mayor producción de macollos y el número de espiguillas diez días antes de la floración. Gifford, et al. (1973) dan una expresión similar para cebada.

Yoshida y Parao (1976) en arroz consideran adicionalmente el porcentaje de llenado de grano:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Rendimiento} \\ \text{ton/ha} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Núm. de espiguillas} \\ \text{por m}^2 \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Peso de un} \\ \text{grano} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \% \text{ de} \\ \text{llenado} \end{array} \right] \times 105$$

Otra variante de este tipo de fórmulas consiste en hacer depender al rendimiento de sorgo, del tiempo en que llena el grano, de la acumulación por día en ese período, y de la capacidad de conversión de la materia seca a grano; para esto, Gibson y Schertz (1977) dan:

$$\text{Rendimiento} = (\text{días del PLLG}^*) \times (\text{TCC promedio})^{**} \times \text{Porcentaje promedio de conversión de materia seca a grano.}$$

* Período del llenado de grano.

** Tiempo del ciclo de cultivo.

Como puede observarse los modelos anteriores son de dos tipos, los que consideran componentes numéricos y los que además toman en cuenta aspectos asociados al llenado del grano.

2.3. Madurez fisiológica

Aldrich (citado en Hallauer y Russell, 1961) define a la madurez como el momento en que el peso seco del grano alcanza su máximo, siendo el término "madurez fisiológica" introducido por Shaw y Loomis (citados en Hallauer y Russell, 1961) en maíz.

Rench y Shaw (1971) mencionan en su revisión la coincidencia de varios autores en que el maíz alcanza la madurez fisiológica cuando el grano presenta 30% de humedad; sin embargo, Shaw y Thom (citados por Hillson y Penny, 1965) encontraron que el porcentaje de humedad del grano no es confiable para estimar madurez fisiológica, ya que varía entre localidades y años.

Varios investigadores en sorgo han determinado la fecha de madurez fisiológica en la forma clásica de medir la acumulación de peso seco en el grano hasta que alcanza su máximo (Wikner y Atkins, 1960; Kersting, et al., 1961; Pauli, et al., 1964); sin embargo, se pueden cometer imprecisiones, puesto que la acumulación del último 5% de materia seca en el grano es bastante lenta, por lo que en maíz, Hillson y Penny (1965) han propuesto considerar al 95% en lugar de la acumulación máxima para estimar la madurez fisiológica y con ello, la duración del período de llenado de grano.

En sorgo, Eastin (1972) afirma que se propuso el uso de la "capa negra" por Mauder en 1970, sin embargo, se encontró que la

capa "hiliar" se hizo visible a los 14 días después de la floración, de ahí oscureció día a día pero no se pudo determinar cuando ocurrió el cese de la movilización de fotosintatos. Por otro lado, Eastin, et al. (1973) aplicando $^{14}\text{CO}_2$ en la hoja bandera y midiendo la presencia del $^{14}\text{CO}_2$ a diferentes grados de formación de la "capa negra", encontraron que el peso máximo del grano se alcanzó poco antes de la aparición de la "capa negra".

El uso del método de estimar la madurez fisiológica observando la aparición de la "capa negra" también puede presentar algún problema, puesto que Daynard (1972) menciona que para maíz aunque el oscurecimiento de la capa hiliar es un buen método o técnica, la capa negra se puede formar prematuramente. Adicionalmente, Carter y Poneleit (1973) observaron que el oscurecimiento de la capa tardó tres o cuatro días para definirse en algunos materiales, pero en otros necesitó de 15 a 20 días; en general, estos autores notaron que cuando la acumulación de calor es rápida, la definición de la "capa negra" también es rápida, pero si la temperatura es baja, se alarga el tiempo requerido para el oscurecimiento de la "capa negra" en maíz.

En otros cultivos se han usado otros criterios visuales en la estimación de la madurez fisiológica, como lo son la ausencia de partes verdes de las hojas, tallos y espiga en cebada (Rasmusson, et al., 1979), o en soya cuando el pedicelo de la vaina está seca (Lawn y Byth, 1973).

2.4. Competencia y rendimiento.

Donde quiera que las plantas crecen en estrecha proximidad unas con otras, sean de la misma o diferentes especies, se observan diferencias en el crecimiento vegetativo, producción de semilla y mortalidad (Grime, 1982). Es decir la tendencia de las plantas vecinas a utilizar la similar cantidad de luz, un cierto nutriente mineral, una molécula de agua, o un volumen dado de espacio.

De acuerdo con lo anterior, la competencia se refiere exclusivamente a la adquisición diferencial de recursos de una planta, respecto a otra y constituye solamente una parte del mecanismo por medio del cual una planta puede reducir el abasto de ciertos factores del medio a su vecina al modificar su ambiente como resultado de una estructura más eficiente para utilizar los factores del ambiente en presencia de la otra planta. La capacidad competitiva es una función del área, la actividad y la distribución en espacio y tiempo de las plantas a través de las cuales se absorben los nutrientes, y como tal, depende de una combinación de las características morfológicas de las plantas.

Del mismo modo que la capacidad competitiva de una plántula joven puede verse influida por el tamaño de la semilla (Black, 1975), así la de una planta establecida puede verse afectada por la cantidad de reservas almacenadas en sus órganos permanentes.

Se ha observado que cuando la planta de sorgo está en ausencia de competencia, los componentes del rendimiento como el número de granos y el tamaño de ellos, tienden a incrementarse paralelamente (Clegg, 1972). Cuando la planta está en competencia, en el entendido que la competencia se inicia "cuando el suministro inmediato de un factor necesario y simple cae por debajo de la demanda combinada de las plantas" (Donald, citado en Blum, 1970a), el comportamiento de los componentes del rendimiento varía; como por ejemplo; si la anchura de la hoja está correlacionada con el rendimiento, cuando se incrementa la densidad de población en sorgo, las hojas tienden a ser más angostas y erectas, modificándose en menor cuantía el rendimiento (Clegg, 1972); o bien, cuando al número de espiguillas en arroz es muy pequeño, el rendimiento correlaciona con el número de espiguillas, pero no con el número de granos llenos; en cambio, cuando el número de espiguillas es grande, el rendimiento correlaciona con el porcentaje de granos llenos (Murata, 1969).

Así como el rendimiento se entiende por la modificación de los componentes, estos también cambian sus relaciones entre sí de acuerdo a las condiciones ambientales, siendo más notable que cuando se incrementa el número de granos, su tamaño tiende a reducirse y viceversa (Ayyanger y Rajabhooshanan, citados en Blum, 1967), aunque Blum (1970a) encontró que a densidades altas extremas el tamaño del grano vuelve a incrementarse; y consideró que esto fue causado por la magnitud reducida de los otros componentes.

Iguales contraposiciones se encuentran entre: parte aérea y raíz (Wareing y Patrick, 1975), número de panículas y número de espiguillas por panícula, número de espiguillas por unidad de superficie y porcentaje de llenado de grano y número de espiguillas por unidad de superficie con peso de 1,000 granos (Tanaka, 1976). En estas relaciones siempre operan mecanismos homeostáticos que, en general, mantienen el balance entre los diferentes órganos de la planta para las condiciones dadas (Wareing y Patrick, 1975), ésto mediante la disminución de alguno(s) mientras otro(s) incrementa(n) su magnitud (Stickler y Pauli, 1961; Wilson, 1979).

Al considerar el comportamiento a través de diferentes condiciones ambientales, Frey (citado por Stickler y Pauli, 1961), encontró que la interacción variedad por localidad fue menor en los componentes respecto a la obtenida para rendimiento; sin embargo, Stickler y Pauli (1961) encontraron igual significancia para esa interacción en rendimiento, en panículas por unidad de superficie, número de granos por panícula y en peso de 200 granos.

Valdés, 1979 (citado por Martínez, 1988) ha considerado que existe una dependencia de rendimiento por unidad de superficie del rendimiento por planta asociado a la tolerancia a la competencia intrapoblacional; esta relación surge de la reducción del rendimiento por planta al incrementarse la densidad de población como resultado de la competencia intrapoblacional y del consecuente incremento del rendimiento por unidad de área como

resultado del incremento en el número de plantas, ésto hasta un límite a partir del cual el rendimiento por unidad de área no se incrementa, o bien, disminuye.

Por lo anterior, este mismo autor señala que el máximo rendimiento por área estará determinado a una densidad de población óptima, en la cual, el rendimiento por planta bajo competencia, aunque menor que cuando no hay competencia, llega a un límite compensatorio del rendimiento por área como efecto del último incremento posible en la densidad de población, donde a partir del cual, un mayor incremento en la densidad de población reduce el rendimiento por planta a un nivel no compensatorio del rendimiento por área reduciéndose o no incrementándose este último.

La densidad de población óptima dependerá de las características morfológicas del genotipo, del potencial de abasto de los factores ambientales requeridos por la planta para su crecimiento en el espacio y tiempo durante su desarrollo, este potencial de abasto será afectado para algunos factores como la luz, la temperatura interna del dosel vegetal, por la misma densidad de población y la distribución (topología) de las plantas en el área de terreno, entre otras.

2.5. Manejo de la densidad de población.

En el pasado y todavía en la actualidad se tiene la errónea

idea de expresar la densidad de siembra en kilogramos de semilla por hectárea, el inconveniente es la diferencia en tamaño de las semillas entre las variedades, provocando esto que las recomendaciones sean inexactas. Los sorgos graníferos varían desde menos de 33,000 a más de 44,000 semillas por kilogramo. De tal forma que la correcta expresión es de población de plantas por unidad de superficie (Wall y Ross, 1975).

El rendimiento máximo es la mayor cantidad posible de biomasa que produce una planta en una superficie determinada, bajo las condiciones más favorables de suelo y la máxima población, ya que la cantidad que realmente se produce, aún en condiciones ideales tiende gradualmente a un límite considerado como óptimo. (Teuscher y Adler, 1965). La necesidad de la máxima explotación de los factores para el desarrollo es logrado solo cuando la densidad de población emplea su máxima presión sobre todos los factores de producción (Donald, 1963).

El empleo del número adecuado de plantas por unidad de área, su distribución en el terreno, así como la dosis indicada de fertilizante que deberá emplearse en determinadas circunstancias, figuran entre los factores más importantes para obtener los máximos rendimientos por área (Blum, 1970a).

El sorgo compensa parcialmente la densidad con la proliferación de macollos, cuando los espacios entre los surcos son muy grandes; esto es abundante en suelos pesados (arcillosos),

lo que da por resultado más panículas y un rendimiento mayor. Sin embargo, la densidad debe estar proporcionada a la fertilidad del suelo, a las reservas de agua al sembrar y al caudal de precipitación que se espera o al riego que se tenga planificado (Gallegos, 1984).

El incrementar o reducir la distancia entre surcos y entre plantas disminuye o aumenta la densidad de población respectivamente. Así, los estudios sobre distancia entre surcos y/o entre plantas son de hecho estudios de densidad de población. Algunos trabajos con este enfoque y que adicionalmente estudian dosis de insumos tales como fertilizantes, riegos o ambos, se dan a continuación:

Stickler y Pauli, 1961, establecieron y condujeron experimentos de campo en Manhattan, Kansas de 1953 hasta 1956. Estudiaron ancho de surcos y densidades de población en sorgo de grano y encontraron que la mayor producción promedio obtenida fué en surcos de 20 pulgadas superando en 6% a los surcos a 40 pulgadas. Esto indica que la mayor producción obtenida en estos ensayos, fué usando surcos angostos y altas densidades de población, esto debido a los efectos de la mayor densidad de población de plantas y no a los efectos de anchura de surcos Per se. La interacción ancho de surco x área de suelo por planta, para producción de grano fué significativa en dos de cuatro ensayos. Bajo las condiciones estudiadas las altas producciones fueron cuando se proporcionó un área de terreno de 387 a 516 cm²

(60 a 80 pulgadas cuadradas) por planta o sean 258,398 y 193,798 pl/ha, respectivamente.

Verma, et al., 1982, establecieron un experimento en Udripur, India de 1978 a 1980. Las densidades de población de plantas y los niveles de fertilización probadas fueron 1.0, 1.5 y 2.0 lakh* plantas/hay 20+10, 40+20 y 80+40 Kg. de nitrógeno (N) y fósforo (P₂O₅), respectivamente. Los resultados obtenidos revelaron que la diferencia en la densidad de población de plantas y niveles de fertilidad, causaron variación significativa en la producción de grano de sorgo.

Jones, et al., 1982, trabajaron en condiciones de temporal en Botswana, donde manejaron densidades de población y concluyeron que sembrando a altas densidades de población de plantas en suelos compactos, se presenta un severo estrés en la planta, causado por la sequía y por la consecuente pérdida de cosecha potencial; sugieren, sembrar a una densidad de población de 65,000 plantas/ha, para obtener altos rendimientos de grano de sorgo.

Los experimentos con sorgo para grano en hileras muy juntas, que han sido conducidos por Stickler, 1964; Robinson, 1964 y Mann, 1965, citados por Gallegos (1984), demostraron que es más ventajosa la separación entre surcos de 50 cm en lugar de 100 cm.

* Unidad de medida India, no conocida.

En condiciones promedio o por encima de éste, las hileras poco espaciadas proveen un área más efectiva de suministro de nutrientes alrededor de cada planta, y una mejor protección del suelo, con lo cual desciende la temperatura del suelo y disminuye la evaporación (Wall y Ross, 1975).

Varios investigadores han obtenido incrementos significativos entre los rendimientos de grano de sorgo, al reducir la separación entre los surcos, tal es el caso del estudio realizado en Bushland, Texas, E.U.A., por los investigadores Porter, Jensen y Sletter, en el año de 1956, citados por Maciel y Moreno (1971), quienes encontraron que sembrando poblaciones de plantas de sorgo para grano entre 150,000 a 370,000 por ha, en surcos separados de 30 a 50 cm entre sí, obtuvieron rendimientos de grano mayores que los producidos en surcos con separación de 76 a 100 cm.

Variar la distancia entre surcos en ocasiones permite que el agricultor utilice mejor los recursos disponibles, aunque no siempre esto repercute en rendimientos más elevados, pero en ciertos casos se invierte menos y se trabaja más eficiente (Valdés, 1982).

En la mayor parte de las tierras de secano dedicadas al cultivo del sorgo para grano, se siembran densidades de semilla que producen poblaciones que varían entre 3 y 4 pl/m².

Si se practica el riego, se necesitan altas densidades de

siembra (de 250,000 a 300,000 plantas/ha) para obtener rendimientos máximos. Con tales poblaciones las hileras deben ser lo suficiente estrechas para evitar el amontonamiento de las plantas en cada hilera. Por supuesto las grandes poblaciones utilizan mucha agua y elementos nutritivos del suelo, y las plantas con frecuencia compiten entre sí por la luz del sol y probablemente por el dióxido de carbono.

El sorgo no crece de la misma forma en poblaciones de alta y baja densidad; cuando es alta, las plantas son más elevadas y producen panículas más pequeñas con tallos más finos. Cuando las panículas son pequeñas como en este caso, aunque numerosas y hay pocos macollos, el cultivo tiende a madurar en forma pareja, con lo cual se facilita la cosecha. El sorgo muy espaciado puede producir panículas más grandes en tallos más fuertes, pero las panículas de los macollos tardíos con frecuencia aumentan el contenido de humedad del grano y son una limitante al cosecharse con máquina (Wall y Ross, 1975). Respecto a lo anterior; Gupta (1975) menciona que a medida que se incrementa la densidad de población, la mayor parte de los componentes de rendimiento de la planta son reducidos.

Maciel y Moreno, (1971) citan varios experimentos llevados a cabo en Garden City Kansas, E.U. (1952-1958) por Grimes y Musick, en donde los mejores rendimientos de grano (7.1 ton/ha) se obtuvieron sembrando 277,000 plantas por ha surcos separados 18 a 35 cm entre sí, en comparación con las 6.35 ton/ha producidas

cuando la separación fue de 53 a 71 cm (118,000 pl/ha).

Maciel y Moreno, (1971) realizaron un experimento en la región de Tamaulipas donde estudiaron cuatro calendarios de riego, sembraron al voleo y en surcos con una separación de 50 y 80 cm y con densidades de población de 200,000; 350,000 y 500,000 pl/ ha. El resultado obtenido fué que no se tuvo ningún incremento significativo en los rendimientos unitarios de grano por efecto del incremento de la densidad de población.

Valdés (1982) cita algunas experiencias por un agricultor de Río Bravo, Tamps., quien cultivó sorgo de temporal y al evaluar dos ciclos agrícolas consecutivos en surcos separados a 40 cm, estableciendo un promedio de 27 plantas de sorgo por metro cuadrado, equivalente a una densidad de población de 270,000 plantas por ha el rendimiento promedio fué de 4,100 kg/ha en 1980 y de 4,800 Kg/ha en 1981.

Juárez, Lee y Villarreal (1977), citados por Gallegos (1984), realizaron un experimento en Ciudad Delicias, Chihuahua, estudiando distancias entre plantas, entre surcos y dosis de nitrógeno. Los mejores rendimientos se obtuvieron con la combinación 75 cm de distancia entre sucos, 140 kg de Nitrógeno y 5 cm de distancia entre plantas (266,667 pl/ha).

Gallegos (1984) realizó un experimento en el Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L., en el municipio de Marín, N.L.,

utilizando el híbrido de cruza simple Asgrow Topaz. Las densidades de población probadas fueron: 150,000, 190,000, 230,000 y 270,000 pl/ha con dosis de Nitrógeno de 0, 50, 100 y 150 kg/ha, no encontró diferencia en rendimiento de grano entre los tratamientos bajo estudio.

2.6. Densidades de población e incidencia de maleza.

Heslehurst, M.R., 1983. Encontró que bajo riego, las altas densidades de población de plantas fueron iguales o superiores en rendimiento a la densidad estándar de población. Los rendimientos fueron iguales cuando las condiciones ambientales fueron favorables para un rápido desarrollo pre-antesis y cuando las condiciones ambientales originaron un desarrollo lento en pre-antesis, los rendimientos a altas densidades fueron superiores al estándar. El máximo rendimiento se alcanzó con densidades altas de población, las cuales tuvieron un rápido crecimiento del dosel, el cual cubrió rápido la parte inmediata superior del suelo, evitando así la emergencia y desarrollo de maleza.

Holland, et al., 1982, establecieron y condujeron seis experimentos en tres estaciones; se estudió los efectos de la maleza sobre la producción de sorgo de grano en un terreno árido, además de métodos de control de maleza. Encontraron que entre más espacio hubo entre surcos, mayor fue la proliferación y desarrollo de maleza, y viceversa. Una reducción grande en la producción de la cosecha se obtuvo cuando no se removieron las malezas. Con

escardas entre surcos se redujo el desarrollo de maleza a menos de la mitad y con una sola aplicación de 2.5 kg/ha de ingrediente activo de atrazina pre-emergente se redujo el desarrollo de maleza a menos del 10%, la aplicación de atrazina post-emergente fué menos efectiva. La combinación de escardas entre surcos combinadas con atrazina aplicada en forma pre-emergente sobre el surco, fué la combinación más efectiva en el control de malezas comparativamente con la atrazina aplicada en toda el área en forma pre-emergente sin escardas.

2.7. Genotipos de sorgo altos, enanos y su rendimiento.

El hombre ha modificado la estructura de los genotipos para su aprovechamiento más eficiente; de tal forma, que para evitar la recolección a mano, se hizo conveniente la creación de genotipos de menor altura (enanos), aún cuando el rendimiento de estas variedades resultara algo menor que el de las variedades altas; sin embargo, las variedades enanas destinadas a ser cosechadas mecánicamente, han resultado aún más productivas que las variedades altas a las que reemplazaron (Poehlman, 1981), ésto debido a que pueden sembrarse a mayores densidades de población.

2.7.1. Variedades de polinización libre y su rendimiento.

La Universidad de Texas A & M. de E.U. en 1963 inició un programa de conversión para adaptar los materiales tropicales de

la colección mundial a climas templados (Carballo, 1978). Actualmente en el ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheru-Andhra Pradesh 502324, India 1983, 1984, 1985, 1986, 1987 y 1988) se producen genotipos tropicales adaptados a zonas templadas con buen rendimiento, los cuales se han distribuido a otros países incrementando con esto, el número de genotipos en la colección mundial. Este organismo, en su informe anual de 1984, menciona que la variedad Isiap Dorado ha sido probada en Morelos y Michoacán, México; como Blanco 86, rindiendo en los tres años anteriores más de una tonelada sobre híbridos testigo; por lo tanto, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) liberó esta variedad como Blanco 86. En una evaluación multinacional por el mismo ICRISAT en 1985 en partes bajas de Centroamérica se probaron las mejores variedades e híbridos disponibles resultando las variedades mejoradas por ICRISAT: SPV-475 y Sepon 77 dentro de las cinco más rendidoras; también durante 1987 en una evaluación realizada en Poza Rica, Veracruz, México; la variedad ICSV 112 (SPV-475) rindió 4.6 ton/ha, mientras que, Isiap Dorado rindió 4.7 ton/ha, (ICRISAT,1988). Por otra parte, García (1988) encontró que las variedades de adaptación tropical superan en rendimiento a los híbridos comerciales recomendados para Nuevo León. También mencionó que SPV-475 y otras dos variedades fueron las más sobresalientes en su evaluación de grano y forraje (esquilmos); al respecto, Robledo (1988), encontró que la variedad SPV-475, entre otras, es de las más aptas para la región de Marín, N. L. por ser de ciclo intermedio y con características sobresalientes para

doble propósito. Carballo (1978) ha considerado que las características deseables que deben reunirse en las variedades de sorgo para grano son: alto rendimiento, adaptabilidad, resistencia a sequía, a heladas y a roya, así como panícula abierta.

2.8. Rendimiento del sorgo, su rentabilidad y productividad en el Noreste de México.

La producción total de materia seca se eleva aumentando la densidad de población a un máximo, después del cual, ésta permanece constante. Esto se explica porque a ésta máxima densidad de población, cualquier posible incremento en el rendimiento total de materia seca por unidad de área debido a un incremento adicional de plantas es reducido en el rendimiento por área igual al decremento en el peso por planta (Gupta, 1975). Esto no ocurre en el máximo rendimiento de grano por área el cual no permanece constante después de incrementos más allá de la densidad óptima de población, sino que se decrementa.

Bajo el criterio fisiotécnico anterior, el rendimiento económico en sorgo representa la materia seca cosechable sea sólo grano, sólo forraje ó ambos; sin embargo, el rendimiento económico desde el punto de vista monetario, está representado por el ingreso total monetario, como resultado de la venta de la materia seca cosechada, siendo ésta sólo el grano, sólo el forraje o ambos.

Para producir una tonelada de materia seca cosechada como grano se requiere de la aplicación de insumos tales como nutrientes, agua, agroquímicos, energía fósil, etc. y la eficiencia será mayor cuando una tonelada se produzca con menos insumos, lo cual en gran medida depende del genotipo, del ambiente y del manejo por el productor. Sin embargo, la rentabilidad económica monetaria del cultivo depende en gran medida de los costos monetarios de los insumos, la eficiencia de su aplicación por el agricultor y de la capacidad del genotipos para transformarlos a grano por un lado, y por otro, del precio de este último en el mercado; de tal manera que después de la comercialización del grano, existe una diferencia positiva entre el producto del rendimiento de materia seca/ha (grano) multiplicado por el precio de esta en el mercado, menos la suma total de costos de producción /ha. De lo contrario el cultivo no es rentable para el productor. Por otro lado, un criterio de la productividad monetaria diaria de un cultivo resulta de dividir la rentabilidad entre el número de días del ciclo del cultivo (Valdés, 1987).

En los últimos 16 años el costo por hectárea del cultivo del sorgo, casi ha triplicado al incremento en el valor de la producción: ésto significa que, en 1975 a un precio de \$1621.4/ton de grano, los agricultores requerían producir 1.4 toneladas de grano por hectárea para pagar los gastos del cultivo (2270.00), y en 1991 con el costo actual de \$1,470,338.00 y con el precio de garantía de \$370,000.00 por tonelada de grano, se

necesitan 3.97 toneladas de grano por hectárea tan sólo para cubrir los costos del cultivo. Esto indica que, los costos de cultivo han aumentado un 64,772.6% de 1975 a 1991; mientras que el precio de grano ha registrado apenas un aumento de 23,125% inferior en 41,647.6% al aumento en los costos de producción en el cultivo (Zambrano, 1991). Por lo anterior, por motivos exclusivamente monetarios y no biológicos, el cultivo del sorgo ha pasado a ser un cultivo no rentable si se cosecha sólo grano a rendimientos iguales o menores a las 4 toneladas; en otras palabras, sólo aquellos agricultores que combinen rendimientos del orden de las 6 ó 7 toneladas por hectárea y grandes superficies pueden permanecer como productores de sorgo, aumentando la rentabilidad al cosechar, aparte del grano, el forraje (esquilmos) en forma directa para posterior comercialización ó indirecta a través del pastoreo. No obstante lo anterior, a medida que la superficie se acerque al minifundio el concepto de productividad debe establecerse sobre el de rentabilidad cuando se requiera hacer estudios económico - monetarios en sorgo u otro cultivo.

2.9. Aspectos relevantes que surgen de la revisión de literatura.

Con el fin de cumplir con los objetivos planteados en la introducción del presente trabajo, se requirió revisar la literatura relacionada. De ella se pueden establecer algunos aspectos que limitan un análisis que integre los criterios agronómicos en los estudios sobre densidades de población en sorgo, estos aspectos son los siguientes:

- a) En general cuando se estudian densidades de población se utiliza un solo genotipo y en los trabajos revisados no se encuentra diferencia entre densidades.
- b) Es muy poca la literatura sobre la siembra al voleo en sorgo y su comparación con la siembra en surcos.
- c) No se discute sobre tipos de planta asociado a altas o bajas densidades de población y sobre tipos de planta específicos para grano o doble propósito.
- d) Casi no se encontró información sobre, si existe o no tolerancia genética a altas densidades de población y de ser así, los mecanismos involucrados.
- e) No se encontraron trabajos que hagan un análisis económico monetario de las prácticas de manejo asociadas a altas o bajas densidades de población, genotipos y tipos de siembra, y sus consecuencias en el rendimiento de grano y/o forraje, la rentabilidad y la productividad monetaria en sorgo.

III. OBJETIVOS E HIPOTESIS EXPERIMENTALES

Los objetivos que se pretenden alcanzar en el presente trabajo son:

- a) Establecer si el uso de variedades de adaptación tropical sembradas al voleo y a altas densidades podría ser viable en términos de incrementar el rendimiento de grano de sorgo.
- b) Definir patrones de respuesta en la dinámica de rendimiento por planta, por área y sus componentes, asociados a tipos de planta, sometidos a densidades de población bajas, intermedias y altas.
- c) Determinar si la siembra al voleo, con variedades de adaptación tropical y a altas densidades de población cosechando grano y forraje, puede económicamente ser más rentable que la práctica tradicional de siembra en surcos con híbridos y a densidades de población intermedias.

Considerando los aspectos relevantes enumerados en la revisión de literatura, las limitaciones en el estudio de las densidades de población y con el fin de alcanzar los objetivos planteados, se generaron las siguientes hipótesis experimentales:

- 1.- Es posible, que la siembra al voleo a altas densidades de población resulte en un mayor rendimiento de grano por hectárea si se utilizan los genotipos apropiados.
- 2.- La respuesta general de la planta de sorgo a las variaciones en la densidad de población bajo un ambiente uniforme no es la misma para todos los genotipos, existiendo una respuesta variable en cuanto a:
 - a) Rendimiento de grano por unidad de superficie
 - b) Los componentes del rendimiento de grano por unidad de superficie y
 - c) Otros caracteres de planta.
3. El mantener el mismo rendimiento de grano por planta a bajas y altas densidades, o sea la tolerancia a la competencia intrapoblacional, está determinada genotípicamente y tal tolerancia determina el rendimiento por área a través de la dinámica del rendimiento por planta y sus componentes que resulta de someter a un genotipo a densidades crecientes de población.
- 4.- Es posible, que mediante la siembra al voleo, usando altas densidades de población y variedades de polinización libre puedan reducirse los costos de producción de grano y/o de grano y forraje, incrementándose la productividad del cultivo.

IV. MATERIALES Y METODOS

De 1987 a 1988 se llevaron a cabo dos experimentos, estos fueron conducidos, uno en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León durante el ciclo agrícola tardío de 1987 y el otro en terrenos del Ejido San Nicolás, municipio de General Escobedo, N.L. durante el ciclo agrícola temprano 1988. El primero fué con el enfoque experimental tradicional, y el segundo, para considerar algunos resultados del primero, pero bajo condiciones lo más cercanas posibles a las de la práctica del productor.

4A. Ciclo agrícola tardío M.V. 87.

4A.1. Descripción general del área de estudio.

La descripción comprenderá la localización, clima, suelo y tipo de vegetación.

4A.1.1. Localización.

Esta primer etapa del presente trabajo, se desarrolló en el Campo Agrícola de la Univesidad Autónoma de Nuevo León, el cual se localiza en el Km 17 de la Carretera Zuazua-Marín, en el municipio de Marín, N.L.; siendo sus coordenadas geográficas de 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 367.0 m Según cartas CETENAL (1977); García E. (1973).

4A.1.2. Clasificación climática y características del ciclo.

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1973), el municipio de Marín, N.L. presenta un clima característico del tipo: BSi (h')hx'(e'), esto es, un clima de desierto estepario donde la temperatura se eleva a 40°C ó más en el verano y puede descender a varios grados bajo cero durante el invierno.

De acuerdo a los datos de 9 años (1979 - 1987) sobre temperaturas medias mensuales registradas en la Estación Climatológica de la F.A.U.A.N.L., (Cuadro 1A) se tiene que el ciclo agrícola de tardío de 1987 (julio - diciembre) fué un ciclo típico de la región, dado que las temperaturas medias mensuales en ese año para cada mes del ciclo tardío presentaron una diferencia respecto a la temperatura media de cada mes en la muestra de 9 años, que fué no menor de 1.5°C y no mayor de 0.3°C.

Respecto a la precipitación (Cuadro 2A) durante el ciclo de tardío de 1987 (julio - diciembre); por la distribución en promedio (285.6 mm) no difiere respecto a la media de 9 años (287.2 mm); sin embargo, este año se puede considerar como atípico, dado que el promedio de lluvia en julio y agosto fué muy superior a la media de estos meses en la muestra (36.9 y 65.6 mm más de precipitación) y de septiembre a diciembre la precipitación en 1987 fué inferior al promedio de cada mes, respectivamente con una disminución de 24, 38.5, 7.7 y 9.2 mm en septiembre, octubre,

noviembre y diciembre, respectivamente.

El período de heladas abarca del mes de noviembre hasta marzo, con promedio anual de tres a cuatro meses y el más severo es el mes de enero. Las granizadas ocurren con una frecuencia promedio de un día al año, por lo general en la época de lluvias. La nubosidad se presenta en promedio de 90-110 días al año, siendo también en los meses de mayor precipitación pluvial. En 1987 durante el ciclo del cultivo no hubo heladas y granizadas.

La evaporación promedio total anual de 1979 a 1987 fué de 1981.23 mm y en éste último año fué de 2005.36, por lo que 1987 presentó ligeramente mayor evaporación que el promedio. Cuadro 3A.

Los vientos se registran con una intensidad promedio de alrededor de 20 Km/hr. provenientes de masas de aire marítimo tropical del norte y noreste.

4A.1.3. Clasificación edafológica.

Los suelos presentes en el Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L. son de tipo calcáreo, sedimentario. La textura del suelo arcilloso varía con la profundidad, el horizonte "A" tiene un 52.4%, de arcilla mientras que el horizontal "C" un 63.3%. El P.H. de 7.9 casi no se altera con la profundidad, teniendo valores similares para los tres horizontes. La cantidad de sales solubles se encuentra acumulada más en el horizote "B"

probablemente debido a la poca lixiviación. La materia orgánica disminuye con la profundidad existiendo un 2.07% a una profundidad de 25 cm y a los 125 cm se tiene 0.1% similarmente los elementos N, P y K disminuyen en cantidad conforme se avanza a mayor profundidad. Tomando en cuenta que los valores de nitrógeno y fósforo son bajos, hay posibilidades de que los cultivos sembrados respondan adecuadamente a la fertilización química (Gallegos, 1984). La descripción del tipo de suelo donde se realizó el experimento se dá en el Cuadro 4A.

4A.1.4. Clasificación de la cubierta vegetal.

Las especies vegetales de la cubierta vegetal nativa se clasifica como de material subinerme, característico de estos tipos de clima y suelo (García E., 1973), entre las especies predominantes están:

Plantas herbáceas:

Coyotillo (Karwinskia humboltiana)

Higuerilla (Ricinus communis)

Lengua de vaca (Rumex spp.)

Quelite..... (Amaranthus spp.)

Poleo (Menta spp.)

Arboles y arbustos:

Chaparro prieto (Acacia rigidula)

Coma (Bomelia spp.)

Huizache (Acacia farnesiana)

Ebano (Pithecellobium flexicaule)

Mezquite (Prosopis glandulosa)

Retama (Parkinsonia aculeata)

Tenaza (Pithecellobium spp.)

4A.2. Material genético

Se emplearon cuatro genotipos de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench], dos de ellos líneas puras experimentales (LES 88-R y LES 99-R), una variedad tipo línea pura generada por ICRISAT (Isiap Dorado) y un híbrido comercial (Master 911-R). Presentando los

cuatro genotipos características morfológicas contrastantes, como se puede apreciar en el Cuadro 5A. Dichos materiales fueron seleccionados en base a información proporcionada por el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (P.M.M.F. y S.) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (F.A.U.A.N.L.); además, estos genotipos han sido probados en varias localidades de la región (Cuadro 5A), según boletín de difusión interna del P.M.M.F.y S. (1987).

El hecho de haber seleccionado genotipos con características agronómicas sobresalientes y contrastantes, fué con la finalidad de poder determinar si hay diferencia en el tipo de planta en cuanto a la respuesta del rendimiento de grano, sus componentes y otras estructuras morfológicas al someter estos genotipos a densidades de población altas, bajas e intermedias, ésto además de ver la posibilidad de la sustitución de híbridos por variedades de polinización libre, para también evaluar los efectos de los métodos de siembra en surcos y al voleo sobre las variedades, para así finalmente determinar, que tipo de planta cuenta con mayor capacidad adaptativa a las condiciones del método de siembra al voleo, sin disminuir rendimiento de grano y aumentar el de forraje mejorando la productividad, comparativamente con el método de siembra en surcos. En otras palabras los genotipos fueron seleccionados por tipo de planta contrastante para poder estudiar las hipótesis experimentales que permitan alcanzar los objetivos del presente estudio.

4A.3. Material no genético.

Para la ejecución de labores en la etapa experimental del presente trabajo se utilizó tractor, arado de discos, bordeador, sembradora de experimentos, cultivadora, asperjet, aspersoras de motor y mochila, tambo de 200 lts., azadones, palas, machetes, cal, hilo sintético, estacas, cinta métrica, insecticidas, bolsas de papel, trilladora eléctrica estacionaria para sorgo, determinador de humedad para grano, báscula eléctrica, de precisión, energía eléctrica, vehículo automotriz y un local.

4A.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en la primer etapa de este trabajo, fue el de bloques al azar con arreglo en parcelas sub sub-divididas, con cuatro repeticiones, Steel y Torrie (1986).

En este arreglo los métodos de siembra quedaron en la parcela grande y fueron representados por el factor "A", donde los niveles a_1 es siembra al voleo y a_2 siembra en surcos convencionales. Las densidades de población se ubicaron en las sub parcelas y representaron los niveles del factor "B", donde $b_1 = 50,000$; $b_2 = 100,000$; $b_3 = 200,000$ y $b_4 = 400,000$ pl/ha; respectivamente. Los genotipos se establecieron en las sub-parcelas y representaron los niveles del factor "C", donde $C_1 = LES 88-R$, $C_2 = LES 99-R$, $C_3 =$ Isiap Dorado y $C_4 =$ Master 911-R. El experimento constó de un total de 32 tratamientos ($2 \times 4 \times 4$) por repetición. La distribución

de parcelas se da en Figura 1A.

Las dimensiones de la unidad experimental fueron cuatro surcos de 10 m de longitud, separados a 0.8 m, correspondiendo para cada parcela experimental una superficie de terreno de 32.0 m². Para la parcela útil se eligieron los dos surcos centrales, a los que se les desechó un metro de cada extremo, quedando ésta de 12.8 m². Cabe mencionar, que para la determinación del área de terreno de cada parcela en el método de siembra al voleo, se hizo en base a la ocupada en similares circunstancias en el método de siembra en surcos. Se ocupó un total de 4,096 m de superficie de terreno en todo el experimento, de la cual 1638 m se utilizó como parcela útil (40%).

4A.5. Manejo del experimento.

La preparación del área de terreno experimental se realizó de acuerdo a recomendaciones de la región, dando un paso con arado de discos el 2 de julio, el día 28 del mismo mes se dió un paso de rastra cruzada, con respecto al sentido del barbecho. El día 3 de agosto se midieron y marcaron las unidades experimentales, delimitándose éstas con líneas de cal a cada 10 m, dejando 2 m de calle. Las parcelas se ubicaron en 16 melgas de 4 surcos separadas por un bordo de 2.0 m entre cada una. Cada melga tenía 8 parcelas y cada bloque 4 melgas, haciendo un total de 32 parcelas por bloque. (Figura 1A)

El 25 de julio se realizaron pruebas de germinación, para poder determinar la cantidad de semilla a utilizar de cada genotipo en las diferentes densidades de población, posteriormente los días 1 y 2 de agosto se procedió a pesar y envasar la cantidad de semilla asignada para cada parcela experimental en bolsas de papel previamente identificadas de acuerdo a la distribución de parcelas en el croquis del experimento. Cabe señalar, que a la cantidad de semilla asignada para cada parcela experimental, en base a los resultados de la prueba de germinación, se le agregó un 10% más de semilla.

La siembra, para el método de siembra en surcos se realizó el día 4 de agosto con un tractor equipado con una sembradora para experimentos, proporcionada por el Proyecto de Mejoramiento Maíz, Frijol y Sorgo (P.M.M.F. y S.) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (F.A.U.A.N.L.), esto, con la finalidad de obtener una siembra uniforme en cada parcela experimental y alcanzar las densidades de población deseadas, la semilla se colocó a una profundidad entre 5 y 6 cm aproximadamente.

La siembra, para el método de siembra al voleo se realizó haciendo un paso de rastra inicial, para posteriormente distribuir la semilla y taparla con un paso de rastra en cada una de las parcelas experimentales correspondientes

La densidad de población se ajustó en cada parcela

experimental, 23 días después de la siembra, para lo cual sólo se requirió eliminar manualmente las plantas adicionales a la densidad de población programada.

El primer riego se efectuó el día 5 de agosto de 1987, un día después de la siembra, el segundo, tercero y cuarto riegos se realizaron a los 29 (4 de septiembre de 1987), 49 (24 de septiembre de 1987) y 88 (2 de octubre de 1987) días después del primer riego, respectivamente.

En la siembra en surcos se dieron dos pasos de cultivadora, el primero el día 2 de septiembre de 1987 y el segundo el 22 del mismo mes y año, con la finalidad de remover el suelo y destruir malezas presentes.

Para el control de plagas se realizaron un total de 4 aplicaciones de pesticidas, se usaron los productos químicos comerciales: Diazinón 25E, DECIS EC 2.5 y Metasystox R-25; para cada dosis y aplicación se utilizó entre 100 y 300 lt. de agua, según el equipo de aplicación disponible. Los productos químicos fueron suministrados haciendo rotación de los mismos en las diferentes aplicaciones. La primera de éstas fué realizada en la etapa de desarrollo del cogollo de la planta, se utilizó el equipo de asperjet, el pesticida aplicado fué Diazinón 25E, a razón de 1.5 litros por ha disuelto en 100 litros de agua para el control de Spodoptera frugiperda; la segunda aplicación se efectuó con aspersoras de motor y mochila, usándose el producto

químico Metasystox P-25 a una dosis de 1.5 litros por ha disuelto en 300 litros de agua, al inicio de floración para prevenir el ataque de Contarinia sorghicola; la tercera aplicación fue realizada en plena floración del cultivo, usándose Diazinón 25E a razón de 1.5 litros por ha disuelto en 300 litros de agua, aplicado con aspersora de mochila para controlar la presencia de Contarinia sorghicola, y la cuarta y última aplicación fue hecha en la etapa de formación del grano, para lo cual se preparó una mezcla de insecticidas DECIS EC 2.5 y Metasystox P-25, a una dosis de 0.125 + 0.750 litros de producto, respectivamente, disueltos en 300 litros de agua, para la aplicación se usó una aspersora de motor, la plaga a controlar era Heliothis zea, la razón de aplicar una mezcla, fue que las larvas se encontraban tanto en la parte interna, como externa de la panícula; habiéndose encontrado en el muestreo entomológico larvas en diferentes estadios de desarrollo. Los resultados de las aplicaciones realizadas fueron satisfactorios.

Para la prevención y control de enfermedades que impidieron un buen establecimiento, lo único que se hizo, fue utilizar semilla tratada con el fungicida Arazán.

El control de malezas se realizó solamente en el método de siembra en surcos al realizar los dos pasos de escarda al cultivo; para así evaluar los efectos entre métodos de siembra y densidades de población sobre la incidencia de malezas. En el método de siembra al voleo no se realizó ninguna práctica de control de

malezas.

4A-6. Variables sobre características de planta tomadas en el campo.

La toma de datos en campo sobre las características de planta fué hecha 6 días antes de iniciar la cosecha, o sea, del 23 al 28 de noviembre de 1987, para lo cual, primeramente se marcaron 40 plantas representativas con competencia completa en cada parcela útil experimental, de las cuales se tomaron 5 plantas al azar y a éstas se les tomaron las siguientes variables o caracteres, expresados como un promedio de las cinco plantas:

a) Altura de planta en cm.

Se tomó la altura desde el suelo hasta la base de la panícula.

b) Longitud de panícula en cm.

Se midió de la base al ápice de la panícula.

c) Ancho de panícula en cm.

Se obtuvo un promedio del ancho de la parte media de la base y al inicio de la parte más ancha del ápice.

d) Excursión en cm.

Se midió de la unión de la vaina de la hoja bandera a la base de la panícula.

e) Número de entrenudos por planta.

Se hizo un conteo del total de entrenudos en cada planta, no se consideró a la excursión como entrenudo.

f) Longitud de entrenudos en cm.

Se midió el primer entrenudo de la base de la planta, un intermedio y el primero inferior al raquis de la panícula, se obtuvo un promedio.

g) Perímetro de tallo en cm.

Se midió el perímetro de cada uno de los entrenudos en cada planta, y se obtuvo un promedio por planta.

h) Índice de área foliar (I.A.F.) cm^2 de hoja/ cm^2 de suelo.

Se procedió como sigue:

1. Longitud de hoja en cm.

En seis hojas por planta, 2 superiores, 2 intermedias y 2 inferiores. Se midió la longitud desde la unión del limbo con la vaina hasta el ápice, se obtuvo el promedio.

2. Ancho de hoja en cm.

Se midió el ancho máximo de 2 hojas superiores, 2 intermedias y 2 inferiores, se obtuvo un promedio.

3. Número total de hojas por planta.

En cada planta de la muestra se hizo un conteo incluyendo las hojas más viejas.

4. Área foliar total por planta (AFTP) en cm^2 .

Se calculó en base a la fórmula:

$AFTP = L \times A \times .75 \times NTH$, donde

L = Largo de la hoja

A = Ancho de la hoja

0.75 = Factor propuesto por Stickler, et al. (1961)

NTH = Número total de hojas.

5. AS/pl, fue el área de suelo por planta y se calculó dividiendo el área de la unidad experimental entre el número de plantas en cada densidad de población.

6. Índice de Área Foliar (I.A.F.) por planta en cm^2 de hoja/ cm^2 de suelo:

Se dividió el AFTP entre el AS/pl en cada densidad.

u) Rendimiento individual de forraje verde en kilogramos (kg).

Se determinó el peso del forraje verde de (esquilmo) de 40 plantas y se obtuvo una media por planta y por parcela.

j) Rendimiento de forraje verde (esquilmo) en Kg/ha

Se multiplicó el rendimiento individual de forraje verde en Kg, por el número de plantas por ha en cada densidad de población presente en cada parcela experimental.

k) Incidencia de malezas por m^2 .

Se realizó un conteo de malas hierbas en un total de 3 m^2 tomados al azar en cada parcela útil experimental, se sacó una media general de plantas indeseables por m^2 y por parcela; esto se realizó solamente en el método de siembra al voleo.

l) Presencia de plagas.

Se procedió a la observación visual periódica a través del desarrollo del cultivo y a los daños finales antes de la cosecha para asociarlos con alguna plaga en particular.

4A.7. Cosecha y trilla.

La cosecha fue realizada los días 29, 30 y 31 de noviembre de 1987, para lo cual, primeramente en cada unidad experimental se cosecharon por separado 40 plantas marcadas con anterioridad dado que tuvieron competencia completa. Se separaron las panículas del resto de las plantas y se depositó cada parte en bolsas de papel por separado, previamente rotuladas para su identificación.

Para el método de siembra en surcos se eliminó un metro en los extremos y se cosecharon las panículas de los dos surcos centrales de los cuatro que formaron cada parcela experimental, cosechándose así 12.8 m^2 de parcela útil, las panículas se guardaron en bolsas previamente identificadas. En la siembra al voleo se cosecharon las panículas presentes en la parcela útil experimental de 12.8 m^2 del centro de cada parcela experimental total, también las panículas se guardaron en bolsas por separado.

La trilla de las panículas de sorgo se realizó del 5 al 15 de enero de 1988, con una trilladora estacionaria para sorgo con motor eléctrico.

4A.8. Variables sobre componentes de rendimiento tomadas después de la cosecha

Los datos tomados en post-cosecha fueron realizados del 16 al 20 de enero de 1988 sobre los siguientes componentes de

rendimiento:

m) Rendimiento de grano en Kg/ha al 12% de humedad.

Se estimó el peso total de grano en Kg por parcela útil experimental (12.8 m²) y posteriormente por ha ajustándose al 12% de humedad según la fórmula siguiente:

$$PG = Pgh \frac{(100-Ph)}{88}, \text{ donde:}$$

RG = Rendimiento de grano ajustado al 12% de humedad

Pgh = Rendimiento de grano húmedo

Ph = % de humedad del grano.

n) Rendimiento de grano por planta en g

Considerando la panícula principal, se pesó el rendimiento de 40 panículas y éste dividido entre 40, dió el rendimiento de grano en g por planta.

ñ) Peso promedio de grano (g/grano)

Se pesaron cinco muestras de 100 granos cada una, se sacó un promedio por muestra y se dividió entre 100 y se obtuvo una media general.

o) Número de granos por panícula

Se dividió el rendimiento de grano individual (principal), entre el peso promedio de grano.

p) Numero de granos por m².

Se multiplicó el número de plantas por m² según la densidad de población de la parcela útil experimental en cuestión, por

el número de granos por panícula.

- q) Rendimiento económico neto por ha, por ciclo, por venta de grano.

El rendimiento de grano por hectárea en toneladas se multiplicó por el precio de garantía actualizado a agosto de 1991 (\$370,000 por tonelada de grano) menos los costos de producción por ha (Cuadro 6A).

- r) Rendimiento económico neto por ha, por ciclo por venta de pacas. El rendimiento de forraje verde (esquilmo) por ha, menos el 70% de merma en el peso al transformarlo a pacas, se dividió entre 18 Kg (peso de cada paca) para estimar el número de pacas/ha, el cual multiplicado por la utilidad neta por paca de \$2,500.0 (precio de paca de \$4,500.0 menos \$2,000.0 por costo de hechura de la paca) estimó el rendimiento económico neto por ha, por ciclo, por venta de pacas.

- s) Rendimiento económico neto por ha, por ciclo por venta de grano y pacas.

Se sumaron el rendimiento económico neto por ha, por ciclo, por venta de grano, más el rendimiento económico neto por ha, por ciclo, por venta de pacas.

- t) Productividad: en pesos/ha/día.

El rendimiento económico neto por ha/ciclo, por venta de grano y pacas, se dividió entre el ciclo vegetativo de cada genotipo.

Los datos obtenidos para satisfacer los requerimientos de los

incisos a, r y s, fueron consultados con agricultores - productores de grano y forraje de sorgo, maquiladores y ratificado por comunicación verbal por parte de personal encargado del Campo Agrícola Experimental del Canadá, enclavado cerca del área donde se llevó a efecto la etapa de validación del presente trabajo. Además de consultas verbales con técnicos de la S.A.R.H. en Apodaca, N.L. (Agosto 1991), así como datos publicados por Zambrano (1991).

4A.9. Prueba de hipótesis experimentales.

Para las hipótesis experimentales 1, 2 y 4 (pág 35) se consideraron las variables correspondientes bajo estudio y se procedió al análisis estadístico de la variación para probar las hipótesis estadísticas asociadas a cada hipótesis experimental. Para la hipótesis 3 (pág 35) se procedió a considerar las variables asociadas a la misma bajo un análisis estadístico de regresión simple y múltiple.

4A.9.1. Análisis de varianza y modelos estadísticos.

La Tabla 1 da las fuentes de variación y los grados de libertad del análisis de varianza para un diseño de parcelas sub-sub divididas con los tres factores bajo estudio, Steel y Torrie (1986).

Mediante el diseño anterior se analizaron:

- a) Las características de planta tomadas en el campo
- b) El rendimiento y sus componentes. Y
- c) El rendimiento económico neto/ha/ciclo, por venta de grano, por venta de pacas, combinado y la productividad. Para el análisis económico se utilizaron costos de insumos, de grano y forraje actualizados a 1991, ésto no obstante a que el estudio se efectuó en 1987 y 1988, se consideró conveniente por dos razones; la primera, dado que los precios de los insumos se incrementaron de 1985 a 1991 de manera muy superior al precio de grano, requiriéndose producir 2.6 toneladas de grano más para pagar los costos en 1991 respecto a 1985; la segunda, con el fin de dar vigencia al estudio en términos de la situación económica de 1991 a 1992 que afrontan los productores de sorgo.

Tabla 1. Análisis de varianza, parcelas sub-sub divididas.

Fuente de Variación	G.L.
(R)i Repeticiones	3
(A)j Métodos de siembra	1
E(a)ij Error (a)	3
(B)k Densidades de población	3
(AXB)jk Interacción métodos de siembra x densidades de población	3
E(h)ik Error (b)	18
(C)l Genotipos	3
(AXC)jl Interacción métodos de siembra x genotipos	3
(BXC)kl Interacción densidades de pob. x genotipos	9
(AXBXC)jkl Interacción métodos de siembra x densidades de población x genotipos	9
E(C)ijkl Error (c)	72
TOTAL (RXAXBXC-1)	127

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + E(a)_{ij} + B_k + (AB)_{jk} + E(b)_{ik} + C_l +$$

$$(AC)_{jl} + (BC)_{kl} + (ABC)_{jkl} + E(c)_{ijkl};$$

donde:

- Y_{ijkl} = Es el valor de la observación de la i -ésima repetición, asociada con el j -ésimo método de siembra, en la k -ésima densidad de población con el l -ésimo genotipo, para cada variable en estudio.
- μ = Media general
- R_i = Es el efecto de la i -ésima repetición o bloque.
- A_j = Es el efecto del j -ésimo método de siembra
- $E(a)_{ij}$ = Es el error (a) del i -ésimo bloque en el j -ésimo método de siembra.
- B_k = Es el efecto de la k -ésima densidad de población.
- $(AB)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción del j -ésimo método de siembra con la k -ésima densidad de población.
- $E(b)_{ik}$ = Es el error (b) del i -ésimo bloque asociado a la k -ésima densidad de población.
- C_l = Es el efecto del l -ésimo genotipo
- $(AC)_{jl}$ = Es el efecto de la interacción del j -ésimo método de siembra con el l -ésimo genotipo.
- $(BC)_{kl}$ = Es el efecto de la interacción de la k -ésima densidad de población con el l -ésimo genotipo.
- $(ABC)_{jkl}$ = Es el efecto de la interacción del j -ésimo método de siembra, con la k -ésima densidad de población, con el l -ésimo genotipo.
- $E(c)_{ijkl}$ = Es el error (c) del i -ésimo bloque asociado al j -ésimo método de siembra en la k -ésima densidad de población en el l -ésimo genotipo.

Donde:

$i = 1,2,3,4$, (repeticiones)

$j = 1,2$, (métodos de siembra)

$k = 1,2,3,4$, (densidades de población)

$l = 1,2,3,4$, (genotipos)

Cabe señalar, que al no presentarse incidencia de malezas en el método de siembra en surcos, sólo se consideró la incidencia de malezas/m² en siembra al voleo, los resultados analizados bajo el mismo diseño de parcelas divididas, pero con dos factores:

Tabla 2. Tabla de análisis de varianza y modelo estadístico que se utilizaron en base al diseño bloques al azar con arreglo en parcelas divididas Steel y Torrie (1986) son:

Fuente de Variación		G.L.
(R) <i>i</i>	Repeticiones	3
(A) <i>j</i>	Densidades de población	3
E(α) <i>ij</i>	Error (α)	9
(B) <i>k</i>	Genotipos	3
(AXB) <i>jk</i>	Interacción densidades de población x genotipos	9
E(b) <i>ik</i>	Error (b)	36
TOTAL	(RXAXB-1)	63

La tabla de análisis de varianza anterior corresponde al modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + E(\alpha)_{ij} + B_k + (AB)_{jk} + E(b)_{ik};$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el valor de la observación de la i -ésima repetición, en la j -ésima densidad de población con el k -ésimo genotipo, de la variable en estudio.

μ = Media general

R_i = Es el efecto de la i -ésima repetición (bloque)

A_j = Es el efecto de la j -ésima densidad de población

$E(a)_{ij}$ = Es el error (a) del i -ésimo bloque en el j -ésimo tratamiento.

B_k = Es el efecto del k -ésimo genotipo

$(AB)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción en la j -ésima densidad de población con el k -ésimo genotipo.

$E(b)_{ik}$ = Es el error (b) del i -ésimo bloque en el k -ésimo genotipo.

Donde:

i = 1,2,3,4, (bloques)

j = 1,2,3,4, (densidades de población)

k = 1,2,3,4, (genotipos).

4A.9.2. Hipótesis estadísticas y comparación de medias.

Las hipótesis experimentales 1, 2 y 4 planteadas en la sección III, página 35 fueron probadas considerando las variables asociadas y mediante las hipótesis estadísticas nulas asociadas con los valores de F . calculada del análisis de varianza, para las diferentes fuentes de variación.

Las siete hipótesis estadísticas asociadas a las fuentes de variación del análisis de varianza de la Tabla 1 son las siguientes:

Ho: $\alpha_1 = \alpha_2$	Vs.	Ha: $\alpha_1 \neq \alpha_2$
Ho: $b_1 = b_2 = b_3 = b_4$	Vs.	Ha: al menos un nivel del factor B es \neq al resto.
Ho: Las combinaciones de los niveles de los factores A y B son iguales.	Vs.	Ha: al menos una de las combinaciones de los niveles de los factores A y B es \neq al resto.
Ho: $c_1 = c_2 = c_3 = c_4$	Vs.	Ha: al menos un nivel del factor C es \neq al resto.
Ho: Las combinaciones de los niveles de los factores A y C son iguales	Vs.	Ha: al menos una de las combinaciones de los niveles de los factores A y C es \neq al resto.
Ho: Las combinaciones de los niveles de los factores B y C son iguales.	Vs.	Ha: al menos una de las combinaciones de los niveles de los factores B y C es \neq al resto.
Ho: Las combinaciones de los niveles de A, B y C son iguales.	Vs.	Ha: al menos una combinación de los niveles de los factores A, B y C es \neq al resto.

La primera hipótesis se probó con el error (a), la segunda y tercera con el error (b) y las restantes cuatro con el error (c).

Similarmente se procedió con la Tabla 2, sólo que se tuvieron dos factores (A y B), una sola interacción (A x B) y dos errores (a) y (b). Las tres hipótesis estadísticas a probar fueron las siguientes:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2$$

$$Vs. \quad H_a: \alpha_1 \neq \alpha_2$$

Se probó con el error (α).

$$H_0: b_1 = b_2$$

$$Vs. \quad H_a: b_1 \neq b_2$$

H_0 : Las combinaciones de los niveles de los factores A y B son iguales.

H_a : al menos una de las combinaciones de los niveles de los factores A y B es \neq al resto.

Tanto para el modelo con tres factores, como para el modelo con dos factores, se procedió a la comparación de medias mediante la mínima diferencia significativa protegida de Fisher, cuando en las fuentes de variación y para las variables bajo estudio se rechazó la hipótesis estadística nula cuando $F_c > F_t$, $\alpha = 0.05$, Steel y Torrie (1986).

4A-9.3. Regresión lineal simple y múltiple.

Para probar la tercera hipótesis experimental referente a la relación del rendimiento de grano por planta con la tolerancia a la competencia intrapoblacional se utilizó una regresión lineal simple y para relacionar el rendimiento por área con sus componentes se utilizó una regresión múltiple.

Para estimar la tolerancia a la competencia intrapoblacional, se efectuó una regresión lineal simple para cada genotipo donde el rendimiento en gramos por planta fue la variable dependiente (Y) y las cuatro densidades de población la variable independiente (X), esto independientemente del método de siembra; de lo anterior se

obtuvo una ecuación de predicción con su respectiva R^2 para cada genotipo, así como sus respectivos coeficientes de regresión (β_1), que en este caso indican la tolerancia a la competencia intrapoblacional en cada ecuación. Con estas ecuaciones se pudo determinar el rendimiento estimado por genotipo y por densidad de población probada y así el porcentaje de reducción del rendimiento estimado en g/planta, como consecuencia de los efectos de la competencia intrapoblacional al incrementar la densidad de población, lo anterior en base a los criterios establecidos por Valdés (1979), citado por Martínez (1988), para medir la competencia intrapoblacional, los cuales se resumen a continuación.

- Hay reducción de rendimiento por planta como consecuencia de la competencia al pasar de una densidad de población baja a una densidad de población alta.
- Mediante regresión simple se puede linearizar la respuesta en términos de la reducción del rendimiento por planta como consecuencia de la competencia al incrementar la densidad de población; aquí, la variedad tolerante y estable deberá tener una pendiente mayor de menos uno y tendiente a cero.

Para relacionar el rendimiento por área con sus componentes, se realizó una regresión múltiple para cada genotipo en cada densidad de población, independientemente del método de siembra. Se usó como variable dependiente el rendimiento de grano por m^2 (g/m^2), y como variables independientes: # de panículas por m^2

(x_1), # de granos/panícula (x_2) y peso de grano en g (x_3). Aquí se obtuvo una ecuación de predicción para el rendimiento estimado en g/m^2 por densidad de población, para cada genotipo, independientemente del método de siembra, esto para observar cuáles de los componentes del rendimiento por área lo determinaban en mayor grado en cada genotipo dentro de cada nivel de densidad de población.

4A.10. Proceso de cómputo.

El proceso de análisis estadístico se efectuó por microcomputadora y computadora.

Se utilizó el paquete de diseños estadísticos experimentales del Ph. D. Emilio Olivares Sáenz, catedrático de la F.A.U.A.N.L. versiones 1988 y 1991; implementados en las microcomputadoras del Proyecto de Producción de Semillas de Hortalizas del Centro de Investigaciones Agropecuarias y de la Subdirección de Estudios de Postgrado de la F.A.U.A.N.L.

.

La elaboración de gráficas fué con el paquete de SLIDE WRITE, implementado también en las dos microcomputadoras antes mencionadas.

Para el proceso de análisis de regresión lineal simple y múltiple, se utilizó el paquete estadístico SPSS (Statistical Package For the Social Sciences) Paquete Estadístico para las

Ciencias Sociales CAE-Laguna, et al. (1979) implementado en la computadora del Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

4B. Etapa de Validación, ciclo agrícola temprano, 1988 (S.N-P. 88).

En esta etapa se consideraron los genotipos de sorgo más sobresalientes en M-V. 87, incluyendo además a SPV-475, sembrados bajo la tecnología que utilizan los productores en la región comparativamente con la siembra al voleo y densidad de siembra alta.

4B-1. Descripción general del área de estudio.

Para la descripción del área se tomó en cuenta la localización, clima, suelo y topografía, vegetación dominante, clasificación actual de las tierras agrícolas de acuerdo a su uso y algunas poblaciones del sorgo.

4B.1.1. Localización.

Esta segunda etapa de validación del presente trabajo, se desarrolló en terrenos del Ejido San Nicolás, Municipio de General Escobedo, N.L.; el cual se encuentra situado a los 25° 45' de latitud Norte y 100° 17' de longitud Oeste, con respecto al meridiano de Greenwich, a una altitud de 427 M.S.N.M.

Limita al norte con las propiedades particulares de la Fraccionadora Nueva Castilla; al sur con el Municipio de San Nicolás de los Garza N.L.; al Oriente con el Municipio de Apodaca y al Poniente con la Colonia Celestino Gazca del Municipio General Escobedo, N.L., Anónimo (1972), citado por Canseco (1973); la carretera Federal No. 85 Monterrey, N.L. - Laredo, Tamps., comunica el área con San Nicolás N.L. y los municipios del Norte del Estado.

4B-1.2. Clima

Dentro de los componentes del clima sólo se consideró a la precipitación pluvial y a la temperatura, y dentro de éste último las heladas, granizadas y vientos dominantes.

4B-1.2.1. Precipitación pluvial

El promedio anual de la región de 1980 a 1988 es de 551.63 mm.; no obstante, tiene un rango de variación que va de 393.3 a 749.5 mm, según el Depto. de Meteorología y Climatología de la F.A.U.A.N.L., la temporada de lluvias es muy irregular empezando de Abril hasta Noviembre, siendo el resto del año relativamente seco, según García E. (1977). El Cuadro 7A muestra, que durante el ciclo temprano de 1988 (febrero - julio) por la distribución en promedio (277.1 mm) difiere respecto a la media de 9 años (263.9 mm) por 13.2 unidades, esto aunado a que la media mensual de lluvia de 1988 superó con 11.5, 36.8 y 22.5 a la media de 9 años

en los meses de mayo, junio y julio respectivamente; mientras, que en marzo y abril el promedio de 9 años fué mayor que 1988 y en febrero fué similar la precipitación entre la media de 1988 y la media de 9 años. Por lo anterior el ciclo temprano de 1988 se considera como atípico.

4B.1.2.2. Temperatura

La temperatura máxima anual alcanza los 43°C., la media anual oscila entre los 22° y 24°C. y la temperatura mínima es de 2°C., catalogándose el clima como seco - árido, Anónimo (1972), citado por Canseco (1973). Por otra parte, se aprecia en el Cuadro 8A que el ciclo agrícola tardío de 1988 (febrero-julio) fué un ciclo típico de la región, puesto que las temperaturas medias mensuales en ese año para cada mes del ciclo temprano presentaron una diferencia respecto a la temperatura media de cada mes en la muestra de 9 años, que fué no menor de 21°C. y no mayor de 2.0°C..

4B.1.2.2.1. Heladas.

Las heladas se presentan en esta zona a partir del mes de Noviembre continuando hasta Marzo, siendo éstas menos intensas de la mitad de Febrero en adelante, razón por lo que las siembras oficiales de otoño-invierno, denominado por los agricultores ciclo temprano, se inician a partir de Febrero continuando hasta Marzo.

Las heladas tardías en el mes de Marzo pueden ocasionalmente

en algunos años afectar el cultivo de sorgo en sus primeras etapas de desarrollo.

4B.1.2.2.2. Granizadas.

Aunque las granizadas son poco frecuentes, cuando se presentan es en los meses de Mayo a Julio, y si es en Mayo pueden afectar las siembras de sorgo y maíz que se encuentran en floración o inicio de llenado de grano, específicamente defoliándolos.

4B.1.2.2.3. Vientos dominantes

Los vientos dominantes en la región corren de Norte a Sur durante Otoño e Invierno; cambiando su curso de Este a Oeste durante la primavera y el verano, en este último período, el viento alcanza una velocidad promedio de 2 a 3 km por hora. En otoño e invierno, el viento suele alcanzar velocidades de hasta 5 km por hora hasta un máximo de 50 km por hora; en tanto que la media es de 25 km por hora. En siembras de febrero y marzo que son los meses de más vientos el establecimiento del sorgo puede verse afectado desfavorablemente por secarse la parte del suelo donde se encuentra la semilla recién sembrada, lo que impide una germinación adecuada, principalmente cuando no se compacta el suelo después de la siembra, Valdés (1987).

4B.1.3. Suelo y Topografía.

4B.1.3.1. Suelos.

Predominan en la región los suelos de origen calcáreo con textura arcillosa, siendo en algunas zonas de textura arcillo-arenosa, Anónimo (1973), citado por Canseco (1973).

Cabe señalar que el suelo se ve mejorado en su textura y fertilidad por el abono que le proporcionan las aguas negras con las que se riegan las tierras agrícolas del ejido. En los Cuadros 9 y 10 del apéndice se especifican los resultados de los análisis hechos a las tierras del Ejido en el laboratorio de Suelos de la F.A.U.A.N.L., los cuales indican que se trata de suelos con textura arcillosa, con un P.H. de 7.8 a 7.9, mediano en materia orgánica, pobre en nitrógeno, medianamente rico en fósforo, extremadamente pobre en potasio, lo que indica que los cultivos pueden responder a la fertilización química.

4B.1.3.2. Topografía.

El terreno en general es plano, existiendo solo pequeñas elevaciones consistentes en lomas. El declive de los terrenos del ejido en general tienden a orientarse en dirección Oriente-poniente, Anónimo (1972), citado por Canseco (1973).

4B.1.4. Vegetación dominante.

Esta es variada, existe en poca cantidad, dado que la mayoría de las tierras se han incorporado a la agricultura, a continuación se dá una lista de las especies presentes en el área:

Plantas herbáceas:

Girasol	(<u>Helianthus</u> spp.)
Coyotillo	(<u>Karwinskia humboltiana</u>)
Higuerilla	(<u>Ricinus communis</u>)
Borraja	(<u>Borago officinalis</u>)
Lengua de vaca	(<u>Rumex</u> spp.)
Poleo	(<u>Menta</u> spp.)
Quelite	(<u>Amaranthus</u> spp.)

Arboles y arbustos:

Anacua	(<u>Ehretia elliptica</u>)
Chaparro prieto	(<u>Acacia rigidula</u>)
Coma	(<u>Bomelia</u> spp.)
Canelo	(<u>Melia azedrach</u>)
Huizache	(<u>Acacia farnesiana</u>)
Ebano	(<u>Pithecellobium flexicaule</u>)
Mezquite	(<u>Prosopis glandulosa</u>)
Anacahuita	(<u>Cordia boissieri</u>)
Mora	(<u>Morus</u> spp.)
Retama	(<u>Parkinsonia aculeata</u>)
Tenaza	(<u>Pithecellobium</u> spp.)
Cilantrillo	(<u>Fumaria</u> spp.)

4B-1.5. Clasificación actual de la tierra agrícola de acuerdo a su uso.

Aproximadamente se siembran 70=00=00 ha de temporal y 1600 ha de riego en los dos ciclos agrícolas (temprano y tardío). De la superficie de riego, 400 ha se siembran en el ciclo agrícola temprano con sorgo, de los cuales 200 ha en la modalidad colectiva y el resto se distribuye en forma individual. En el ciclo agrícola tardío se siembran 550 ha de riego con sorgo, de las cuales 200 ha son colectivas y el resto 350 ha en forma individual. El resto de la superficie agrícola disponible en cada ciclo agrícola se siembra en los cultivos trigo, maíz, avena y cebada.

La calendarización de las labores, horas hombre y horas maquinaria para el cultivo de sorgo en el ciclo agrícola tardío y temprano, según Canseco (1973) se dan a continuación:

<u>Cultivo</u>	<u>Horas hombre</u>	<u>Horas maquinaria</u>	<u>Período</u>
<u>Sorgo temprano:</u>			
Barbecho		1 hora/ha(2)	
Rastreo		0.20 hora/ha(2)	
Riego de asiento	1.5 horas/ha	-----	15 marzo- 15 abril
Siembra		0.50 hora/ha(1)	15 Marzo- 15 abril
Escarda	-----	0.20 hora/ha(1)	15 abril- 15 mayo
Riego de Aux. # 1	1.50 hora/ha	-----	15 abril- 15 mayo

Riego de Aux. # 2	1.50 hora/ha	-----	15 mayo-15 junio
Plagas y enfermedades	0.66 hora/ha	0.20 hora/ha(1)	al presentarse
Cosecha		0.50 hora/ha(3)	15 Oct.-15 Nov.
<u>Sorgo tardío:</u>			
Barbecho		1 hora/ha(2)	mayo-junio
Rastreo		0.20 hora/ha(2)	mayo-junio
Riego de asiento	1.5 hora/ha		15 junio-15 julio
Siembra		0.50 hora/ha(1)	15 junio-15 julio
Escarda		0.20 hora/ha(1)	15 julio-15 agosto
Riego de Aux. # 1	1.50 hora/ha		15 julio-15 agosto
Plagas y enfermedades	0.66 hora/ha	0.20 hora/ha(1)	Al presentarse
Cosecha		0.50 hora/ha(3)	15 Oct.-15 Nov.

- (1) = Tractor de 60 caballos de fuerza
(2) = Tractor de 105 caballos de fuerza
(3) = Cosechadora de 120 caballos de fuerza.

Tanto el predio colectivo, como los predios individuales son regados con aguas negras provenientes del drenaje de la ciudad de Monterrey. El volumen dado al Ejido en el año de 1934, año en que se dió la dotación de tierras ascendía a 76 litros por segundo. El volumen actual es de más de 2,000 litros por segundo, el cual

es usado para regar las 1600 hectáreas de riego.

En las dotaciones individuales existen ejidatarios que rentan o alquilan su dotación de tierra y otros que la traspasan a partido o porcentaje sobre el rendimiento.

Los cultivos que se explotan son trigo, sorgo de grano, maíz, avena y cebada, el motivo es que, para el riego de las tierras solo se cuenta con aguas negras, y algunos genotipos de estos cultivos han presentado resistencia a estas condiciones, evitando también que no sean de consumo directo para el humano como el caso de verduras y legumbres; por otra parte, el ejido San Nicolás principalmente produce forraje que es adquirido por la industria lechera para la alimentación de equinos y el grano de sorgo es comprado por la industria de alimentos avícolas de Monterrey, además la industria harinera consume la producción del trigo y el maíz se vende principalmente como elote para consumo humano, utilizando el resto de la planta como forraje.

4B.1.6. Algunos problemas del sorgo en el Ejido San Nicolás.

La mayoría de los productores siembran una bolsa de semilla de 22.0 kg/ha; equivalente a una densidad de población entre 555,500 a 869,500 pl/ha, dependiendo del genotipo utilizado. No se maneja el criterio de establecer una densidad de población específica para el genotipo que siembran. No obstante lo anterior, sus densidades normales de población fluctúan entre 150,000 y las

200,000 pl/ha, tal diferencia entre la cantidad sembrada de de semilla y la población establecida se explica, por la mala preparación del suelo pues en su mayoría se hace con tracción animal y aún cuando se efectúa con maquinaria agrícola, la preparación del suelo es muy deficiente y no se hace una calibración adecuada de las sembradoras.

Los agricultores productores de sorgo, desconocen en su mayoría el potencial genético de los híbridos que les proporciona vía crédito el Banco de Crédito Rural (BANRURAL). Por otra parte, la semilla híbrida del sorgo es cara, se tiene que comprar cada ciclo agrícola aún por productores minifundistas que siembran sorgo. Otro tipo de variedades, como las del tipo línea pura, que ellos podrían incluso conservar, no se encuentran en el mercado. Por lo anterior la conveniencia del uso de variedades de polinización libre, que aparte de rebajar costos en el precio de semilla, le permitiría al agricultor apartar semilla de su cosecha para posteriores siembras, haciéndole un previo tratamiento con fungicida, podría reducir costos por este concepto; esto siempre que estuvieran disponibles dichas variedades en el mercado ó que otra institución como la F.A.U.A.N.L. o los planteles de Educación Tecnológica Agropecuaria y/o el ejido la produjeran y comercializarán.

4B-2. Material genético.

Para esta etapa de validación se usaron tres genotipos, de

ellos, dos variedades (Isiap Dorado y SPV-475) y un híbrido como testigo (Master 911-R). La razón de haber considerado al SPV-475 en esta segunda etapa del experimento en cuestión, es por que esta variedad está considerada con características aceptables de rendimiento para las condiciones del lugar en que se establecería el experimento García (1988). Por otra parte, el hecho de haber descartado los genotipos LES 88-R y LES 99-R en esta segunda etapa de validación, es porque de acuerdo a los resultados del proceso de análisis estadístico de la primera etapa experimental en M.V. 87 arrojaron rendimientos bajos de grano y forraje, comparativamente con la variedad Isiap Dorado y el híbrido testigo Master 911-R. Algunas características agronómicas de los genotipos SPV-475, Isiap Dorado y Master 911-R se describen en el Cuadro 5A.

4B.3. Material no genético.

Para la realización de trabajos ejecutados en esta segunda etapa de validación del presente estudio se utilizaron un tractor equipado con arado de discos y rastra de discos para la realización de la roturación del terreno y acondicionamiento de la cama de siembra, bordeador, sembradora comercial de cuatro botes, semilla, insecticida, herbicidas, palas, azadones, aspersoras de mochila, tambos de 200 lts., agua, hilo, estacas, cal, bolsas de papel, báscula granataria, cinta métrica, vehículo automotriz y trilladora eléctrica estacionaria para sorgo.

4B.3.1. Diseño experimental.

Para la validación de resultados obtenidos en la primer etapa experimental se estableció un segundo experimento, el diseño experimental utilizado fué un factorial (AxBxC), con distribución de bloques al azar, con dos repeticiones.

En este arreglo los métodos de siembra (surcos y voleo) quedaron como parcela grande. los genotipos (Master 911-R, SPV-475 e Isiap Dorado) como parcela mediana y las densidades de siembra ($d_1 = 30$ Kg de semilla por ha y $d_2 = 15$ kg de semilla por ha) quedaron como parcela chica.

Las dimensiones de la parcela experimental en el método de siembra en surcos, fueron 16 surcos de 125.3 m de longitud, separados éstos a 0.75 m., correspondiendo para cada parcela experimental una superficie de terreno de 1503.6 m^2 . Se ocupó un total de $27,064.8 \text{ m}^2$ de superficie de terreno para en todo el experimento.

Para el método de siembra al voleo las dimensiones de la parcela experimental fueron 41.76 m de longitud por 6.0 m de ancho, dando una superficie de terreno de 250.56 m^2 por cada parcela experimental. En este método se ocupó un total de superficie de terreno de $4,510.08 \text{ m}^2$.

El experimento constó de un total de 12 tratamientos (2x3x2),

por repetición.

Cabe señalar, que inicialmente este trabajo se había planteado como se describió anteriormente, sin embargo, por el drástico daño causado por pájaros al momento de la siembra, fué necesario reducir el experimento, para lo cual se eliminaron unidades experimentales de la siembra al voleo, teniéndose así condiciones similares entre el método de siembra en surcos y al voleo, para tomarse los datos como un solo experimento para la realización del proceso de análisis estadístico, quedando como un diseño factorial con tres factores en bloques completos al azar, donde el factor A fué métodos de siembra, el B genotipos y el C densidades de siembra.

La distribución de parcelas se dá en la Figura 2A.

4B.3.2. Manejo del experimento.

La preparación de terreno del área experimental consistió en un paso con arado de discos realizado el día 3 de febrero de 1988.

El 11 de febrero del mismo año se efectuó un riego de presiembra, para lo cual se trazaron bordos de contención cada 6.0 m a lo largo de la parcela. El 20 de febrero se dió un paso de discos cruzando el sentido del barbecho y ese mismo día se sembró.

La siembra, para el método de siembra en surcos, se realizó con una sembradora de 4 botes, se procedió a ajustar engranes,

cadenas y platos de la sembradora, para cada densidad de siembra y genotipo; la semilla quedó depositada a una profundidad de 7.0 cm, aproximadamente.

Para el método de siembra al voleo, se realizó la siembra de la semilla manualmente después del paso de rastra de preparación del terreno, para posteriormente tapar la semilla con otro paso de rastra en sentido contrario al anterior.

Se efectuaron dos escardas, únicamente en el método de siembra en surcos, la primera el día 24 de marzo y la segunda el 13 de abril de 1988 con un arado de reja tirado por caballos.

Se realizaron tres riegos de auxilio el primero el día 25 de marzo, el segundo el 17 de mayo y el tercero el día 14 de junio de 1988. Se aplicó herbicida para controlar el S. halepense y no fue eficiente, por lo tanto, se llevó a cabo un deshierbe con machete cinco días antes de la realización de la cosecha. La maleza dominante fue S. halepense y Amaranthus spp.

Para el control de plagas se efectuaron dos aplicaciones de insecticidas, una el día 21 y 22 de mayo y la otra el 13 de junio; se aplicó 1.5 lt. de Diazinón 25E disuelto en 300 lt. de agua en la primer aplicación y 1.5 lt. de Metasystox R-25 disuelto en 300 lt. de agua en la segunda aplicación para el control de Contarinia sorghícola. Las aplicaciones fueron hechas con aspersoras de mochila.

La utilización de semilla tratada con fungicida e insecticida fue el único medio de protección de la semilla al daño por plagas y enfermedades a la siembra.

4B.3.3. Cosecha y trilla.

Para la evaluación de rendimiento de grano por parcela experimental en el método de siembra en surcos, se tomaron 6 muestras por densidad de población por genotipo; para cada muestra se cosecharon 6 surcos intermedios de 0.75 m entre ellos, por 1.0 m de longitud resultando 4.5 m^2 por muestra; en total por las 6 muestras 27 m^2 de cosecha por parcela experimental; resultando un total de 324.0 m^2 en las 12 parcelas del experimento en este método de siembra.

En el método de siembra al voleo, la evaluación del rendimiento de grano, se realizó cosechando 3 muestras de 1 m^2 por parcela experimental, tomadas éstas al azar en la parte media de cada parcela; resultando un total de 3 m^2 por parcela y 36 m^2 en las 12 parcelas del experimento en este método de siembra.

La cosecha de los dos experimentos se llevó a cabo los días 9 y 10 de agosto. La trilla se llevó a cabo con una trilladora eléctrica estacionaria para sorgo del Proyecto de Mejoramiento de maíz, frijol y sorgo de la F.A.U.A.N.L. los días 11, 12 y 13 de agosto de 1989.

4B.3.4. Prueba de la cuarta hipótesis experimental.

Esta etapa correspondió a un segundo paso en la evaluación de la cuarta hipótesis experimental relacionada con la viabilidad económica de sustituir el método de siembra en surcos y con híbridos a densidades intermedias por la siembra al voleo con variedades de polinización libre tipo líneas puras, en siembra al voleo a altas densidades. En M.V. 87 se efectuó una validación parcial de esta hipótesis y en S.N.P. 88 se pretendió validar esta hipótesis bajo las condiciones más cercanas posibles a la práctica que los agricultores del área realizan con sorgo para grano.

En esta etapa de validación, se evaluaron estadísticamente: el rendimiento de grano en Kg/ha, el beneficio económico neto/ha/ciclo, por venta del grano y el beneficio económico neto/ha/ciclo, por venta de grano y pacas (combinado), que se estimó en base a la proporción del rendimiento de forraje verde (esquilmo) respecto al rendimiento total en M.V. 87.

No se ajustó a un porcentaje de humedad, dado que el grano fue cosechado en la condición de madurez, que lo comercializa el productor.

4B.3.4.1. Análisis de varianza y modelo estadístico.

El rendimiento de grano en Kg/ha fue analizado considerando un arreglo factorial (AXBXC) bajo un diseño experimental de

bloques completos al azar. La Tabla 3 muestra el análisis de varianza para el diseño experimental mencionado.

Tabla 3. Tabla de análisis de varianza que se utilizó en el experimento de S.N.P. 88.

Fuente de Varaiación		G.L.
(R)i	Repeticiones	1
(A)j	Métodos de siembra	1
(B)k	Genotipos	2
(C)l	Densidades de siembra	1
(AXB)jk	Interacción métodos de siembra x genotipos	2
(AXC)jl	Interacción metodos de siembra x densidades de siembra	1
(BXC)kl	Interacción genotipos x densidades de siembra	2
(AXBXC)jkl	Interacción métodos de siembra x genotipos x densidades de siembra	2
Error(E)ijkl		11
Total	$(RXAXBXC - 1) = (2X2X3X2 - 1)$	23

El diseño experimental anterior corresponde al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + B_k + C_l + (AXB)_{jk} + (AXC)_{jl} + (BXC)_{kl} + (A \times BXC)_{jkl} + (E)_{ijkl};$$

Donde:

Y_{ijkl} = Es el valor de la observación de la i-ésima repetición, en el j-ésimo metodo de siembra, en el k-ésimo genotipo con la l-ésima densidad de siembra.

μ = Media general.

- R_i = Es el efecto de la i -ésima repetición o bloque.
 A_j = Es el efecto del j -ésimo tratamiento (método de siembra)
 B_k = Es el efecto del k -ésimo tratamiento (genotipos).
 C_l = Es el efecto de la l -ésima densidad de siembra.
 $(AB)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción de el j -ésimo método de siembra con el k -ésimo genotipo.
 $(AC)_{jl}$ = Es el efecto de la interacción en el j -ésimo método de siembra con la l -ésima densidad de siembra.
 $(BC)_{kl}$ = Es el efecto de la interacción de el k -ésimo genotipo con la l -ésima densidad de siembra.
 $(ABC)_{jkl}$ = Es el efecto de la interacción de el j -ésimo método de siembra, con el k -ésimo genotipo y con la l -ésima densidad de siembra.
 $(E)_{ijkl}$ = Es el error del i -ésimo bloque, asociado al j -ésimo método de siembra en el k -ésimo genotipo en la l -ésima densidad de siembra.

Donde:

- i = 1,2, (repeticiones)
 j = 1,2, (métodos de siembra)
 k = 1,2,3, (genotipos)
 l = 1,2, (densidades de siembra)

4B.3.4.2. Hipótesis estadísticas y comparación de medias.

Las siete hipótesis estadísticas del análisis de varianza de la Tabla 3 fueron:

Ho: $\alpha_1 = \alpha_2$	Vs.	Ha: $\alpha_1 \neq \alpha_2$
Ho: $b_1 = b_2 = b_3$	Vs.	Ha: al menos un nivel del factor B es \neq al resto.
Ho: $C_1 = C_2 = C_3$	Vs.	Ha: al menos un nivel del factor C es \neq al resto.
Ho: las combinaciones de los niveles de los factores A y B son iguales.	Vs.	Ha: al menos una de las combinaciones de los niveles de los factores A y B es \neq al resto.
Ho: las combinaciones de los niveles de los factores A y C son iguales.	Vs.	Ha: al menos una de las combinaciones de los niveles de los factores A y C es \neq al resto.
Ho: las combinaciones de los niveles de los factores B y C son iguales.	Vs.	Ha: al menos una de las combinaciones de los niveles de los factores B y C es \neq al resto.
Ho: las combinaciones de los niveles de los factores A, B y C son iguales.	Vs.	Ha: al menos una de las combinaciones de los niveles de los factores A, B y C es \neq al resto.

Quando la F_c fue mayor que la F_t , $\alpha = 0.05$, la H_0 se rechazó, procediéndose a la comparación de medias mediante la diferencia mínima significativa protegida de Fisher, Steel y Torrie (1986).

4B.3.4.3. Análisis económico.

Se realizó únicamente para rendimiento de grano, se utilizó una tabla de análisis de varianza similar a la número 3 y el

modelo estadístico, correspondiente ésto de acuerdo con los datos sobre costos de cultivo determinados para el caso (Cuadro 6A).

Dado que los agricultores del Ejido San Nicolás son minifundistas, el criterio utilizado fué la productividad en términos de salarios mínimos/ha/día, por concepto de venta de granos y pacas de acuerdo con el ciclo de cada variedad. Por ello el beneficio económico neto/ha/ciclo, por venta de grano fué con los datos de este ciclo y el beneficio económico neto/ha/ciclo, por venta de pacas se estimó con la proporción de rendimiento de forraje verde (esquilmo) por genotipo en M.V. 87, dado que no se estimó el rendimiento de forraje verde en el campo en este ciclo. Con esta información se calculó el beneficio económico neto/ha/ciclo, por venta de grano y pacas (combinado), el cual fué traducido a productividad en salarios mínimos/ha/día.

4B.3.4.4. Proceso de Cómputo.

Se utilizó el equipo de cómputo y los paquetes estadísticos descritos en la sección 4A.10 de M.V. 87.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Rendimiento de grano, sus componentes, otros caracteres de planta y factores bioticos.

Con el propósito de validar las dos primeras hipótesis experimentales planteadas en el presente trabajo, (sección III, página 35) se procedió a efectuar los análisis estadísticos para el rendimiento de grano, sus componentes y otros caracteres de planta para el ensayo de Marín verano 1987 (M.V. 87) y solo para el rendimiento de grano en San Nicolás Primavera 1988 (S.N.P. 88).

En el Cuadro 11A (A=Apéndice) se concentran los cuadrados medios para el rendimiento y sus componentes de M.V. 87; en el Cuadro 12A los cuadrados medios para el rendimiento de S.N.P. 88, en el Cuadro 13A se presentan los cuadrados medios para los caracteres de planta de M.V. 87, en el Cuadro 14A los cuadrados medios para malas hierbas, en el Cuadro 15A los cuadrados medios para rendimiento económico neto/ha/ciclo, por venta de grano, por venta de pacas, combinado y productividad, en el Cuadro 16A los cuadrados medios del rendimiento económico neto/ha/ciclo, por venta de grano de S.N.P. 88 y en el Cuadro 17A se presentan los cuadrados medios para rendimiento de forraje verde/ha; los Cuadros 14A, 15A y 17A son de M.V. 87.

5.1.1. Rendimiento de grano por unidad de superficie.

El rendimiento de grano por unidad de superficie fué estudiado tanto en el ciclo de M.V. 87 como en el de S.N.P. 88; sin embargo, por el enfoque del experimento en este último ciclo, los componentes del rendimiento y otros caracteres de planta, sólo se estudiaron en M.V. 87. A continuación se presentan y discuten las características mencionadas.

5.1.1.1. Rendimiento de grano en kilogramos por hectárea (Kg/ha), Marín Verano 1987 (M.V. 87).

En el Cuadro 11A se aprecia que para esta característica no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre métodos de siembra y la interacción métodos de siembra por genotipos tampoco fué significativa. En el resto de las fuentes de variación (F.V.) se detectaron diferencias estadísticas significativas.

Como no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre métodos de siembra, independientemente de densidades de población y genotipos, se considera en consecuencia que el arreglo topológico resultante de los métodos de siembra no afectó significativamente el rendimiento de grano; lo anterior se reafirma al resultar no significativa la interacción métodos de siembra por genotipos, independientemente de densidades de población.

En cuanto a los efectos principales de densidades de población, independientemente de métodos de siembra y genotipos, al comparar las medias (Cuadro 1) se encontró que la densidad con mayor rendimiento de grano fué la de 400,000 plantas por hectárea (pl/ha), disminuyendo significativamente éste, conforme se disminuyó la densidad de población a 200,000, 100,000 y 50,000 pl/ha, respectivamente.

Respecto a los genotipos, independientemente de métodos de siembra y las densidades de población, se encontró diferencia significativa entre ellos (Cuadro 11A), posteriormente se procedió a la comparación de medias, resultando que el genotipo más rendidor fué Isiap Dorado, siguiendo en forma descendente el híbrido testigo Master 911-R, LES 99-R y LES 88-R (Cuadro 2). Esto coincide con lo publicado por ICRISAT (1984), respecto a que la variedad Isiap Dorado rindió en tres años anteriores más de una tonelada sobre los híbridos, por otra parte García (1988) encontró que las variedades de adaptación tropical superaron a los híbridos comerciales recomendados para Nuevo León, lo cual confirma estos resultados y se coincide con Carballo (1978) en el sentido que Isiap Dorado es una variedad de alto rendimiento de grano.

En la interacción métodos de siembra por densidades de población se presentaron diferencias significativas en cuanto a rendimiento de grano en al menos una combinación; por lo tanto se procedió a la comparación de medias (Cuadro 3), resultando que el

Cuadro 1. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano (kg/ha) en cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Rend. de grano (kg/ha)
400,000	8349.8 a
200,000	6951.1 b
100,000	4735.7 c
50,000	3286.4 d
DMS = 0.05	135.9441

Cuadro 2. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano/ha en cuatro genotipos M.V. 87.

Genotipos	Rend. de grano (kg/ha)
Isiap Dorado	7728.8 a
Master 911-R	6959.4 b
LES 99-R	4852.1 c
LES 88-R	3782.7 d
DMS = 0.05	129.9551

Cuadro 3. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano/ha en cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Rend. de grano (kg/ha)	
	Métodos de siembra	
	Surcos	Voleo
400,000	8560 a	8140 b
200,000	6449 d	7453 c
100,000	5056 e	4416 f
50,000	3590 g	3233 h
DMS = 0.05	192.2539	

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

mayor rendimiento de grano se logró con la combinación surcos y la densidad de población de 400,000 pl/ha, seguida por la densidad de población de 400,000 pl/ha al voleo; 200,000 pl/ha al voleo; 200,000 pl/ha en surcos; 100,000 pl/ha en surcos; 100,000 pl/ha al voleo; 50,000 pl/ha en surcos y 50,000 pl/ha al voleo. Por lo anterior, bajo las condiciones en que se condujo este trabajo e independientemente del genotipo utilizado, el método de siembra en surcos es el más indicado cuando se siembra a 400,000; 100,000 y 50,000 pl/ha y el método de siembra al voleo cuando la densidad de población sea de 200,000 pl/ha (Figura 1).

En cuanto a la interacción entre los niveles de los factores densidad de población por genotipos se encontró diferencia significativa (Cuadro 11A) por lo que se hizo la comparación de medias (Cuadro 4). Independientemente de los métodos de siembra, el genotipo más rendidor fué la variedad de polinización libre Isiap Dorado bajo la densidad de población de 400,000 pl/ha, seguido por Master 911-R a la misma densidad. El resto de las combinaciones fueron inferiores en rendimiento a éstas dos.

También se observó, que al aumentar la densidad de población se incrementó gradualmente el rendimiento de grano, y viceversa, a excepción del LES 88-R donde no hubo diferencia estadística al pasar de 200,000 a 400,000 pl/ha; probablemente ésto indica que las plantas de poca altura representadas por LES 88 no responden incrementando el rendimiento de grano al someterse a densidades de población mayores de las 200,000 pl/ha.

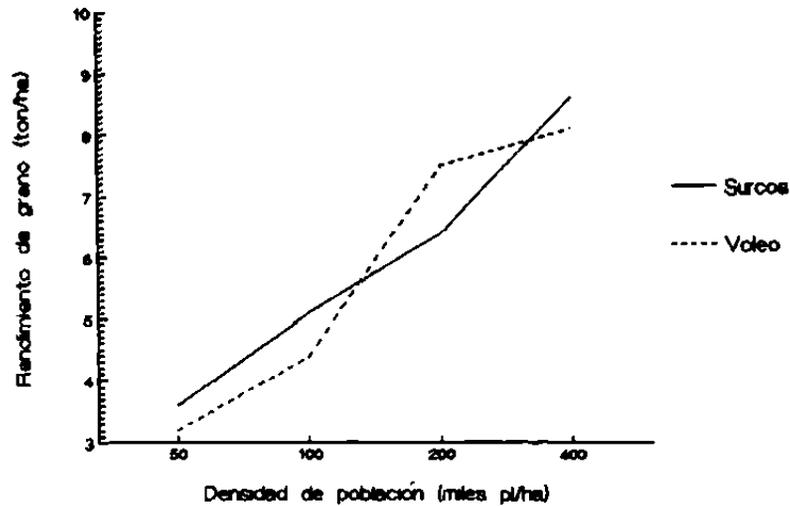


Figura 1. Rendimiento de grano en dos métodos de siembra a cuatro densidades de población MV. 87.

Cuadro 4. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano/ha en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Rendimiento de grano (kg/ha)			
	LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
400,000	4877 h	7614 e	10808 a	10100 b
200,000	4695 h	5535 g	9459 c	8115 d
100,000	3393 j	3715 i	5955 f	5880 f
50,000	2166 l	2545 k	4692 h	3743 i
DMS = 0.05	259.9103			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

Por lo anterior, Isiap Dorado se podría recomendar en cualquier densidad de población probada y en 100,000 pl/ha conjuntamente con Master 911-R, mientras que las líneas ensayadas por presentar menor rendimiento no se recomendarían para la producción, aunque debería estudiarse su utilización como progenitores de híbridos (Figura 2).

En la comparación de medias de la interacción de los tres factores resultaron superiores en rendimiento de grano las siguientes combinaciones: Isiap Dorado bajo 400,000 pl/ha tanto al voleo como en surcos y Master 911-R a 400,000 pl/ha en surcos. Las peores combinaciones fueron LES 99-R en surcos y LES 88-R al voleo bajo 50,000 pl/ha, respectivamente (Cuadro 5).

Isiap Dorado, en cuanto a rendimiento de grano respondió mejor en el método de siembra al voleo bajo altas densidades de población (400,000 y 200,000 pl/ha), mientras que Master 911-R presentó el máximo rendimiento también a 400,000 pl/ha pero en surcos. (Cuadro 5 y Figura 3).

5.1.1.2. Rendimiento de grano en kg/ha San Nicolás, primavera 1988 (S.N.P. 88).

Para esta característica no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre métodos de siembra, densidades de siembra y para la interacción métodos de siembra por densidades

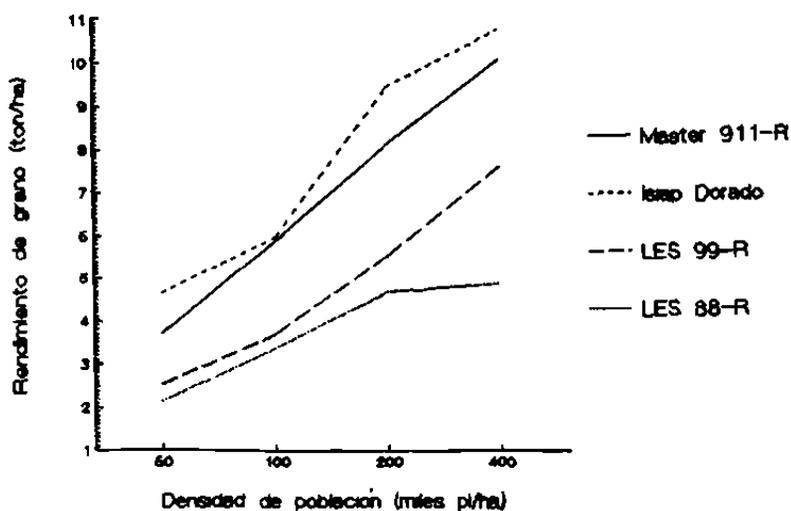


Figura 2. Rendimiento de grano en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Cuadro 5. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano/ha en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos	Densidad (pl/ha)	Rendimiento de grano (kg/ha)			
		LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
Surcos	50,000	2391 r	2295 rs	4826 kl	3847 op
	100,000	3757 p	4398 mm	6409 f	5659 hi
	200,000	4154 no	5187 jk	8793 d	7664 e
	400,000	5176 jk	7772 e	10766 a	10524 a
Voleo	50,000	1941 s	2795 q	4558 lm	3638 p
	100,000	3028 q	3031 q	5501 ij	6102 fg
	200,000	5236 j	5883 gh	10126 b	8566 d
	400,000	4578 lm	7456 e	10851 a	9676 c
DMS = 0.05		367.60			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

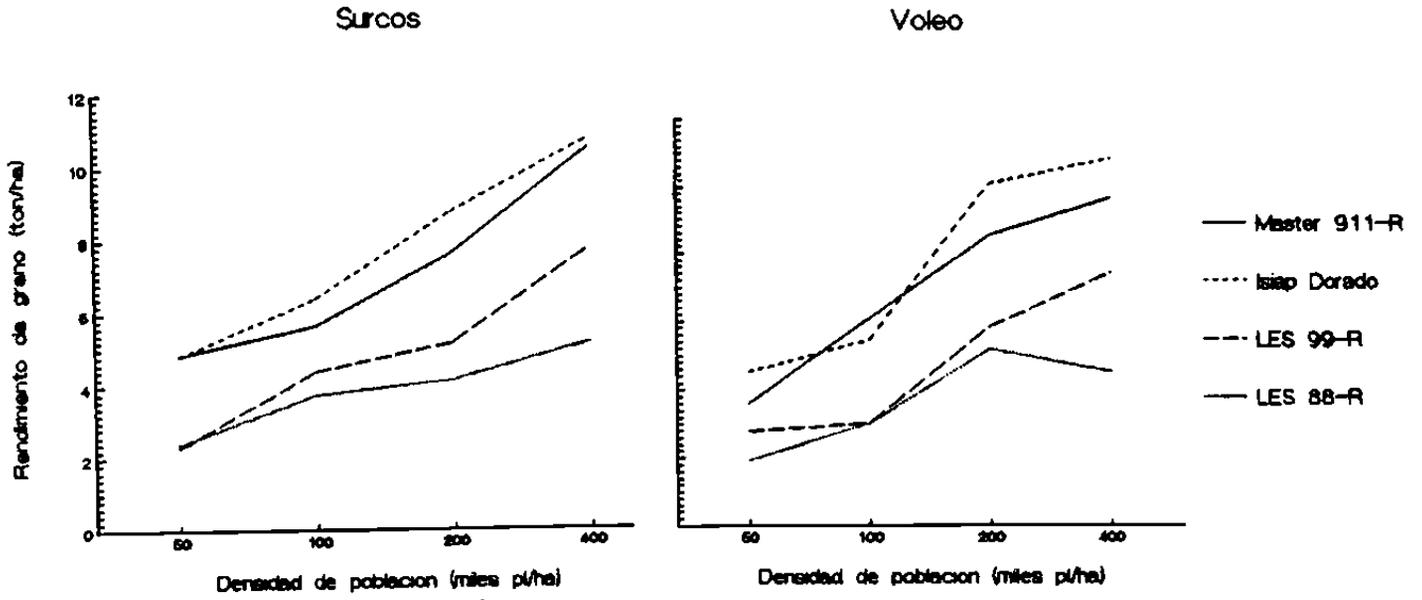


Figura 3. Rend. de grano en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de poblacion en cada metodo de siembra M.V. 87.

de siembra (Cuadro 12A); sin embargo, se encontró diferencia estadística significativa entre genotipos, y para las interacciones: métodos de siembra por genotipos, genotipos por densidades de siembra y métodos de siembra por genotipos por densidades de siembra (Cuadro 12A), por lo que se procedió a la comparación de medias.

Los métodos de siembra no presentaron diferencias estadísticas significativas, independientemente de genotipos y densidades de siembra, esto indica que la distribución que tomaron las plantas y el manejo del cultivo no modificaron el rendimiento de grano. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en M.V. 87. (Cuadro 11A).

Al comparar las medias de los genotipos, se encontró que SPV-475 rindió más que Isiap Dorado, siendo estadísticamente igual a Master 911-R (Cuadro 6). Esto reafirma lo expuesto por García (1988) y Robledo (1988) quienes encontraron que la variedad SPV-475 entre otras fue de las más sobresalientes en la evaluación de grano y forraje, además el segundo autor la califica como una de las más aptas para Marín, N.L., pues rindió 3.45 ton/ha de grano.

La no diferencia estadística entre densidades de siembra, indica que el rendimiento en Kg./ha será el mismo bajo cualquier densidad probada, lo que es contradictorio con lo encontrado en M.V. 87, aunque las condiciones del ciclo y de localidad fueron

Cuadro 6. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano/ha en tres genotipos de sorgo S.N.P. 88.

Genotipo	Rend. de grano (kg/ha)
SPV-475	3580.13a
Master 911-R	3055.71ab
Isiap Dorado	2608.76 b
DMS = 0.05	758.7059

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

diferentes y en S.N.P. 88 se manejaron densidades de siembra en lugar de densidades de población.

La interacción métodos de siembra por genotipos resultó altamente significativa (Cuadro 12A) y al hacer la comparación de medias SPV-475 al voleo fué la combinación mas rendidora de grano (Cuadro 7).

A diferencia de M.V. 87, no fué significativa la interacción métodos por densidades de siembra (Cuadro 12A), lo que indica, que se puede utilizar cualquier densidad de siembra en los métodos de siembra usados sin que haya modificación estadística en el rendimiento tal como se esperaría al no encontrar diferencias al considerar separados los niveles de estos dos factores.

La interacción genotipos por densidades de siembra, independientemente de métodos de siembra, fué significativa (Cuadro 12A). En la comparación de medias (Cuadro 8) Master 911-R bajo 30 kg/ha y SPV-475, tanto a 15 como a 30 kg/ha fueron estadísticamente los más rendidores en grano (Figura 4).

Haciendo la comparación de medias (Cuadro 9) de las combinaciones de métodos de siembra, con genotipos y densidades de siembra; SPV-475 a 30 kg de semilla/ha al voleo superó con valores de campo al resto de las combinaciones; aunque, estadísticamente fué igual a Master 911-R bajo 30 kg de semilla/ha en surcos y SPV-475 sembrado a 15 Kg /ha al voleo;

Cuadro 7. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano/ha en tres genotipos de sorgo en dos métodos de siembra S.N.P. 88.

Genotipo	Métodos de siembra	Rend. de grano (kg/ha)
SPV-475	V	4593.02a
Isiap Dorado	S	3398.45 b
Master 911-R	S	3062.65 b
Master 911-R	V	3048.77 b
SPV-475	S	2567.23 bc
Isiap Dorado	V	1919.08 c
DMS = 0.05		1072.9722

Cuadro 8. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano/ha en tres genotipos de sorgo a dos densidades de siembra S.N.P. 88.

Genotipo	Densidad siembra (kg/ha)	Rend. de grano (kg/ha)
Master 911-R	30	3897.58a
SPV-475	15	3846.30a
SPV-475	30	3313.95ab
Isiap Dorado	30	2698.05 bc
Isiap Dorado	15	2519.48 bc
Master 911-R	15	2213.85 c
DMS = 0.05		1072.9722

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

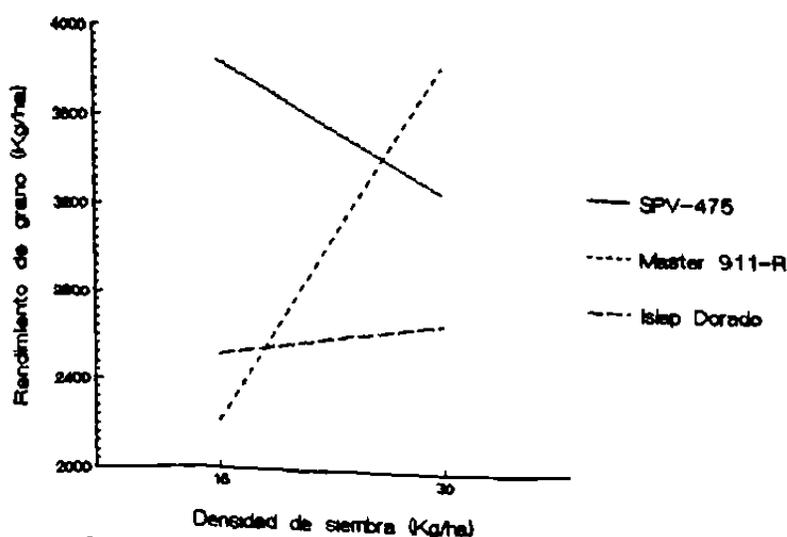


Figura 4. Rendimiento de grano en tres genotipos de sorgo a dos densidades de siembra S.N.P. 88.

Cuadro 9. Resultados de comparación de medias para rendimiento de grano/ha en tres genotipos de sorgo a dos densidades de siembra en dos métodos de siembra S.N.P. 88.

Genotipo	Densidad siembra (Kg/ha)	Método de siembra	Rend. de grano (kg/ha)
SPV-475	30	V	4819.55a
Master 911-R	30	S	4576.60ab
SPV-475	15	V	4366.50abc
Isiap Dorado	15	S	3667.20abcd
SPV-475	15	S	3326.10abcd
Master 911-R	30	V	3218.55 bcde
Isiap Dorado	30	S	3129.70 bcde
Master 911-R	15	V	2879.00 cdef
Isiap Dorado	30	V	2266.40 def
SPV-475	30	S	1808.35 ef
Master 911-R	15	S	1548.70 f
Isiap Dorado	15	V	1371.75 f
DMS = 0.05			1517.4117

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

Isiap Dorado bajo 15 Kg de semilla/ha en surcos y SPV-475 sembrado a 15 Kg de semilla/ha en surcos. Estas combinaciones fueron superiores al resto, pero estadísticamente iguales entre sí.

En esta interacción triple, resultó que sólo Master 911-R en surcos respondió al incremento de 15 a 30 kg de semilla por ha y al voleo lo hicieron los tres genotipos (Figura 5). Así, bajo las condiciones en que se condujo este trabajo se recomienda Master 911-R a 30 kg de semilla/ha en surcos, y al voleo sólo SPV-475 en cualquier densidad de población probada.

El comportamiento inferior de Isiap Dorado respecto a Master 911-R en S.N.P. 88, es lo contrario al comportamiento en M.V. 87. Aparte de las diferencias en ciclo y localidad, esto podría explicarse debido a que en M.V. 87 se establecieron densidades de población mientras que, en S.N.P. 88 se utilizaron densidades de siembra, y como posteriormente se discutirá las diferencias en peso de semilla entre genotipos, el cual determina diferencias en densidades de población, aún bajo una misma densidad de siembra.

5.1.1.3. Discusión de rendimiento de grano por unidad de superficie.

En función de los objetivos, hipótesis planteadas, resultados obtenidos y antecedentes publicados respecto al rendimiento de grano por unidad de superficie, se realizó la siguiente

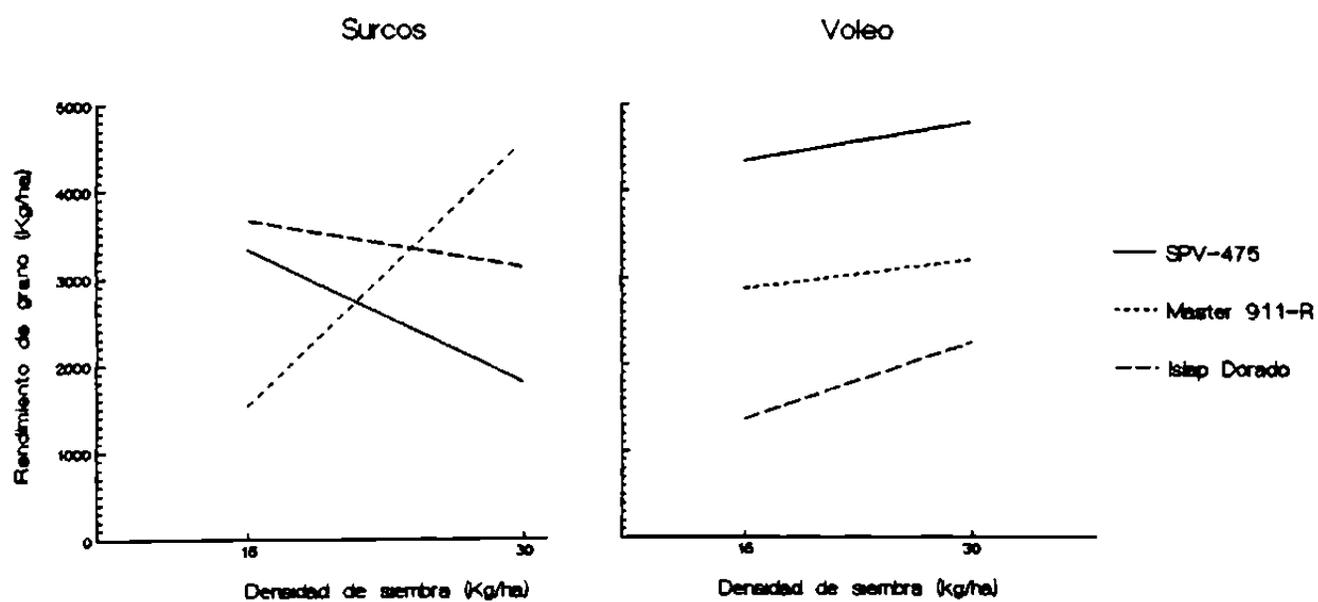


Figura 5. Rend. de grano en tres genotipos de sorgo a dos densidades de siembra en cada método de siembra S.N.P. 88.

discusión.

5.1.1.3.1. Métodos de siembra.

Para los efectos principales de métodos de siembra no se encontró diferencia estadística significativa, tanto en M.V. 87, como en S.N.P. 88.

Estos resultados concuerdan con Maciel y Moreno (1971) quienes no encontraron ningún incremento significativo en los rendimientos de grano por efecto de siembra al voleo y en surcos.

5.1.1.3.2. Densidades de población y densidades de siembra.

En el efecto principal de densidades de población de M.V. 87 se encontró que a medida que se aumentó la densidad de población se incrementó el rendimiento de grano.

Estos resultados coinciden con Verma, et al. (1982) quienes encontraron que la diferencia en las densidades de población de plantas y niveles de fertilidad causaron variación significativa en la producción de grano de sorgo. El haber alcanzado los máximos rendimientos a 400,000 pl/ha como en M.V. 87, no ha sido publicado en la literatura, dado que los máximos rendimientos de grano se han obtenido con densidades de población ensavadas más bien intermedias; Grimes y Musick (1952-1958), Porter, Jensen y Sletter (1956), citados por Maciel y Moreno (1971); Stickler y Pauli

(1961); y Gallegos (1984) quienes estudiaron densidades de población comprendidas dentro del rango de 150,000 a 270,000 pl/ha, sólo Porter, Jensen y Sletter (1956) encontraron alto rendimiento de grano a la densidad de 370,000 pl/ha, la cual es cercana a la de 400,000 pl/ha que en el presente estudio alcanzó el máximo rendimiento.

Así, se puede concluir que al aumentar la densidad de población se incrementa el rendimiento. Esto en S.N.P. 88 también puede observarse en los tres genotipos sembrados al voleo (Figura 5), aunque en este ciclo no se detectó diferencia en densidades de siembra (Cuadro 12A), lo anterior puede explicarse debido a los efectos de las diferentes condiciones ambientales, como ha sido detectado por Frey (citado por Stickler y Pauli, 1961), quien encontró que la interacción variedad por localidad es alta para rendimiento de grano en sorgo.

Por otro lado, considerando que tal interacción fuera no significativa, es conveniente considerar que el experimento de S.N.P. 88 se sembró con el equipo y condiciones de los productores del área de estudio, quienes utilizan el criterio de densidades de siembra de un bulto (22.5 kg/ha) por lo que un rango de 15 a 30 Kg.de semilla/ha representaría las densidades bajas (menos 7.5 Kg./ha) y altas (más 7.5 kg/ha) respecto a la utilizada, así el hecho de haber duplicado la densidad de siembra de 15 a 30 kg/ha para incrementar la densidad de población, resultó en que ésta no fué la misma para todos los genotipos, dado que éstos contaban con

distinto peso específico de semilla Wall y Ross (1975); aunado a ello los daños causados por pájaros en las etapas de plántula y llenado de grano ocasionó que las diferencias entre las densidades de siembra de 15 y 30 kg/ha no se detectaran. Para asegurar máximos rendimientos sembrando a densidades óptimas es necesario considerar peso específico de la semilla (Cuadro 6A), lo cual obliga a definir para cada uno de los genotipos de siembra particular.

5.1.1.3.3. Genotipos.

Con respecto a efectos principales de genotipos, se encontraron diferencias significativas tanto en M.V. 87 como en S.N.P. 88.

En M.V. 87, el genotipo que resultó con mayor rendimiento de grano fue la variedad Isiap Dorado, la cual superó tanto al híbrido testigo Master 911-R, como a las líneas experimentales LES 99-R y LES 88-R. Esto concuerda con lo publicado por ICRISAT (1984), en el sentido que la variedad Isiap Dorado ha sido probada en Morelos y Michoacán de 1981 a 1983, rindiendo más de una tonelada sobre los híbridos, lo que indica su alto potencial de rendimiento; sin embargo, esto no sucedió en el ensayo de S.N.P. 88, donde la mejor fue la variedad SPV-475 seguida por Master 911-R, que fue estadísticamente igual a Isiap Dorado, esto coincide con García (1988), quien menciona que la variedad SPV-475, fue una de las más sobresalientes en su evaluación de

producción de grano y forraje en Marín, N.L.

5.1.1.3.4. Métodos de siembra y genotipos.

La interacción métodos de siembra por genotipos, resultó no significativa en M.V. 87, y considerando que la interacción densidades de población por genotipos fué significativa, la variación en las densidades de población y no en el método de siembra es la causa fundamental de la diferencia en rendimiento entre los genotipos, reafirmandose lo encontrado por Maciel y Moreno (1971). Por otro lado, en S.N.P. 88 se encontró diferencia altamente significativa para ésta interacción. Esta diferencia de resultados podría explicarse debido a que no se utilizaron los mismos genotipos, a diferencias entre localidades y ciclo agrícola, lo cual se encuentra confundido y no puede separarse debido a los objetivos del presente trabajo.

5.1.1.3.5. Métodos de siembra, densidades de población y densidades de siembra.

Los resultados de M.V. 87 donde la interacción métodos de siembra y densidades fué significativa, no concuerdan con Maciel y Moreno (1971) quienes no encontraron ningún incremento significativo en los rendimientos unitarios de grano por efecto de siembra al voleo y en surcos, con distancias entre éstos de 50 y 80 cm, respectivamente y densidades de población de 200,000; 350,000 y 500,000 pl/ha, aunque por otra parte, en el ensayo a

nivel de productor en S.N.P. 88, esta interacción no fué significativa coincidiendo con estos autores. Considerando que los resultados de S.N.P. 88 coinciden con Maciel y Moreno (1971), quienes también condujeron su ensayo en el ciclo de temprano en Río Bravo, Tamaulipas. Y que los de M.V. 87 difieren, esto podría explicarse por la diferencia en ciclo, pues al inicio del cultivo en siembras de febrero las temperaturas son bajas y en siembras de agosto éstas son altas (Cuadro 1A), lo anterior, de confirmarse en futuros estudios, podría definir que para el ciclo de temprano es indistinto establecer el cultivo de sorgo al voleo o en surcos y a densidades de siembra altas o bajas, mientras que para el ciclo de tardío, las siembras al voleo a densidades de población altas permite maximizar numéricamente el rendimiento de grano/ha.

No obstante lo anterior, también podría explicarse por el uso de densidades de población en M.V. 87 y densidades de siembra en S.N.P. 88 al adoptar la tecnología del productor, donde el peso específico de la semilla de cada genotipo es diferente (Wall y Ross, 1975), donde el daño por pájaros a nivel de plántula y en la etapa de maduración del grano, pudieran no permitir detectar diferencias.

5.1.1.3.6. Densidades de población, de siembra y genotipos.

Esta interacción resultó significativa, tanto en M.V. 87, como en S.N.P. 88, esto indica que los genotipos respondieron de diferente forma a la variación en las densidades de población; la

significancia de esta interacción puede explicarse por que tanto en M.V. 87 como en S.N.P. 88 los genotipos utilizados fueron contrastantes en tipo de planta; esto es, que hay tipos de planta para siembras en densidades bajas y para siembras en densidades altas, esto se observa en la Figura 2, donde es indistinto sembrar Isiap Doarado o Master 911-R a 100,000 pl/ha, pero a 400,000 es superior el primero; similarmente en la Figura 4 la variedad SPV-475 fué la más rendidora a densidad de siembra baja y Master 911-R a densidad alta, mientras que Isiap Dorado no difiere estadísticamente en rendimiento de grano en las dos densidades de siembra, aunque presenta una tendencia a incrementarlo en la densidad alta.

La literatura consultada, no considera la asociación de un tipo de planta adecuado para densidades bajas o altas, por lo que ésto podría considerarse como una contribución del presente estudio.

5.1.1.3.7. Métodos, densidades y genotipos.

La interacción triple métodos de siembra por densidades de población por genotipos resultó significativa, tanto en M.V. 87, como en S.N.P. 88. En ambos ciclos hay la tendencia a presentarse el máximo rendimiento a densidades altas en el método de siembra al voleo y utilizándose las variedades de tipo tropical Isiap Dorado y SPV-475, respectivamente en M.V. 87 y S.N.P. 88; y Master 911-R en ambos ciclos y localidades. Lo anterior plantea la opción

de cambiar el manejo del cultivo de sorgo utilizando siembras al voleo a altas densidades y con genotipos de adaptación tropical con las implicaciones de reducción de costos por cultivos, sin disminución del rendimiento de grano y aumento del rendimiento de forraje como esquilmo, pudiendo con ello aumentar el ingreso de los productores. Esto se analizará como una hipótesis en secciones posteriores.

5.1.2. Validación de la primer hipótesis experimental.

La primer hipótesis que surgió de la revisión bibliográfica se enuncia nuevamente: Es posible, que los efectos de la siembra al voleo a altas densidades de población, resulte en un mayor rendimiento de grano por hectárea si se utilizan los genotipos apropiados.

Considerando los resultados de rendimiento de grano obtenidos en M.V. 87 y S.N.P. 88, así como su discusión al compararse con la información de otros autores se puede concluir que se acepta la hipótesis planteada y que bajo las condiciones de M.V. 87 y S.N.P. 88 sería posible incrementar el rendimiento de grano si se utilizan densidades de población hasta de 400,000 pl/ha en siembras al voleo con las variedades Isiap Dorado, SPV-475 y Master 911-R. Esto, no obstante la gran área foliar que presentan estos genotipos.

5.1.3. Componentes del rendimiento por unidad de superficie. (M.V. 87). Estos sólo se estudiaron en M.V. 87 y a continuación se describen:

5.1.3.1. Peso promedio de grano.

El análisis de varianza detectó diferencia estadística significativa (Cuadro 11A) para los efectos principales de métodos de siembra y de genotipos, no así para densidades de población. Las siguientes interacciones también resultaron significativas: métodos de siembra por densidades de población; métodos de siembra por genotipos; densidades de población por genotipos y métodos de siembra por densidades de población por genotipos.

La comparación de medias para los métodos de siembra (Cuadro 10) mostró que el mayor peso promedio de granos (g) se obtuvo en la siembra al voleo; lo que indica que la distribución topológica que tomaron las plantas entre métodos de siembra afectó diferencialmente el peso promedio del grano.

Para las densidades de población donde, al no haber diferencias estadísticas significativas para peso promedio de grano, se coincidió con Gupta (1975) quien determinó que el peso de la semilla individual es raramente influenciado por cambios en la densidad de población.

De los genotipos el Isiap Dorado fué el que registró el mayor

Cuadro 10. Resultados de comparación de medias para peso promedio de grano (g/grano) de dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos	Peso promedio de grano (g)
Voleo	0.0315a
Surcos	0.0300 b
DMS = 0.05	0.0008

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

peso promedio de grano, seguido por Master 911-R, LES 88-R y LES 99-R (Cuadro 11).

En la comparación de medias para las combinaciones de la interacción métodos de siembra por densidades de población (Cuadro 12) se observó que el mayor peso promedio de grano (g) se logró en el método de siembra al voleo, bajo densidades de 200,000 y 400,000 pl/ha. Esto se observa más fácilmente en la Figura 6, donde se tiene que al incrementarse la densidad de población se da un efecto en el peso del grano en el método de siembra al voleo, totalmente contrario a la siembra en surcos, la cual, es inferior estadísticamente a la siembra al voleo en las densidades de 200,000 y 400,000 pl/ha.

Al comparar métodos de siembra por genotipos (Cuadro 13), estadísticamente, el mayor peso de grano (g) se obtuvo sembrando al voleo el genotipo Isiap Dorado y el más bajo fué registrado por LES 99-R también al voleo, observando la Figura 7 cabe señalar, que porbablemente genotipos con estructura de planta aproximadamente similar en cuanto a tipo de hoja y tallo respondan en sentido similar bajo los efectos de los métodos de siembra; pues se encontró que Master 911-R y LES 99-R incrementaron su peso promedio de grano en surcos, mientras que Isiap Dorado en siembra al voleo y LES 88-R con una arquitectura de planta diferente a los otros, no fue afectado por los métodos de siembra en cuanto al peso promedio de grano.

Cuadro 11. Resultados de comparación de medias para peso promedio de grano (g/grano) en cuatro genotipos de sorgo M.V. 87.

Genotipo	Peso promedio de grano (g)
Isiap Dorado	0.036a
Master 911-R	0.033 b
LES 88-R	0.030 c
LES 99-R	0.023 d
DMS = 0.05	0.0009

Cuadro 12. Resultados de comparación de medias para peso promedio de grano (g/grano) en cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Método de siembra	Rend. promedio de grano (g)
400,000	V	0.032a
200,000	V	0.032a
50,000	V	0.031ab
100,000	S	0.031ab
100,000	V	0.030 bc
200,000	S	0.030 bc
400,000	S	0.029 bc
50,000	S	0.029 bc
DMS = 0.05		0.0012

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

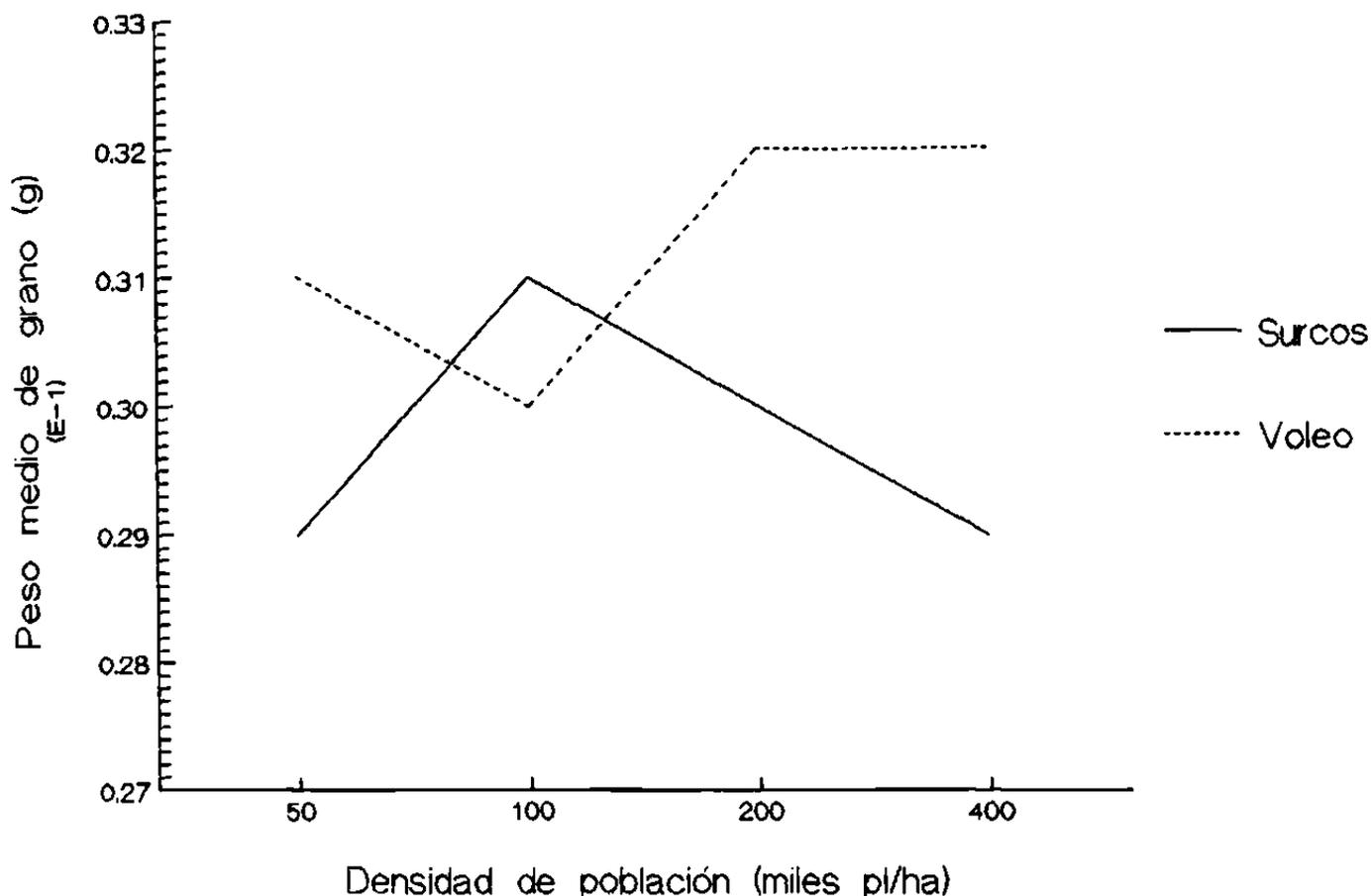


Figura 6. Peso medio de grano en dos métodos de siembra a cuatro densidades de población M.V. 87.

Cuadro 13. Resultados de comparación de medias para peso promedio de grano (g/grano) en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Rend. promedio de grano (g)
Isiap Dorado	V	0.040a
Master 911-R	S	0.036 b
Isiap Dorado	S	0.033 c
Master 911-R	V	0.032 c
LES 88-R	V	0.029 d
LES 88-R	S	0.029 d
LES 99-R	S	0.024 e
LES 99-R	V	0.021 f
DMS = 0.05		0.0012

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

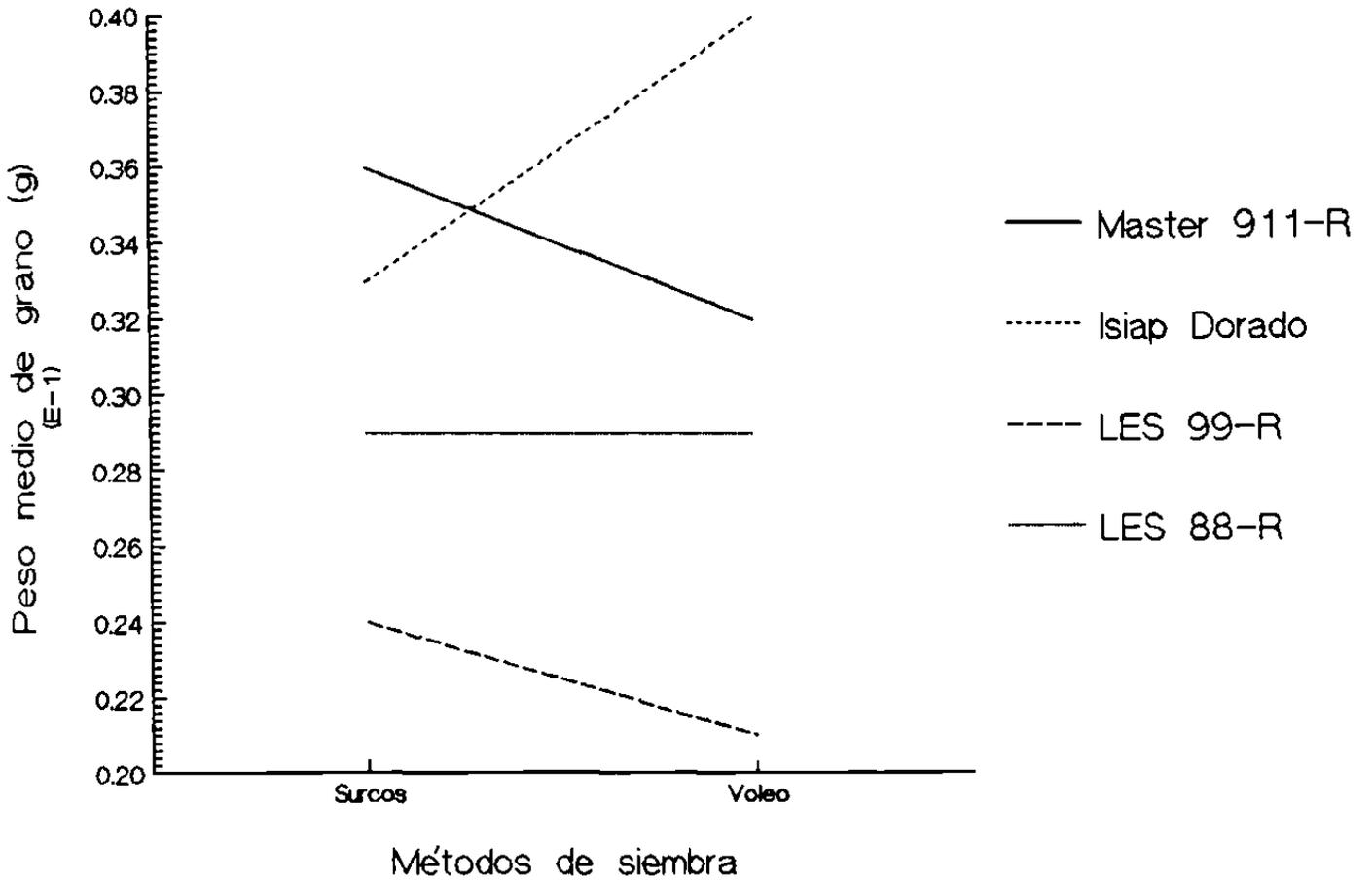


Figura 7. Peso medio de grano en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Al comparar las combinaciones de densidades de población y genotipos (Cuadro 14), nuevamente se observa que Isiap Dorado produjo el mayor peso promedio de grano sembrado a 200,000 y 400,000 pl/ha, respecto al resto de las combinaciones de los otros genotipos y densidades de población.

En la Figura 8 se observa el efecto en el peso promedio del grano al pasar de la densidad de población comercial de 200,000 pl/ha a la de 400,000 pl/ha, Master 911-R y LES 99-R similares en tipo de planta tienden aunque no significativamente, a incrementar el peso promedio de grano, mientras que Isiap Dorado y LES 88-R lo disminuyen, el último estadísticamente y el primero solo numéricamente.

Estadísticamente, el comportamiento de estos genotipos, excepto LES 88-R coincide parcialmente con los de Gupta (1975), quien menciona que a medida que se incrementa la densidad de población el peso de la semilla individual es raramente afectado; sin embargo, observando las tendencias, éstas parecen contradecir esta aseveración.

Los efectos de interacción triple, métodos de siembra por densidades de población por genotipos, resultó estadísticamente significativa (Cuadro 11A), esto indica, que las interacciones densidades de población por genotipos son diferentes en cada método de siembra; por lo que se procedió al estudio estadístico de estas interacciones.

Cuadro 14. Resultados de comparación de medias para peso promedio de grano (g/grano) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Genotipo	Densidad de población (miles de pl/ha)	Peso promedio de grano (g)
Isiap Dorado	200	0.038a
Isiap Dorado	400	0.037ab
Isiap Dorado	50	0.037ab
Master 911-R	100	0.036 bc
Master 911-R	400	0.035 cd
Isiap Dorado	100	0.034 d
Master 911-R	200	0.033 d
Master 911-R	50	0.031 e
LES 88-R	50	0.031 e
LES 88-R	100	0.030 e
LES 88-R	200	0.030 e
LES 88-R	400	0.028 f
LES 99-R	400	0.024 g
LES 99-R	200	0.023 gh
LES 99-R	100	0.023 gh
LES 99-R	50	0.022 h
DMS = 0.05		0.0017

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

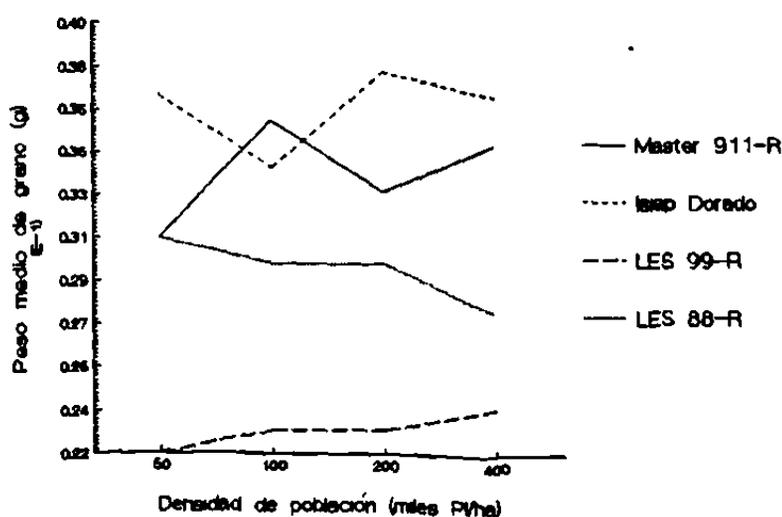


Figura 8. Peso medio de grano en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

En el Cuadro 15 la comparación de medias en general mostró que Isiap Dorado sembrado a 200,000 y 400,000 pl/ha al voleo, registró estadísticamente el mayor peso promedio de grano. El peso promedio más bajo lo obtuvo la combinación LES 99-R sembrado bajo 400,000 pl/ha en surcos.

Cabe señalar, que la respuesta de los genotipos a la variación en la densidad de población fue diferente en cada método de siembra (Figura 9). Así, Isiap Dorado y LES 88-R en surcos, conforme aumentó la densidad de población, el peso promedio de grano se redujo gradualmente; el Master 911-R en surcos al aumentar la densidad de población incrementó numéricamente el peso de la semilla, pero esto no fue estadísticamente significativo después de las 100,000 pl/ha; LES 99-R en surcos fué estadísticamente estable en el peso medio de grano a través de las densidades de población.

En siembras al voleo todos los genotipos bajan el peso de grano al pasar de 200,000 a 400,000 pl/ha, excepto LES 99-R que lo incrementa significativamente. La reducción del peso de grano en los otros tres genotipos es significativa para Master 911-R y LES 88-R, mientras que tal reducción no es significativa estadísticamente para Isiap Dorado.

5.1.3.2. Número de granos por panícula.

Las F. calculadas en el análisis de varianza (Cuadro 11A),

Cuadro 15. Resultados de comparación de medias para peso promedio de grano (g/grano) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos	Densidad (pl/ha)	Peso promedio de grano (g/grano)			
		LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
Surcos	50,000	0.0330e	0.0215lm	0.0360cd	0.0285hij
	100,000	0.0305fgh	0.0213lm	0.0333de	0.0380bc
	200,000	0.0283hij	0.0213lm	0.0325ef	0.0390b
	400,000	0.0280ij	0.0212m	0.0300hi	0.0390b
Voleo	50,000	0.0295hij	0.0217lm	0.0380bc	0.0340d
	100,000	0.0292hij	0.0237kl	0.0340de	0.0340de
	200,000	0.0320fg	0.0248k	0.0440a	0.0283hij
	400,000	0.0283hij	0.0275j	0.0440a	0.0302fghi
DMS = 0.05		0.0024			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

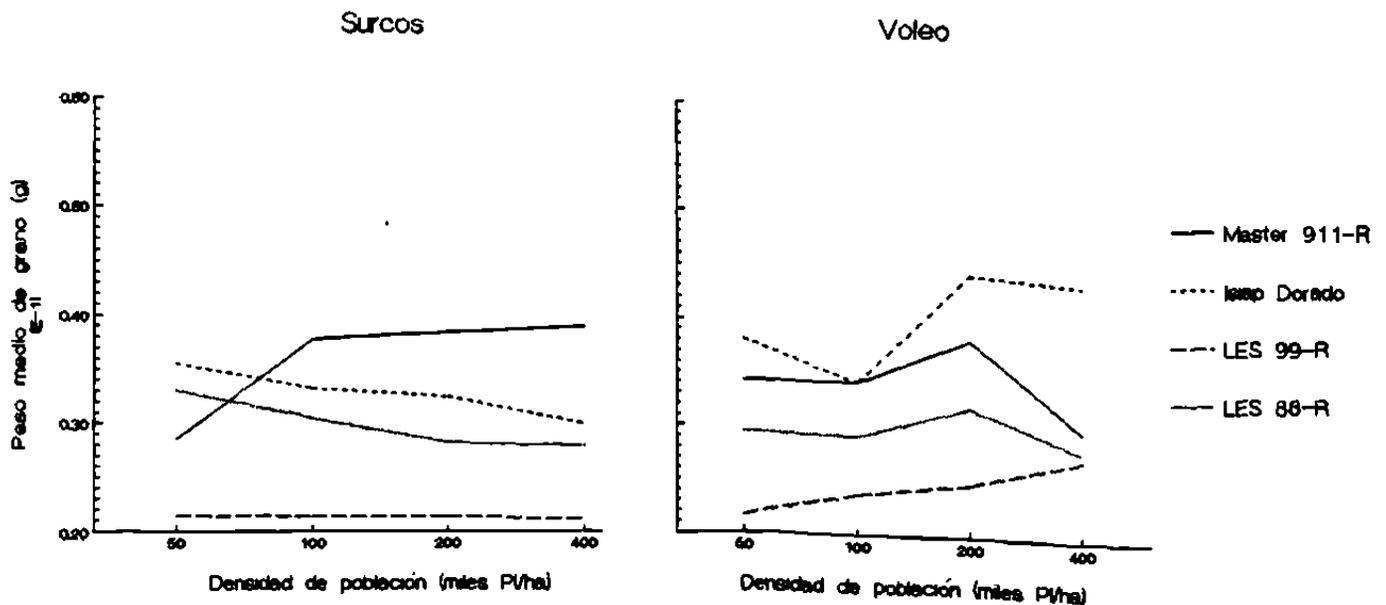


Figura 9. Peso medio de grano en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en cada método de siembra M.V. 87.

fueron significativas para todas las fuentes de variación, excepto repeticiones. Posteriormente se procedió a la comparación de medias.

Al comparar los métodos de siembra, el mayor número de granos por panícula se obtuvo en el método de siembra en surcos (Cuadro 16).

Entre las densidades de población, el mayor número de granos por panícula se registró en 50,000 pl/ha y conforme se aumentó gradualmente la densidad de población éste disminuyó; esto se esperaba por efecto de competencia (Cuadro 17), esto concuerda con Gupta (1975), quien dice, que a medida que se aumenta la densidad de población se reducen la mayoría de los componentes de rendimiento.

El mayor número de granos por panícula lo registraron Isiap Dorado y Master 911-R, siendo estadísticamente igual este último con LES 99-R; LES 88-R resultó estadísticamente inferior al resto (Cuadro 18). Al observar el comportamiento del rendimiento/ha (Cuadro 2) de los genotipos hay una tendencia similar, lo que indica, que se coincide con Goldsworthy, citado por Bunting (1971), Eastin (1972) y Miller y Kebede (1984), quienes afirman que la diferencia en rendimiento entre los sorgos de bajo y alto potencial de rendimiento se explica por el número de granos por panícula; sin embargo, Isiap Dorado fué superior en rendimiento de grano/ha a Master 911-R; no obstante ser estadísticamente iguales

Cuadro 16. Resultados de comparación de medias para número de granos por panícula en dos métodos de siembra M.V. 87.

Método de siembra	Número de granos/panícula
Surcos	1440.0a
Voleo	1325.4 b
DMS = 0.05	66.6981

Cuadro 17. Resultados de comparación de medias para número de granos por panícula en cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Número de granos/panícula
50,000	2181.4a
100,000	1556.9 b
200,000	1110.2 c
400,000	682.3 d
DMS = 0.05	78.1617

Cuadro 18. Resultados de comparación de medias para número de granos por panícula en cuatro genotipos de sorgo M.V. 87.

Genotipo	Número de granos/panícula
Isiap Dorado	1571.0a
Master 911-R	1516.0ab
LES 99-R	1509.0 b
LES 88-R	935.0 c
DMS = 0.05	59.0326

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

en el número de granos por panícula, por lo que tal diferencia en rendimiento por ha, sólo se explica por el mayor peso de grano de Isiap Dorado respecto a Master 911-R (Cuadro 11). Así, los componentes del rendimiento deben considerarse conjuntamente.

En la interacción métodos de siembra por densidades de población (Cuadro 19), resultó que estadísticamente el mayor número de granos por panícula se obtuvo bajo 50,000 pl/ha en surcos y siguió 50,000 pl/ha al voleo, esto fué consistente para el resto de las combinaciones, excepto en 200,000 pl/ha, donde no hubo diferencia significativa entre métodos de siembra. Esto es importante si se considera que en el método de siembra al voleo la semilla fué más pesada que en surcos (Cuadro 10), lo que implica una relación inversa entre el número de semillas por panícula y el peso de la misma, así al sembrar al voleo se espera que por una mejor distribución de las plantas en el área, se incremente el peso de la semilla reduciéndose su número (Figura 10).

Al comparar las medias de la interacción métodos de siembra por genotipos (Cuadro 20), resultó que de todas las combinaciones, el mayor número de granos lo obtuvo Isiap Dorado en surcos, siendo el resto de éstas inferiores. Todos los genotipos bajan el número de semillas por panícula al pasar de siembra en surcos a siembra al voleo, excepto Master 911-R, que significativamente lo incrementa (Figura 11).

En relación a Master 911-R, el cual es un híbrido y puede

Cuadro 19. Resultados de comparación de medias para número de granos por panícula en cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Método de siembra	Número de granos/panícula
50,000	S	2256a
50,000	V	2107 b
100,000	S	1687 c
100,000	V	1426 d
200,000	S	1078 e
200,000	V	1142 e
400,000	S	738 f
400,000	V	626 g
DMS = 0.05		110.5374

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

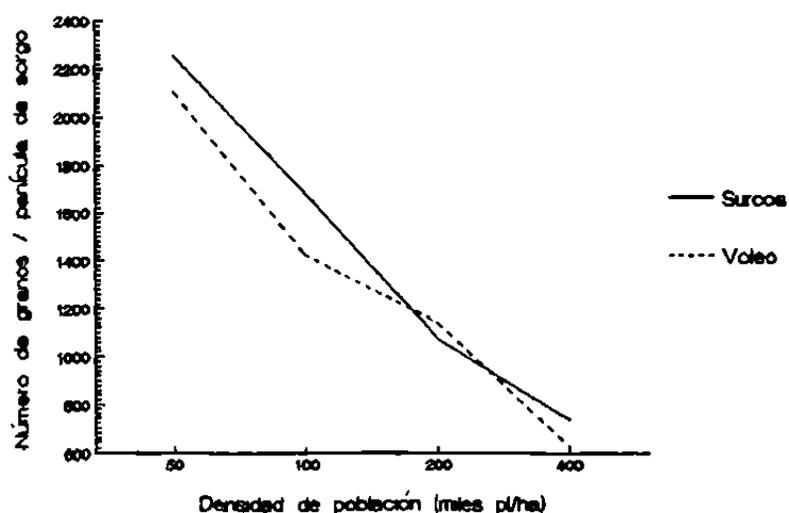


Figura 10. Número de granos por panícula de sorgo en dos métodos de siembra a cuatro densidades de población M.V. 87.

Cuadro 20. Resultados de comparación de medias para número de granos por panícula en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Número de granos/panícula
Isiap Dorado	S	1727a
LES 99-R	S	1588 b
Master 911-R	V	1559 b
Master 911-R	S	1472 c
LES 99-R	V	1431 c
Isiap Dorado	V	1414 c
LES 88-R	S	973 d
LES 88-R	V	897 d
DMS = 0.05		83.4847

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

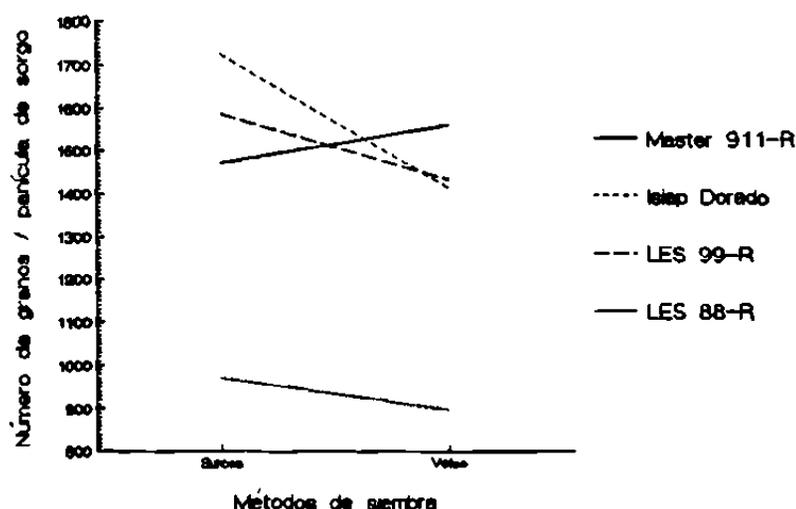


Figura 11. Número de granos por panícula en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

representar las variedades altamente mejoradas, para este genotipo en particular su comportamiento concuerda con la consideración de Goldsworthy, citado por Bunting (1971) y Eastin (1972), y por Miller y Rebede 1984 quienes afirman que la diferencia en rendimiento entre sorgos mejorados y no mejorados, es el número de granos por panícula.

Al comparar densidades de población por genotipos (Cuadro 21) resultó que estadísticamente el mayor número de granos por panícula lo registró la combinación Isiap Dorado bajo 50,000 pl/ha, seguida de Master 911-R y LES 99-R también a 50,000 pl/ha, siendo estas estadísticamente iguales entre sí; a la misma densidad de población de 50,000 pl/ha LES 88-R fué estadísticamente inferior a los otros tres genotipos. Por lo anterior, la inferioridad en el rendimiento de grano por unidad de superficie de LES 88-R (Cuadro 2) se debe en parte al menor número de granos por panícula, tal y como se confirma en la Figura 12. Las diferencias en rendimiento entre los otros tres genotipos (Cuadro 2) podría explicarse, por el balance entre el peso de semilla y el número de semillas por panícula.

La interacción triple resultó significativa (Cuadro 11A), lo que indica que las densidades de población para cada genotipo son diferentes en cada método de siembra, por lo que procedió al estudio de estas diferencias.

En la comparación de medias general (Cuadro 22) las

Cuadro 21. Resultados de comparación de medias para número de granos por panícula en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Genotipo	Densidad (pl/ha)	Número de granos/panícula
Isiap Dorado	50,000	2563 a
Master 911-R	50,000	2426 b
LES 99-R	50,000	2353 b
Isiap Dorado	100,000	1769 c
LES 99-R	100,000	1676 cd
Master 911-R	100,000	1642 d
LES 88-R	50,000	1384 e
Master 911-R	200,000	1256 f
LES 99-R	200,000	1210 f
Isiap Dorado	200,000	1192 f
LES 88-R	100,000	1140 f
LES 99-R	400,000	798 g
LES 88-R	200,000	783 g
Isiap Dorado	400,000	759 g
Master 911-R	400,000	739 g
LES 88-R	400,000	434 h
DMS = 0.05		118.0652

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

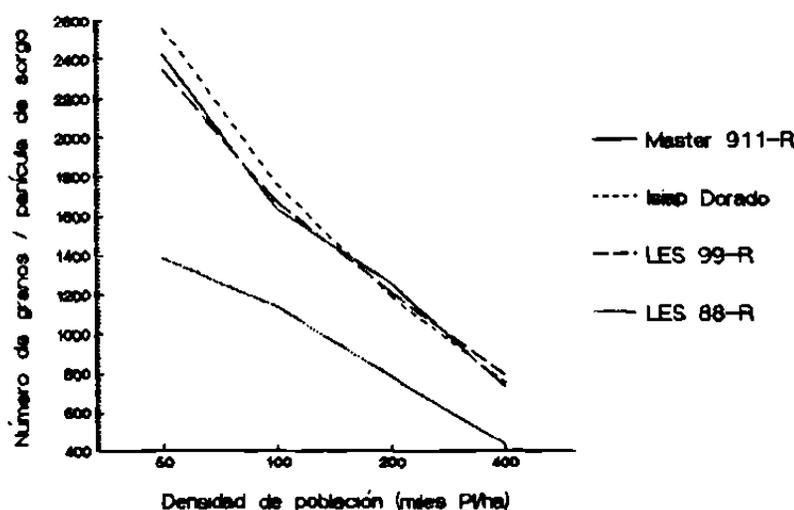


Figura 12. Número de granos por panícula en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Cuadro 22. Resultados de comparación de medias para número de granos por panícula en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos	Densidad (pl/ha)	Número de granos/panícula			
		LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
Surcos	50,000	1449fgh	2136c	2722a	2717a
	100,000	1245i	2075cd	1931de	1499fg
	200,000	736op	1223i	1359ghi	996kl
	400,000	463qr	917klm	897klmn	677op
Voleo	50,000	1319hi	2571a	2404b	2135c
	100,000	1036jk	1278i	1607f	1785e
	200,000	829lmno	1197ij	1026k	1517fg
	400,000	405r	678op	620pg	801mno
DMS = 0.05		166.9693			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

combinaciones con mayor número de semillas por panícula fueron Isiap Dorado y Master 911-R bajo 50,000 pl/ha en surcos, siendo éstas estadísticamente iguales a LES 99-R bajo 50,000 pl/ha al voleo. Estas tres combinaciones superaron estadísticamente a las 29 restantes.

En la Figura 13 se observa que todos los genotipos tienden a disminuir el número de granos por panícula, por efecto del incremento en la densidad de población. Así, independientemente de métodos de siembra y genotipos se establece una relación inversa entre número de semillas por panícula y densidad de población.

5.1.3.3. Número de granos por m^2 .

Las F calculadas del análisis de varianza mostraron que existió diferencia estadística significativa en todos los efectos principales e interacciones para este componente del rendimiento. Se procedió a la comparación de medias para cada una de las fuentes de variación:

El mayor número de granos por m^2 se obtuvo en surcos (Cuadro 23) a 400,000 pl/ha y disminuyó conforme decreció la densidad de población (Cuadro 24). Isiap Dorado LES 99-R y Master 911-R no fueron diferentes estadísticamente, pero LES 88-R presentó estadísticamente el menor número de granos por m^2 (Cuadro 25). Por tanto, las diferencias entre genotipos en rendimiento de grano Kg./ha, sólo se explican por el peso de grano (Cuadros 2 y 11).

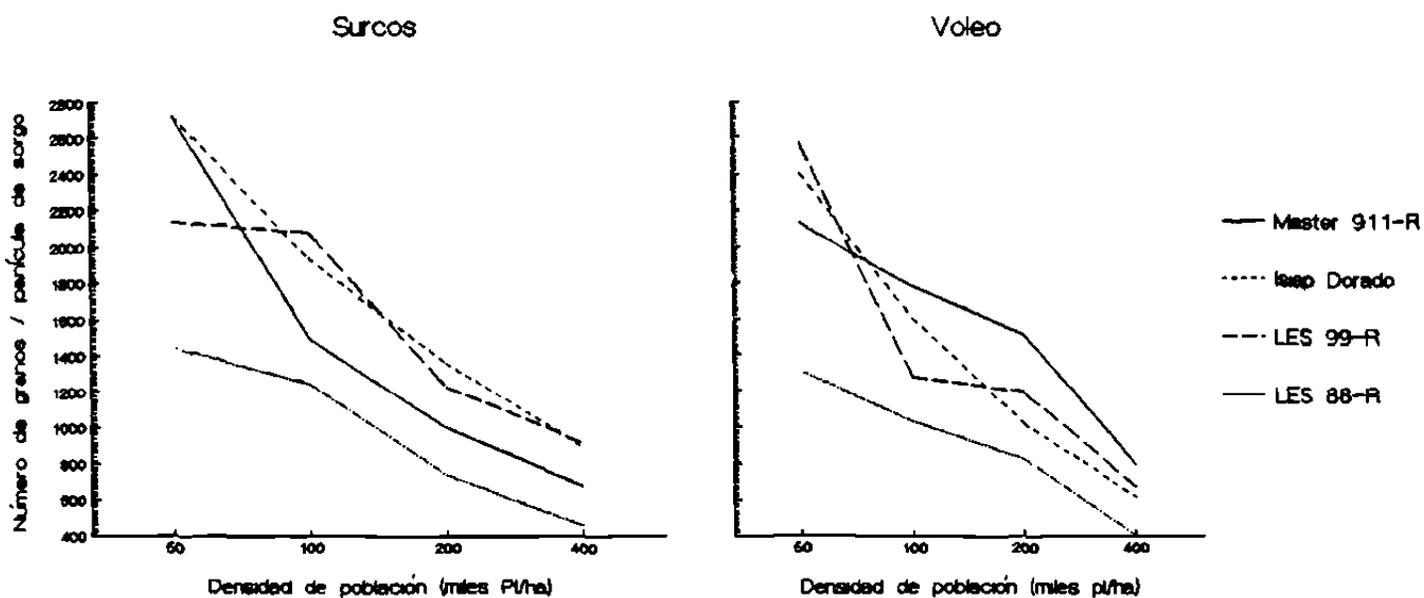


Figura 13. Número de granos por panícula en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en cada método de siembra M.V. 87.

Cuadro 23. Resultados de comparación de medias para número de granos por m^2 en dos métodos de siembra M.V. 87.

Método de siembra	Número de granos / m^2
Surcos	19813.8a
Voleo	18171.2 b
DMS = 0.05	542.5074

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

Cuadro 24. Resultados de comparación de medias para número de granos/m² en cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Número de granos/m ²
400,000	27290.0a
200,000	22204.4 b
100,000	15568.8 c
50,000	10906.9 d
DMS = 0.05	730.5844

Cuadro 25. Resultados de comparación de medias para número de granos por m² de cuatro genotipos de sorgo M.V. 87

Genotipo	Número de granos/m ²
Isiap Dorado	21173a
LES 99-R	21158a
Master 911-R	20807a
LES 88-R	12832 b
DMS = 0.05	846.9105

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

En los efectos de interacción métodos de siembra por densidad de población, estadísticamente las mejores combinaciones fueron 400,000 pl/ha en surcos y 400,000 pl/ha al voleo; estas combinaciones fueron superiores al resto, pero diferentes entre sí (Cuadro 26, Figura 14).

Se observó que a medida que se incrementó la densidad de población se aumentó el número de granos/m², y viceversa, tanto en surcos, como al voleo (Figura 14).

Isiap Dorado y LES 99-R en surcos, estadísticamente respondieron en forma similar y con mayor número de granos/m² superando al resto de las combinaciones; LES 88-R no difirió estadísticamente en los efectos de los métodos de siembra y produjo la menor cantidad de grano/m² (Cuadro 27). Cabe señalar que la respuesta de los genotipos bajo los efectos de los métodos de siembra no fué la misma para todos; tres de ellos obtuvieron el mayor número de granos en surcos y sólo Master 911-R al voleo (Figura 15).

Las combinaciones LES 99-R a 400,000 pl/ha fué estadísticamente igual a Isiap Dorado bajo la misma densidad y Master 911-R a 400,000 pl/ha fué igual estadísticamente a Isiap Dorado a esta densidad. Estas tres combinaciones fueron superiores al resto en el número de granos/m². LES 88-R en todas las densidades de población produjo el menor número de granos/m², siendo la combinación más inferior cuando se sembró a 50,000 pl/ha

Cuadro 26. Resultados de comparación de medias para número de granos/m² en cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Método de siembra	Número de granos/m ²
400,000	S	29538a
400,000	V	25043 b
200,000	V	22844 c
200,000	S	21565 d
100,000	S	16874 e
100,000	V	14267 f
50,000	S	11279 g
50,000	V	10535 g
DMS = 0.05		1033.2023

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

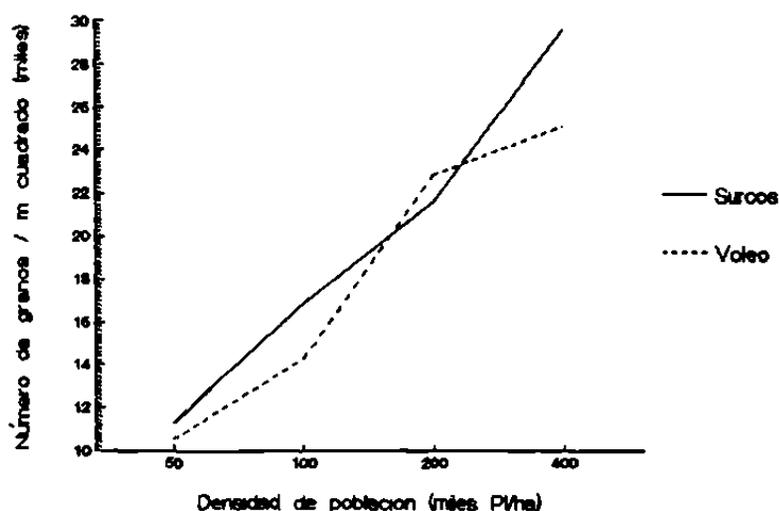


Figura 14. Número de granos de sorgo / m cuadrado en dos métodos de siembra a cuatro densidades de población M.V. 87.

Cuadro 27. Resultados de comparación de medias para número de granos/m² en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Número de granos/m ²
Isiap Dorado	S	23994a
LES 99-R	S	23140ab
Master 911-R	V	22720 b
LES 99-R	V	19176 c
Master 911-R	S	18894 c
Isiap Dorado	V	18353 c
LES 88-R	S	13228 d
LES 88-R	V	12436 d
DMS = 0.05		1197.7123

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

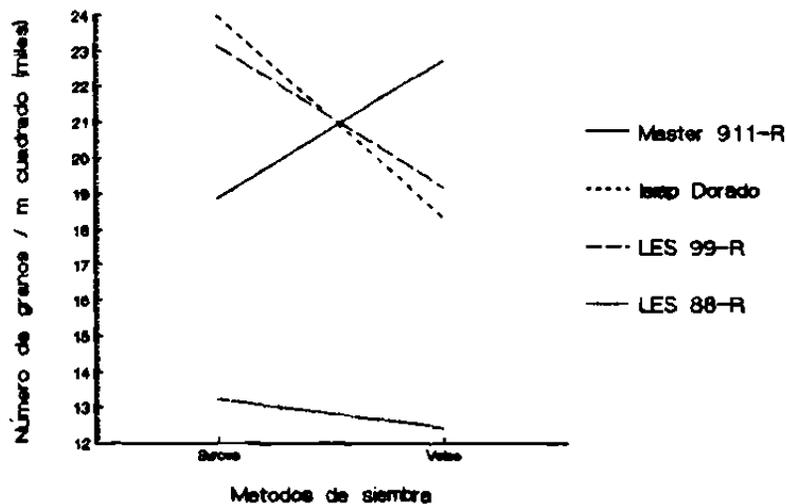


Figura 15. Número de granos / m² en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

(Cuadro 28, Figura 16).

El estudio estadístico de las interacciones métodos de siembra por densidades de población y genotipos, mostró que las mejores combinaciones para número de semillas/m² fueron LES 99-R e Isiap Dorado bajo 400,000 pl/ha en surcos superando estadísticamente a todas las demás. Master 911-R a 200,000 y 400,000 pl/ha al voleo, siguió a las combinaciones anteriores en número de semillas/m². El mas bajo valor en número de granos/m² se registró al sembrar LES 88-R a 50,000 pl/ha en los dos métodos de siembra (Cuadro 29, Figura 17).

5.1.4. Caracteres de planta. M.V. 87.

Las características de planta sólo fueron estudiadas en el primer ensayo a nivel experimental en el ciclo agrícola de M.V. 87.

5.1.4.1. Altura de planta (cm).

El análisis de varianza mostró diferencia estadística significativa para densidades de población, genotipos y las interacciones métodos de siembra por genotipos y densidades de población por genotipos.

La altura de planta no fué afectada por los métodos de siembra y no se detectó significancia para las interacciones

Cuadro 28. Resultados de comparación de medias para número de granos/m² de cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Genotipo	Densidad (pl/ha)	Número de granos/m ²
LES 99-R	400,000	31905a
Isiap Dorado	400,000	30350ab
Master 911-R	400,000	29550 b
Master 911-R	200,000	25125 c
LES 99-R	200,000	24200 c
Isiap Dorado	200,000	23843 c
Isiap Dorado	100,000	17688 d
LES 88-R	400,000	17355 d
LES 99-R	100,000	16761 de
Master 911-R	100,000	16424 de
LES 88-R	200,000	15650 e
Isiap Dorado	50,000	12813 f
Master 911-R	50,000	12130 f
LES 99-R	50,000	11766 f
LES 88-R	100,000	11403 f
LES 88-R	50,000	6919 g
DMS = 0.05		1693.8209

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

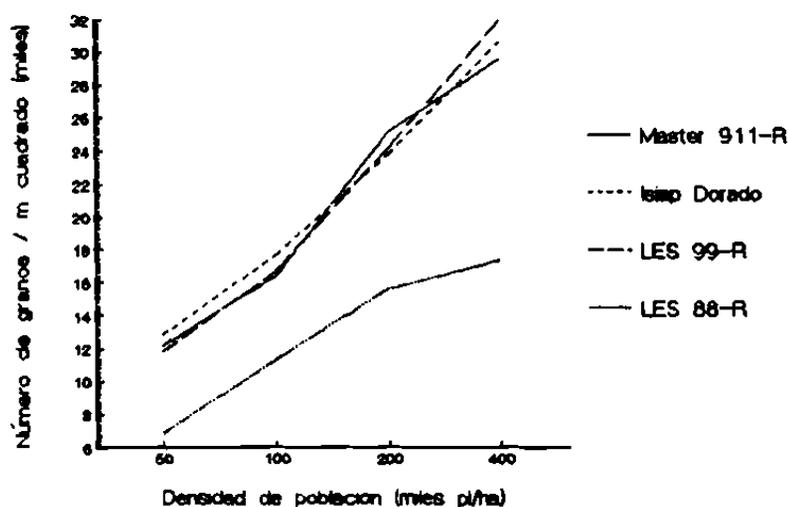


Figura 16. Número de granos / m cuadrado en cuatro genotipos de sorgo en cuatro densidades de población M.V. 87.

Cuadro 29. Resultados de comparación de medias para número de granos/m² en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos	Densidad (pl/ha)	Número de granos por m ² (miles)			
		LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
Surcos	50,000	7.2o	10.7mn	13.6jkl	13.6jkl
	100,000	12.4klmn	20.7e	19.3ef	15.0ij
	200,000	14.7ijk	24.5d	27.2c	19.9ef
	400,000	18.5efg	36.7a	35.9a	27.1c
Voleo	50,000	6.6o	12.9ljkln	12.0lmn	10.7mn
	100,000	10.4n	12.8jklm	16.1hi	17.9fgh
	200,000	16.6ghi	23.9d	20.5e	30.3b
	400,000	16.2ghi	27.1c	24.8cd	32.0b
DMS = 0.05		2395.4246			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

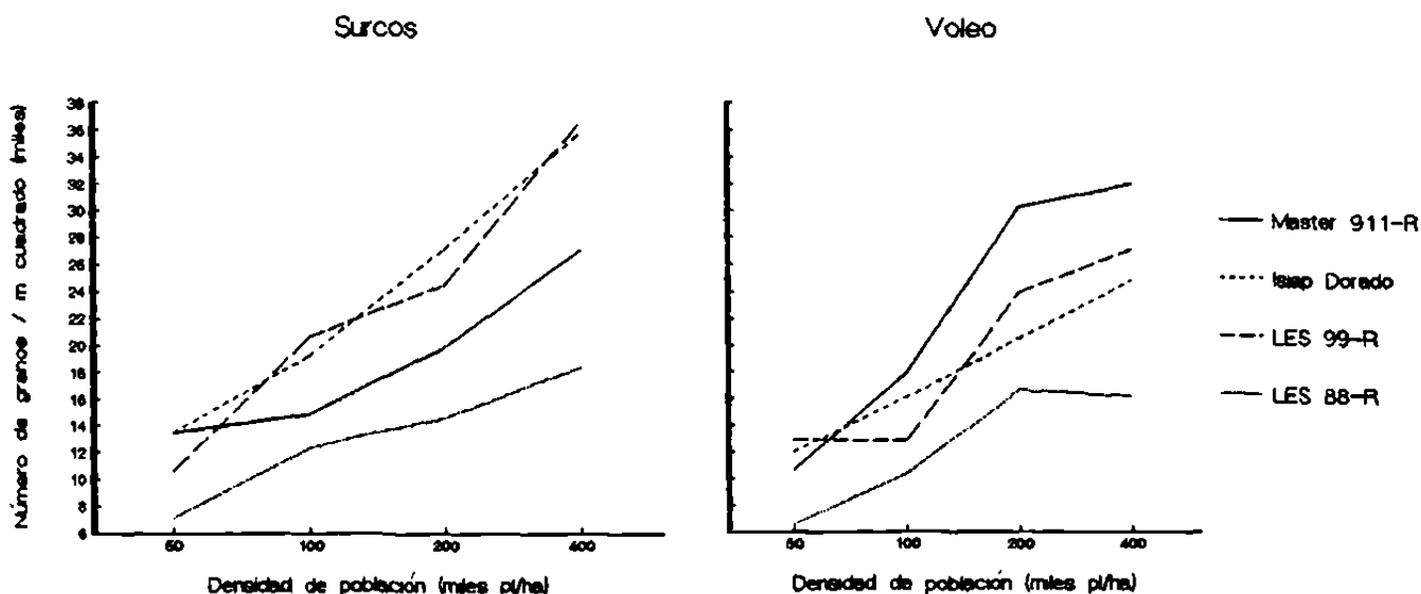


Figura 17. Número de granos / m cuadrado en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en cada método de siembra M.V. 87.

métodos de siembra por densidades de población y la interacción de los tres factores. En los factores e interacciones significativas (Cuadro 13A) se compararon las medias, encontrándose lo siguiente:

En la comparación de medias para densidades de población (Cuadro 30) se observa que a medida que se aumentó la densidad de población se elevó significativamente la altura de éstas llegando a ser ésta de 20 cm más al pasar de 50,000 a 400,000 pl/ha.

La diferencia en altura entre genotipos se presentan en el Cuadro 31, donde se observa que Master 911-R fue el genotipo que registró la mayor altura de planta, siguiendo respectivamente LES 99-R, Isiap Dorado y LES 88-R, este último registró menor altura.

En cuanto a la interacción métodos de siembra por genotipos en el Cuadro 32 y Figura 18 se observa que la tendencia de los genotipos fue la de presentar las mayores alturas de planta cuando se sembraron en surcos, que al voleo; excepto LES 88-R que presentó un comportamiento inverso. Master 911-R en surcos fue el genotipo con mayor altura, seguido de LES 99-R, Isiap Dorado también en surcos y finalmente LES 88-R al voleo.

Las respuestas anteriores pueden tener su origen en la estructura de planta de cada genotipo, ya que las plantas mas altas como Master 911-R, LES 99-R e Isiap Dorado al presentar mayor área foliar que LES 88-R (Cuadro 92) establecieron mayor competencia por luz al sembrarse en surcos que cuando se sembraron al voleo,

Cuadro 30. Resultados de comparación de medias para altura de planta (cm) en cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Altura de planta (cm)
400,000	108.59a
200,000	102.93 b
100,000	96.62 c
50,000	88.10 d
DMS = 0.05	2.4382

Cuadro 31. Resultados de comparación de medias para altura de planta (cm) de cuatro genotipos de sorgo M.V. 87.

Genotipo	Altura de planta (cm)
Master 911-R	115.27a
LES 99-R	105.17 b
Isiap Dorado	102.12 c
LES 88-R	73.69 d
DMS = 0.05	2.8518

Cuadro 32. Resultados de comparación de medias para altura de planta (cm) en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Altura de planta (cm)
Master 911-R	S	119a
Master 911-R	V	112 b
LES 99-R	S	107 c
LES 99-R	V	104 cd
Isiap Dorado	S	103 cd
Isiap Dorado	V	101 d
LES 88-R	V	76 e
LES 88-R	S	72 f
DMS = 0.05		4.0331

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

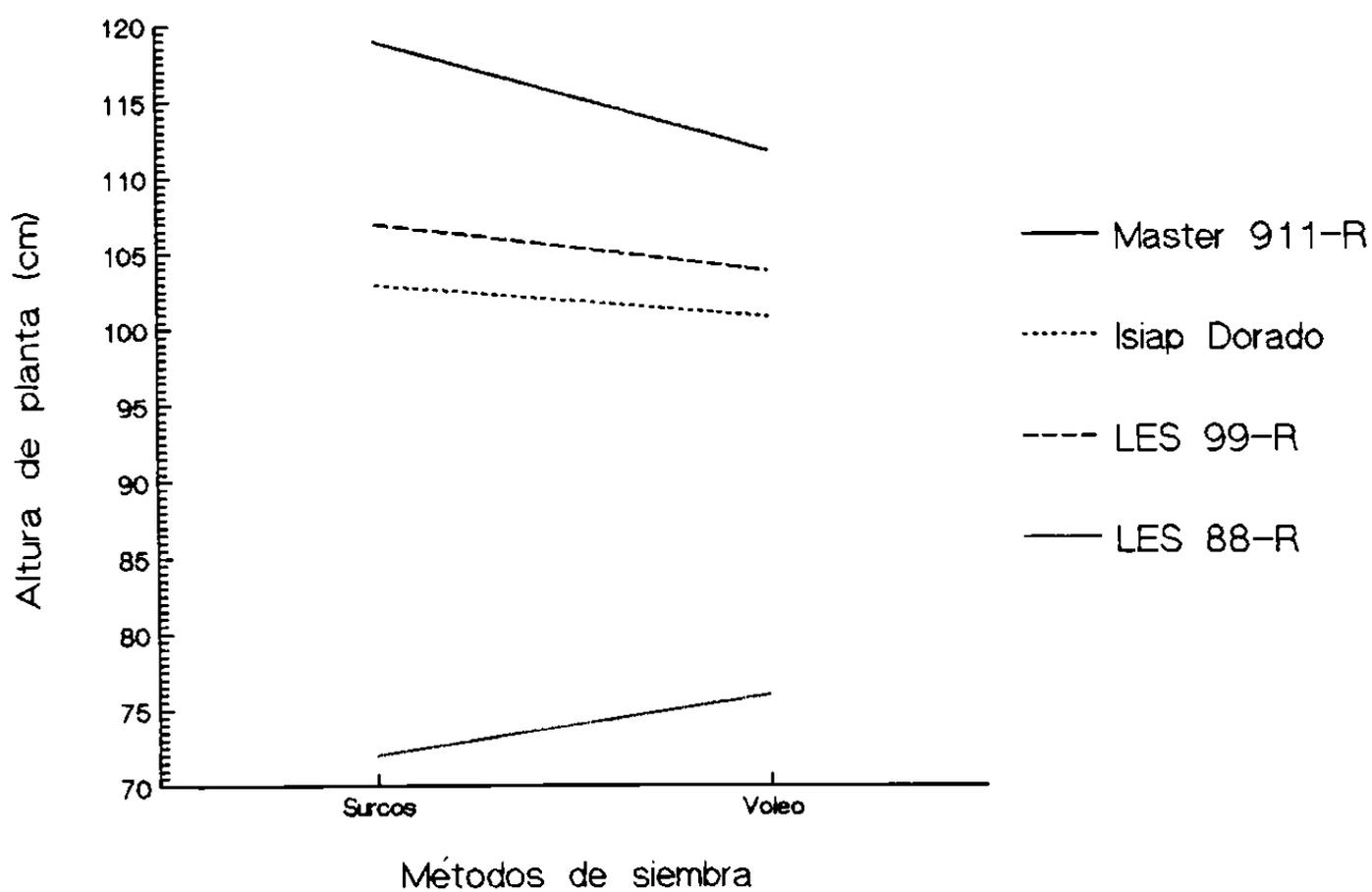


Figura 18. Altura de planta en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

acumulándose mayor cantidad de auxinas y produciéndose la etiolación responsable del incremento en altura. En el caso de LES 88-R la mayor incidencia de malas hierbas en el método de siembra al voleo (Cuadro 108) generó la respuesta inversa en este genotipo (Figura 18), aunque el principio sea el mismo Gardner, et al, (1985).

La mayor altura de planta en la interacción densidades de población por genotipos la registró las combinaciones Master 911-R a 400,000 y 200,000 pl/ha y LES 99-R a 400,000 pl/ha; el resto manifestaron significativamente menor altura, siendo LES 88-R bajo 100,000 y 50,000 pl/ha las combinaciones con menor altura de planta (Cuadro 33). En la Figura 19 se observa que Master 911-R en todos los niveles de densidad fue el más alto, seguido de LES 99-R, aunque inferior en 50,000 pl/ha a Isiap Dorado, luego éste último y similarmente LES 88-R. Para todos los genotipos al incrementar la densidad de población, se aumentó también la altura lo que coincide con Wall y Ross (1975), quienes manifestaron que el sorgo no crece de la misma forma en poblaciones de alta y baja densidad, y que cuando ésta es alta, las plantas son de mayor altura, lo que se explica por la fotodegradación de las auxinas en bajas densidades en siembras al voleo debido a la mayor penetración de luz en el dosel, reduciéndose así la elongación de los entrenudos y por tanto la altura Gardner, et al, (1985).

Cuadro 33. Resultados de comparación de medias para altura de planta (cm) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Genotipo	Densidad (pl/ha)	Altura de planta (cm)
Master 911-R	400,000	126a
Master 911-R	200,000	122a
LES 99-R	400,000	122a
Master 911-R	100,000	112 b
LES 99-R	200,000	108 bc
Isiap Dorado	400,000	107 bc
Isiap Dorado	200,000	105 cd
LES 99-R	100,000	103 cd
Master 911-R	50,000	101 de
Isiap Dorado	100,000	100 de
Isiap Dorado	50,000	96 e
LES 99-R	50,000	88 f
LES 88-R	400,000	80 f
LES 88-R	200,000	76 gh
LES 88-R	100,000	71 hi
LES 88-R	50,000	67 i
DMS = 0.05		5.7037

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

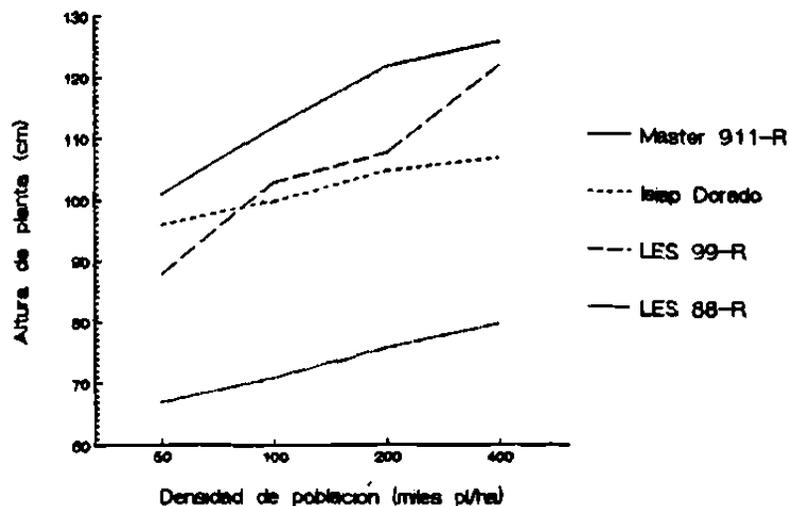


Figura 19. Altura de planta en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

5.1.4.2. Longitud de panícula (cm).

El análisis de varianza para esta característica indicó que en todas las fuentes de variación, excepto métodos de siembra, se detectó significancia (Cuadro 13A).

La distribución de plantas sobre el terreno por efecto del método de siembra no afectó la longitud de panícula (Cuadro 13A).

Los efectos de la variación en densidad de población cambió la longitud de panícula; ésto es, conforme se aumentó la densidad de población decreció la longitud de la panícula, y viceversa (Cuadro 34).

La panícula más larga la registró LES 99-R, seguido en forma descendente por Master 911-R, LES 88-R e Isiap Dorado (Cuadro 35).

La interacción métodos de siembra por densidades de población (Cuadro 36), mostro que la combinación de 50,000 pl/ha en surcos produjo la panícula con mayor longitud y la de menor longitud fue a 400,000 pl/ha, tanto al voleo, como en surcos.

Lo anterior se observa también en la Figura 20, donde a 50,000 pl/ha la longitud fue mayor en surcos que en voleo y a partir de 100,000 a 400,000 pl/ha la tendencia es similar en ambos métodos de siembra. Esto coincide con Wall y Ross (1975), quienes indican que a altas densidades de población, las plantas producen

Cuadro 34. Resultados de comparación de medias para longitud de panícula (cm) a cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Longitud de panícula (cm)
50,000	28.31a
100,000	27.19 b
200,000	22.99 c
400,000	21.14 d
DMS = 0.05	0.05371

Cuadro 35. Resultados de comparación de medias para longitud de panícula (cm) en cuatro genotipos de sorgo M.V. 87.

Genotipo	Longitud de panícula (cm)
LES 99-R	29.24a
Master 911-R	26.63 b
LES 88-R	22.33 c
Isiap Dorado	21.44 d
DMS = 0.05	0.4017

Cuadro 36. Resultados de comparación de medias para longitud de panícula (cm.) en cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Método de siembra	Longitud de panícula (cm)
50,000	S	29.08a
100,000	V	27.59 b
50,000	V	27.54 bc
100,000	S	26.79 c
200,000	S	23.10 d
200,000	V	22.88 d
400,000	V	21.14 e
400,000	S	21.14 e
DMS = 0.05		0.7596

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

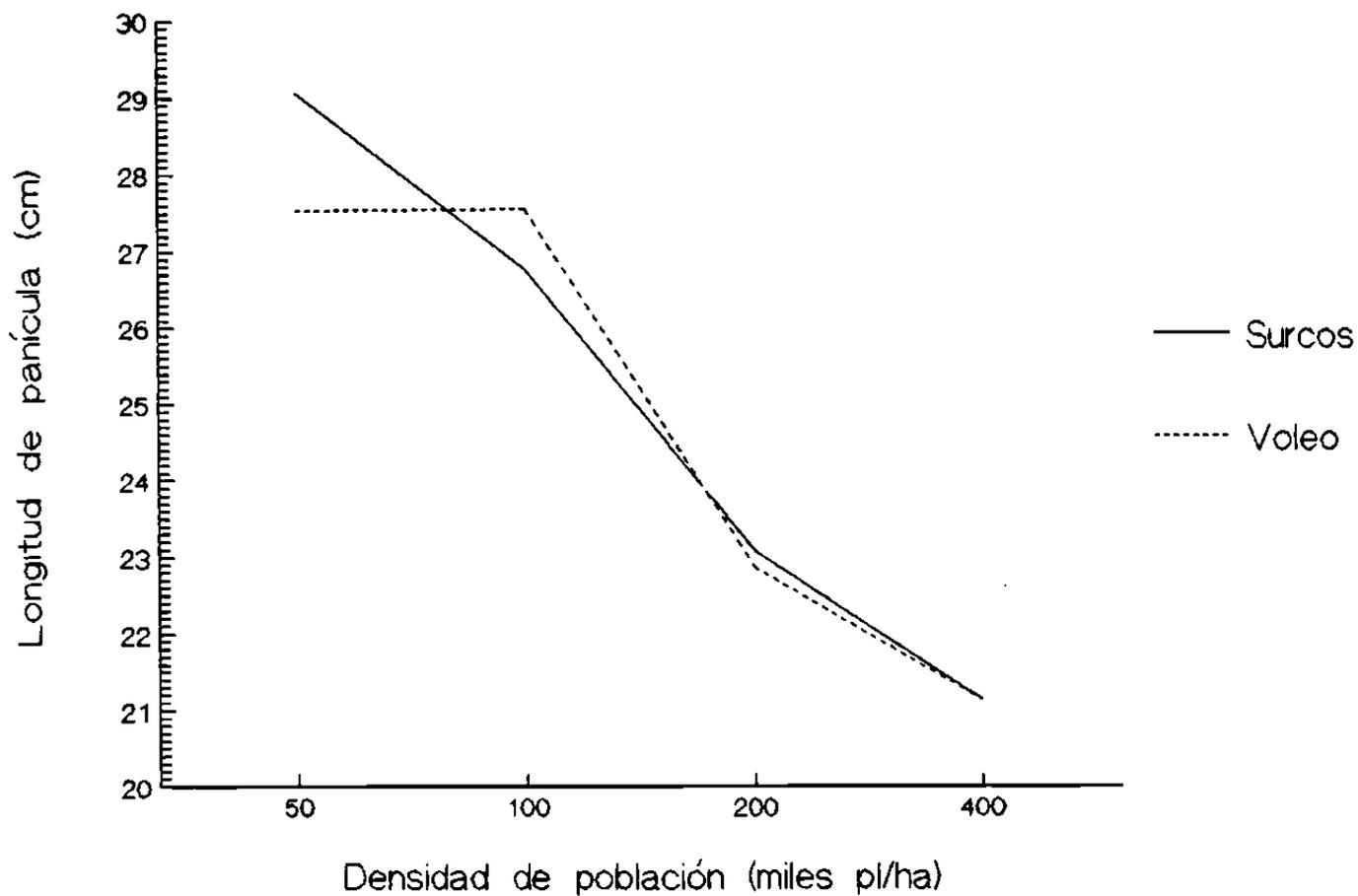


Figura 20. Longitud de panícula en dos métodos de siembra a cuatro densidades de población M.V. 87.

panículas pequeñas, y viceversa.

El hecho de que a 50,000 pl/ha al voleo se produjo la panícula menos larga respecto a surcos, probablemente se debió a los efectos del incremento adicional en la densidad de población causado por la incidencia de malas hierbas; ya que en los niveles 50,000 y 100,000 pl/ha éstas se incrementaron en las siembras al voleo (Cuadro 108).

La interacción métodos de siembra por genotipos (Cuadro 37), mostro que la combinación significativamente con panícula más grande fue LES 99-R en surcos; por otro lado, se observa para LES 99-R y Master 911-R que en la siembra al voleo la longitud de panícula fue inferior respecto a surcos; no siendo afectada por el método de siembra la longitud de panícula de LES 88-R y ocurriendo lo contrario para Isiap Dorado donde la longitud de panícula mayor fue en siembra al voleo respecto a surcos, esto también se aprecia en la Figura 21.

Al comparar los medias de la longitud de panícula para la interacción densidades de población por genotipos (Cuadro 38), se encontro que LES 99-R supero estadísticamente al resto de los genotipos en las cuatro densidades de población probadas. En la Figura 22 se observa que similarmente Master 911-R fue superior en tamaño de panícula a LES 88-R a Isiap Dorado. Este último genotipo redujo su longitud de panícula a 400,000 pl/ha y produjo la más pequeña panícula. Cabe señalar, en general, que los genotipos de

Cuadro 37. Resultados de comparación de medias para longitud de panícula en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Longitud de panícula (cm)
LES 99-R	S	30a
LES 99 R	V	29 b
Master 911-R	S	27 c
Master 911-R	V	26 d
LES 88-R	S	22 e
LES 88-R	V	22 e
Isiap Dorado	V	22 e
Isiap Dorado	S	21 f
DMS = 0.05		0.568

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

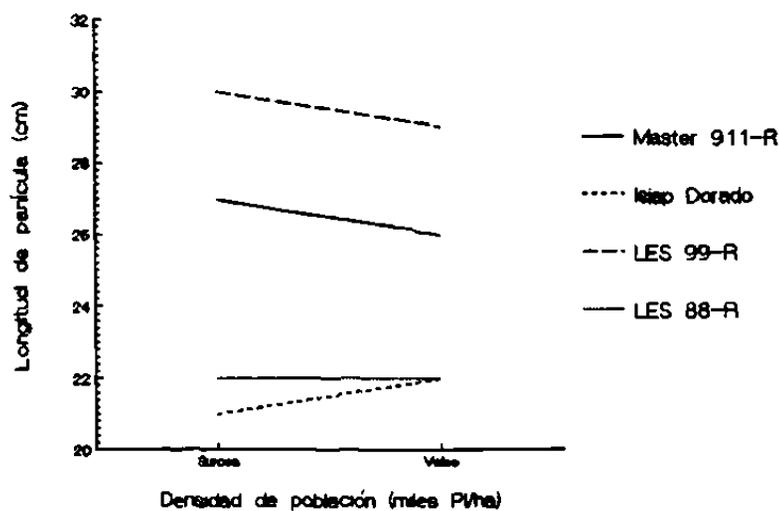


Figura 21. Longitud de panícula en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Cuadro 38. Resultados de comparación de medias para longitud de panícula (cm) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Genotipo	Densidad (pl/ha)	Longitud de panícula (cm)
LES 99-R	50,000	32.66a
LES 99-R	100,000	30.77 b
Master 911-R	50,000	30.15 b
Master 911-R	100,000	28.32 c
LES 99-R	200,000	28.30 c
Isiap Dorado	50,000	26.26 d
Isiap Dorado	100,000	25.88 de
LES 99-R	400,000	25.21 ef
Master 911-R	200,000	24.50 fg
LES 88-R	50,000	24.17 gh
LES 88-R	100,000	23.80 gh
Master 911-R	400,000	23.54 h
LES 88-R	200,000	21.28 i
LES 88-R	400,000	20.08 j
Isiap Dorado	200,000	17.88 k
Isiap Dorado	400,000	15.74 l
DMS = 0.05		0.8033

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

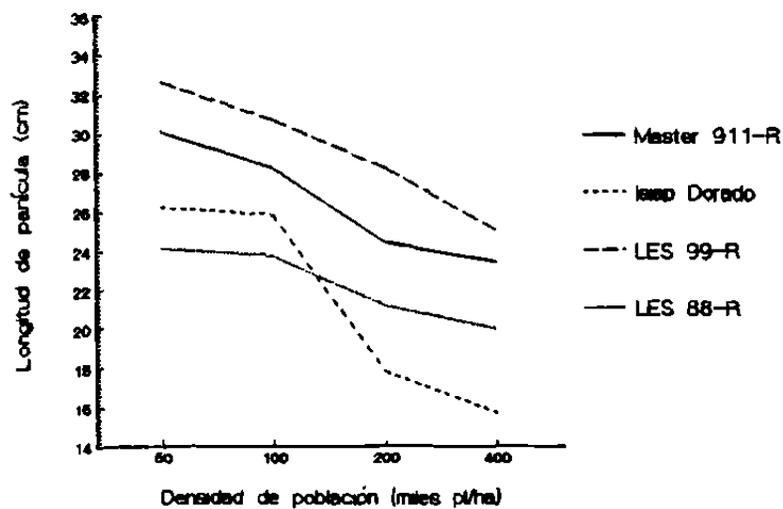


Figura 22. Longitud de panícula en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

sorgo respondieron de diferente manera en su longitud de panícula a la variación en densidad de población: a mayor densidad de población menor tamaño de panícula, y viceversa (Figura 22). Esto coincide con Wall y Ross (1975), quienes manifestaron que el sorgo no crece de la misma forma en poblaciones de alta y baja densidad, agregan, que cuando es alta, las plantas son más altas y producen panículas más pequeñas.

Al resultar significativa la interacción métodos de siembra por densidades de población por genotipos (Cuadro 13A), se indica que las interacciones densidades de población por genotipos son diferentes en cada método de siembra, lo que se observa en la Figura 23; por lo que se procedió al estudio de estas interacciones, comparándose las medias en el Cuadro 39. En general la mayor longitud de panícula la produjeron las combinaciones LES 99-R bajo 50,000 pl/ha en los dos métodos de siembra, inmediatamente inferiores resultaron LES 99-R a 100,000 pl/ha en surcos y voleo igualados por Master 911-R bajo 50,000 pl/ha en los dos métodos de siembra, estas cuatro combinaciones son superiores al resto. La menor panícula la produjo Isiap Dorado a 400,000 pl/ha en surcos.

En la Figura 23, se observa que para la longitud de panícula los cuatro genotipos de sorgo probados mostraron una tendencia similar al incrementar la densidad de población en el método de siembra en surcos, así como LES 99-R y Master 911-R en siembra al voleo; esto es, conforme se aumentó la densidad de población

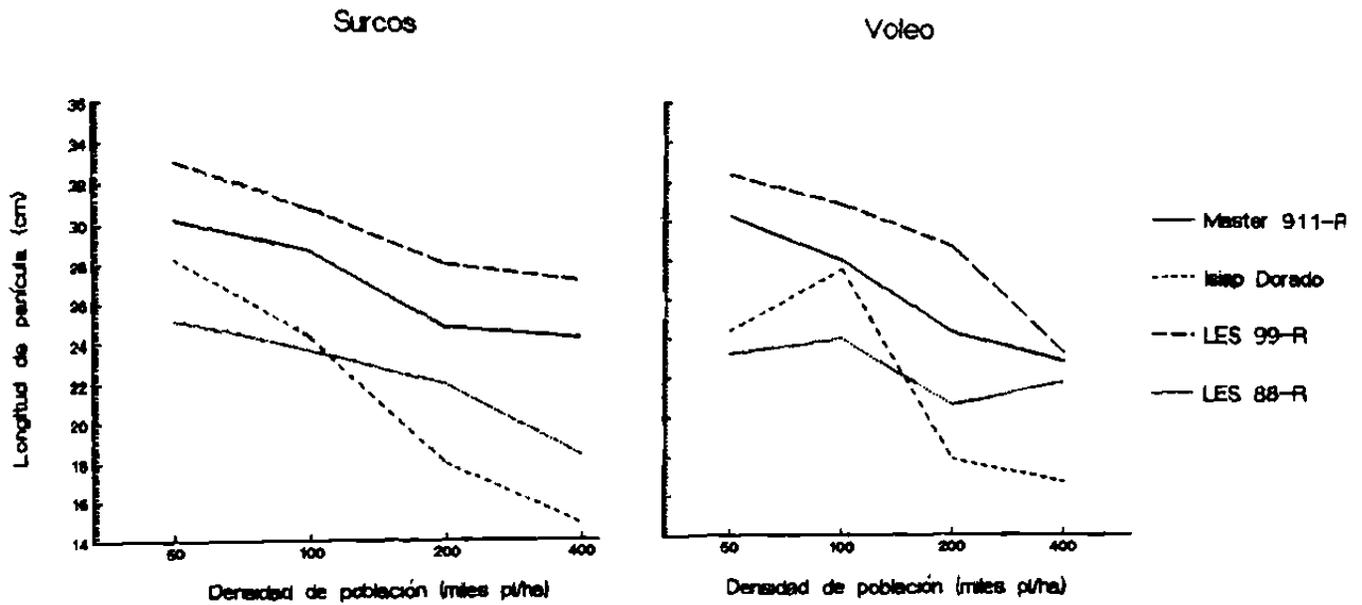


Figura 23. Longitud de panícula en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en cada método de siembra M.V. 87.

Cuadro 39. Resultados de comparación de medias para longitud de panícula (cm) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos	Densidad (pl/ha)	Longitud de panícula (cm)			
		LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
Surcos	50,000	25.09e	32.95a	28.18cd	30.13b
	100,000	23.60fgh	30.70b	24.25efg	28.63c
	200,000	21.91i	27.93cd	17.88k	24.70ef
	400,000	18.35k	27.15d	14.80m	24.26efg
Voleo	50,000	23.25gk	32.37a	24.35efg	30.17b
	100,000	24.00efg	30.85b	27.51cd	28.01cd
	200,000	20.65j	28.68c	17.89k	24.30efg
	400,000	21.81i	23.28gh	16.68l	22.81hi
DMS = 0.05		1.1361			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

disminuyó el tamaño de panícula, y viceversa. Por otro lado, al voleo LES 88-R e Isiap Dorado al incrementar la densidad de población su tendencia no fué a disminuir la longitud de la panícula, pues LES 88-R incrementó la longitud de panícula a 100,000 y 400,000 pl/ha e Isiap Dorado también la incrementó a 100,000 pl/ha. Por lo anterior, se puede considerar que en surcos la longitud de panícula se reduce al incrementar la densidad de población en todos los genotipos; no así al voleo, donde LES 88-R e Isiap Dorado incrementan la longitud de la panícula .

5.1.4.3. Ancho de panícula (cm).

Las F. calculadas del análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas significativas para las siete fuentes de variación (Cuadro 13A).

Para los efectos principales métodos de siembra la panícula más ancha se obtuvo en siembra al voleo con 0.42 cm más que en surcos (Cuadro 40).

Las panículas mas anchas se produjeron en 50,000 pl/ha y éstas redujeron su ancho conforme aumentó la densidad de población (Cuadro 41), esto es similar a lo que ocurre en la longitud de la panícula (Cuadro 34), lo que resulta en lo general con una panícula más pequeña a densidades altas. Isiap Dorado produjo la panícula más ancha, seguido de Master 911-R, LES 99-R y LES 88-R (Cuadro 42).

Cuadro 40. Resultados de comparación de medias para ancho de panícula (cm) en dos métodos de siembra M.V. 87.

Método de siembra	Ancho de panícula (cm)
Voleo	5.94a
Surcos	5.52 b
DMS = 0.05	0.2164

Cuadro 41. Resultados de comparación de medias para ancho de panícula en cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Ancho de panícula (cm)
50,000	7.06a
100,000	6.18 b
200,000	5.17 c
400,000	4.50 d
DMS = 0.05	0.2036

Cuadro 42. Resultados de comparación de medias para ancho de panícula (cm) en cuatro genotipos de sorgo M.V. 87.

Genotipo	Ancho de panícula (cm)
Isiap Dorado	6.33a
Master 911-R	5.83 b
LES 99-R	5.46 c
LES 88-R	5.29 d
DMS = 0.05	0.1565

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

En el Cuadro 43 y en la Figura 24, se observa que no hubo diferencias significativas a 50,000 pl/ha entre la siembra en surcos y al voleo, pero de 100,000 a 400,000 pl/ha el ancho de la panícula fue mayor en siembra al voleo, que en surcos. Cabe indicar que en los dos métodos de siembra se redujo el ancho de panícula a medida que se incrementó la densidad de población.

En el Cuadro 44, se presenta la comparación de medias para las combinaciones de métodos de siembra y genotipos. Las panículas más anchas las produjo la combinación Isiap Dorado sembrado al voleo y LES 88-R en surcos produjo la panícula menos ancha. En la Figura 25 se observa, que los genotipos de sorgo respondieron de diferente forma a los efectos de métodos de siembra: Isiap Dorado produjo la panícula más ancha en voleo; Master 911-R y LES 88-R no respondieron al cambio de surcos al voleo y LES 99-R en surcos aumentó su ancho de panícula.

En el Cuadro 45 se observa que las panículas más anchas las presentó Isiap Dorado a 50,000 pl/ha y las más angostas LES 88-R y LES 99-R a 400,000 pl/ha.

El ancho de panícula en los cuatro genotipos disminuyó a medida que se incrementó la densidad de población (Figura 26).

La triple interacción resultó estadísticamente significativa (Cuadro 13A), lo que indica en general que las interacciones densidades de población por genotipos son diferentes en cada

Cuadro 43. Resultados de comparacion de medias para ancho de panícula (cm) en cuatro densidades de poblacion en dos metodos de siembra M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Método de siembra	Ancho de panícula (cm)
50,000	S	7.14a
50,000	V	6.98a
100,000	V	6.66 b
100,000	S	5.70 c
200,000	V	5.46 c
200,000	S	4.89 d
400,000	V	4.67 d
400,000	S	4.34 e
DMS = 0.05		0.2879

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

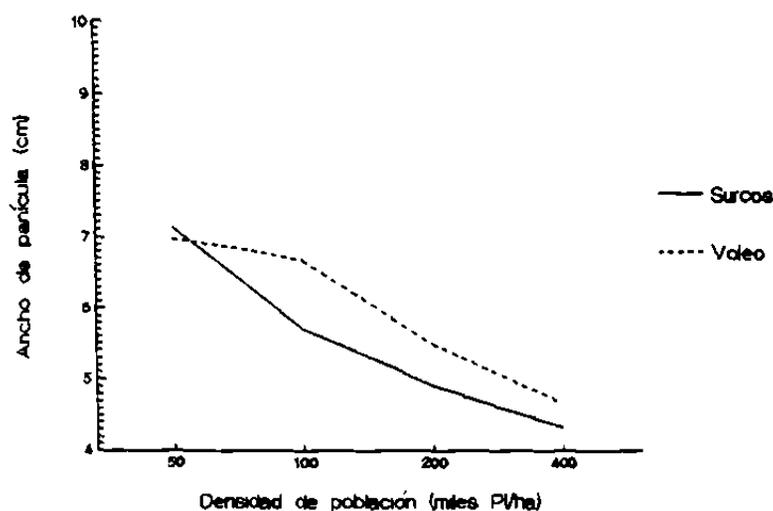


Figura 24. Ancho de panícula en dos metodos de siembra a cuatro densidades de poblacion M.V. 87.

Cuadro 44. Resultados de comparación de medias para ancho de panícula (cm) en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Ancho de panícula (cm)
Isiap Dorado	V	7.13a
Master 911-R	V	5.90 b
Master 911-R	S	5.76 bc
LES 99-R	S	5.58 cd
Isiap Dorado	S	5.54 cde
LES 88-R	V	5.39 def
LES 99-R	V	5.35 ef
LES 88-R	S	5.19 f
DMS = 0.05		0.2213

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

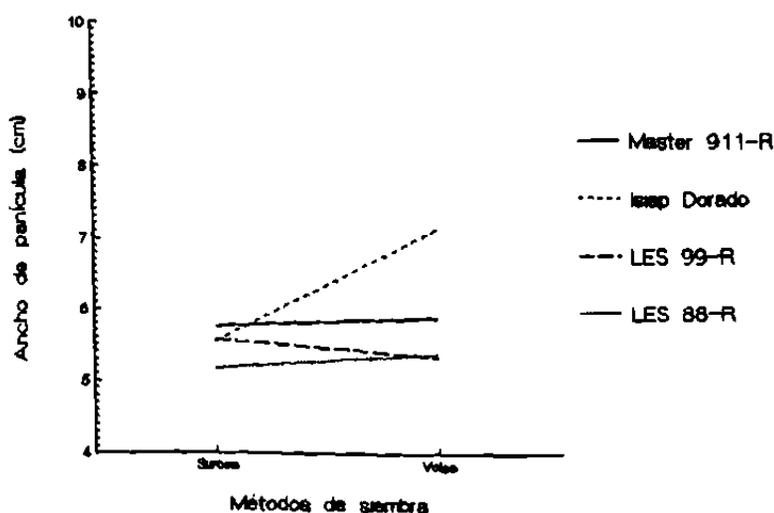


Figura 25. Ancho de panícula en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Cuadro 45. Resultados de comparación de medias para ancho de panícula (cm) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M. V. 87.

Genotipo	Densidad (pl/ha)	Ancho de panícula (cm)
Isiap Dorado	50,000	8.08a
Master 911-R	50,000	7.09 b
Isiap Dorado	100,000	6.84 bc
LES 99-R	50,000	6.66 cd
LES 88-R	50,000	6.41 d
Master 911-R	100,000	6.35 d
LES 99-R	100,000	5.99 e
LES 88-R	100,000	5.55 f
Isiap Dorado	200,000	5.54 f
Master 911-R	200,000	5.18 g
LES 99-R	200,000	5.11 g
Isiap Dorado	400,000	4.89 gh
LES 88-R	200,000	4.86 gh
Master 911-R	400,000	4.71 h
LES 88-R	400,000	4.33 i
LES 99-R	400,000	4.09 i
DMS = 0.05		0.3130

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

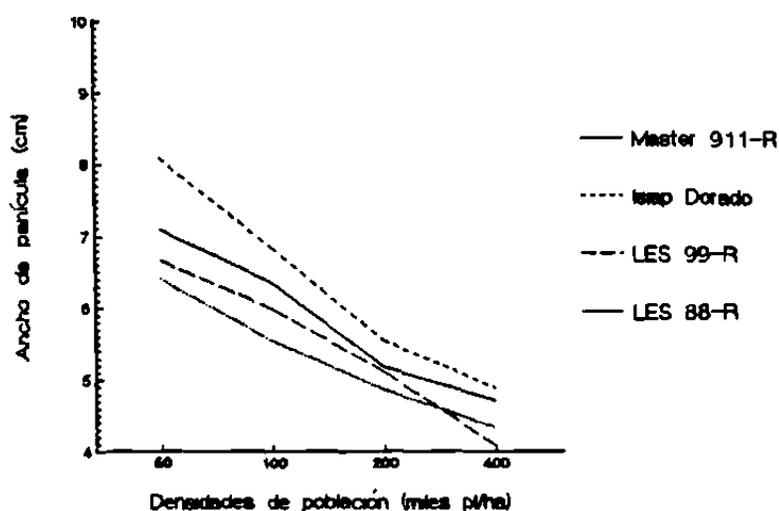


Figura 26. Ancho de panícula en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

método de siembra, por lo que procedió al estudio de estas interacciones en cada método de siembra.

En comparación de medias del cuadro 46, indica que las combinaciones de Isiap Dorado con 50,000 y 100,000 pl/ha al voleo produjeron la panícula más ancha, fueron estadísticamente iguales las combinaciones Isiap Dorado a 50,000 pl/ha en surcos y voleo, el resto de las combinaciones obtuvieron menor ancho de panícula, quedando como la de panícula más angosta LES 99-R a 400,000 pl/ha al voleo.

En la figura 27 se destacan dos aspectos; el primero, que tanto en surcos como al voleo la tendencia general para todos los genotipos es la de reducir su ancho de panícula conforme aumenta la densidad de población y el segundo aspecto, es que Isiap Dorado aumenta su ancho de panícula en siembra al voleo respecto a los otros genotipos en todas las densidades, manteniendo el máximo ancho a las densidades de 50,000 y 100,000 pl/ha para luego disminuirlo.

5.1.4.4. Excursión (cm).

A excepción de métodos de siembra el resto de los efectos principales e interacciones mostraron diferencias significativas entre sus niveles (Cuadro 13A).

Los métodos de siembra no afectaron la excursión (Cuadro

Cuadro 46. Resultados de comparación de medias para ancho de panícula (cm) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos	Densidad (pl/ha)	Ancho de panícula (cm)			
		LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
Surcos	50,000	6.9d	6.9cd	8.0b	6.9de
	100,000	5.2jkl	5.9hi	5.2jkl	6.6def
	200,000	4.6mno	5.0klm	4.9lmn	5.0klm
	400,000	4.1pq	4.5nop	4.2op	4.6mno
Voleo	50,000	6.0hi	6.4efg	8.2ab	7.3c
	100,000	6.0hi	6.1gh	8.5a	6.1gh
	200,000	5.1hi	5.2jkl	6.2fgh	5.3jk
	400,000	4.6no	3.7q	5.6ig	4.8lmn
DMS = 0.05		0.4427			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

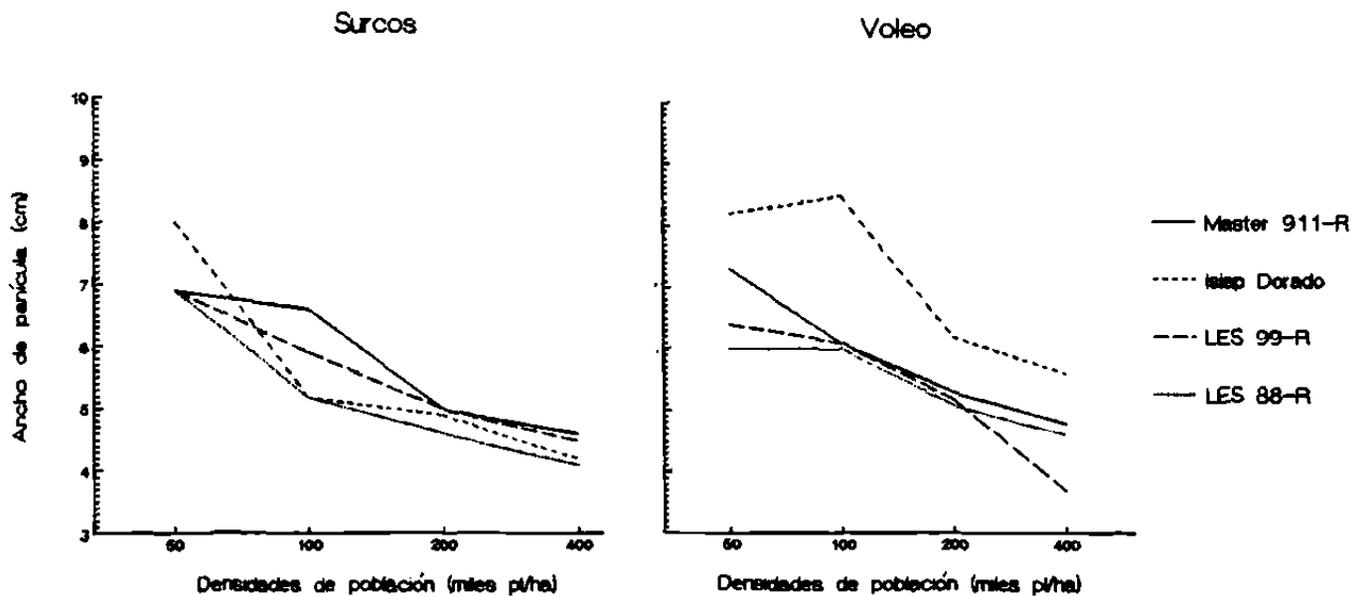


Figura 27. Ancho de panícula en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en cada método de siembra M.V. 87.

13A). Al comparar las medias de densidades de población (Cuadro 47), se observó que la excersión aumenta a medida que se incrementa la densidad de población.

Los genotipos que fueron estadísticamente iguales y produjeron la mayor excersión fueron LES 98-R y Master 911-R, siguieron respectivamente LES 99-R e Isiap Dorado, éste último con la menor excersión (Cuadro 48).

La excersión fue afectada por el incremento en la densidad de población conjuntamente con la distribución que tomaron las plantas en el terreno al sembrar en surcos y al voleo (Cuadro 49). La excersión fue mayor en la siembra en surcos a 400,000 pl/ha y menor también en surcos a 50,000 pl/ha. En la Figura 28 se aprecia más claramente el efecto de las densidades de población en surcos y al voleo, existiendo tres tendencias, la primera es que al incrementar la densidad de población se aumenta la excersión en surcos, la segunda es que tal incremento en la excersión en la siembra al voleo sólo ocurre a partir de incrementos superiores a las 100,000 pl/ha, sin modificarse ésta al incrementar de 50,000 a 100,000 pl /ha, y la tercer tendencia es que la excersión a 50,000 pl/ha es mayor al voleo que en surcos ocurriendo lo contrario a 400,000 pl/ha. Esto concuerda con Grime (1982), quien dice, "donde quiera que las plantas crecen con estrecha proximidad unas con otras, sean de la misma o diferentes especies, se observan diferencias en el crecimiento vegetativo". Esta relación en términos de la mayor o menor elongación de entrenudos, de acuerdo

Cuadro 47. Resultados de comparación de medias para Excursión (cm) en cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Excursión (cm)
400,000	12.58a
200,000	8.98 b
100,000	5.83 c
50,000	3.92 d
DMS = 0.05	1.0353

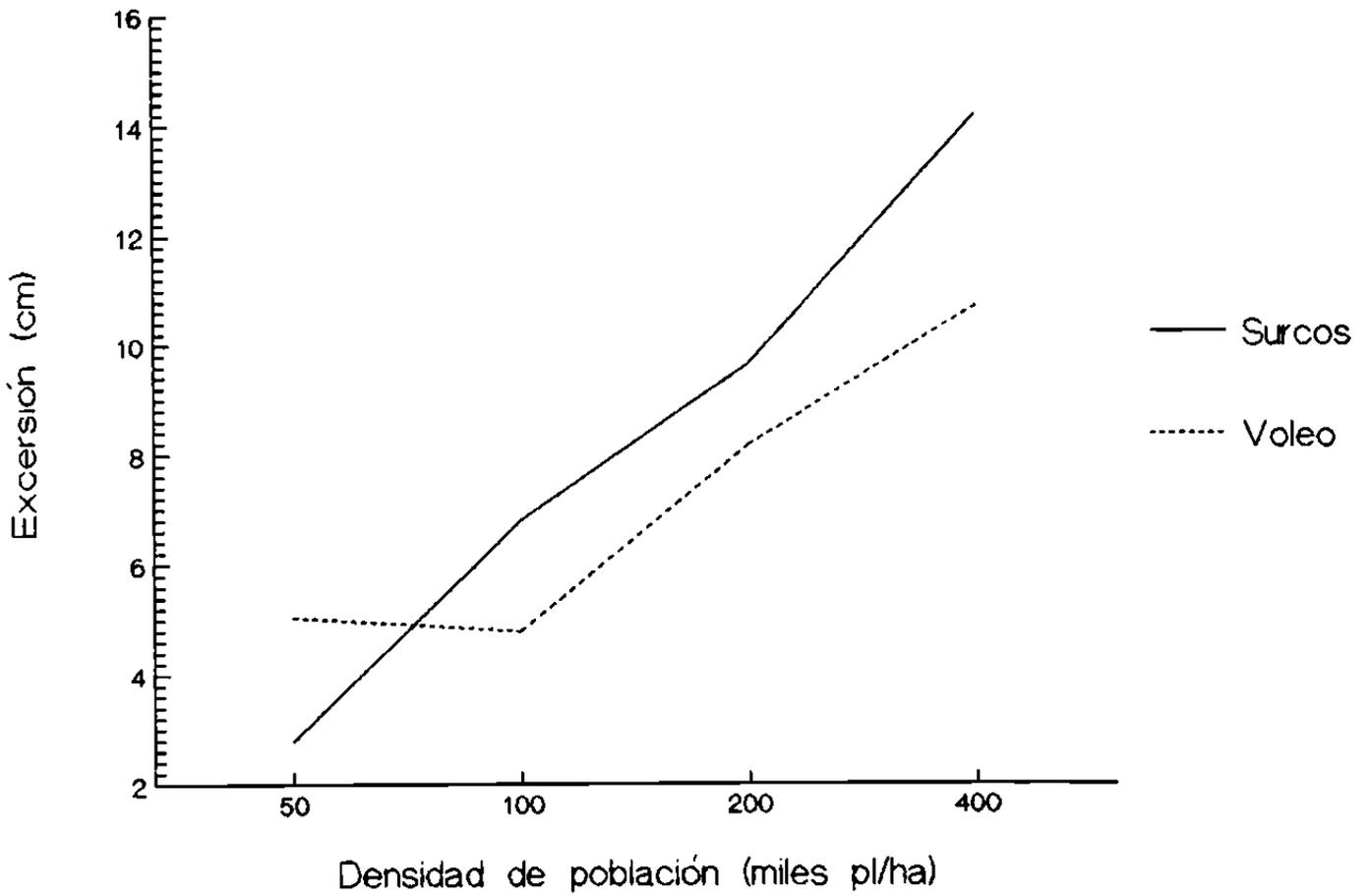
Cuadro 48. Resultados de comparación de medias para excursión (cm) en cuatro genotipos de sorgo M.V. 87.

Genotipo	Excursión (cm)
LES 88-R	11.28a
Master 911-R	10.73a
LES 99-R	8.13 b
Isiap Dorado	1.17 c
DMS = 0.05	1.0343

Cuadro 49. Resultados de comparación de medias para excursión (cm) en cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V.87.

Densidad (pl/ha)	Método de siembra	Excursión (cm)
400,000	S	14.35a
400,000	V	10.81 b
200,000	S	9.72 b
200,000	V	8.24 c
100,000	S	6.84 c
100,000	V	4.81 d
50,000	V	5.05 d
50,000	S	2.80 e
DMS = 0.05		1.4642

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.



Densidad de población (miles pl/ha)
Figura 28. Excursión en dos métodos de siembra
a cuatro densidades de población M.V. 87.

con Gardner, et al. (1985), se explica por la menor o mayor penetración de luz en el dosel y la fotodegradación de auxinas con sus consecuencias en la altura y la excursión: por lo que a 50,000 pl/ha se esperaría un resultado contrario al encontrado, ésto se explica aún con este modelo, dado que la cantidad de malezas en voleo a 50,000 pl/ha fué grande (11 pl /m²) ocasionando una mayor excursión respecto a surcos (Cuadro 108).

Los resultados del Cuadro 50, para excursión indican que las combinaciones Master 911-R en surcos y LES 88-R al voleo fueron superiores al resto, mientras que Isiap Dorado destacó con menor longitud de excursión en ambos métodos de siembra. Cabe mencionar, que Isiap Dorado y LES 88-R no presentaron diferencias estadísticas significativas entre métodos, mientras que Master 911-R y LES 99-R lograron su máxima excursión en surcos. En la Figura 29 se observa que excepto LES 88-R la excursión se reduce al pasar de surcos al voleo.

Al considerar todas las combinaciones de la comparación de medias de la interacción densidades de población por genotipos, en el Cuadro 51 se observa que Master 911-R y LES 88-R bajo 400,000 pl/ha superaron en excursión al resto; siendo las combinaciones de Isiap Dorado a 200,000; 100,000 y 50,000 pl/ha, las que mostraron la más baja excursión. En la Figura 30 se observa que todos los genotipos tienden a responder con un aumento en la excursión al incrementar la densidad de población a partir de las 100,000 pl/ha, a excepción de Isiap Dorado que no incrementa

Cuadro 50. Resultados de comparación de medias para excersión (cm) en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Excersión (cm)
Master 911-R	S	12.11a
LES 88-R	V	11.81a
LES 88-R	S	10.75ab
Master 911-R	V	9.36 bc
LES 99-R	S	9.21 c
LES 99-R	V	7.06 d
Isiap Dorado	S	1.65 e
Isiap Dorado	V	0.69 e
DMS = 0.05		1.4628

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

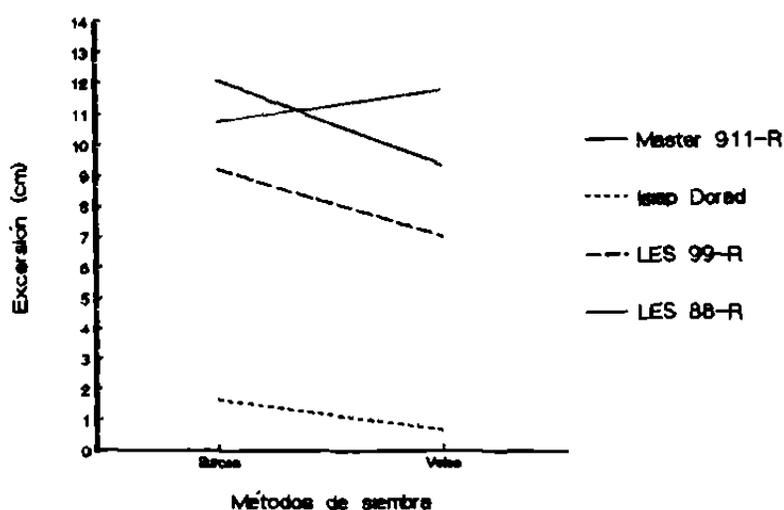


Figura 29. Excersión en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Cuadro 51. Resultados de comparación de medias para excersión (cm) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Genotipo	Densidad (pl/ha)	Excersión (cm)
Master 911-R	400,000	18.80a
LES 88-R	400,000	16.78a
Master 911-R	200,000	13.01 b
LES 88-R	200,000	12.61 bc
LES 99-R	400,000	10.86 cd
LES 99-R	200,000	9.83 de
LES 88-R	100,000	8.54 ef
LES 99-R	100,000	7.85 ef
LES 88-R	50,000	7.19 f
Master 911-R	100,000	6.61 f
Master 911-R	50,000	4.51 g
LES 99-R	50,000	3.99 g
Isiap Dorado	400,000	3.90 g
Isiap Dorado	200,000	0.46 h
Isiap Dorado	100,000	0.31 h
Isiap Dorado	50,000	0.00 h
DMS = 0.05		2.0687

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

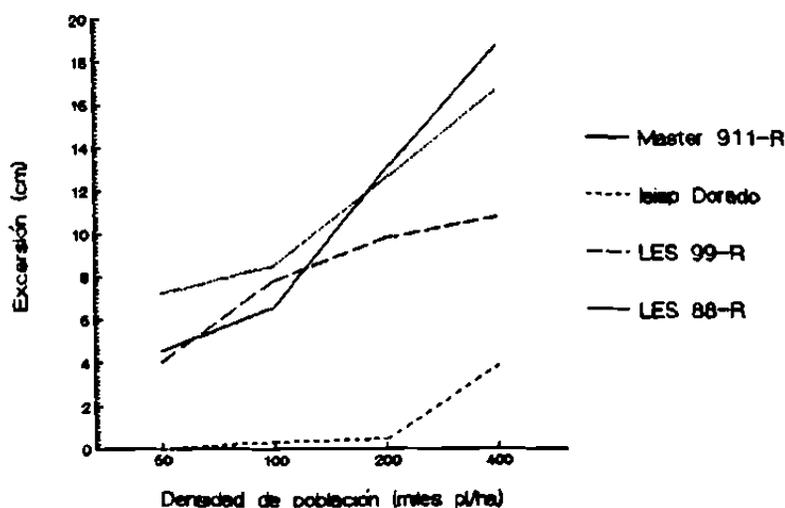


Figura 30. Excersión en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

significativamente su excursión de 50,000 a 200,000 pl/ha, incrementándose significativamente sólo cuando se pasó a las 400,000 pl/ha.

En general, los resultados que se observan en el Cuadro 52, señalan que los mayores valores para la excursión fueron obtenidos en las combinaciones Master 911-R y LES 88-R sembrados bajo 400,000 pl/ha en surcos y el valor más bajo lo registró las combinaciones de Isiap Dorado bajo las cuatro densidades de población y los dos métodos de siembra, conjuntamente con LES 88-R a 50,000 pl/ha en surcos. Es conveniente denotar, que Isiap Dorado significativamente alcanza su máxima excursión a 400,000 pl/ha en surcos, no siendo cambiada esta característica en las otras combinaciones de densidades de población y métodos de siembra. En la Figura 31 se observa lo anterior y además que para los cuatro genotipos la excursión al voleo es menor que en surcos a la densidad de 400,000 pl/ha. Estos resultados coinciden con Ayyanger y Rajabhooshanan, citados por Blum (1967), quienes señalan que de acuerdo a las condiciones ambientales, siempre operan mecanismos homeostáticos que en general mantienen el balance entre diferentes órganos de la planta para las condiciones dadas, Wareing y Patrick, (1975), mediante la disminución de algunos y el incremento de otros, Stickler y Pauli, (1961), Wilson, (1979).

5.1.4.5. Número de entrenudos por planta.

Los resultados del análisis de varianza se dan en el Cuadro

Cuadro 52. Resultados de comparación de medias para excersión (cm) en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos de siembra	Densidad (pl/ha)	Excersión (cm)			
		LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
Surcos	50,000	2.8pqr	3.8opq	0.0r	4.6op
	100,000	8.9hijk	10.0ghijk	0.6r	7.9klmn
	200,000	11.8efgh	11.1fghi	0.9qr	15.1cd
	400,000	19.5ab	12.0efg	5.1nop	20.9a
Voleo	50,000	11.6efgh	4.2op	0.0r	4.4op
	100,000	8.2kklm	5.7lmno	0.0r	5.4mnop
	200,000	13.4def	8.6ijkl	0.0r	11.0fghij
	400,000	14.1cde	9.8ghijk	2.7pqr	16.7bc
DMS = 0.05		2.9256			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

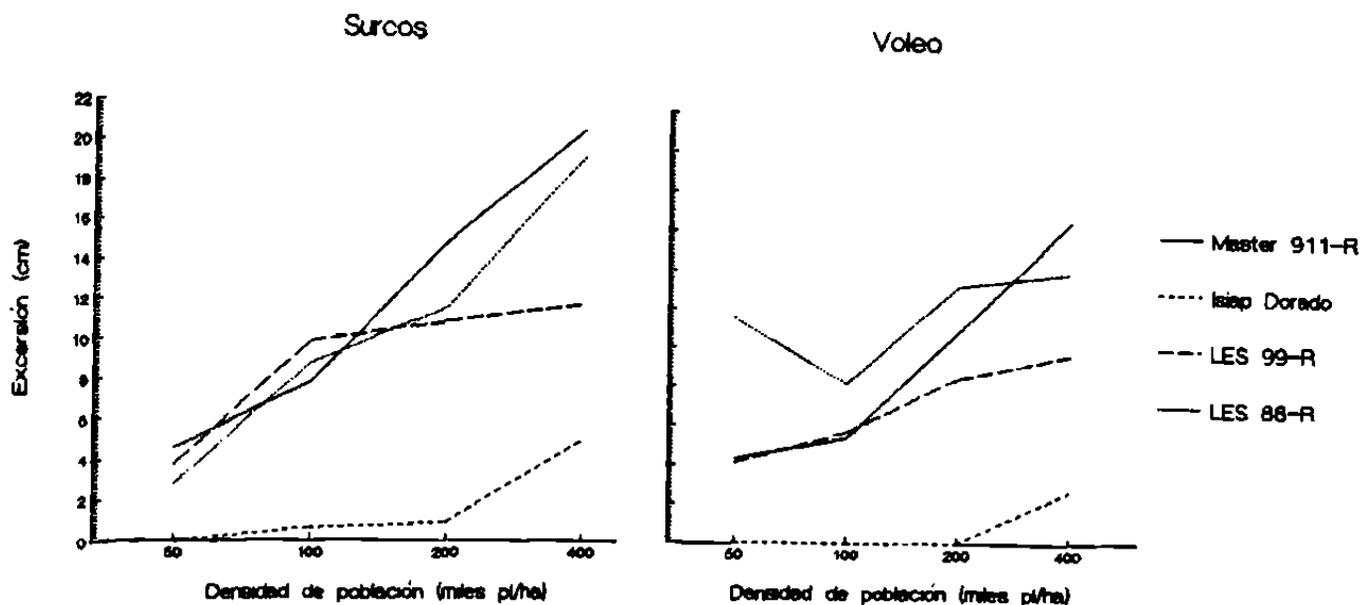


Figura 31. Excersión en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en cada método de siembra M.V. 87.

13A donde se muestra que en todos los efectos principales e interacciones existió diferencia altamente significativa entre sus niveles. Por lo tanto se procedió a la comparación de medias.

El método de siembra al voleo fue superior en esta característica a la siembra en surcos (Cuadro 53).

En el Cuadro 54 se observa que el mayor número de entrenudos ocurrió en 100,000 pl/ha, y descendió en 200,000 y 50,000 pl/ha y volvió a descender a las 400,000 pl/ha. No obstante estas diferencias estadísticas, se observa que en lo general a 400,000 pl/ha se reduce el número de entrenudos.

El valor más alto entre genotipos lo obtuvo Isiap Dorado, siguieron LES 99-R, Master 911-R y LES 88-R con menor número de entrenudos, lo cual se aprecia en el Cuadro 55.

En la comparación de medias (Cuadro 56), resultó que en la combinación de 100,000 pl/ha al voleo se obtuvo el más alto valor de esta característica, el menor número de entrenudos se presentó bajo 400,000 pl/ha en surcos. En el mismo Cuadro y en la Figura 32 se observa la tendencia a obtener en el método de siembra al voleo el mayor número de entrenudos respecto a surcos, excepto a 200,000 pl/ha donde ambos son estadísticamente iguales. Se aprecia que al voleo se logró el máximo valor de esta característica a 100,000 pl/ha, mientras que en surcos bajo 200,000 pl/ha.

Cuadro 53. Resultados de comparación de medias para número de entrenudos/pl en dos métodos de siembra M.V. 87.

Método de siembra	Número de entrenudos/pl
Voleo	9.73a
Surcos	8.69 b
DMS = 0.05	0.5493

Cuadro 54. Resultados de comparación de medias para número de entrenudos/pl en cuatro densidades de población M.V. 87.

Densidad (pl/ha)	Número de entrenudos/pl
100,000	9.72a
200,000	9.31 b
50,000	9.19 b
400,000	8.63 c
DMS = 0.05	0.3450

Cuadro 55. Resultados de comparación de medias para número de entrenudos/pl en cuatro genotipos de sorgo M.V. 87.

Genotipo	Número de entrenudos/pl
Isiap Dorado	10.91a
LES 99-R	9.69 b
Master 911-R	8.31 c
LES 88-R	7.94 d
DMS = 0.05	0.2472

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

Cuadro 56. Resultados de comparación de medias para número de entrenudos/pl en cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M-V. 87.

Densidad (pl/ha)	Método de siembra	Número de entrenudos/pl
100,000	V	10.44a
50,000	V	9.81 b
400,000	V	9.36 bc
200,000	V	9.31 c
200,000	S	9.31 c
100,000	S	9.00 cd
50,000	S	8.56 d
400,000	S	7.88 e
DMS = 0.05		0.4879

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

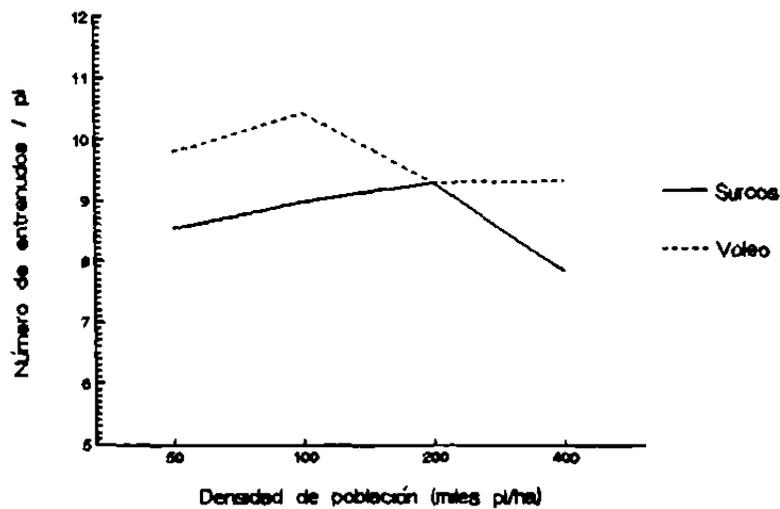


Figura 32. Número de entrenudos / pl en dos métodos de siembra a cuatro densidades de población M.V. 87.

En el Cuadro 57, se observa que Isiap Dorado al voleo superó en esta característica al resto de las combinaciones de métodos de siembra con genotipos, siendo las más bajas Master 911-R y LES 88-R en surcos. En la Figura 33 se observa que en todos los genotipos al pasar de surcos al voleo se incrementa significativamente el número de entrenudos, siendo este incremento más marcado en Isiap Dorado.

En el Cuadro 58 se tiene la comparación de medias para las combinaciones entre densidades de población y genotipos. La variedad Isiap Dorado fué superior estadísticamente para esta característica a 100,000, 50,000 y 200,000 pl/ha, al resto; el menor número de entrenudos por planta lo registraron las combinaciones Master 911-R a 400,000 pl/ha y LES 88-R a 50,000 pl/ha. Observando la Figura 34, cabe indicar que Master 911-R e Isiap Dorado alcanzaron sus máximos valores a 100,000 pl/ha y las líneas LES 99-R y LES 88-R a 200,000 pl/ha.

En el análisis de varianza la triple interacción resultó significativa para esta característica; lo que indica que las interacciones densidad de población por genotipos es diferente en cada método de siembra.

La comparación de medias (Cuadro 59 y Figura 35), muestran que los valores más altos los obtuvieron las combinaciones Isiap Dorado a 100,000 y 50,000 pl/ha al voleo, siendo el resto inferiores; LES 88-R a 400,000 y 50,000 pl/ha en surcos

Cuadro 57. Resultados de comparación de medias para número de entrenudos/pl en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Número de entrenudos/pl
Isiap Dorado	V	11.90a
Isiap Dorado	S	9.94 b
LES 99-R	V	9.88 b
LES 99-R	S	9.50 c
Master 911-R	V	8.81 d
LES 88-R	V	8.38 e
Master 911-R	S	7.81 f
LES 88-R	S	7.50 f
DMS = 0.05		0.3496

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

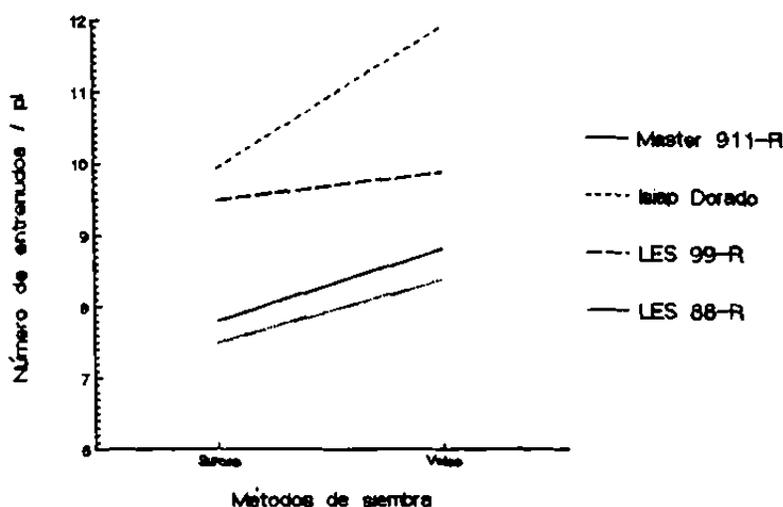


Figura 33. Número de entrenudos / pl en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Cuadro 58. Resultados de comparación de medias para número de entrenudos/pl en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Genotipo	Densidad (pl/ha)	Número de entrenudos/pl
Isiap Dorado	100,000	11.9a
Isiap Dorado	50,000	11.5a
Isiap Dorado	200,000	10.9 b
LES 99-R	200,000	9.9 c
LES 99-R	100,000	9.8 cd
LES 99-R	50,000	9.6 cde
LES 99-R	400,000	9.5 cde
Isiap Dorado	400,000	9.4 de
Master 911-R	100,000	9.3 e
LES 88-R	200,000	8.4 f
Master 991-R	50,000	8.3 f
Master 911-R	200,000	8.1 f
LES 88-R	100,000	8.0 fg
LES 88-R	400,000	8.0 fg
Master 911-R	400,000	7.6 gh
LES 88-R	50,000	7.4 h
DMS = 0.05		0.4944

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

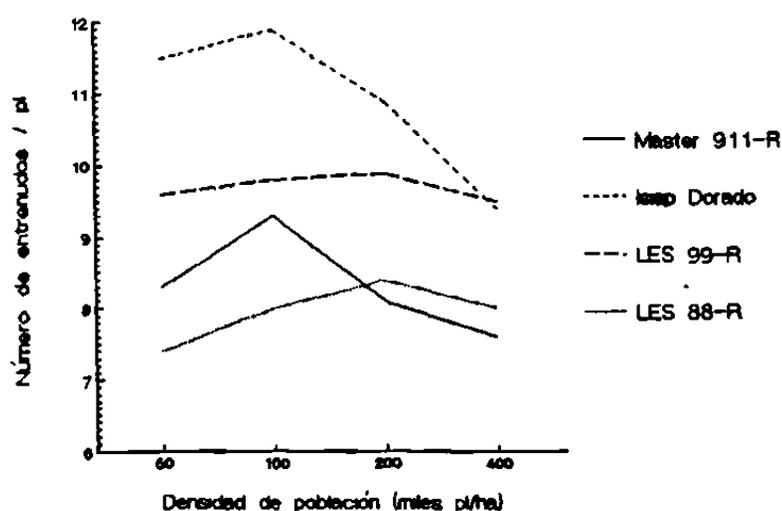


Figura 34. Número de entrenudos en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población M.V. 87.

Cuadro 59. Resultados de comparación de medias para número de entrenudos/pl en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en dos métodos de siembra M.V. 87.

Métodos de siembra	Densidad (pl/ha)	Número de entrenudos/pl			
		LES 88-R	LES 99-R	Isiap D.	Master 911-R
Surcos	50,000	6.5p	9.3ijk	11.0cd	7.5no
	100,000	7.8mn	9.3ijk	10.8cde	8.3lm
	200,000	8.8kl	10.0fgh	10.5def	8.0mn
	400,000	7.0op	9.5hij	7.5no	7.5no
Voleo	50,000	8.3lm	10.0fgh	12.0b	9.0jk
	100,000	8.3lm	10.3efg	13.0a	10.3efg
	200,000	8.0mn	9.8ghi	11.3c	8.3lm
	400,000	9.0jk	9.5hij	11.3c	7.8mn
DMS = 0.05		0.6992			

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

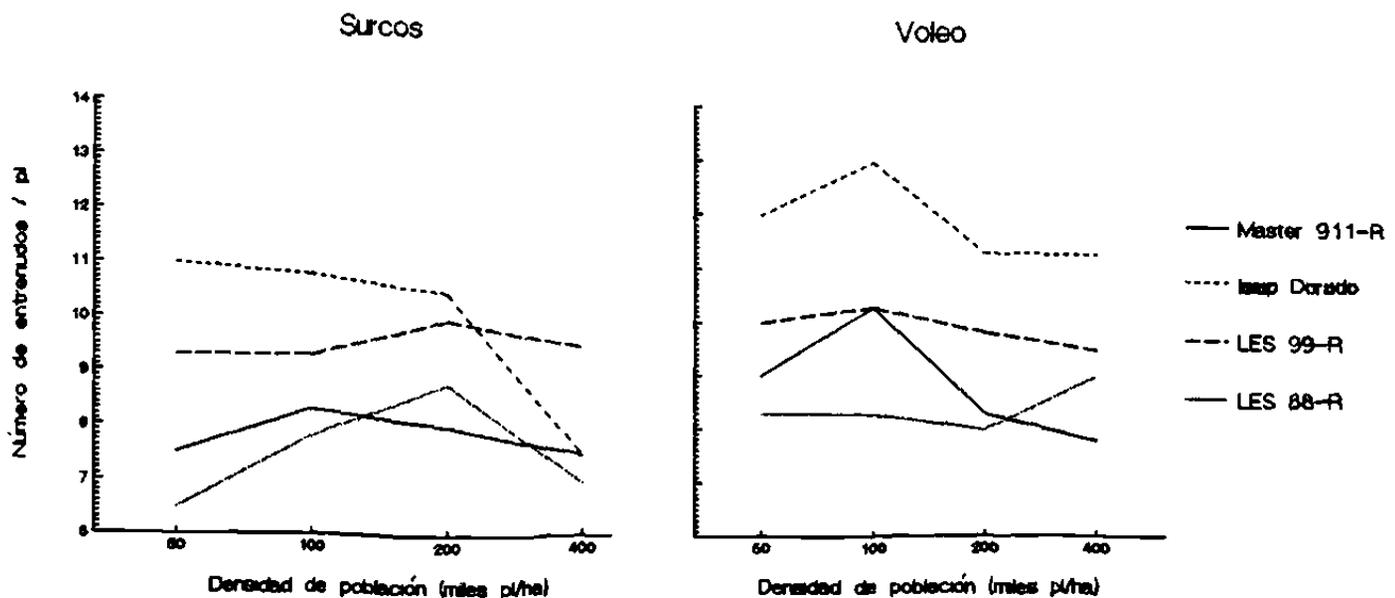


Figura 35. Número de entrenudos en cuatro genotipos de sorgo a cuatro densidades de población en cada método de siembra M.V. 87

registraron los más bajos valores.

Es conveniente señalar que en surcos, las combinaciones Isiap Dorado a 50,000 y 100,000 pl/ha, superaron al resto en surcos e igualó a 200,000 pl/ha a LES 99-R, mientras que a 400,000 pl/ha LES 99-R fue superior al resto. En voleo, Isiap Dorado fue superior en todos los niveles de densidad de población en el número de entrenudos al resto de combinaciones. Por otra parte, se observó que en surcos LES 88-R y LES 99-R alcanzan el mayor número de entrenudos, mientras que para ISIAP Dorado y Master 911-R no hay diferencia estadística entre 100,000 y 200,000 pl/ha donde se alcanza el mayor número de entrenudos.

5.1.4.6. Longitud de entrenudos (cm).

En el análisis de varianza los cuadrados medios del Cuadro 13A para la interacción métodos de siembra por densidades de población resultó no significativa en esta característica agronómica; pero el resto de las fuentes de variación lo fueron; procediéndose a la comparación de medias.

La mayor longitud de entrenudos se presentó en surcos, a 400,000 pl/ha y en Master 911-R y los entrenudos más cortos fueron en la siembra al voleo, en 50,000 pl/ha y para LES 88-R; Cuadros 60, 61 y 62, respectivamente.

La longitud de los entrenudos no se modificó bajo los efectos

Cuadro 60. Resultados de comparación de medias para longitud de entrenudos (cm) en dos métodos de siembra M.V. 87.

Método de siembra	Longitud de entrenudos (cm)
Surcos	5.93a
Voleo	4.78 b
DMS = 0.05	0.1840

Cuadro 61. Resultados de comparación de medias para longitud de entrenudos (cm) en cuatro densidades de población M.V. 87

Densidad (pl/ha)	Longitud de entrenudos (cm)
400,000	6.02a
200,000	5.32 b
100,000	5.19 b
50,000	4.89 c
DMS = 0.05	0.1582

Cuadro 62. Resultados de comparación de medias para longitud de entrenudos (cm) en cuatro genotipos de sorgo M.V. 87.

Genotipo	Longitud de entrenudos (cm)
Master 911-R	7.03a
LES 99-R	5.90 b
Isiap Dorado	5.37 c
LES 88-R	3.13 d
DMS = 0.05	0.1345

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

de la variación en densidad de población (Cuadro 13A).

Respecto a la interacción métodos de siembra por genotipos, las combinaciones con mayor longitud de entrenudos fué Master 911-R seguido de LES 99-R en surcos, éstas fueron superiores al resto, pero diferentes entre sí. Las combinaciones más bajas en esta característica fueron LES 88-R en surcos y al voleo (Cuadro 63). Conviene indicar que Master 911-R, LES 99-R e Isiap Dorado alcanzaron su máximo valor en surcos, reduciendo éste al sembrarse al voleo, mientras que LES 88-R no modificó significativamente el tamaño de entrenudos por efectos de distribución que tomaron las plantas sobre el terreno (Figura 36).

Al considerar todas las combinaciones de densidad de población y genotipos en el Cuadro 64, se tiene que la combinación Master 911-R bajo 400,000 pl/ha registró la máxima longitud de entrenudos siendo significativamente superior al resto, siguió LES 99-R a 400,000 pl/ha y Master 911-R bajo 200,000 pl/ha, con menores valores de esta característica, respecto a Master 911-R pero iguales entre sí y superiores al resto de las combinaciones. LES 88-R a 200,000 y 400,000 pl/ha produjo los entrenudos más pequeños. En la Figura 37 se observa que Master 911-R, LES 99-R e Isiap Dorado obtuvieron su mínimo valor de esta característica a 50,000 pl/ha, y su máximo bajo 400,000 pl/ha; mientras que LES 88-R fué a la inversa, su máximo a 50,000 y 100,000 pl/ha y los entrenudos más pequeños en 200,000 y 400,000 pl/ha. Por otra parte, el híbrido Master 911-R produjo entrenudos más grandes que el

Cuadro 63. Resultados de comparación de medias para longitud de entrenudos (cm) en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.

Genotipo	Método de siembra	Longitud de entrenudos (cm)
Master 911-R	S	7.81a
LES 99-R	S	6.51 b
Master 911-R	V	6.24 c
Isiap Dorado	S	6.19 c
LES 99-R	V	5.29 d
Isiap Dorado	V	4.56 e
LES 88-R	S	3.21 f
LES 88-R	V	3.04 f
DMS = 0.05		0.1902

Letras distintas indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los niveles del factor.

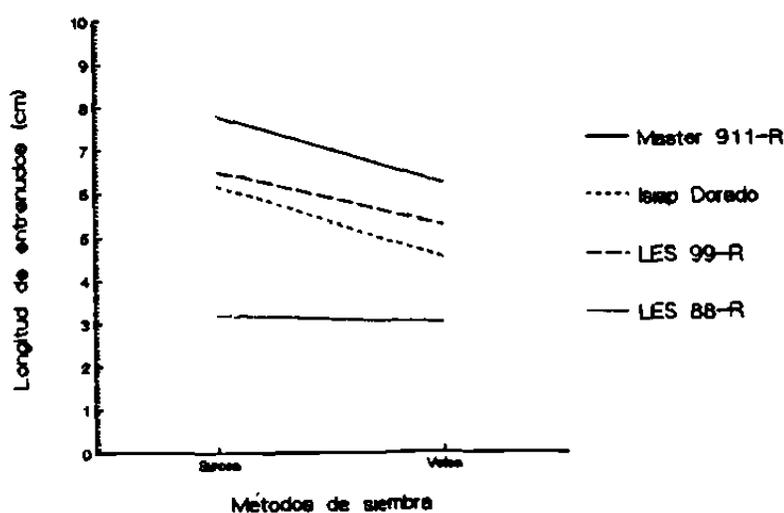


Figura 36. Longitud de entrenudos en cuatro genotipos de sorgo en dos métodos de siembra M.V. 87.