

Poblaciones y sistemas de siembra en dos cultivares de soya [*Glycine max* (L.) Merr.] de diferentes hábitos de crecimiento en el estado Portuguesa

Y. Graterol¹ y R. González¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Portuguesa. Apdo. postal 102-Acarigua 3301- A.

Resumen

Poblaciones de plantas, sistemas de siembra y cultivares son tres factores de primordial importancia en la producción de soya. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dos sistemas de siembra y tres poblaciones de plantas sobre la fenología, componentes del rendimiento y altura de planta de dos cultivares de soya de diferentes hábitos de crecimiento. Este estudio fue conducido en el campo de la Fundación para la Investigación Agrícola y Promoción Tecnológica (FUNIAPROT) localizado en Durigua, estado Portuguesa. Los tratamientos fueron establecidos en parcelas divididas en un diseño de bloques completamente aleatorizados con cuatro replicaciones. El cultivar indeterminado produjo 24% más vainas por planta y 17% más vainas por m² que el cultivar determinado. La interacción cultivar x población (efecto cuadrático) resultó significativa ($P < 0,05$) para el número de vainas por m² mientras que la interacción sistema de siembra x población (efecto lineal) x cultivar resultó significativa ($P < 0,01$) para la altura de planta en el estado R3. Para el cultivar de hábito de crecimiento determinado, la población óptima resultó 350.000 pl/ha mientras que para el de crecimiento indeterminado, fue 450.000 pl/ha. Se sugiere tomar en consideración el hábito de crecimiento de los cultivares de soya en el momento de recomendar las poblaciones de plantas más apropiadas.

Palabras clave: soya, *Glycine max* (L.) Merr, fenología, población, sistema de siembra, hábito de crecimiento

Introducción

La producción de cultivos por planta tiende a disminuir, bajo una determinada población, a medida que se aumenta la densidad de las plantas

dentro de la hilera (4). La siembra de la soya se ha recomendado tradicionalmente en hileras separadas a 60-80 cm usando poblaciones entre

Recibido el 6-6-2002 • Aceptado el 24-9-2004

¹Autores de correspondencia emails: ciaeport@cantv.net; yvangraterol@hotmail.com

300.000 y 400.000 plantas por hectárea. Actualmente la tendencia en los principales países productores es acortar las distancias entre hileras y usar poblaciones más altas por unidad de área (22). Un sistema de siembra en hileras angostas lo constituye el sistema conocido como hileras dobles o hileras apareadas donde las hileras dentro de cada par se separan a una corta distancia (comúnmente 20 cm) mientras que cada par se separa del siguiente a una distancia mayor (comúnmente 40-60 cm).

El incremento de los rendimientos de la soya sembrada en hileras angostas (50 cm o menos) sobre aquella sembrada en hileras convencionales (60 cm o mayores) frecuentemente excede 10% (11). Cooper (5) en Illinois, encontró incrementos en rendimiento entre 10 y 20% en soya sembrada en hileras a 17 cm en comparación con hileras separadas a 50 y 75 cm. Cooper y Jeffers (7) observaron, en Ohio, aumentos entre 15 y 25% en los rendimientos de soya a 17 cm sobre aquella a 75 cm. Costa y otros (8) y Herbert y Litchfield (15) también lograron mayores rendimientos de soya sembrada en hileras angostas.

Una revisión detallada de los ambientes donde se condujeron los trabajos anteriores revelaron que los rendimientos de la soya en hileras angostas superaron a aquella en hileras convencionales siempre y cuando las condiciones de humedad y otros factores ambientales no fueron limitantes. Taylor (23), en un año cuando la precipitación estuvo por debajo del promedio, en Iowa, no

encontró diferencias en los rendimientos de soya sembrada a 25, 50, 76 y 100 cm. Los rendimientos tendieron a aumentar en la medida que se reducía la distancia entre hileras en otro año donde la precipitación estuvo alrededor del promedio, pero los incrementos no fueron significativos. En otro año, por el contrario, cuando la precipitación estuvo por encima del promedio, la soya sembrada a 25 cm superó en 17% el rendimiento de aquella sembrada a 100 cm.

Graterol y otros (12) no observaron ventajas en el rendimiento de la soya sembrada en hileras angostas (hileras sencillas y dobles) en comparación con aquella en hileras convencionales en un año cuando se presentaron condiciones limitantes de humedad y de otros factores. Sin embargo, en otro año sin condiciones limitantes, la soya en hileras angostas superó en rendimiento a aquella en hileras convencionales. Cuando la precipitación estuvo por encima del promedio pero su distribución no fue favorable durante el ciclo del cultivo, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Otros investigadores han estudiado el efecto de hileras angostas sobre los rendimientos de la soya y sus resultados dependieron del ambiente, cultivar y prácticas de manejo (2, 13, 18, 25).

De la revisión de la literatura sobre el tema, se desprende que la soya sembrada en hileras convencionales ha superado en rendimiento a la soya en hileras angostas sólo en reducido número de casos. Además del más alto potencial de rendimiento que ofrecen

los sistemas de siembra en hileras angostas, existen otras ventajas adicionales: mayor altura de inserción de las primeras vainas, lo cual resulta en un incremento en la eficiencia de la cosecha mecánica; alta uniformidad en la distribución de las plantas en el campo, lo cual resulta en una alimentación más uniforme de la cosechadora y, alta eficiencia en el control de malezas al cubrirse más pronto el espacio entre hileras.

Los resultados citados se han obtenido en ambientes templados. En Venezuela se ha realizado poca investigación en esta materia por lo que es necesario observar en nuestras condiciones el comportamiento de la soya sembrada en hileras angostas.

En trabajos anteriores se ha reportado una respuesta diferencial a la aplicación de riego dependiendo del hábito de crecimiento de los cultivares. Algunos investigadores encontraron que el déficit de humedad en las etapas iniciales del cultivo afectó en mayor grado a las variedades de hábito de crecimiento determinado (6). Korte y otros (17) encontraron que la máxima respuesta del rendimiento fue lograda con riegos aplicados durante el llenado de las vainas y desarrollo de las semillas, con una respuesta más consistente en las variedades determinadas.

Stuekerjuergen (21) reportó un incremento del 38% en el rendimiento por la aplicación de riego en un cultivar de hábito de crecimiento determinado mientras que los indeterminados mostraron una mayor respuesta en

términos de altura de planta y número de nudos. Kadhem y otros (16) encontraron incrementos significativos en altura de planta, nudos por planta y volcamiento en todos los tratamientos de riego pero solamente en las variedades indeterminadas. El incremento en los rendimientos debido a la aplicación de riego fue atribuido al mayor número de vainas por nudo en los cultivares determinados mientras que en los indeterminados, al mayor número de nudos por planta (19).

Hartung y otros (14) concluyeron que los cultivares determinados presentaron mayor potencial que los indeterminados para el control de la altura de planta y el volcamiento en siembras bajo riego. Este control es ejercido por el gen dt_1 el cual reduce significativamente el número de nudos en el tallo principal y consecuentemente, reduce la altura de planta y el volcamiento. Otros investigadores en condiciones tropicales (24) han observado un comportamiento fenológico diferencial a condiciones de fotoperíodo creciente (siembras anteriores al 21 de junio) y decreciente (siembras posteriores al 21 de junio) en genotipos de soya de hábitos de crecimiento determinados e indeterminados.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dos sistemas de siembra y tres poblaciones de planta sobre la fenología, componentes del rendimiento y altura de planta de dos cultivares de soya de diferentes hábitos de crecimiento.

Materiales y métodos

Este estudio fue conducido en el campo experimental de la Fundación para la Investigación Agrícola y Promoción Tecnológica (FUNIAPROT) ubicado en Durigua, Acarigua, estado Portuguesa, Venezuela. Algunas características del perfil del suelo y resultados del análisis químico se muestran en los cuadros 1 y 2.

Los sistemas de siembra estudiados fueron: sistema de siembra en hileras sencillas separadas a 60 cm y sistema de siembra 60-20-60 (hileras dobles, 20 cm dentro de cada par y 60 cm entre pares de hileras). Se usaron tres poblaciones de planta: 250.000; 350.000 y 450.000 pl/ha. Dos cultivares de soya provenientes del proyecto de mejoramiento genético financiado por el CDCHT-UCLA fueron incluidos en este estudio: UCLA-27S y UCLA-59S. Estos cultivares fueron seleccionados por diferir en el hábito de crecimiento (determinado e indeterminado, respectivamente).

Los tratamientos fueron establecidos en parcelas divididas en un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con cuatro replicaciones. Los sistemas de siembra se adjudicaron a las parcelas principales mientras que las parcelas secundarias consistieron de los seis tratamientos resultantes del arreglo factorial de población y cultivar.

Cada unidad experimental estuvo constituida por 4 hileras en el sistema de hileras sencillas y por 8 hileras en el sistema de hileras dobles. La longitud de las hileras fue 5,00 m en ambos sistemas. El experimento se

sembró después de preparar en forma convencional un lote de terreno donde previamente se había sembrado maíz (*Zea mays* L.) durante el ciclo de invierno para la producción de semilla certificada.

La siembra se realizó a mano el 24 de octubre de 1996 distribuyendo en cada hilo la cantidad de semilla correspondiente para cada población de planta. Todas las parcelas fueron fertilizadas con la fórmula 14-14-14 a razón de 400 kg/ha.

De acuerdo a los datos históricos de precipitación (promedio de los últimos 25 años), se esperaba que ella no fuera suficiente para los requerimientos de la soya por lo que se contempló la aplicación de riego complementario (por surcos). La capacidad del sistema de riego, sin embargo, no fue la más adecuada por lo que la humedad resultó ser un factor limitante en el desarrollo de las plantas de soya.

Después de la siembra se aplicó la siguiente mezcla de herbicidas: Linurón (1.250 gi.a./ha) + Pendimethalin (4,00 li.a./ha) para el control preemergente de malezas de hoja ancha y gramíneas, respectivamente (22). El 11 de Noviembre se aplicó la mezcla de herbicidas Fluazifop (750 cc i.a./ha) + Fomesafen (1,00 li.a./ha) para el control de paja peluda (*Rottboellia exaltata*) y malezas de hoja ancha, respectivamente. En la mezcla anterior se incluyó el insecticida Methomyl (1,00 li.a./ha) para el control de *Spodoptera frugiperda*.

Cuadro 1. Características del perfil del suelo del campo experimental de FUNIAPROT.

Profundidad (cm)	Características
0-16	Textura franca; color en húmedo marrón amarillento (10YR 5/6); estructura blocosa subangular, débil y media; consistencia en seco ligeramente dura, en húmedo firme y en mojado no adhesiva y no plástica; sin reacción al HCL 10 %; abundantes raíces finas y medias; poca actividad biológica; límite neto y plano.
16-28	Textura franca; color en húmedo marrón (7,5YR 4/2); estructura blocosa subangular, débil y media; consistencia en seco dura, en húmedo firme y en mojado ligeramente adhesiva y ligeramente plástica; sin reacción al HCL 10 %; pocas raíces finas; ninguna actividad biológica; límite neto y plano.
28-56	Textura franco arcillosa; color en húmedo marrón (7,5YR 4/4); estructura masiva; sin reacción al HCL 10 %; muy pocas raíces muy finas; ninguna actividad biológica.

A los estados de desarrollo V3 y V6 se aplicó un fertilizante foliar ante síntomas visuales de deficiencia de nitrógeno y/o molibdeno. Durante el estado de formación de vainas se repitió la aplicación de Methomyl (2,00 l.i.a./ha) para el control de chinche verde hedionda (*Nezara viridula*).

Se determinaron los estados de desarrollo (cuadro 3) de la soya

descritos por Fehr y otros (10) desde la emergencia (estado Ve) hasta la finalización de formación de vainas (estado R4). Para la determinación de los estados de desarrollo, se chequeaban las plantas en las dos hileras centrales de cada parcela dos o tres veces por semana anotando el estado de desarrollo en que se encontraba el 50 % de las plantas.

Cuadro 2. Resultados del análisis químico del perfil del suelo del campo experimental de FUNIAPROT.

Profundidad (cm)	pH	Materia orgánica (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Calcio (ppm)	Magnesio (ppm)
0-16	6,0	1,00 (B)	45 (MA)	105 (M)	720 (B)	72 (B)
16-28	6,1	0,55 (B)	13 (M)	61 (B)	880 (B)	96 (B)
28-56+	6,1	0,54 (MB)	6 (B)	55 (B)	840 (B)	144 (M)

Abreviaturas: MA=muy alto; B=bajo; MB=muy bajo; M=medio; ppm=partes por millón.

Cuadro 3. Estados de desarrollo vegetativos (Vn) y reproductivos (Rn) de la soya[†].

Denominación	Descripción
Ve	Emergencia. Cotiledones por encima de la superficie del suelo y en posición más o menos vertical
Vc	Cotiledones en posición más o menos horizontal.
V1	Hojas unifoliadas completamente desenvueltas
V2	Hojas trifoliadas completamente desenvueltas por encima del nudo unifoliado
V3	Tres nudos en el tallo principal (incluyendo el unifoliado) con hojas completamente desenvueltas
Vn	n nudos en el tallo principal (incluyendo el unifoliado) con hojas completamente desenvueltas
R1	Comienzo floración. Una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal
R2	Floración completa. Una flor abierta en el nudo inmediatamente por debajo del nudo superior con hojas completamente desenvueltas
R3	Comienzo formación de vainas. Vainas de 0,5 cm de longitud en uno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas completamente desenvueltas
R4	Finalización formación de vainas. Vainas de 2,0 cm de longitud en uno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas completamente desenvueltas
R5	Comienzo formación de semillas. Semillas de 3,0 mm de longitud en uno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas completamente desenvueltas
R6	Semillas de tamaño máximo. Semillas verdes llenando completamente la cavidad de alguna vaina situada en uno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas completamente desenvueltas
R7	Madurez fisiológica. 50 % de las hojas han tomado un color amarillento. Una o más vainas han tomado el color característico a la maduración (marrón)
R8	Madurez a cosecha. 95 % de las vainas maduras

[†]Fehr *et al.* (1971)

Se determinaron las siguientes variables: número de vainas por planta (promedio de 6 plantas tomadas al azar dentro de las dos hileras centrales de cada parcela), número de vainas por

m² (multiplicación del número de vainas por planta por el número de plantas por m²) y la altura de planta durante el comienzo de formación de vainas (estado R3) midiendo desde el

nivel del suelo hasta el último nudo seis plantas al azar dentro de las dos hileras centrales de cada parcela. El número de plantas por m² se determinó al estado R5 dividiendo el número de plantas presentes en las dos hileras centrales entre el área correspondiente.

Las variables fueron objeto de un análisis de varianza asumiendo un

modelo lineal mixto en el cual el efecto de los factores sistema, población y cultivar fue considerado fijo mientras que el efecto de los bloques fue considerado aleatorio. Los cálculos se realizaron con el paquete de análisis estadístico GLM (3). Para la comparación de medias se usó la mínima diferencia significativa al 5% (20).

Resultados y discusión

Condiciones climáticas

La precipitación durante el ciclo del cultivo (octubre 96 a febrero 97) y el promedio durante los mismos meses se muestran en el cuadro 4. Los valores promedios corresponden a la media mensual de los últimos 25 años. Se puede observar que la precipitación fue muy cercana al promedio durante noviembre, diciembre y enero mientras que en febrero fue 66 mm más alta que el promedio. Aunque la precipitación total durante el ciclo fue ligeramente superior al promedio, aquella no fue suficiente para los requerimientos de la soya por lo que fue necesaria la aplicación de riego complementario.

Fenología

El efecto de los factores sistema de siembra y población de planta sobre el número de días desde la emergencia hasta cada estado de desarrollo no fue significativo, mientras que el del factor cultivar sí lo fue. El cuadro 5 muestra los promedios por cultivar de la duración de cada fase fenológica. En ambos cultivares, la duración del período requerido para alcanzar cada estado de desarrollo desde la emergencia hasta V8 fue aproximadamente de cuatro días. De

Gouveia y Marin (9), observaron en soya sembrada en Enero (fotoperíodo creciente) un promedio de cinco días para cada estado de desarrollo entre la emergencia y el estado V5, y tres días para los subsiguientes estados. En el mismo estudio, la soya alcanzó el estado R5 a los 85 días después de la siembra en contraste con los 56 días (después de la siembra) que requirieron en promedio los dos genotipos del presente trabajo para alcanzar dicho estado de desarrollo. Esta diferencia puede atribuirse al efecto de genotipo pero en mayor grado a las diferentes condiciones de fotoperíodo entre ambos experimentos (fotoperíodo creciente vs fotoperíodo decreciente) indicando que bajo las condiciones de fotoperíodo decreciente del presente estudio, la soya tendió a acortar la duración de los estados de desarrollo. Villalobos y otros (24) indicaron que la reducción progresiva del fotoperíodo de la soya sembrada en septiembre indujo una merma en promedio del período vegetativo en 7 y 8 días con respecto a la sembrada en mayo en los genotipos determinado e indeterminado, respectivamente.

Los cultivares UCLA-27S y

Cuadro 4. Precipitación promedio (media mensual de los últimos 25 años) y precipitación actual durante el ciclo del cultivo (1996-97).

Mes y año	Precipitación (mm)	
	Promedio	Actual
Octubre 96	186	309
Noviembre 96	119	115
Diciembre 96	37	38
Enero 97	5	0
Febrero 97	10	76
Total	171	229

Fuente: Estación Meteorológica Araure, INIA (Portuguesa).

UCLA-59S no mostraron diferencias en el número de días desde la emergencia hasta los estados de desarrollo vegetativos (Vn) pero si a los reproductivos (Rn). El cultivar UCLA-27S fue ligeramente más tardío que UCLA-59S en el número de días desde la emergencia hasta los estados R1 y R2, mientras que hasta los estados R3 y R5, UCLA-59S fue, aproximadamente, cuatro días más tardío que UCLA-27S. Los estados de desarrollo R1 y R2 ocurrieron simultáneamente en ambos cultivares. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Villalobos y otros (24) en Costa Rica quienes indicaron que las diferencias entre genotipos determinados e indeterminados ocurrieron después del estado V7 en un experimento sembrado el 24 de Septiembre. Igualmente observaron que los genotipos indeterminados iniciaron la floración seis días más temprano que los determinados.

Número de vainas por planta

El número de vainas por planta

no resultó afectado por el factor sistema de siembra pero sí por población y cultivar ($P < 0,01$). El efecto de la población fue en forma lineal. En el cuadro 6 observamos que el número de vainas por planta decrece significativamente desde P1 a P2 mientras que no se presentan diferencias entre P2 y P3. Carvalho y otros (4) estudiaron seis poblaciones de plantas (entre 200.000 y 600.000 plantas/ha) encontrando el mayor número de vainas por planta en la menor población y una reducción progresiva a medida que se incrementaba la población.

El cultivar UCLA-59S produjo en todas las poblaciones mayor número de vainas por planta que UCLA-27S (cuadro 6). Este resultado probablemente fue debido a la mayor duración del período entre emergencia y finalización de formación de vainas del cultivar UCLA-59S en comparación con UCLA-27S. Villalobos y otros (24) observaron una reducción en el período vegetativo y reproductivo entre genotipos de soya con diferente hábito

Cuadro 5. Días desde la emergencia hasta cada estado de desarrollo de dos cultivares de soya.

Estado de desarrollo	Cultivar			cv [‡] (%)
	UCLA-27S	UCLA-59S	P > F [†]	
días desde la emergencia (Ve) [§]				
Vc	2,0	2,0	ns	1
V1	5,0	5,0	ns	4
V2	9,0	9,0	ns	6
V3	13,0	13,0	ns	7
V4	17,0	17,0	ns	4
V5	20,0	21,0	ns	6
V6	24,0	24,0	ns	5
V7	28,0	28,0	ns	3
V8	32,0	32,0	ns	1
R1	32,3	31,7	*	3
R2	32,3	31,7	*	3
R3	41,8	45,9	**	3
R5	50,5	53,7	**	2

[†]ns = no significativo; *, ** = significativo a los niveles 5 y 1 %, respectivamente.

[‡]cv = coeficiente de variación.

[§]El estado de desarrollo Ve se alcanzó a los 4 días después de la siembra en ambos cultivares.

de crecimiento en condiciones de fotoperíodo decreciente. En el presente estudio, las condiciones de fotoperíodo decreciente probablemente afectaron en mayor grado al genotipo de hábito de crecimiento determinado al reducir la duración del período entre emergencia y finalización de formación de vainas y afectando finalmente la producción de vainas.

Numero de vainas por m²

El número de vainas por m² tampoco resultó afectado por el factor sistema de siembra. Este resultado concuerda con el obtenido por Graterol y otros (12) quienes no encontraron diferencias en cuanto al número de

vainas por planta y por m² entre sistemas de siembra convencional y en hileras angostas.

Al igual que el número de vainas por planta, la población afectó en forma lineal el número de vainas por m². En el cuadro 6 observamos que no existieron diferencias entre P1 y P2 en cuanto al número de vainas por m², pero P3 mostró un incremento significativo (15%) con relación a P2.

El cultivar UCLA-59S produjo en promedio 17 % más vainas por m² que el cultivar UCLA-27S, pero esta respuesta no fue consistente a través de las poblaciones, lo cual se evidencia por la significancia estadística de la

Cuadro 6. Promedios de número de vainas por planta (nvp), número de vainas por m² (nvm²) y altura de planta en el estado R3 (APR3) de dos cultivares de soya a tres poblaciones de planta (P1, P2 y P3).

Cultivar	nvp			nvm ²			APR3 (cm)					
	P1†	P2	P3	avg	P1	P2	P3	avg	P1	P2	P3	avg
UCLA-27S	97	83	71	83	1850	2400	2420	2220	31,1	35,5	37,5	34,7
UCLA-59S	136	94	97	109	2480	2390	3200	2690	38,6	40,9	43,1	40,9
avg	117	89	84		2160	2400	2810		34,9	38,2	40,3	
mds [‡] (0,05)												
población (P)		16				400						2,2

†P1=250.000 pl/ha; P2=350.000 pl/ha; P3=450.000 pl/ha.

‡mds= mínima diferencia significativa al nivel de probabilidad del 5 %.

interacción población (efecto cuadrático) x cultivar. Esta interacción puede observarse claramente en el cuadro 6. El cultivar UCLA-27S presentó un valor máximo en el número de vainas por m² a la población P2, mientras que el cultivar UCLA-59S incrementó el número de vainas por m² a partir de P2. Estos resultados fueron significativos y evidencian la diferencia en el hábito de crecimiento de ambos cultivares.

En el cuadro 6 podemos observar la diferencia entre ambos cultivares en cuanto a la población óptima (población a la que se produjo la mayor cantidad de vainas por m²). Para el cultivar de hábito de crecimiento determinado, la población óptima resultó P2 (350.000 pl/ha) mientras que para el cultivar de hábito de crecimiento indeterminado, la población óptima resultó la máxima estudiada en el presente experimento (450.000 pl/ha).

Altura de planta en el estado R3

La altura de planta en el estado R3 no resultó afectada por los sistemas de siembra pero si por los factores población (efecto lineal) y cultivar.

En el cuadro 6 se observa que P2 produjo plantas 3,3 cm más altas que P1 mientras que no se presentaron diferencias significativas en la altura de las plantas a P2 y P3. Carvalho y otros (4), en Brasil, reportaron mayor altura de plantas (76 cm) en la población de 400.000 plantas/ha en comparación con la de 200.000 plantas/ha (68 cm). El cultivar UCLA-59S resultó 6,2 cm más alto que el cultivar UCLA-27S. Esta respuesta a población y cultivar de la altura de planta, sin embargo, no fue consistente a través de los sistemas de siembra ya que la

interacción sistema de siembra x población (efecto lineal) x cultivar resultó estadísticamente significativa.

La significancia estadística de esta interacción puede visualizarse en el cuadro 7. La respuesta a la altura de planta de los sistemas de siembra varió con cada población y con cada cultivar. Así tenemos que el cultivar UCLA-27S a la población P1, no presentó mayor diferencia en la altura de planta entre los dos sistemas de siembra; a la población P2, las plantas de UCLA-27S alcanzaron mayor altura en el sistema de hileras sencillas mientras que a P3 la tendencia se mantuvo pero, la magnitud de la diferencia se redujo. El cultivar UCLA-59S, por el contrario, a la población P1 presentó mayor altura de planta en el sistema de hileras sencillas; a P2 no hubo diferencias entre ambos sistemas pero a P3, las plantas de UCLA-59S alcanzaron mayor altura en el sistema de hileras dobles.

Los resultados obtenidos en este

experimento se corresponden con aquellos de experiencias en otras latitudes (1, 23) en lo que respecta a la ventaja de las hileras angostas sobre las hileras convencionales solo cuando no se presentaron condiciones limitantes durante el ciclo del cultivo. En el presente estudio, la humedad como factor limitante, probablemente afectó en mayor grado la altura de planta y el número de vainas por planta y por m², del sistema de siembra en hileras angostas en comparación con el de hileras convencionales. El mismo factor limitante, probablemente también afectó en mayor grado el número de vainas por planta del cultivar de hábito de crecimiento determinado en comparación con el indeterminado. A similar conclusión arribaron Graterol y otros (12) con respecto a la superioridad de los cultivares de hábito de crecimiento determinado sobre los indeterminados solo cuando no existieron condiciones limitantes durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 7. Promedios de la altura de planta en el estado R3 (cm) de dos cultivares de soya a tres poblaciones de planta en dos sistemas de siembra.

Población (plantas/ha)	Sistema de siembra	Cultivar		
		UCLA-27S	UCLA-59S	Avg.
250.000	Hileras sencillas	30,5	41,0	35,8
	Hileras dobles	31,7	36,3	34,0
350.000	Hileras sencillas	37,1	41,0	39,1
	Hileras dobles	33,8	40,7	37,3
450.000	Hileras sencillas	38,1	42,1	40,1
	Hileras dobles	37,0	44,0	40,5

Conclusiones

Los cultivares mostraron diferencias significativas en cuanto a su fenología (estados reproductivos). El cultivar determinado fue ligeramente más tardío que el indeterminado en cuanto al número de días desde la emergencia hasta los estados R1 y R2 mientras que hasta los estados R3 y R5, el indeterminado fue aproximadamente cuatro días más tardío que el determinado.

La población afectó en forma lineal el número de vainas por planta. Este decreció significativamente desde P1 a P2 mientras que no se presentaron diferencias entre P2 y P3. El cultivar indeterminado produjo, en promedio, 24% más vainas por planta que el cultivar determinado.

El cultivar determinado presentó un valor máximo en el número de vainas por m² a la población P2, mientras que el cultivar indeterminado incrementó el número de vainas por m² a partir de P2.

Para el cultivar de hábito de crecimiento determinado, la población óptima resultó P2 (350.000 pl/ha) mientras que para el cultivar de hábito de crecimiento indeterminado, la población óptima resultó la máxima estudiada en el presente experimento (450.000 pl/ha).

El cultivar determinado a la población P1, no presentó mayor diferencia en la altura de planta entre los dos sistemas de siembra; a la población P2, las plantas alcanzaron mayor altura en el sistema de hileras sencillas mientras que a P3 la tendencia se mantuvo pero la magnitud de la diferencia se redujo. El cultivar indeterminado, por el contrario, a la población P1 presentó mayor altura de planta en el sistema de hileras sencillas; a P2 no hubo diferencias entre ambos sistemas pero a P3, las plantas de UCLA-59S alcanzaron mayor altura en el sistema de hileras dobles.

Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se sugiere tomar en consideración el hábito

de crecimiento de los cultivares de soya en el momento de recomendar las poblaciones de planta más apropiadas.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración prestada por el Sr. Filardo Rodríguez, Director Ejecutivo de la Fundación para la Investigación Agrícola y Promoción

Tecnológica (FUNIAPROT) en cuyos predios se realizó esta investigación. Se agradece también la asistencia en los trabajos de campo del TSU Rafael Morales.

Literatura citada

1. Alessi, J., y J. F. Power. 1982. Effects of plant and row spacing on dryland soybean yield and water-use efficiency. *Agron. J.*, 74:851-854
2. Beatty, K. D., I. L. Eldridge, y Jr, A. M. Simpson. 1982. Soybean response to different planting patterns and dates. *Agron. J.*, 74:859-862
3. Blouin, D. C., y A. M. Saxton. 1990. General Linear Mixed Models, GLMM, version 1.0 User's Manual. Louisiana State University, Baton Rouge, LA. 38 p.
4. Carvalho, R. N., J. M. Peluzio, H. B. Barros, R. R. Fidelis, y H. Pereira. 2001. Comportamento de cultivares de soja em diferentes populações de plantas, em Gurupi, Tocantins. *Revista Ceres*, 48(279):529-537
5. Cooper, R. L. 1977. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed-free conditions. *Agron. J.*, 69:89-92
6. Cooper, R. L. 1981. Development of short-statured soybean cultivars. *Crop Sci.*, 21:127-131
7. Cooper, R. L., y D. L. Jeffers. 1984. Use of nitrogen stress to demonstrate the effect of yield limiting factors on the yield response of soybean to narrow row systems. *Agron. J.*, 76:257-259
8. Costa, J. A., E. S. Oplinger, y J. W. Pendleton. 1980. Response of soybean cultivars to planting patterns. *Agron. J.*, 72:153-156
9. De Gouveia, M. y D. Marín. 1999. Una comparación agroecológica de canavalia, *Canavalia ensiformis* (L.) DC., y soya, *Glycine max* (L.) Merr., sometidas a dos frecuencias de riego. *Rev. Fac. Agron.*, 16:227-242
10. Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood, y J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.*, 11:929-931
11. Gebhardt, M. R., y H. C. Minor. 1983. Soybean production systems for Claypan Soils. *Agron. J.*, 75:532-537
12. Graterol, Y. G., R. W. Elmore, y D. E. Eisenhauer. 1996. Narrow-row planting systems for furrow-irrigated soybean. *J. Prod. Agric.*, 9:546-553
13. Green, D. E., P. F. Burlamqui, y R. M. Shibles. 1977. Performance of randomly selected soybean lines with semideterminate and indeterminate growth habits. *Crop Sci.*, 17:335-339
14. Hartung, R. C., J. E. Specht, y J. H. Williams. 1981. Modification of soybean plant architecture by genes for stem growth habit and maturity. *Crop Sci.*, 21:51-56
15. Herbert, S. J., y G. V. Litchfield. 1984. Growth response of short-season soybean to variations in row spacing and density. *Field Crops Res.*, 9:163-171
16. Kadhem, F. A., J. E. Specht, y J. H. Williams. 1985. Soybean irrigation serially timed during stages R1 to R6. I. Agronomic responses. *Agron. J.*, 77:291-298
17. Korte, L. L., J. E. Specht, J. H. Williams, and R. C. Sorensen. 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. I. Agronomic responses. *Crop Sci.*, 23:521-527
18. Parker, M. B., W. H. Marchant, y Jr, B. J. Mullinix. 1981. Date of planting and row spacing effects on four soybean cultivars. *Agron. J.*, 73:759-762
19. Rodríguez, E. V., R. Shibles, y D. E. Green. 1984. Response of stem termination types of soybean to supplemental irrigation. *Iowa State J. Res.*, 59:45-52
20. Steel, R. G., y J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics; a biometrical approach. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York. 481 p.
21. Stuekerjuergen, C. J. 1982. Response of soybeans with different growth habits to irrigation. Unpublished M. S. thesis. Iowa State University Library, Ames, Iowa

22. Solórzano, P. A. 1993. Prácticas culturales en la producción de soya. *In* Solórzano, P.A., ed. La soya: su producción en Venezuela. PROTINAL, Valencia, pp. 135-184
23. Taylor, H. M. 1980. Soybean growth and yield as affected by row spacing and by seasonal water supply. *Agron. J.*, 72:543-547
24. Villalobos, E., G. Avila, y C. Echandi. 1991. Crecimiento determinado e indeterminado de la soja en dos épocas de siembra en Costa Rica. *Turrialba*, 41 (3): 412-422
25. Wilcox, J. R. 1974. Response of three soybean strains to equidistant spacings. *Agron. J.*, 66:409-412