

RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE CINCO POBLACIONES DE HABA (*Vicia faba*) EN LOS VALLES ALTOS DE LA MESA CENTRAL DE MÉXICO*

Albino CAMPOS ESCUDERO¹
Patricia VARGAS VAZQUEZ²
Jorge A. ACOSTA GALLEGOS³

RESUMEN

Para conocer la respuesta de la planta al ambiente, en Chapingo, Méx., se sembraron cinco poblaciones de haba, *Vicia faba* en dos fechas por dos años: 12 de mayo y 3 de junio de 1993 y 16 de mayo y 16 de junio de 1994. En ambos años se dio un riego para el establecimiento del cultivo y después éste se condujo bajo condiciones de temporal. No hubo diferencias significativas entre poblaciones, pero sí en todas las características evaluadas por los efectos de año, fecha de siembra y por la interacción año por fecha de siembra. En los dos años, los rendimientos de vaina fresca (14.2 y 11.8 ton/ha) y grano seco (2.5 y 1.7 ton/ha) obtenidos al sembrar en mayo fueron significativamente superiores ($P < 0.01$) que al sembrar en junio. Los bajos rendimientos en las fechas de junio se debieron a una mayor incidencia de botritis y roya en etapas más tempranas del cultivo, a la menor disponibilidad de humedad al final del ciclo de cultivo y al acortamiento de la etapa reproductiva. Un retraso de la floración en la fecha tardía afectó el rendimiento de grano ($r = -0.70^{**}$) y lo contrario sucedió con la madurez fisiológica ($r = 0.72^{**}$). La ocurrencia de temperaturas máximas de alrededor de 25°C durante la etapa vegetativa en las fechas de siembra de mayo favorecieron la acumulación de biomasa en vainas y semillas, alargamiento de la etapa reproductiva y el incremento en el rendimiento de grano.

Palabras clave: *Vicia faba*, fecha de siembra, rendimiento de grano y vaina fresca.

* Artículo enviado al Comité Editorial del INIFAP-Área Agrícola el 28 de julio de 1996.

¹ Ing. Agrónomo. Investigador del Programa de Frijol. CEVAMEX-INIFAP, Ap.-Postal 10 Chapingo, México. C.P. 56230

² M.C. Investigador del Programa de Frijol. CEVAMEX, INIFAP.

³ Ph.D. Investigador del Programa de Frijol. CEVAMEX, INIFAP.

SUMMARY

In order to know the relationship between the phenology, green pod and seed yield in faba bean, *Vicia faba* five populations adapted to the highlands were sown in Chapingo, Méx. at two sowing dates during two years; May 12 and June 3, 1993; and May 16 and June 16, 1994. In both years, a pre sown irrigation was applied and subsequently the crop was grown under rainfall conditions. In addition to yield and phenology data, disease reaction was also determined twice during the reproductive stage. There were not significant differences among faba bean populations, but for the effect of years, sowing dates, and the interaction year per sowing date in all recorded traits. In both years, the fresh pod and seed dry yield were significantly superior ($P < 0.01$) in the May planting date, and the ones of 1993 superior to the ones of 1994. The low yields of June dates were due to: a greater incidence of the pathogens, botrytis and rust at earlier stages of development, a lower water availability due to less rainfall at the end of the growing season, and to a reduction in the duration of the reproductive phase. In general, a delay in flowering was associated to a lower seed yield ($r = -0.70^{**}$) and the contrary occurred with the days to physiological maturity ($r = 0.72^{**}$). A maximum temperature of about 25°C during the vegetative stage of May sowing dates favoured the accumulation of biomass, the duration of the reproductive stage and therefore seed yield.

Key words: *Vicia faba*, sowing date, fresh pod and seed yield

INTRODUCCIÓN

En el Altiplano de la Mesa Central de México el haba, *Vicia faba* se siembra en pequeñas superficies y ocupa aproximadamente unas 80 mil hectáreas (Solórzano, 1995, comunicación personal). A pesar de que el haba es una especie de día largo, se adapta bien a las condiciones ambientales de la región, moduladas principalmente por la precipitación, fotoperíodo y temperatura. Sin embargo, el haba es entre las leguminosas de clima frío, la que menos tolera deficiencias de humedad, especialmente durante la etapa de llenado de grano. Cualquier período de sequía en esa etapa tiene un efecto negativo en el rendimiento de grano, según lo señalaron Slinkhard *et al.* (5) en 1994. De acuerdo con lo expresado por Campos (1) en 1976 las variedades que actualmente se siembran en la región son criollas, con ciclo biológico largo, de aproximadamente 160 días de la siembra a la madurez fisiológica, y susceptibles a las enfermedades como la mancha de chocolate, *Botrytis fabae*, y la roya, *Uromyces fabae*, que dañan el follaje y en consecuencia reducen el rendimiento y calidad de la semilla. Por su parte, Monti *et al.*, (4) en 1994 comentaron que en Europa en las estaciones húmedas *Botrytis fabae* reduce el área foliar y provoca una defoliación prematura; Mientras que *Uromyces fabae* ataca al haba que se siembra en primavera y otoño, y su desarrollo se ve favorecido por condiciones de altas temperaturas

El objetivo de este estudio fue caracterizar, en dos fechas de siembra, la respuesta en fenología y rendimiento de vainas frescas y grano seco de cinco poblaciones de haba adaptadas a los valles altos de la Mesa Central.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un experimento con cinco poblaciones de haba durante 1993 y 1994 en dos fechas de siembra en la localidad de Chapingo, Edo. de México (19°29' N, 98°51' O y 2,240 msnm). Los genotipos utilizados fueron: S-68-8, S-68-4, S-68-16, Puebla 7 y Puebla 9 proporcionados por el programa de leguminosas comestibles del Instituto de Ciencias Agrícolas del Estado de México (ICAMEX) (Cuadro 1).

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE CINCO POBLACIONES DE HABA. CHAPINGO, MÉXICO, 1996.

Características	Poblaciones				
	S-68-4	S-68-8	S-68-6	Puebla 7	Puebla 9
Días a 50% floración	56	55	56	54	55
Días a última flor	92	92	92	92	92
Días a madurez	142	145	147	144	143
Altura de planta (cm)	52	155	156	156	157
Altura a la 1a. vaina (cm)	68	70	74	66	71
Altura última vaina (cm)	110	113	114	118	116
Núm. tallos por planta	3	3	3	3	3
Núm. de semillas en 1 kg	536	515	504	559	517

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, y la parcela experimental constó de cuatro surcos de 6 m de longitud con una separación de 89 cm. Para determinar el rendimiento de vaina fresca se utilizaron dos surcos de 5 m, y también dos surcos para el de grano seco (14% de humedad). Las vainas en fresco se cortaron cuando el grano presentaba un notorio abultamiento ligeramente duro al tacto. El primer corte se realizó alrededor de los 100 días después de la siembra; se hicieron tres cortes y el período entre cada uno fue de 12 días. Se fertilizó antes de la siembra con la dosis 40-40-00 de N-P-K, y se realizaron las labores culturales sugeridas para

el cultivo en la región por Crispín y Sánchez (2) en 1978. En ambos años se dio un riego de presembrado para el establecimiento del cultivo y después éste se condujo bajo condiciones de temporal.

El tipo de suelo fue migajón arenoso profundo del orden Molisol (Clasificación FAO-UNESCO), rico en materia orgánica, con moderado a alto contenido de nitrógeno y un pH de 7.0.

Además del rendimiento se midieron las variables número de días a floración y a madurez fisiológica e incidencia de la mancha de chocolate y roya. Para evaluar el daño de estas enfermedades durante la etapa reproductiva se utilizó una escala del 1 al 9, donde el 1 se refiere a plantas sin síntomas aparentes y el 9 a plantas severamente dañadas. Con los datos obtenidos se hizo un análisis de varianza combinado para los factores año, fecha de siembra, genotipo y sus interacciones. También se calcularon correlaciones simples de Pearson entre las variables de las poblaciones medidas con los datos de los dos años y las dos fechas de siembra y con algunos parámetros climáticos registrados durante la conducción de los experimentos, como temperatura máxima, mínima y precipitación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis estadísticos se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en todas las características evaluadas para los efectos de año, fecha de siembra y para la interacción año por fecha de siembra. Las diferencias observadas entre años y fechas de siembra se debieron a las condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo del cultivo, principalmente temperatura y precipitación, y a la incidencia de enfermedades en el cultivo en cada año y fecha de siembra.

Rendimiento. Los rendimientos de vaina fresca y grano seco obtenidos en la primera fecha de siembra en 1993 resultaron superiores a los de la primera fecha de 1994, y en ambos años el rendimiento de la primera fecha de siembra resultó significativamente superior ($P < 0.01$) al de la segunda fecha.

Los bajos rendimientos obtenidos en las fechas de siembra retrasadas (junio) se debieron a una menor precipitación durante la etapa reproductiva y al acortamiento de esta fase. La cantidad y distribución de la precipitación fue la mayor causa de variabilidad en el rendimiento del haba. Al respecto, tal y como lo señalaron Slinkhard *et al.* (5) en 1994, durante la etapa vegetativa es preferible que el cultivo cuente con poca agua que limite el crecimiento vegetativo y estimule la primera fase del desarrollo reproductivo; en tanto que,

después de la floración es crucial que haya una mayor disponibilidad de agua para obtener un mayor rendimiento de grano a decir de Grashoff (3) en 1990.

El mayor rendimiento de 1993 (siembras de mayo) con respecto a 1994 se debió a una mayor precipitación en 1993 y a una mayor incidencia de roya en 1994. Sin embargo, en fechas de siembra de junio, el rendimiento tanto de vaina fresca como de grano seco fue mayor en 1994 (Cuadro 2).

CUADRO 2. PROMEDIO DE CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE CINCO POBLACIONES DE HABA CULTIVADAS EN CHAPINGO, MÉXICO, EN DOS FECHAS DE SIEMBRA DURANTE 1993 Y 1994.

Año	F.S.	Días a:		Rend. (ton/ha)		Reacción a:	
		Flor.	Madurez	Vaina fresca	Grano seco	Botritis	Uromyces
1993	1	55.2	143.8	14.2	2.5	7.0	7.7
	2	56.3	136.6	5.3	0.6	5.9	6.1
1994	1	49.3	146.7	11.8	1.7	7.0	8.0
	2	59.5	139.5	8.5	1.0	7.0	9.0
DMS 0.05 Años		1.76	2.12	1.8	0.37	0.25	0.70
DMS 0.05 Fechas		1.25	1.52	1.15	0.23	0.35	1.03

F.S. = Fecha de siembra

1993: Fecha 1 = 12 mayo; Fecha 2 = 3 junio

1994: Fecha 1 = 16 mayo; Fecha 2 = 16 junio

En 1993, en la segunda fecha de siembra el rendimiento de vaina fresca se redujo en 8.9 ton/ha y el de grano seco en 1.9 ton/ha; en tanto que en 1994, año en que los rendimientos de la primera fecha resultaron inferiores a los de la misma fecha en 1993, el rendimiento de vaina fresca disminuyó en 3.0 ton/ha y el de grano seco en 0.7 ton/ha (Cuadro 2). El haba es un cultivo muy popular en los valles altos de la Mesa Central; sin embargo, los rendimientos unitarios son bajos e inestables. Esa inestabilidad probablemente se debe, como se pudo observar en este trabajo, a las enfermedades y a la aleatoria de las condiciones climáticas entre años y localidades (Figuras 1a y 1b).

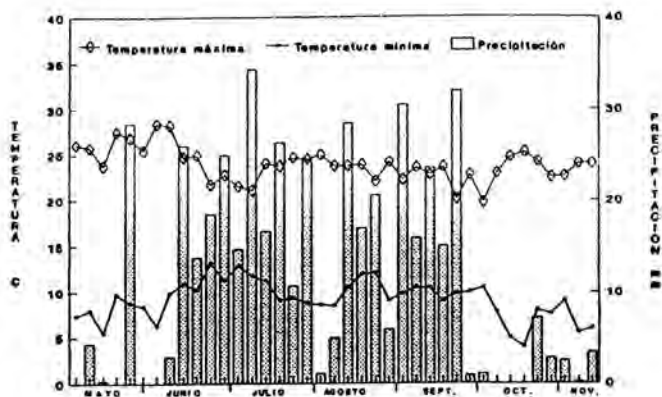


Fig. 1a. Características climáticas del ciclo agrícola en Chapingo, México, 1993.

Figura 1a. Características climáticas del ciclo agrícola en Chapingo, México, 1993.

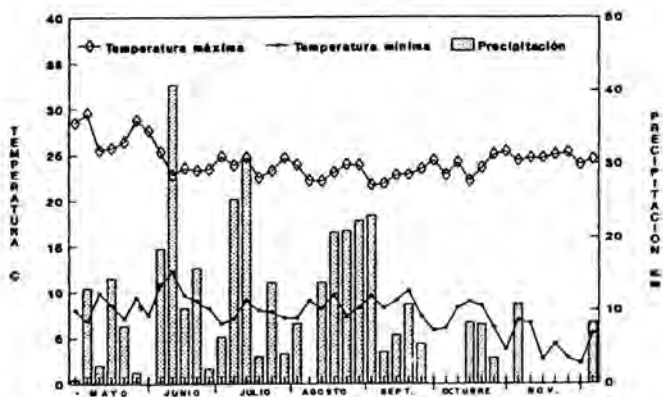


Figura 1b. Características climáticas del ciclo agrícola en Chapingo, México. 1994

Durante los dos años de estudio, la población Puebla 9 registró los más bajos rendimientos y las tres poblaciones derivadas de la selección 68 mostraron el mayor potencial productivo sin diferencias entre ellas. La población Puebla 7 también obtuvo alto rendimiento (Cuadro 3).

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y REACCIÓN A ENFERMEDADES DE CINCO POBLACIONES DE HABA CULTIVADAS EN DOS FECHAS DE SIEMBRA DURANTE 1993 Y 1994, CHAPINGO, MÉXICO.

Población	F.S. año	Días a:		Rend. (ton/ha)		Reacción a:	
		Flor.	Madurez	Vaina fresca	Grano seco	<i>Botritis</i>	<i>Uromyces</i>
	1993						
S-68-4	1	53	144	12.8	2.1 7.0	7.8
	2	57	138	7.2	0.8	6.5	7.4
S-68-8	1	52	145	13.3	2.1	7.0	7.9
	2	59	137	6.2	0.8	6.5	7.4
S-68-16	1	53	147	12.9	2.1	7.0	7.6
	2	58	138	6.6	0.9	6.4	7.9
Puebla 7	1	52	145	13.6	2.1	6.9	7.9
	2	57	138	7.1	0.8	6.4	7.6
Puebla 9	1	51	145	12.3	2.0	7.0	8.0
	2	58	140	7.3	0.6	6.5	7.5
	1994						
S-68-4	1	49	147	11.7	1.8	7.0	8.0
	2	59	140	9.8	1.0	7.0	9.0
S-68-8	1	49	147	11.7	1.7	7.0	8.0
	2	61	140	6.2	1.0	7.0	9.0
S-68-16	1	51	148	12.8	1.6	7.0	7.8
	2	61	139	6.6	1.0	7.0	9.0
Puebla 7	1	50	147	12.1	1.7	6.8	8.0
	2	59	139	7.1	0.9	7.0	9.0
Puebla 9	1	48	146	10.6	1.6	7.0	8.0
	2	59	141	7.3	0.8	7.0	9.0

F S. = Fecha de siembra

1993: Fecha 1 = 12 mayo; Fecha 2 = 3 junio

1994: Fecha 1 = 16 mayo; Fecha 2 = 16 junio

Reacción a enfermedades. Las cinco poblaciones resultaron susceptibles a las enfermedades, principalmente a botritis y roya presentes durante la etapa reproductiva, aunque también se observaron algunas plantas dañadas por virus. A pesar de que durante 1994 se registró menor precipitación que en 1993, hubo mayor incidencia de roya durante 1994, sobre todo en la segunda fecha de siembra. El ataque de roya ocurrió cuando el cultivo apenas iniciaba la etapa de floración, mientras que cuando las plantas de la primera fecha ya estaban en la etapa de formación de vainas. Sin embargo, la roya no mostró ninguna relación con el rendimiento de vaina verde y grano seco, en tanto que Botritis sí mostró una asociación significativa con el rendimiento de grano seco.

Fenología. Para la variable días a floración, en 1993 no hubo diferencias entre fechas, y en 1994 la diferencia fue de 10 días (Cuadro 2). Respecto a la variable días a madurez, se observó una reducción de siete días en ambos años. Esto, como lo señalaron Summerfield, *et al.* (7) en 1994, se debió a que el haba es una planta de día largo cuyos días a floración dependen del fotoperíodo y la temperatura, y en este caso al retrasarse la fecha de siembra, se retrasó la floración y se acortó el período reproductivo y, en consecuencia, se redujo el ciclo total del cultivo.

En cuanto a las poblaciones de haba incluidas en el estudio, no hubo diferencias para las variables registradas (días a floración y a madurez y rendimiento); esto se atribuye a la escasa variabilidad genética, la cual redujo la posibilidad de cuantificar la interacción genotipo ambiente (Cuadro 3). Este último fenómeno se debe a que tales poblaciones fueron evaluadas junto con otras por varios años y se seleccionaron con base en su rendimiento. Además, sus características fenotípicas son similares. Es probable que la falta de diferencias genéticas marcadas entre ellas se deba a que: 1) al multiplicar su semilla nunca fueron sembradas en forma aislada (Muciño, 1993, ICAMEX comunicación personal), a pesar de que en haba el porcentaje de polinización cruzada es alto, y 2) tres de esas poblaciones provienen de una misma selección (Cuadro 3).

Los valores de correlaciones de Pearson obtenidos entre el rendimiento y las características agronómicas indican que al alargarse el período vegetativo o retrasarse la floración, - lo que ocurrió en la segunda fecha de siembra- disminuyó significativamente el rendimiento de grano de vaina fresca ($r=-0.07^{**}$) a consecuencia de un acortamiento del período reproductivo y de una menor disponibilidad de humedad durante este período. En tanto que al alargarse el período reproductivo (días a madurez) -lo que ocurrió en la primera fecha- se incrementó significativamente el rendimiento de vaina fresca (72%) y de grano seco (71%), aunque se vio favorecida la incidencia de botritis (Cuadro 4).

CUADRO 4. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON, UTILIZANDO DATOS PROMEDIO DE CINCO POBLACIONES DE HABA SEMBRADAS EN DOS FECHAS DE SIEMBRA DURANTE 1993 Y 1994, CHAPINGO, MEX.

Característica	Rendimiento de vaina fresca		Rendimiento de grano seco	
Días a floración	-0.70	(0.0006)	-0.38	(0.0982)
Días a madurez	0.72	(0.0004)	0.71	(0.0004)
Período reproductivo	0.76	(0.0001)	0.59	(0.0057)
Reacción a botritis	0.30	(0.1975)	-0.63	(0.0026)
Reacción a roya	-0.17	(0.4669)	0.23	(0.3209)

(#) = Significancia estadística

Efecto del clima sobre la fenología. La duración del período vegetativo estuvo influenciada por el fotoperíodo y la temperatura ocurrida desde la siembra hasta la floración. En los valles altos el cultivo del haba respondió a un incremento de la temperatura alargando su etapa vegetativa (días a floración), lo que permitió una mayor acumulación de biomasa de acuerdo con Solórzano, *et al.* (6) en 1982. Esto a su vez permitió el alargamiento de la etapa reproductiva y, por lo tanto, un mejor rendimiento de grano. En 1993, como la diferencia en fechas de siembra sólo fue de 22 días, la relación entre la temperatura máxima y los días a floración fue menor ($r = 0.51^*$) que en 1994 ($r = 0.98^{**}$), con una diferencia entre fechas de siembra de 31 días. Al respecto, Summerfield, *et al.* (7) en 1994 indicaron que la respuesta de los días a floración con respecto a la temperatura media es curvilínea y que existen complejas interacciones entre el efecto del fotoperíodo, la temperatura y la vernalización.

Al retrasarse la fecha de siembra en 1994 disminuyó el fotoperíodo y como consecuencia se alargaron los días a floración; la temperatura mínima fue menor, lo que también pudo haber ocasionado la disminución del rendimiento de grano en la segunda fecha de siembra.

Por otra parte, al analizar por fecha de siembra se encontró que en ambos años la relación temperatura máxima - días a floración fue mayor ($r = 0.99^{**}$) en la primera fecha de siembra que en la segunda ($R = 0.85^{**}$). Lo anterior indica que cuando se sembró temprano, el cultivo de haba tuvo temperaturas más favorables para su desarrollo vegetativo (24.8 a 25.2°C): en la segunda fecha de siembra la temperatura máxima fue ligeramente menor (23.5 a 24.0°C) que

en la primera. Además, un incremento de la temperatura máxima observada desde la siembra hasta la madurez fisiológica influyó significativamente en la duración total del ciclo del cultivo ($r = 0.88^{**}$), lo cual favoreció el rendimiento de vaina fresca ($r = 0.77^{**}$) y de grano seco ($r = 0.68^{**}$), no obstante que aumentó la incidencia de botritis ($r = 0.58^*$).

El rendimiento de vaina fresca se vio favorecido por la precipitación ocurrida durante el período reproductivo ($r = 0.92^{**}$) y por la duración del ciclo total del cultivo ($r = 0.77$) (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

1. En el Valle de México, al retrasarse la siembra de haba debido a la distribución errática de la precipitación, disminuyó la temperatura máxima, lo que ocasionó que se aumentaran los días a floración y por ende se acortara el período reproductivo.
2. La reducción en la duración del período reproductivo del haba y la consecuente disminución de la precipitación ocurrida durante dicho período, redujo el rendimiento tanto de vaina fresca como de grano seco.

LITERATURA CITADA

1. Campos A. J. 1976. Estudio preliminar de las enfermedades de haba *Vicia faba* en la Mesa Central de México. *Agricultura Técnica. Méx.* 3(12):455-458.
2. Crispin A. M. y S. Sánchez. 1978. El cultivo del haba en los Valles Altos de México. SARH-INIA-CIAMEC. (Circular CIAMEC No. 98), p. 8.
3. Grashoff, C. 1990. Effect of pattern of water supply on *Vicia faba* L.1. Dry matter partitioning and yield variability. *Netherlands J. of Agric. Sci.* 38:21-44.
4. Monti, L., A. J. Biddle, M. T. Moreno, and P. Planquaert. 1994. *Biotic and abiotic stresses of pulse crops in Europe. In: Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes.* F.J. Muehlbauer, W.J. Kaiser (eds.). Kluwer Academic Publisher. Current Plant Sci. and Biotechnol in Agriculture. pp:204-215.
5. Slinkhard, A. E., G. Bascur, and G. Hernández-Bravo. 1994. *Biotic and abiotic stresses of cold season food legumes in the western hemisphere In: Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes.* F. J. Muehlbauer, W. J. Kaiser (eds.) Kluwer Academic Publishers. Current Plant Sci. and Biotechnol in Agriculture. pp. 195-203.
6. Solórzano, J. E., Ortiz C. J. y L. E. Mendoza O. 1982. Análisis de crecimiento en haba (*Vicia faba* L.) *Agrociencia.* 49:103-117.

7. Summerfield, R. J., E. H. Roberts, and R. H. Ellis. 1994. *Crop physiology and productivity in the cool season food legumes recent advances in the measurement and prediction of photothermal effects on flowering*. In: Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes. F.J. Muehlbauer, W.J. Kaiser (eds.) Kluwer Academic Publishers. Current Plant Sci. And Biotechnol. in Agriculture. pp. 755-770.