

CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES DE SELECCIÓN Y EFICIENCIA RELATIVA PARA SELECCIONAR VARIEDADES Y PRODUCCIÓN DE ACEITE EN CÁRTAMO BAJO TEMPORAL

Sathyanarayanaiah Kuruvadi ¹
Ricardo Aguilera Rangel ²

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 23 genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) con mayor diversidad genética, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con el objetivo de construir índices de selección y eficiencia relativa que más contribuyen al rendimiento y porcentaje de aceite en cártamo, bajo condiciones de temporal. Por parcela se etiquetaron cinco plantas al azar y se registraron datos sobre las siguientes características: días a floración (1), altura (2), ramas primarias (3), peso de 250 semillas (4), semillas/capítulo (5), capítulos/planta (6), rendimiento (7) y porcentaje de aceite (8). Se construyeron los índices de selección en base a lo establecido por Smith (1936) y Hazel (1943), y la ganancia genética esperada se obtuvo de acuerdo con Harris (1964).

Se encontraron diferencias significativas para todas las características estudiadas en los genotipos. El índice de selección que obtuvo la máxima ganancia genética esperada y eficiencia relativa, fue el constituido con las 7 características (1,2,3,4,5,6 y 7) ya que mostró una eficiencia porcentual de 116. Esto al considerar el rendimiento como valor genético agregado. El índice con mayor eficiencia relativa, cuando no se incluyó el rendimiento, lo obtuvo (1,4, y 6) con 105.4%. Al considerar dos caracteres (rendimiento y aceite) de importancia económica en cártamo, se obtuvo que el índice con las ocho características (1,2,3,4,5,6,7,8), 7 (1,3,4,5,6,7,8), 6 (1,4,5,6,7,8) y 5 caracteres (1,4,6,7,8) presentaron eficiencia de 105.8, 105.1, 103.8 y 97.7% respectivamente.

INTRODUCCIÓN

En el mejoramiento genético de los cultivos de alógamas, autógamias y propagación vegetativa, practicar selección visual en el campo, es una herramienta muy eficiente para seleccionar genotipos sobresalientes. En cada ciclo

1. Ph. D. Maestro-Investigador. Depto. de Fitomejoramiento. Div. de Agronomía, UAAAN.

2. Tesista Maestría

de selección acumula genes deseables en la población así, generalmente aumentaría rendimientos en los genotipos. El rendimiento es un carácter muy complejo, el cual no podemos visualizar en el campo, tiene muy baja heredabilidad y, además, la interacción genotipo ambiente es muy alta. Durante la selección artificial para identificar plantas con características superiores, deben seleccionarse utilizando un número mayor de dos características a la vez, lo cual es más eficiente para obtener ganancia genética por ciclo, que seleccionar una sola característica. Por lo tanto, los fitomejoradores deben construir un índice de selección utilizando, simultáneamente, diferentes variables que contribuyen al rendimiento.

La respuesta a la selección podría ser más efectiva si se consideran simultáneamente otros caracteres con alta heredabilidad y positivamente correlacionados con el rendimiento (Celis *et al.*, 1986). Cuando el carácter por mejorar es de baja heredabilidad, costoso o difícil para ser evaluado, se ha demostrado teóricamente que un índice de selección puede aumentar la probabilidad de seleccionar genotipos deseables y lograr, así, un avance más rápido por selección (Smith, 1936; Hazel y Lush, 1942).

Hazel (1943) señala que un método de correlación múltiple para construir los índices de selección tienen una máxima exactitud. Asimismo, Robinson *et al.* (1951) muestra que la información necesaria para construir el índice es la siguiente: varianzas fenotípicas y genotípicas para cada carácter, covarianzas fenotípicas y genotípicas entre cada par de caracteres y valores económicos relativos de cada carácter. Añade que los caracteres debidamente ponderados, con alta heredabilidad y correlacionados con el rendimiento, pueden servir como indicadores de la potencialidad genética del rendimiento de las progenies.

Las características que contribuyen, en conjunto, al rendimiento, pueden variar en ambientes de riego y temporal. En México se han logrado buenos avances en el mejoramiento genético del cártamo bajo riego, pero la literatura no reporta estudios de índices de selección bajo condiciones de temporal. El objetivo de esta investigación es construir índices de selección más eficientes utilizando, simultáneamente, diferentes características agronómicas para seleccionar genotipos sobresalientes en cártamo bajo temporal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Hanson y Johnson (1957) presentan un criterio para determinar el índice de selección general de dos o más poblaciones, en el cual señalan que se requieren fuentes de datos genéticos para evaluar efectos genéticos de la población muestreada sobre las correlaciones genéticas esperadas, una adecuada estimación de las interacciones genotipo-ambiente, además de información sobre los errores de muestreo para las ponderaciones del índice. Por otro lado,

Searle (1965) indica que la selección sobre un carácter alternativo puede o no ser mejor que otra, o puede ser mejor solamente cuando son combinados en un índice con el carácter básico; las dos alternativas pueden no ser tan buenas como el carácter básico pero, combinadas en un índice, puede ser mejor.

Arévalo y Molina (1974) en un estudio de ocho variedades de cebada maltera y sus cruza dialélicas, demostraron que los índices más eficientes son aquéllos que contienen el carácter por seleccionar y caracteres correlacionados con él, pero no intercorrelacionados. Añade que la información del dialélico produce los índices más eficientes.

Naskar *et al.* (1982) estudiaron índices de selección en girasol, utilizando matrices y observaron que la máxima ganancia genética obtenida fue cuando las siete características bajo estudio fueron consideradas juntas. La selección a través de los caracteres fue más provechosa que sólo la selección por rendimiento. Mientras que Reyes (1985) evaluó 138 familias de medios hermanos de girasol y reveló que el índice con mayor eficiencia relativa fue el construido con todas las variables estudiadas; sin embargo, tal eficiencia resultó ser muy similar a la del índice que incluye a todas las variables, con excepción de altura de planta, y al construido con las variables peso de 100 semillas y rendimiento.

Joshi *et al.* (1985) construyeron índices de selección para variedades de cártamo utilizando la técnica de función discriminante basada en seis caracteres atribuidos al rendimiento. Encontró que los índices con mayor eficiencia son los que incluyen número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo y rendimiento por planta, o el que contiene número de capítulos por planta, peso de 100 semillas y rendimiento por planta. Por otro lado, se estimaron parámetros genéticos e índices de selección de la variedad de maíz Zac. 58. Celis *et al.* (1986) concluyen que la respuesta a la selección utilizando los índices, resultó mayor que sólo considerando el rendimiento en maíz.

Por otro lado, las limitaciones de los índices de selección son que los resultados obtenidos en los índices de selección bajo condiciones favorables no pueden ser útiles bajo condiciones desfavorables, ni los resultados obtenidos en un ambiente pueden ser utilizados en otros ambientes. Otras limitantes son la asignación de valores económicos y la estimación de varianzas y covarianzas (genotípicas y fenotípicas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación fue realizada en el Campo Experimental de Buenavista, Saltillo, Coah., de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el período de enero a agosto de 1988.

Se utilizaron 23 variedades de cártamo de diferentes orígenes y con una amplia gama de variabilidad genética, para diversas características agronómicas. Los recursos genéticos están constituidos por líneas de diferentes países, tales como: 13 líneas de México. (C-70-15-0Y, POI-5-66-5-1, POI-6-16-1-1, 10VF75-2-3-5-2, C547-1-6-OY, 38VF75-53-1-1-2, C228-5-OY, T-1, T-3, T-10, T-19 Y T-15), dos de Egipto (CM-1276 y CM-1239), dos de Israel (CM-1125 y CM-1136), una de Jordania (CM-1098), Kuwait (CM-1107) Líbano (CM-1082) y con cuatro testigos (Saffola 208, Noreste 84, Gila, Mante 81), los cuales se siembran a gran escala, a nivel comercial, en diferentes partes de México. Estos genotipos poseen una variabilidad considerable para el rendimiento y sus componentes, tales como: número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo y peso de 250 semillas. Además, poseen una considerable diversidad genética y geográfica.

La semilla de los 23 genotipos fue sembrada estrictamente bajo precipitación natural, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental para cada genotipo se constituyó en tres surcos de 3m de longitud, con una distancia entre surcos de 80 cm y entre plantas de 10 cm dentro del surco. Se aplicó una dosis de 40 unidades de nitrógeno, 30 de fósforo kg/ha en una sola ocasión, antes de efectuar la siembra.

Se etiquetaron cinco plantas individuales tomadas al azar y con competencia completa y se tomaron datos sobre ocho características agronómicas.

Los promedios de las características se utilizaron para realizar análisis de varianza y construir índices de selección en base a lo establecido por Smith (1936) y Hazel (1943). La ganancia genética esperada fue calculada de acuerdo a Harris (1964).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (no se presenta el cuadro) indica diferencias significativas para las siguientes características: rendimiento/ha, capítulos/planta, semillas/capítulo, peso de 250 semillas, ramas/planta, altura de planta y días a floración, revelando que existe una amplia gama de variabilidad para todas las características estudiadas entre los genotipos incluidos en el estudio, y que estos recursos genéticos son útiles y promisorios para desarrollar variedades altamente rendidoras en el mejoramiento genético del cártamo, bajo condiciones de temporal.

Las fluctuaciones de los coeficientes, la ganancia genética esperada y las eficiencias relativas de los 127 índices de selección construidos en cártamo bajo temporal, se presentan en el Cuadro 1. Se obtuvieron fluctuaciones de los coeficientes entre 8.6 y 76.9 para días a floración; -3.7 a 16.0 para altura de planta; -80.2 y 148.2 para número de ramas; -32.1 y 158.4 para peso de 250 semillas; -27.4 a 58.8 para semilla por capítulos; 13.8 y 58.8 para capítulos por plan-

Cuadro 1. Ganancia genética y eficiencia relativa de 127 índices de selección de siete características de cártamo bajo condiciones de temporal.

No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)	No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)	No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)
1	84.7	34.0	2	113.9	45.8	3	26.9	10.8
4	87.1	35.0	5	89.6	35.9	6	149.3	59.9
7	249.2	100.0	1,2	115.9	46.5	1,3	84.9	34.1
1,4	167.9	67.4	1,5	142.9	57.4	1,6	196.5	78.9
1,7	255.6	102.6	2,3	116.5	46.8	2,4	157.1	63.1
2,5	158.5	63.6	2,6	191.1	76.7	2,7	249.5	100.2
3,4	107.0	43.0	3,5	109.4	43.9	3,6	149.9	60.2
3,7	252.0	101.6	4,5	99.3	39.8	4,6	173.4	69.6
4,7	250.0	100.4	5,6	170.3	68.3	5,7	259.1	104.0
6,7	254.1	102.0	1,2,3	118.4	47.5	1,2,4	177.3	71.2
1,2,5	164.5	66.1	1,2,6	203.5	81.7	1,2,7	256.8	103.1
1,3,4	175.0	70.2	1,3,5	149.7	60.1	1,3,6	201.6	80.9
1,3,7	260.9	104.7	1,4,5	173.3	69.6	1,4,6	262.5	105.4
1,4,7	268.8	105.5	1,5,6	229.1	91.9	1,5,7	270.9	108.7
1,6,7	266.0	106.8	2,3,4	157.5	63.2	2,3,5	159.0	63.8
2,3,6	200.9	80.7	2,3,7	253.8	101.9	2,4,5	167.7	67.3
2,4,6	220.6	88.6	2,4,7	251.0	100.8	2,5,6	217.1	87.2
2,5,7	260.9	104.7	2,6,7	225.7	102.6	3,4,5	122.9	91.0
3,4,6	176.2	70.7	3,4,7	252.0	101.2	3,5,6	172.8	69.4
3,5,7	259.3	104.1	3,6,7	257.8	103.5	4,5,6	177.3	71.2
4,5,7	260.3	104.5	4,6,7	255.7	102.6	5,6,7	263.5	105.6
1,2,3,4	179.4	72.0	1,2,3,5	165.2	63.3	1,2,3,6	203.5	81.7

1,2,3,7	261.1	104.8	1,2,4,5	184.4	74.0	1,2,4,6	263.4	105.7
1,2,4,7	264.0	106.0	1,2,5,6	235.6	94.6	1,2,5,7	271.5	109.0
1,2,6,7	266.8	107.1	1,3,4,5	183.0	73.5	1,3,4,6	262.5	105.4
1,3,4,7	264.5	106.2	1,3,5,6	229.2	92.0	1,3,5,7	271.8	109.1
1,3,6,7	274.6	110.2	1,4,5,6	263.8	105.9	1,4,5,7	271.2	108.89
1,4,6,7	283.4	113.8	1,5,6,7	282.6	113.4	2,3,4,5	169.1	67.9
2,3,4,6	222.3	89.3	2,3,4,7	254.1	102.0	2,3,5,6	186.3	74.8
2,3,5,7	261.8	105.1	2,3,6,7	262.5	105.4	2,4,5,6	225.8	90.7
2,4,5,7	261.5	105.0	2,4,6,7	251.3	100.9	2,5,6,7	267.2	107.3
3,4,5,6	181.7	72.9	3,4,5,7	261.0	104.8	3,4,6,7	258.0	103.6
3,5,6,7	264.1	106.0	4,5,6,7	264.1	106.0	1,2,3,4,5	187.9	75.4
1,2,3,4,6	263.6	105.8	1,2,3,4,7	265.0	106.4	1,2,3,5,6	237.3	95.3
1,2,3,5,7	242.4	109.2	1,2,3,6,7	274.6	110.2	1,2,4,5,6	265.0	106.4
1,2,4,5,7	271.9	109.2	1,2,4,6,7	284.0	114.0	1,2,5,6,7	282.9	113.6
1,3,4,5,6	263.9	105.9	1,3,4,5,7	271.9	109.2	1,3,4,5,7	285.5	114.6
1,3,5,6,7	285.1	114.5	1,4,5,6,7	287.5	115.4	2,3,4,5,6	226.6	91.0
2,3,4,5,7	262.9	105.6	2,3,4,6,7	263.4	105.7	2,3,5,6,7	269.5	108.2
2,4,5,6,7	267.2	107.3	3,4,5,6,7	283.2	113.7	1,2,3,4,5,6	265.1	106.4
1,2,3,4,5,7	272.3	109.3	1,2,3,4,6,7	285.6	114.7	1,2,3,5,6,7	285.1	114.5
1,2,4,5,6,7	287.9	115.6	1,3,4,5,6,7	288.7	115.9	2,3,4,5,6,7	269.7	108.3
1,2,3,4,5,6,7	288.9	116.0						

índice

- 1 = Días a floración
- 2 = Altura de planta
- 3 = Ramas por planta
- 4 = Peso de 250 semillas
- 5 = Semillas por capítulo
- 6 = Capítulos por planta
- 7 = Rendimiento por hectárea

ta y 0.3 y 0.6 para rendimiento. Al evaluar la ganancia genética esperada de los índices de selección utilizando una sola característica, presentaron eficiencias relativas que varían de 10.8 a 100%. Cuando se consideró una sola característica, rendimiento por hectárea, número de capítulos por planta y altura de planta, manifestaron, individualmente, una mayor eficiencia relativa de 100, 59.9 y 45.8%, respectivamente. Cabe señalar que los índices con mayor eficiencia relativa son los mismos que presentan mayor ganancia genética en este estudio. Existe una correlación positiva y significativa entre capítulos por planta y rendimiento por hectárea. Por tanto, el carácter número de capítulos se está utilizando prácticamente como criterio de selección para los fitomejoradores de cártamo para la obtención de variedades superiores, además del rendimiento.

Se construyeron 21 índices utilizando las diferentes combinaciones con dos características: la eficiencia relativa varió de 34.1 y 104%. Los índices construidos (5,7), (1,7) y (6,7) presentaron las eficiencias relativas más altas de 104, 102.6 y 102%, respectivamente. El índice menos eficiente fue (1,3) con una eficiencia relativa de 34.1%. Al observar las eficiencias relativas de 35 índices de selección utilizando sólo tres variables, el rango de la eficiencia relativa fue de 47.5 a 108.7%. Los índices de selección más eficientes (1,5,7), (5,6 y 7) y (1,4 y 7) con 108.7, 105.8 y 105.5%; el peor, con tres variables, es de 47.5% presentó un 52.5 y un 12.4% por abajo de los índices con una sola característica, como son el (7) y (6), respectivamente. Como podemos observar en los índices de selección, al aumentar el número de características con dos y tres variables, se obtuvieron ligeros aumentos en sus eficiencias relativas en un 4 y 8.7%, respectivamente, comparado con el índice construido con una sola característica. Y entre ambos la diferencia fue tan sólo de 4.7% más en el índice con tres características. Joshi *et al.* (1985) construyeron 46 índices de selección utilizando la técnica de función discriminativa y encontró que el índice que incluye capítulos por planta, número de semillas por capítulo y rendimiento por planta, o el otro que contiene capítulos por planta, peso de 100 granos y rendimiento por planta, son los índices más eficientes para el mejoramiento del cártamo.

En esta tesis se utilizaron las diferentes combinaciones de cuatro variables; la combinación (1,2,3, y 5) expresó muy baja eficiencia relativa, con 63.3% y las mejores combinaciones (1,4,6, y 7), (1,5,6, y 7) y (1,3,5, y 7) presentaron valores de 113.8, 113.4 y 109.1%, respectivamente. Al seleccionar con cuatro variables, se observó una ventaja de 5.02% más que con tres. De los 21 índices construidos, utilizando cinco caracteres, el índice más sobresaliente fue (1,4,5,6 y 7) y el más bajo fue (1,2,3,4 y 5), con 115.4 y 75.4% de eficiencia relativa, respectivamente, con un incremento de 1.7% mayor de eficiencia relativa en comparación con los índices construidos con cuatro variables. Utilizando seis características para los índices de selección (1,3,4,5,6 y 7), (1,2,4,5,6 y 7) y (1,2,3,4,6 y 7) con 115.9, 115.6 y 114.7%, respectivamente, resultaron ser los más altos. La diferencia entre el uso de los índices con cinco y seis características es de 0.49% más a favor de estos últimos; el índice con mayor eficiencia relativa es aquél construido con las 7 características (1,2,3,4,5,6 y 7) con 116%.

Naskar *et al.* (1982) construyeron los índices de selección para 10 cultivos de girasol y señalan que la máxima ganancia genética fue obtenida cuando las 7 características bajo estudio fueron consideradas juntas. La selección a través de los caracteres fue más provechosa que sólo la selección por rendimiento.

Los cinco índices con mayor eficiencia relativa en orden de importancia fueron los siguientes: (1,2,3,4,5,6 y 7) con 116%; (1,3,4,5,6 y 7) con 115.9%; (1,2,4,5,6 y 7) con 115.6%; (1,4,5,6 y 7) con 115.4% y (1,2,3,4,6, y 7) con 114.7%. Arévalo y Molina (1974) analizaron ocho variedades comerciales de cebada maltar y sus cruces dialélicas, con el fin de construir índices de selección para grano, utilizando 11 características agronómicas; ellos señalan que los índices más eficientes son aquéllos que contienen el carácter por seleccionar y carácter correlacionados con él, pero no intercorrelacionados. Se observó que el seleccionar para el índice con tres características sin incluir rendimiento, el (1,4 y 6) mostró una eficiencia relativa de 105.4% superior a todos aquellos índices en los cuales no se incluyó la característica de rendimiento. Además, que al seleccionar para sólo cuatro características utilizando los índices (1,4,6 y 7) y (1,5,6 y 7) sólo difirieron ligeramente con 2.19 y 2.51%, respectivamente, en comparación al índice construido con siete variables (1,2,3,4,5,6, y 7), el cual presentó la mayor eficiencia relativa en esta investigación. Torres *et al.* (1974) indicaron que al aumentar en el índice el número de caracteres correlacionados con el carácter por mejorar, se obtendrá una mayor avance genético. Siendo la correlación una medida de la comunidad de genes que gobiernan la determinación conjunta de dos caracteres, cabe suponer que al aumentar el número de caracteres en el índice que se está operando sobre una mayor cantidad de genes que gobiernen en común el carácter objeto de la selección y los caracteres del índice.

Las importancias relativas en la selección de los caracteres para seis índices en cártamo bajo temporal, se presentan en el Cuadro 2. En dicho cuadro se observó la mayor participación de rendimiento, días a floración, capítulos por planta y con menor aportación peso de 250 semillas y semilla por capítulo en el orden de importancia en la construcción de los índices de selección.

Reyes (1985) señala que la importancia relativa de un carácter en la selección, tiene un valor conceptual, en lo que se refiere al papel de una variable fenotípica en la selección y un valor práctico para decidir la inclusión o eliminación de un carácter para la construcción de un índice.

La importancia económica del cártamo radica en su contenido de aceite y, por supuesto, en el rendimiento de la semilla; por ello, la necesidad de añadir en este estudio una octava característica de porcentaje de aceite y tener así dos caracteres de importancia económica para dicho cultivo. Los resultados obtenidos en cuatro índices de selección en cártamo bajo temporal se presentan en el Cuadro 3, donde se observan los distintos valores de los coeficientes para ca-

Cuadro 2. Importancias relativas en la selección de los caracteres para seis índices (expresada en porcentaje) en cártamo bajo temporal.

Índice	Días a floración	Altura	Ramas/planta	Peso de 250 semillas	Semillas/capítulo	Capítulos/planta	Rendimiento/hectárea	Aceite (%)
1,2,3,4,5,6,7	28.33	0.14	1.36	5.54	4.78	24.58	35.27	-
1,3,4,5,6,7	10.06	-	2.22	6.58	5.58	30.39	44.90	-
1,2,4,5,6,7	30.07	0.59	-	7.27	5.65	23.20	33.22	-
1,4,5,6,7	32.37	-	-	6.80	5.70	22.46	32.67	-
1,2,3,4,6,7	28.63	0.15	2.50	14.18	-	26.60	28.39	-
1,2,3,4,5,6,7,8	8.09	0.85	2.48	2.20	7.90	10.27	39.23	28.98

Cuadro 3. Coeficientes de las variables para cuatro índices de selección, sus factores para estimar la desviación del índice y la eficiencia del índice en cártamo bajo temporal.

Índice	Días a floración	Altura	Ramas/planta	Peso de 250 semillas	Semillas/capítulo	Capítulo/Rndmto./ha	Aceite (%)	Desviación del índice	Eficiencia del índice (%)
1,2,3,4,5,6,7,8	62.4	6.2	-70.9	83.8	-33.6	-0.03	169.6	363.2	205.8
1,3,4,5,6,7,8	71.8	-	-56.3	88.3	-32.5	0.02	189.0	360.9	105.1
1,4,5,6,7,8	70.3	-	-	103.7	-34.3	-0.02	181.8	356.4	103.8
1,4,6,7,8	73.5	-	-	178.1	-	-0.01	141.9	335.5	97.7

da característica, la desviación y la eficiencia de los cuatro índices más sobresalientes, los cuales fueron seleccionados por su alta eficiencia relativa cuando sólo se consideró el carácter rendimiento. Las fluctuaciones de los coeficientes fueron entre 62.4 y 73.5 para días a floración; -70.9 a -56.3 para número de ramas por planta; 83.8 y 178.2 para peso de 250 semillas; -34.3 a 32.5 para número de semillas por capítulo; 46.2 y 51.1 para capítulos por planta; -0.008 a -0.033 para rendimiento por hectárea; 141.9 y 196.6 para porcentaje de aceite y sólo se obtuvo en el índice con las ocho características el coeficiente de altura de planta con 6.2. El índice con las ocho características presentó la mayor eficiencia con 105.7% en cambio, los índices con siete características (1,3,4,5,6,7,8), con seis (1,4,5,6,7,8) y con cinco (1,4,6,7,8) presentan eficiencias de 105.1, 103.8 y 97.7%, respectivamente. Se observó que el índice con seis características (1,4,5,6,7,8) difiere sólo en 1.96% con respecto al índice con las ocho características (1,2,3,4,5,6,7,8) en cártamo, se presenta en el Cuadro 2. Dicho cuadro señala que el rendimiento, el porcentaje de aceite y número de capítulos por planta, son los que presentan mayor participación en el orden de importancia y con menor aportación las demás características estudiadas.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para las siguientes características: rendimiento/ha, capítulos/planta, semillas/capítulo, peso de 250 semillas, ramas/planta, altura y días a floración, entre los recursos genéticos.
2. Se construyeron 127 índices utilizando diferentes características agronómicas. El rendimiento como sola característica de índice, contribuyó 100% de eficiencia relativa, mientras que número de capítulos/planta manifestó 59.9%.
3. Los cinco índices con mayor eficiencia relativa, en orden de importancia, fueron los siguientes: (1,2,3,4,5,6,7), con 116%; (1,3,4,5,6,7), con 115.9%; (1,2,4,5,6,7), con 115.6%; (1,4,5,6,7), con 115.4% y (1,2,3,4,6,7), con 114.7%.
4. Se identificó el índice de tres características (días a floración, peso de 250 semillas y capítulos/planta) que presentó una eficiencia relativa de 105.4%.
5. Las características: rendimiento, porcentaje de aceite, número de capítulos/planta y semillas/capítulo, presentan mayor participación en el orden de importancia para la producción de aceite en los genotipos.

AGRADECIMIENTO

Se reconoce y agradece la colaboración, de una u otra forma, a los siguientes Profesores-Investigadores: Ing. M.C. Edgar E. Guzmán Medrano, Biol. Manuel Humberto Reyes Valdés y Dra. Diana Jasso de Rodríguez, para que se llevara a cabo este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, N. y J. Molina. 1974. Eficiencia relativa de índices de selección para rendimiento de grano en cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) usando la información de progenitores solos y del diseño dialélico. *Agrociencia* 16:83-95.
- Cellis, H.A., J.D.G. Molina y A.G. Martínez. 1986. Estimación de parámetros genéticos e índices de selección de la variedad de maíz (*Zea mays* L.) *Zac.* 58. *Agrociencia*. 63:121-128.
- Hanson, W.D. y H.W. Johnson. 1957. Methods for calculating and evaluating a general selection index obtained by pooling information from two or more experiments. *Genetics*. 42(4):421-432.
- Harris, D.L. 1964. Expected and predicted progress from index selection involving estimates of population parameters. *Biometrics*. 20(1):46-72.
- Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28(3):475-490.
- Hazel, L.N. y J.L. Lush. 1942. The efficiency of three methods of selection. *J. Heredity*. 33:393-399.
- Joshi, B.P., M.V. Thombre, B.S. Manke y P.N. Chaudhari. 1985. Construction of selection indexes for varietal selection in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *J. Maharashtra Agric. Univ.* 10(2):142-143.
- Naskar, S.K., M. Ghosh y P.K. Bhowmik. 1982. Selection index in sunflower. *Indian. Agric. Sci.* 52(11):736-737.
- Reyes, V., M.H. 1985. Índices de selección para rendimiento en girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis M.C. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México p. 54.

Robinson, H.F., R.E. Comstock y P.H. Harvey. 1951. Genotypic an phenotypic correlations in corn and their implications in selection. Agron. J. 43:282-287.

Searle, S.R. 1965. The value of Indirect selection 1. Mass Selection. Biometrics. 2(3):682-707.

Smith, H.F. 1936. A discriminant function for plant selection Ann. Eugen. 7(2):240-250.

Torres, G.J., J. Molina y E. Casas. 1974. Correlaciones genéticas e índices de selección en la genotécnia de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Agrociencia. 16:21-37.