

67
7

IV JORNADAS TECNICAS SOBRE MAIZ



LERIDA,

9 a 11 de abril de 1986

PONENCIAS Y COMUNICACIONES SOBRE:

MEJORA DE MAIZ PARA USOS ESPECIALES

IV JORNADAS TECNICAS SOBRE MAIZ

COMUNICACION

EL EFECTO DEL CARACTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE
LA SUPERFICIE FOLIAR TOTAL DE LA PLANTA

A. ALVAREZ RODRIGUEZ

I N D I C E

IV JORNADAS TECNICAS SOBRE EL MAIZ

PONENCIAS Y COMUNICACIONES SOBRE

MEJORA DE MAIZ PARA USOS ESPECIALES

Ponencia:

- .Mejora de maiz para usos especiales
A. Ordas 1

Comunicaciones:

- .Clonación de una proteina del endospermo
del maiz
P. Puigdomenech 25
- .Los cultivos de tejidos de maiz, resultados
y perspectivas
M.A. Santos y J.M. Torne 31
- .Optimación del rendimiento del sistema forra-
jero maiz-raygrass en función del ciclo del
maiz
J.M. Espinosa, A. Rodriguez, A. Mobbasheare,
F. Bastida, J.C. Dueñas, Ll. Bosch y F. Casa-
ñas. 49
- .Sincronización de la floración mediante el -
sistema genético
Ll. Bosch, F. Casañas, J.M. Espinosa, X. En-
rech y F. Nuez 67
- .El efecto del carácter decusado sobre la mag-
nitud de la superficie foliar total de la --
planta.
A. Alvarez Rodriguez 83

"EL EFECTO DEL CARÁCTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR TOTAL DE LA PLANTA"

Angel ALVAREZ RODRIGUEZ.

Licenciado en Ciencias Biológicas

Estación Experimental de Aula Dei (C.S.I.C.) - Zaragoza.

Resumen

El carácter decusado, en maíz, duplica el número de hojas por planta (dos por cada nudo, en lugar de una en el maíz dístico normal) y duplica el número de espigas por planta (dos por nudo fértil, también, en lugar de una en el maíz normal). De igual modo el carácter decusado aumenta el número de raíces y el tamaño de la inflorescencia masculina, afecta la configuración del propio tallo y altera de forma diversa otras partes de la planta.

Este carácter ofrece, pues, la posibilidad de aumentar la superficie foliar total y disponerla en el espacio en la forma más adecuada para la captación de la luz. Debido a estos dos factores, mayor número de espigas y mayor superficie foliar, se estima el carácter decusado como muy interesante para aumentar la capacidad de síntesis de la planta. De los distintos factores de la productividad, tales como nutrientes del suelo y energía luminosa por unidad de superficie, la captación de energía lumínica viene determinada por las condiciones climáticas; de este modo, una mayor eficacia y capacidad de captación de la luz es un factor determinante de una más eficaz utilización de los nutrientes aportados por el suelo, que son regulables por las condiciones de cultivo.

Se presentan los resultados de un estudio que tenía un objetivo doble:

- 1). Averiguar la influencia de distintos fondos genéticos sobre la expresión del carácter decusado en relación a la magnitud "superficie foliar total"
- 2). Cuál es el efecto del carácter decusado sobre la magnitud de la superficie foliar total y la acumulación de materia seca total por planta.

"EL EFECTO DEL CARACTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR TOTAL DE LA PLANTA".

Angel Alvarez Rodriguez

Es conocido que uno de los factores preponderantes dentro de la mejora de las plantas, consiste en el mejor aprovechamiento de los recursos achacables al factor genético, tales como el proceso de evolución de la morfología de las plantas adecuándolas a un buen aprovechamiento energético y la óptima utilización de los recursos climáticos, llevándonos a encontrar el "nicho ecológico" adecuado para obtener la mayor eficiencia fotosintética de los mismos y una mayor productividad para el hombre.

El aprovechamiento, en definitiva, consiste en la transformación de la energía solar captada por las plantas, en energía química.

Sin embargo, el rendimiento medio de la producción agrícola esta considerado aproximadamente en un 0,2% de la energía solar recibida, cifra que nos pone de manifiesto un mínimo aprovechamiento de los factores naturales que intervienen en este proceso si se compara con los rendimientos alcanzados en el laboratorio con plantas unicelulares cuya eficiencia fotosintética alcanza más del 20% de la captación de la energía recibida por unidad de superficie.

El maíz es un cereal muy eficiente en lo referente a la conversión de energía solar, ya que es una planta cuya fotosíntesis es del tipo C_4 , y ocupa un lugar destacado entre los cultivos destinados al consumo de alimentos, tanto para el hombre como para los animales. Esto ha hecho que el maíz sea una planta muy estudiada y su mejora haya sido objetivo principal para incrementar la fuente de alimentos de gran parte del mundo.

Antecedentes

En 1.967 (BLANCO et al). se describieron unas plantas de maíz de filotaxia anormal consistentes en alteraciones que afectaban a la morfología general de la planta tales como disposición decusada de hojas y espigas en el tallo, así como también a la configuración del propio tallo, de las raíces y de las inflorescencias. Se hacía notar en dicho informe la "posible mayor eficiencia fisiológica y una probable mayor producción de grano" de algunos de tales fenotipos. Más tarde (BLANCO et al. 1.968) se volvía a in-

"EL EFECTO DEL CARACTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR TOTAL DE LA PLANTA".

Angel Alvarez Rodriguez.

sistir en el posible interes agronómico de la decusación al implicar un incremento de superficie de captación de energía radiante y, por consiguiente, una mayor capacidad fotosintética, lo cual unido al mayor número de espigas por verticilo fructificado, sería de esperar ocasionase una mayor productividad de estas plantas, en relación a las correspondientes de filotaxia normal.

La observación de plantas decusadas también fue comunicada por WEBER (1.966), SHAVER (1.967) y GREYSON (1.967) y sus características fisiológicas fotosintéticas fueron descritas por VELASQUEZ (1.980).

El carácter "decusado" en maíz.

En el maíz decusado se duplica el número de hojas por planta (dos por nudo, en lugar de sólo una del maíz dístico normal) y se duplica el número de espigas por planta (dos por nudo fértil en lugar de sólo una). De igual modo, el carácter decusado aumenta el número de raíces, el número de nudos fértiles, y el tamaño de la inflorescencia masculina; afecta la configuración del propio tallo y altera de forma diversa otras partes de la planta, aumentando unas y disminuyendo otras, en comparación con las plantas dísticas normales de la misma familia.

Las plantas adultas decusadas presentan las hojas y espigas opuestas en cada nudo y se disponen espacialmente, a lo largo del tallo, sobre cuatro ortósticos formando dos planos en posiciones, aproximadamente, perpendiculares entre sí.

La visión polar de la planta decusada en su fase juvenil de crecimiento, sobre todo antes del alargamiento de los entrenudos, presenta una apariencia de "roseta" con las hojas dispuestas en muchas direcciones, en contraposición con el maíz normal dístico cuyas hojas alternas se disponen a lo largo del tallo en un sólo plano.

El incremento de la superficie foliar total de la planta, su disposición en el espacio de la forma más adecuada para la captación de la energía lumínica, unido al aumento del número de espigas hacen que se considere a este carácter decusado muy prometedor para aumentar la capacidad de síntesis de la planta.

Todo lo anteriormente expuesto nos llevó a considerar de sumo interes la incorporación de éste carácter a los programas de mejora genética en el maíz, y a su estudio

"EL EFECTO DEL CARACTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR DE LA PLANTA".

Angel Alvarez Rodriguez

con un doble objetivo:

- 1.- Averiguar la influencia de distintos fondos genéticos sobre la expresión del carácter decusado en las distintas partes de la planta.
- 2.- Cuál es el efecto del carácter decusado sobre la magnitud de la superficie foliar total y la acumulación de materia seca total por planta.

Material y métodos

El maíz decusado objeto del presente estudio procede de una planta hallada espontáneamente en un campo de ensayos, que se perpetuó mediante autofecundación y selección durante quince sucesivas generaciones, dando lugar a líneas 100% decusadas.

Con el objeto de estudiar la posible interacción de diversos fondos genéticos con el genotipo decusado, éste se introdujo en distintas líneas puras, lisas y dentadas y de diversos ciclos de maduración, mediante el cruce de éstas con plantas 100% decusadas.

Elegidas las plantas F_2 con fenotipo decusado, - fueron retrocruzadas a las respectivas líneas puras mencionadas y a partir de esos retrocruces se obtuvieron, mediante autofecundación líneas segregantes para el fenotipo normal dístico y decusado. Estos cruces y retrocruces habrían de servir, además, para el estudio de la herencia de estas heterotaxias del maíz.

De este modo se dispuso de varias familias de plantas y, dentro de éstas, se eligieron una serie de líneas por ser claramente segregantes (en el 4º retrocruzamiento) de plantas normales y plantas decusadas.

Las líneas eran EB 3, EB 4, EB 4A, EB 5 y EB 8, lisas y EB 2 y B 37, dentadas, y todas ellas segregantes aún, en su cuarto retrocruzamiento, de plantas decusadas y normales.

Con estas líneas se dispuso en campo un ensayo de bloques al azar con seis repeticiones y con un número de plantas suficientes, previo ajuste de la densidad de siembra. Las siembras (en Llisá de Vall, Barcelona) se hicieron a mano y grano a grano, separados a una distancia de 50 cm. uno de otro, en hileras de 5 metros de longitud

" EL EFECTO DEL CARÁCTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR DE LA PLANTA".

Angel Alvarez Rodriguez.

separadas entre sí a 80 cm. Las condiciones de cultivo fueron las normales en regadío.

Se observaron y midieron en las siete líneas un número igual de plantas decusadas y normales tomadas al azar (Tablas 1a y 1b), con el fin de observar el efecto de la decusación sobre las distintas partes de la planta. Se efectuaron contajes de fenotipos de plantas segregantes, - normales y decusadas; asimismo se contaron los nudos, entrenudos, hojas y espigas granadas y se hicieron mediciones en cada una de las plantas, de altura de planta hasta la inserción de la inflorescencia, longitud de la inflorescencia masculina, diámetros de la base del tallo y de la base de la inflorescencia, longitud de los entrenudos, longitud y anchura de cada una de las hojas; y, a partir de estos datos y mediante cálculo, se obtuvieron las longitudes medias de hojas y de entrenudos, la anchura media de hoja, la superficie media de hoja, la superficie foliar total, y el volumen del tallo.

Para medir el efecto de la decusación sobre cada uno de los parámetros, se tomó como término de comparación la media del correspondiente de las plantas normales hermanas ($\frac{De}{N} \times 100$), en donde De representa el valor medio de la clase decusada y N representa el valor medio de la clase dística normal.

Al mismo tiempo se dispuso en campo, y en las mismas condiciones de diseño y siembra, un ensayo de un cruce de dos de esas líneas decusadas (EB 3 x EB 4) segregante - de plantas decusadas y normales en la F_1 , con el fin de observar el efecto del carácter decusado en combinaciones híbridas y comparar con las líneas puras constituyentes.

En dicha F_1 se observaron y midieron en un número igual de plantas decusadas y normales, los mismos trece parámetros que en las líneas, pero además se pesó la materia seca total por planta (Tabla 3).

En ambos ensayos y para el parámetro "superficie foliar total", se calcularon las diferencias y la significación estadística de cada una de ellas, entre los promedios de las plantas decusadas y los de las normales. Para ello se utilizó la prueba de t, según Fisher para valores no pareados.

En el ensayo del híbrido EB 3 x EB 4 se calcularon además las diferencias y las significaciones estadísticas de cada una de ellas entre las clases de plantas decusada y normal en los trece parámetros restantes (Tabla 4).

"EL EFECTO DEL CARACTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR DE LA PLANTA".

Angel Alvarez Rodriguez.

En este ensayo y a fin de poder establecer comparaciones de la variabilidad entre las clases decusada y normal, se calcularon los coeficientes de variación respectivos según la fórmula $cv = \frac{s}{x} \times 100$.

Resultados y discusión

1. Efecto del carácter decusado sobre cada uno de los trece parámetros observados en plantas decusadas y normales de siete líneas de fondos genéticos distintos.

De la observación de las Tablas 1a y 1b, en las que se expresan los valores medios de las clases decusada y normal, y las respectivas relaciones porcentuales (De/N x 100), resulta:

- 1.1. Altura de la planta (cm). En todas las líneas, la media de la clase decusada es menor que la de la clase normal, oscilando su relación entre el 78,1% y el 88,9%.
- 1.2. Longitud de la inflorescencia masculina (cm): En todas las líneas, la media de la clase decusada es menor que la de la clase normal, oscilando su relación entre el 68,9% y el 92,8 %.
- 1.3. Número de nudos: En tres líneas la media de la clase decusada es igual o mayor (entre 100% y 107,9%) que la correspondiente normal y en cuatro es menor, oscilando su relación entre el 95% y el 98,8%.
- 1.4. Número de hojas: En todas las líneas, la media de la clase decusada es muy superior a la de la clase normal, oscilando su relación entre 190 % y 215,7%.
- 1.5. Número de espigas: En todas las líneas, la media de la clase decusada es muy superior a la de la clase normal, oscilando su relación entre 118,4% y 211,8%.
- 1.6. Diámetro de la base del tallo (cm): En todas las líneas, la media decusada es superior a la normal, oscilando su relación entre 101,6% y 123,2%.
- 1.7. Diámetro de la base de la inflorescencia masculina (cm): En todas las líneas, la media de la clase decusada es mayor que la de la clase normal oscilando su relación entre 103,6% y 130,7%.

"EL EFECTO DEL CARACTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR DE LA PLANTA".

Angel Alvarez Rodriguez.

- 1.8. Longitud media de entrenudo (cm): En todas las líneas, la media de la clase decusada es inferior a la de la clase normal, oscilando su relación entre 58,8% y - 89,5%.
- 1.9. Longitud media de hoja (cm): En una sólo línea la media de la clase decusada es ligeramente superior - (101,1%); en las seis restantes es inferior, oscilando su relación entre el 86% y 99,9%.
- 1.10. Anchura media de hoja (cm): En todas las líneas, la media de la clase decusada es inferior a la de la clase normal, oscilando su relación entre 84,1% y 93,4%.
- 1.11. Superficie media de hoja (cm²): En todas las líneas, la media de la clase decusada es inferior a la de la clase normal, oscilando su relación entre 69,7% y - 93,9%.
- 1.12. Superficie total foliar (cm²): En todas las líneas de la clase decusada es muy superior a la de la clase normal, oscilando su relación entre 140% y 193,1%.
- 1.13. Volumen del tallo (cm³): Sólo en una línea, la media de la clase decusada es inferior (88,6%) a la de la clase normal; en las seis restantes es superior, oscilando su relación entre 103,3% y 132%.
2. Diferencias y significación de las mismas en ambas clases de plantas para el parámetro superficie foliar total.

Como se apuntaba en la introducción, uno de los objetivos del presente estudio era medir el efecto del carácter decusado sobre la expresión de la superficie total de la planta. Por ello se han estudiado para este parámetro las significaciones estadísticas de las diferencias entre ambas clases, normal y decusada, segregantes en las siete líneas consideradas.

De la observación de la Tabla 2 resulta:

- 2.1. Que en las siete líneas, la clase decusada es sistemáticamente superior a la clase normal, para dicho parámetro "superficie foliar total".
- 2.2. Que las diferencias entre ambas clases de plantas son altamente significativas (**p<0,01).

A partir de estos resultados se puede concluir que el carácter decusado aumenta la superficie foliar total siste-

ABLA 1a. Valores medios de los trece parámetros en cada línea, correspondientes a la clase de plantas decusadas, y relación porcentual entre ambas clases de plantas.

línea	Nº Pl.	Altura planta cm.	L. inflor.	Nº		Diámetro		\bar{X}				S foliar total	Volumen tallo	
				nudos	hojas	esp.	tallo	Inflor.	L entr.	\bar{L} hoja	\bar{A} hoja			\bar{S} hoja
EB 3 De % N	15	153,10 88,2	34,13 92,8	15,0 98,3	30,0 196,6	4,66 211,8	11,61 116,3	5,39 113,7	8,53 88,9	54,73 101,1	6,25 89,0	268,10 88,3	8033,12 174,3	520,87 118,9
EB 2 De % N	6	133,91 86,9	29,53 83,4	15,0 100,0	30,0 200,0	3,66 183,0	11,13 109,3	3,73 113,0	7,41 89,1	47,88 97,2	5,46 93,0	206,47 90,4	6602,17 193,1	426,53 103,3
EB 4A De % N	7	193,91 88,9	31,83 73,8	16,33 103,0	32,63 205,9	3,16 147,7	11,36 108,8	4,36 111,8	10,59 85,5	51,22 86,7	6,15 86,5	251,38 75,0	8122,22 153,4	635,89 109,3
EB 4 De % N	11	183,41 83,5	34,12 78,9	16,08 98,8	32,16 197,7	2,25 118,4	10,57 101,6	4,74 113,7	9,69 84,0	52,41 88,8	5,99 84,1	240,48 69,7	7917,64 140,0	545,42 88,6
B 37 De % N	8	154,93 78,1	30,5 68,9	15,5 107,9	31,0 215,7	2,87 121,1	11,18 114,7	4,33 105,1	6,80 58,8	46,91 86,0	6,23 88,4	230,29 76,1	7026,01 161,6	504,13 103,5
EB 8 De % N	6	121,83 84,9	30,16 85,2	12,66 95,0	25,33 190,0	2,83 170,5	11,16 11,6	5,83 130,7	7,94 89,1	52,28 99,9	5,94 92,2	243,76 93,9	6142,69 178,9	400,71 113,7
EB 5 De % N	9	176,72 84,1	27,23 73,8	16,55 96,1	33,11 192,3	2,11 172,9	11,58 123,2	4,33 103,6	9,66 89,5	52,08 95,5	5,78 93,4	239,75 87,6	7848,41 167,5	636,33 132,0

TABLA 1b. Valores medios de los trece parámetros en cada línea, correspondientes a la clase de plantas normales.

Línea	Nº PL.	Altura planta cm.	L. Inflor.	Nº		Diámetro		\bar{X}				S foliar total	Volumen tallo	
				nudos	hojas	esp.	tallo	Inflor.	\bar{L} entr.	\bar{L} hoja	\bar{A} hoja			\bar{S} hoja
EB 3	15	173,53	36,76	15,26	15,26	2,20	9,98	4,74	9,59	54,11	7,02	303,60	4608,46	438,02
EB2	6	154,16	35,41	15,0	15,0	2,0	10,18	3,30	8,32	49,28	5,87	228,42	3419,50	412,75
EB 4A	7	218,0	43,14	15,85	15,85	2,14	10,44	3,90	11,96	59,10	7,11	335,30	5295,39	581,80
EB 4	11	219,72	43,27	16,27	16,27	1,90	10,40	4,17	11,54	58,99	7,12	345,68	5655,37	615,69
B 37	8	198,25	44,25	14,37	14,37	2,37	9,75	4,12	11,57	54,55	7,05	302,80	4348,84	486,90
EB 8	6	143,41	35,41	13,33	13,33	1,66	10,0	4,46	8,91	52,34	6,44	259,72	3434,45	352,50
EB 5	9	210,22	36,92	17,22	17,22	1,22	9,40	4,18	10,79	54,54	6,19	273,62	4685,86	481,94

TABLA 2. Valores medios de "superficie foliar total" en plantas decusadas y normales, de sus diferencias y significación de las mismas, en siete líneas distintas.

Línea	Nº plantas		\bar{x}_1 Decusadas (cm ²)	\bar{x}_2 normales (cm ²)	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ (cm ²)	S	t	g.l.	p
	D	N							
EB 3	15	15	8.033,12	4.608,46	3.424,66	530,87	17,66	28	**
EB 2	6	6	6.602,17	3.419,50	3.182,67	528,42	9,12	10	**
EB 4A	7	7	8.122,22	5.295,39	2.826,83	708,74	3,34	12	**
EB 4	11	11	7.917,64	5.655,37	2.262,27	958,71	5,53	20	**
B 37	8	8	7.026,01	4.348,84	2.677,17	637,42	8,40	14	**
EB 8	6	6	6.142,69	3.434,45	2.708,24	426,65	10,99	10	**
EB 5	9	9	7.848,41	4.685,86	3.162,55	889,44	5,54	16	**

** : Significación al nivel 0,01

"EL EFECTO DEL CARACTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR DE LA PLANTA"

Angel Alvarez Rodriguez.

máticamente, es decir en los fondos genéticos en que se ha observado.

3. Efecto del carácter decusado sobre catorce parámetros observados en plantas decusadas y normales segregantes de un cruce de dos líneas no homocigóticas para el carácter.

Del análisis comparativo entre las clases de plantas decusadas y normales (Tabla 3) a través de la relación porcentual $De/N \times 100$, se deduce:

- 3.1. Que en las decusadas se incrementa de forma considerable: el número de hojas (199,3%), el número de espigas (187,2%) y la superficie foliar total (159,6%).
- 3.2. Asimismo se incrementan de forma ostensible: El diámetro de la base del tallo (114,9%) y el de la base de la inflorescencia masculina (115,3%), la materia seca total por planta (113,9%) y el volumen del tallo (121,5%).
- 3.3. Que el número de nudos por planta es el mismo para ambas clases de plantas (100%).
- 3.4. Sin embargo, en las plantas decusadas se disminuyen - los valores de los siguientes caracteres: la altura de la planta (92,2%), la longitud de la inflorescencia masculina (91,2%), la longitud media de hoja (93,4%), la anchura media de hoja (88,1%), la longitud media de entrenudo (93,1%) y la superficie media de hoja (80,4%).

4. Diferencias y significación de las mismas entre plantas normales y decusadas segregantes del cruce de dos líneas.

En las plantas F_1 decusadas y normales segregantes, se han observado las diferencias entre una y otra clase en los catorce parámetros en que se ha centrado el trabajo y se ha calculado su significación estadística en todos ellos. De la observación de la Tabla 4 resulta:

- 4.1. Para el parámetro "superficie foliar total", la media de las plantas decusadas (9.592,5 cm^2) es superior a la media de las plantas normales (6.010,3 cm^2), siendo su diferencia (3.582,2 cm^2) altamente significativa, con una $t=10,15$ para los 44 grados de libertad establecidos ($***p < 0,001$).

"EL EFECTO DEL CARACTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR DE LA PLANTA".

Angel Alvarez Rodriguez.

- 4.2. Para el parámetro "peso seco total" por planta, la media de las plantas decusadas (1.001,9 gr.) es superior a la de las plantas normales (879,6 gr.) y su diferencia (122,3 gr.) es significativa (* $p < 0,05$).
- 4.3. Asimismo son significativas las diferencias entre ambas clases de plantas en los parámetros que se incrementan por efecto del carácter decusado: Número de hojas, número de espigas y diámetro de la base del tallo, al nivel *** $p < 0,001$. El diámetro de la inflorescencia masculina, al nivel ** $p < 0,01$; y el volumen del tallo, al nivel * $p < 0,05$.
- 4.4. De igual modo, son significativas las diferencias entre ambas clases, en los parámetros que son disminuidos por efecto de la decusación: anchura media de hoja y superficie media de hoja, al nivel *** $p < 0,001$; altura de la planta, longitud de la inflorescencia, y longitud media de hoja, al nivel ** $p < 0,01$; y longitud media de entrenudo al nivel * $p < 0,05$.
- 4.5. Los coeficientes de variación en una y otra clase de plantas son bastante similares; oscila en los distintos parámetros entre 6,02 y 1,35 para las decusadas, y entre 5,39 y 1,18 para las normales.
- 4.6. Sin embargo, el coeficiente de variación en la clase decusada suele ser ligeramente superior en once de los catorce parámetros lo que muestra una mayor heterogeneidad y por lo tanto un margen superior para una selección eficaz de los mismos.

Conclusiones

De la totalidad del estudio se llega a las siguientes conclusiones:

1. Las causas genéticas que determinan el carácter decusado, a la vez multiplican considerablemente la superficie total foliar de las plantas decusadas, en relación a la de las plantas normales, en las siete líneas estudiadas.
2. No obstante esta tendencia general, el fondo genético de la planta interactúa con la acción multiplicativa del carácter decusado sobre la superficie foliar total, de manera distinta según sea cada uno de estos fondos genéticos.

"EFECTO DEL CARÁCTER DECUSADO SOBRE LA MAGNITUD DE LA SUPERFICIE FOLIAR DE LA PLANTA".

Angel Alvarez Rodriguez.

3. De lo que antecede, resulta que el carácter decusado se ha de considerar como un medio para aumentar considerablemente la superficie foliar total en mayor o menor grado según las recombinaciones y selecciones que se realicen.
4. De igual modo, la decusación modifica a todos los demás parámetros estudiados; a unos fuertemente, de forma positiva (número de hojas y de espigas); a otros de forma ligera (volumen del tallo y diámetros de la base del tallo y de la base de la inflorescencia masculina y materia seca total de planta); y a otros de forma negativa (altura de la planta, longitud de la inflorescencia, longitud media de entrenudo, longitud media y anchura media y superficie media de hoja). El número de nudos por planta apenas queda modificado por la acción del decusado.
5. No hay diferencias ostensibles en la expresión general del carácter decusado entre líneas segregantes y el híbrido simple para ambos fenotipos de planta; sino más bien, se mantienen las relaciones porcentuales, en términos semejantes, en cada uno de los parámetros observado.
6. El resultado final observado a partir de este estudio parece indicar que el carácter decusado es altamente positivo desde el punto de vista agronómico en cuanto a su capacidad de captación de energía radiante por unidad de superficie y la producción total de biomasa comparada con el maíz normal.

Agradecimiento:

El autor quiere dejar constancia de su agradecimiento a M^a Pilar Asín por su ayuda inestimable en la elaboración de cuadros y redacción mecanográfica del artículo.

"TABLA 3. Valores medios de catorce parámetros medidos en plantas decusadas y normales y relaciones porcentuales entre ambas clases, en un híbrido segregante de ambos fenotipos de plantas.

Clase	Nº Pl.	Altura Planta	L. inflo.	Nº		Diámetro		\bar{X}			S foliar total	Volumen tallo	Peso total
				nudos	hojas	tallo	inflor.	\bar{L} entr.	\bar{L} hoja	\bar{A} hoja			
Decus.	23	218,8	36,3	14,7	29,3	3,82	0,83	13,4	57,8	7,4	329,1	567,0	1001,9
Normal	23	237,4	39,8	14,7	14,7	2,04	0,72	14,4	61,9	8,4	409,2	466,6	879,6
$\frac{De}{N} \%$		92,2	91,2	100,0	199,3	187,2	115,3	93,1	93,4	88,1	80,4	121,5	113,9

TABLA 4. Valores medios de catorce parámetros en plantas decusadas y normales, de sus diferencias y significación de las mismas en un híbrido segregante de ambos fenotipos de plantas.

Parámetro	\bar{x}_1 Decus.	\bar{x}_2 Normal	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	s		cv %		t	p
				D	N	D	N		
Altura planta (cm)	218,8	237,4	-18,6	4,02	3,33	1,83	1,40	3,48	**
L. inflore. (cm)	36,3	39,8	- 3,5	0,63	0,82	1,73	2,06	3,31	**
Nº nudos	14,7	14,7	0	0,32	0,19	2,18	1,29	0	-
Nº hojas	29,3	14,7	14,6	0,63	0,19	2,15	1,29	21,57	***
Nº espigas	3,82	2,04	1,78	0,23	0,11	6,02	5,39	6,84	***
Diámetro tallo (cm)	3,15	2,74	0,41	0,07	0,06	2,22	2,19	4,39	***
Diámetro inflore. (cm)	0,83	0,72	0,11	0,02	0,02	2,40	2,78	3,48	**
L. hoja (cm)	57,8	61,9	-4,1	1,07	0,73	1,85	1,18	3,42	**
A. hoja (cm)	7,4	8,4	-1,0	0,10	0,15	1,35	1,78	5,57	***
L. entren. (cm)	13,4	14,4	-1,0	0,29	0,25	2,16	1,74	2,55	*
S. hoja (cm ²)	329,1	409,2	-80,1	9,41	10,56	2,86	2,58	5,54	***
S. foliar total (cm ²)	9.592,5	6.010,3	3.582,2	298,89	172,87	3,11	2,87	10,15	***
Volumen tallo (cm ³)	567,0	466,6	100,4	29,20	23,32	5,15	5,0	2,63	*
Peso total (gr.)	1.001,9	879,6	122,3	48,36	32,73	4,83	3,72	2,05	*

*, **, ***: Significación al nivel 0,05; 0,01 y 0,001 respectivamente.
g.l. : 44 en todos los parámetros.

" El efecto del carácter decusado sobre la magnitud de la superficie foliar total de la planta".

Angel Alvarez Rodríguez.

Ref. Bibliográficas

ALLARD, R.W.

1.967 "Principios de la mejora genética de las plantas".
Ed. Omega. pp 498.

ALVAREZ RODRIGUEZ, A.

1.976 "Heterotaxia en maíz: Estudio biométrico del carácter decusado como punto de partida para el estudio de su herencia".
Tesina. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.

ALVAREZ RODRIGUEZ, A.; M. BLANCO y J. L. BLANCO

1.984 "Modificaciones alotácticas en maíz. IV: Estudio biométrico del carácter decusado en un híbrido de líneas segregantes".
Proc. XX Jornadas de Genética Luso-Españolas. Salamanca.

ALVAREZ RODRIGUEZ, A.; M. BLANCO y J. MONTSERRAT

1.985 "Modificaciones alotácticas en maíz. V. Interacción del carácter decusado con seis fondos genéticos, expresada a través de once parámetros".
Proc. XXI Jornadas de Genética Luso-Españolas. Vila Real (Portugal).

BLANCO, M.; A. LORENZO-ANDREU y J. L. BLANCO

1.967 "Modificaciones fitotáxicas en maíz: distiquiaversus dispersión, espirodistiquia (dextro/levo) y decusación.- Modificaciones semejantes en otras partes de la planta. Gérmenes y embriones múltiples en maíces dísticos, espirodísticos y decusados".
IV Jornadas de Genética Luso-Españolas. Programa y Resúmenes de las Comunicaciones. Centro de Biología, Instituto Gulbenkian de Ciencias, Oeira, Portugal; pag. 12 y 41-44.

BLANCO, M.; A. LORENZO ANDREU y J. L. BLANCO

1.968 "Modificaciones filotáxicas en maíz: dispersión, espirodistiquie y decusación. Modificaciones similares en otras partes de la planta. Germinación múltiple en maíces dísticos y decusados. Portug. Acta Biolog. 10, nº 3 y 4; pag. 289-300.

BLANCO, M.; A. LORENZO ANDREU y J. L. BLANCO

1.969 "Modificaciones filotáxicas en maíz. II."
Anales Aula Dei, 10 (4): 716-723.

BLANCO, M.; A. LORENZO-ANDREU; J. L. BLANCO y A. ALVAREZ RODRIGUEZ

1.975 "Allotaxis in maize"
M.G.C.N.L. 49: 33-34

BLANCO, M.; A. LORENZO-ANDREU; J. L. BLANCO y A. ALVAREZ RODRIGUEZ

1.975 "Modificaciones alotácticas en maíz. III. Algunas determinaciones biométricas".
Anales Aula Dei, 13 (1/2): 98-110

"El efecto del carácter decusado sobre la magnitud de la superficie foliar total de la planta".

Angel Alvarez Rodríguez

- BLANCO, M.; A. ALVAREZ RODRIGUEZ; L. BOSCH y J. L. BLANCO
 1.977 "Allotaxis: Decusated and genogemic, two new characters to breed prolific hybrids".
 The 9th Meeting of Eucarpia. USSR. Krasnodar, 7-13
- BLANCO, M.; A. ALVAREZ RODRIGUEZ, L. BOSCH and J. L. BLANCO
 1.979 "Allotaxis in maize. VII. Inheritance of "decussate" character. Differences of segregation between the offsprings from reciprocal crosses".
 M.G.C.N.L. 53: 9-10.
- CENTRO DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
 1.967-68 Report, pag. 42.
- DUNCAN, W.G.
 1.971 "Leaf angles, leaf area, and canopy photosynthesis".
 Crop Sci. 11: 482-485.
- EASTIN, J.A.
 1.969 "Leaf position and leaf function in corn".
 Proc. 24 th Ann. Corn and Sorghum Res. conf. 81-89.
- EIK, K. and J. J. HANWAY
 1.966 "Leaf area in relation to yield of corn grain".
 Agron. J. 58: 16-18.
- FAKOREDE, M. A. B.; N. N. MULAMBA and J. J. MOCK
 1.977 "A comparative study of methods used for estimating leaf area of maize (Zea mays L.) from nondestructive measurements".
 Maydica XXII: 37-46.
- FRANCIS, C. A.; J. N. RUTGER and A. F. E. PALMER
 1.969 "A rapid method for plant leaf area estimation in maize (Zea mays, L.)".
 Crops Sci. 9: 537-539.
- GREYSON, R. I. and D. B. WALDEN
 1.967 "A plant with opposite leaves".
 M.G.C.N.L. 41: 197.
- GREYSON, R. I. and D. B. WALDEN
 1.968 "Further observations on an opposite leaf phenotype".
 M.G.C.N.L. 42: 169-172.
- GREYSON, R. I. and D. B. WALDEN
 1.970 "The relationship among leaf number, leaf width and cell number in ABPHYL".
 M.G.C.N.L. 44: 191.

"El efecto del caracter decusado sobre la magnitud de la superficie foliar total de la planta".

Angel Alvarez Rodríguez

- GREYSON, R.I.; D.B.WALDEN
1.968 "The Abphyl syndrome in "Zea mays". I. Arrangement, Number and Size of Leaves".
Amer. Journal of Botany nº 59 (5): 466-472
- GREYSON, R.I.; D.B.WALDEN; J.A.HUME and R.O.ERICKSON
1.978 "The ABPHYL syndrome in Zea mays. II. Patterns of leaf initiation and the shape of the shoot meristem".
Canadian Journal of Botany, Vol. 56, Nº 13, pag. 1.545-50
- HAYES, H.K. y F.R.IMMER
1.947 "Métodos fitotécnicos. Procedimientos científicos para mejorar las plantas cultivadas".
Acme Agency. 2ª Ed. Buenos Aires; pp. 522.
- JOHNSON, G.R.
1.973 "Diallel Analysis of Leaf Area Heterosis and Relationships to Yield in Maize.
Crop Science, Vol. 13: 178-180.
- PEARCE, R.B.; J.J.MOCK and T.B.BAILEY
1.975 "Rapid method for estimating leaf area per plant in maize".
Crop Sci. 15: 691-694.
- PEPPER, G.E.; R.B.PEARCE and J.J.MOCK
1.977 "Leaf orientation and Yield of Maize".
Crop Science, Vol. 17: 883-886.
- RAFAILL, W.S.
1.976 "Studies of callus tissue derived from the scutellum of maize"
M.N.L. 50: 84-86.
- SHAVER, D.L.
1.967 "Decussate phyllotaxy in maize".
M.N.L. 41: 33-34.
- STRICKBERGER, M.W. "Genética"
1.978 Ed. Omega. Barcelona pp. 937.
- TAUČAR, A.
1.930 "Maispflanzen mir dekusierter Blattstellung"
Züchter, 2: 171-174
- TAUČAR, A.
1.931 "Einige neue Kreuzungsprodukte decussierter Maispflanzen."
Züchter 3: 333-338
- TAUČAR, A.
1.941 "The inheritance of the number and position of the leaves of Zea mays, L."
Bull. Int. Acad. Yougoslave Sci., Cl. Sci. Math. 34: 1-90.

"El efecto del carácter decusado sobre la magnitud de la superficie foliar total de la planta".

Angel Alvarez Rodriguez

TAUCAR, A.

1.965 "Gamma-ray irradiation of seeds of wheat, barley, and imbeds of maize and the formation of some useful point mutations".
Proc. Conf. on the use of induced mutations in plant breeding.
Sponsored by FAO and IAEA. Pergamon Press, pag. 159-174.

VELASQUEZ, U.

1.980 "Fotosíntesis en el complejo genético decusado de maíz frente a su versión normal, en relación a su capacidad productiva".
Tesis Doctoral. E.T.S.I.A. Madrid.

WEBER, D. and P. WEATHERVAX

1.966 "A plant with opposite leaves".
M.N.L. 40: 49.

WINTER, S.R. and A.J. OHBROGGE

1.973 "Leaf angle, leaf area, and corn (Zea mays, L.) yield".
Agronomy J. 65: 395-397.