

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

ESCUELA DE AGRICULTURA



OBTENCION DE "CELAYA I" VARIEDAD SINTETICA  
DE ALFALFA TOLERANTE AL MILDIU VELLOSO  
Peronospora trifoliorum, DBy. PARA LA REGION DEL BAJIO.

T E S I S

Que para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo

Orientación en Fitotecnia

P r e s e n t a :

LUIS CASTRO ACERO

## DEDICATORIAS

A mis padres

que con sacrificio me ayudaron  
a llegar a la meta deseada.

A mis hermanos

que me apoyaron en todo momento

A mi esposa

que con cariño y abnegación  
ha sido base de mi superación  
profesional

A mis maestros

A mis compañeros de generación

A la Escuela de Agricultura de  
la Universidad de Guadalajara

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio forma parte de uno de los Proyectos que el Departamento de Forrajes del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas está realizando en el Campo Experimental de Roque, Gto.

El autor desea hacer patente su agradecimiento a todas aquellas personas que en alguna forma colaboraron para la realización de este trabajo.

Al Dr. Ricardo Garza Treviño por la inquietud en la proyección de este estudio y sus valiosos consejos.

Al personal técnico que ha laborado en el Programa de Forrajes del Campo Experimental de Roque, Gto., que en alguna forma u otra contribuyeron a la consecución del trabajo.

Al M.C. Arturo Sánchez Durón, Jefe del Depto. de Forrajes del INIA por las facilidades prestadas.

Al Dr. Jesús Castro Franco, Dr. Gabriel Díaz Castro y al M.C. Ricardo C. de León por sus valiosas indicaciones y sugerencias proporcionadas.

COMITE PARTICULAR

Maestro de Tesis

Ing. Ramón Podillo Sánchez

Consultores

Ing. Rigoberto Parga Iñiguez

Ing. Antonio Alvarez González

## INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERARURA	2
Origen e historia de la alfalfa	2
Descripción botánica	2
Morfología general	3
Características fisiológicas de la alfalfa	3
Alogamia	3
Auto-incompatibilidad	4
Auto-esterilidad	5
Aptitud combinatoria	5
Mildiú vellosa en alfalfa	7
Sintomatología	8
Propagación	8
Daños	9
Antecedentes	10
MATERIALES Y METODOS	11
Descripción del área experimental	11
Germoplasma	11
Jardín de mejoramiento	11

	Pág.
Prueba de policruzas	14
Prueba de progenies	17
Establecimiento del sintético	20
<b>RESULTADOS</b>	26
Prueba de progenies	26
Establecimiento del sintético	30
<b>DISCUSIONES</b>	32
Germoplasma	32
Jardín de mejoramiento	32
Prueba de policruzas	33
Prueba de progenies	34
Establecimiento del sintético	36
<b>CONCLUSIONES</b>	38
<b>RESUMEN</b>	40
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	43

## INTRODUCCION

Investigaciones realizadas en la región del Bajío han demostrado la excelente adaptación y capacidad productiva del cultivo de alfalfa. La superficie sembrada en esta región que comprende los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas es de 52,000 hectáreas lo que equivale al 32.8 % del total de la superficie de alfalfa que se siembra en el país\*. Esto constituye una prueba de la importancia que tiene esta leguminosa como abastecedora principal de forraje de la industria lechera.

No obstante su excelente adaptación, los cultivos de alfalfa son seriamente dañados por el mildiú vellosa, enfermedad causada por el hongo Peronospora trifoliorum, DBV., ocasionando pérdidas en el rendimiento y calidad del forraje.

Por lo tanto, el siguiente trabajo fue encaminado a la obtención de una variedad sintética de alfalfa con tolerancia al mildiú vellosa.

---

\* Fuente de información. Boletín Mensual de la Dirección General de Economía Agrícola No. 525 Ene. Feb. 1971.

## REVISION DE LITERATURA

## Origen e historia de la alfalfa

La alfalfa Medicago sativa L. es originaria del sureste de Asia. Pliny y Strabo escritores romanos, relatan que la alfalfa fue introducida a Grecia en el año 490 A.C. por los invasores Medos y Persas. Más tarde fue llevada a la región del mediterráneo (Italia, Francia y España), de donde finalmente fue traída a América por los primeros exploradores españoles. El primer cultivo de esta leguminosa en el continente, fué en el estado de Georgia en Estados Unidos de Norteamérica en el año de 1736; pero no fue sino hasta 1850, con la introducción de nuevas variedades cuando se extendió ampliamente su cultivo, principalmente en el estado de California, así como a muchas otras regiones de los Estados Unidos y el resto de América. Bolton (1962)

## Descripción botánica

Es una planta que pertenece a la familia de los Leguminosos; al género Medicago y a la especie sativa.

### Morfología general

Es una planta herbácea, perenne, de hojas compuestas trifoliadas que se sitúan alternamente en el tallo; las flores nacen en racimos separados, son de un color variable entre el azul violeta y el rojo púrpura (en la especie Medicago sativa L). Las vainas son torcidas, forman de una a cinco espirales y cada una contiene varias semillas pequeñas de forma arriñonada. La raíz es típica y en condiciones favorables pueden penetrar en el suelo de 8 a 10 metros. La corona es de consistencia semileñosa, de la cual emergen de 5 a 25 tallos o más por cada planta, éstos pueden ser huecos o parcialmente llenos de médula, su diámetro no es mayor de 5 milímetros y suelen alcanzar alturas hasta de un metro en un período de 4 a 6 semanas, es tos tallos al madurar o ser cortados son substituídos por otros nuevos.

### CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS DE LA ALFALFA

#### Alimento

Los estudios realizados por Piper et al (1914) indican que la alfalfa es una planta de fertilización cruzada

elevada. Reportes de Halfield y Calder (1936), Tysdal et al (1942), Cooper y Brink (1940) y Bolton (1948), dicen que la producción de semilla aumenta de 3 a 4 veces bajo polinización cruzada. También Tysdal et al (1942), indican que el porcentaje de cruzamiento es de 89%. Knowles (1943) obtuvo 94% y Burkart (1937), un 84%. Obviamente, ese porcentaje puede variar con las condiciones ambientales, como lo observaron Tysdal y Crandall (1948).

#### Auto-incompatibilidad

La secuencia de las causas de la auto-incompatibilidad en alfalfa, fue expuesta primero por Cooper (1935) y completada por Cooper et al (1937), Brink y Cooper (1938 y 1939) y Cooper y Brink (1940), contribuyendo con la esterilidad somatoplásmica y la auto-incompatibilidad parcial.

La auto-incompatibilidad en alfalfa como en otras plantas, es medida en términos de producción de semilla y los investigadores antes citados, haciendo autopolinizaciones, concluyeron que se debe a:

- 1) Un crecimiento lento de los tubos polínicos,
- 2) Una baja fertilización de los óvulos basales, y

- 3) Una fuerte tendencia de los tubos polínicos a pasar directamente sin penetrar por el micrópilo y por lo tanto no se efectúa la fertilización.

#### Auto-esterilidad

Estudios citológicos y embriológicos en alfalfa, hechos por Cooper y Brink (1935-1940) mostraron que parte de la auto-esterilidad se debe al crecimiento diferencial de los tubos polínicos, así como a la esterilidad somatoplásmica. Armstrong (1952), dice que puede deberse a:

- 1) Irregularidades meióticas,
- 2) Fallos fisiológicos en la maduración del polen, y
- 3) Auto-incompatibilidad.

#### Aptitud combinatoria

Poehlman (1965) define la aptitud combinatoria como la capacidad de una línea para transmitir productividad conveniente a su progenie híbrida; la aptitud combinatoria general como el comportamiento medio de una determinada línea genética en una serie de cruces y aptitud combinatoria específica como el comportamiento de la combinación de 2 líneas en una cruce determinada. En alfalfa se han hecho

algunos estudios respecto a la aptitud combinatoria general y específica y sus efectos en algunas características agronómicas. Keher (1961) encontró que la aptitud combinatoria general fue ligeramente superior a la aptitud combinatoria específica para hábito de crecimiento y velocidad de recuperación en otoño, mientras que la aptitud combinatoria específica fue mucho más grande que la aptitud combinatoria general en el caso de rendimiento de forraje y hábito de crecimiento en primavera, concluyendo que la adición es más importante que la no adición de genes en la acción de determinar diferencias en otoño, diferencias en hábito de crecimiento y velocidad de recuperación, pero el rendimiento de forraje y el hábito de crecimiento en primavera son diferencias que están determinadas más por la no aditividad de los genes que, por la acción de genes aditivos.

Tysdal y Kiesselbach (1944), afirman que es mejor seleccionar clones altamente autoestériles en la formación de híbridos y sintéticos de alfalfa. Tysdal y Crandall (1948), agregan que además de auto-esterilidad hay que tomar en cuenta la aptitud combinatoria. Stevenson y Bolton (1947), apoyan la tesis de los anteriores, diciendo que es preferible utilizar clones autoestériles en la formación de sintéticos.

Wilstie y Skory (1948), en otros estudios de fertili-

dad, sostiene que no debe tomarse mucho en cuenta la auto-esterilidad, ya que ellos obtuvieron buenos rendimientos con clones autofértiles. Sin embargo, como lo mencionan Tysdal et al (1942), que utilizando clones autofértiles se induce la autopolinización y por lo tanto, la pérdida de vigor y producción de semilla.

Tysdal y Crandall (1948), obtuvieron una correlación negativa entre auto-esterilidad y aptitud combinatoria. Sin embargo, Welsie (1951), concluyó que la auto-esterilidad es relativamente independiente de la aptitud combinatoria; Hayes et al (1955) también citan este punto.

Las citas expuestas en la literatura parecen indicar la ventaja de utilizar clones autoestériles; ésto tal vez es lo mejor, pues con estas plantas se asegura un alto porcentaje de cruzamiento en lotes de polinización libre para la formación de sintéticos.

#### MILDIU VELLOSO EN ALFALFA

Esta enfermedad es causada por el hongo Peronospora trifoliorum, DBy. y está ampliamente distribuida en todas las regiones templadas en donde se siembra alfalfa.

## Sintomatología

El hongo principalmente ataca al follaje, pero en ocasiones también los tallos son dañados. Las hojas infectadas se ponen de color verde pálido en la parte superior, luego amarillentas, ocurriendo posteriormente la defoliación prematura; los márgenes de las hojas se enrollan hacia abajo cubriéndose además la parte interior de una masa de esporas de color que varía de gris a violeta. Cuando los tallos son afectados, éstos son más gruesos y más cortos de lo normal.

## Propagación

Durante períodos de abundante humedad relativa, con temperaturas entre 10 a 18°C, el hongo produce gran número de esporas, las cuales son acarreadas por el viento, y, aquellas que caen en las hojas jóvenes germinan produciendo filamentos microscópicos que pueden penetrar a través de los estomas afectando así a los tejidos, posteriormente otros hongos y bacterias entran en estos tejidos y completan la destrucción. Byron et al (1960).

## Daños

Existen pocos datos reportando las reacciones de las variedades de alfalfa a este patógeno; Jones y Smith (1953) consideran la enfermedad de importancia, ya que más o menos 25% de las variedades comunes son susceptibles. Jones y Torrie (1946), observaron amplias diferencias entre clones de varias variedades y líneas, encontrando que los porcentajes de plantas infectadas en variedades variaron desde 12% en Hardiston y Ladak hasta 60% en Hardigan. Smith (1948), estudió plantas de 17 líneas y 4 variedades de alfalfa para resistencia al mildiú vellosa, las plantas infectadas variaron de 4.5 a 32.1%. Hanson y Smith (1964), probaron 6 variedades y 6 sintéticos encontrando diferencias amplias y consistentes en la reacción al mildiú vellosa. Rockefeller Foundation (1958), en la estación experimental de "Santa Elena" se probaron 21 variedades de alfalfa; las variedades menos afectadas por mildiú vellosa y poca fueron: Caliverde, Valenciana, Oaxaca 1 y 2 y California Common; siendo la variedad Africana la más susceptible.

La importancia económica de esta enfermedad normalmente se incrementa con temperaturas frías y alta humedad relativa que favorecen la diseminación de la enfermedad ade-

más de otros factores. Sheldon (1971).

#### Antecedentes

En 1952 la Oficina de Estudios Especiales inició un programa de investigación en porción central del país que comprende el Valle de México, el Valle de Toluca y El Bajío para determinar las variedades del alfalfa más recomendables y al mismo tiempo evaluar variedades deseables y potenciales para utilizarse como germoplasma en un programa de mejoramiento.

De la información obtenida, llamó la atención el hecho de que la susceptibilidad a enfermedades era el factor limitante más importante en la producción de forraje, aún con las variedades mejor adaptadas. Las enfermedades foliares, tales como el mildiú vellosa Peronospora trifoliorum, Dby., y la peca Pseudopeziza medicaginis (Lib) Sacc., causaron considerables defoliaciones durante los meses húmedos del verano. Roderic et al (1958).

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del área experimental

El Campo Agrícola Experimental de Roque, Gto. está situado dentro del Municipio de Celaya, Gto., entre las coordenadas 20° 31' de latitud Norte y 100° 49' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Su altura media sobre el nivel del mar es de 1 754 m. El clima dominante de acuerdo con Alfonso Contreras Arias es C(oi)B<sub>1</sub>a', es decir semi-seco, con otoño e invierno secos; semi-cálido, sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 20°C, presentándose una máxima promedio de 28.3°C y una mínima promedio de 11.7°C. La precipitación media anual es de 563.8 mm. El suelo es de origen aluvial de textura migajón arcillosa con pH ligeramente alcalino.

### Germoplasma

Este trabajo se inició, haciendo una colección de semillas de las variedades criollas de alfalfa: San Miguelito, Tanhuato, Atoyac, Atlixco y Coxaco, las cuales fueron recolectadas en su lugar de origen.

### Jardín de Mejoramiento

Posteriormente en 1959, en el Campo Experimental de "Santa Elena", Toluca, Méx., se sembraron estas variedades en plantas individuales, colocando estas plantas a un metro de separación entre una y otra con el objeto de seleccionar bajo condiciones naturales material resistente al mildiú veloso. En el campo se tomaron lecturas del grado de infección mediante una escala arbitraria sobre 5000 plantas existentes de las cuales únicamente se seleccionaron 68 que fueron las que mostraron mayor resistencia a dicho patógeno (Cuadro 1). Cada clon se propagó vegetativamente con el fin de multiplicar el material y obtener plantas genéticamente iguales. La forma como se propagó dicho material fue la siguiente:

Cuando los clones tenían un estado de madurez al inicio de la floración, se procedía a cortar los tallos más vigorosos lo más cerca posible de la corona. Posteriormente a cada tallo se le hacía un corte biselado en la parte inferior y otro transversal en la parte superior dejando solamente 2 nudos entre estos cortes, enseguida se sumergían estos tallos en una solución de Arazán (1:1000) para evitar posibles contaminaciones de bacterias u otros organismos que pudieran causar pudriciones. Una vez tratados estos tallos se les colocaba en una maceta con arena poniendo una etiqueta con el número del clon de donde provenían.

CUADO 1 SELECCION DE 68 CLONES DE ALFALFA TOLERANTES AL MILDIU VELLOSO EN EL CAMPO EXPERIMENTAL DE "SANTA ELENA". TOLUCA, MEX. 1959.

Clon No. Registro	Varietad Criolla	Lugar de Origen	Clon No. Registro	Varietad Criolla	Lugar de Origen
1	San Miguelito	San Miguel	32	Atlixco	Atlixco, Pue.
2	"	Octopan, Gto.	33	"	
3	"		34	"	
4	"		36	"	
5	"		38	"	
6	"		39	"	
7	"		40	"	
8	"		41	"	
9	"		42	"	
10	"		43	"	
11	"		44	"	
12	"		35	"	
29	"		45	Caxaca	Caxaca, Oax.
68	"		46	"	
13	Tanhuato	Tanhuato, Mich.	47	"	
14	"		48	"	
15	"		49	"	
16	"		50	"	
17	"		51	"	
18	"		52	"	
19	"		53	"	
20	"		54	"	
21	"		55	"	
22	"		56	"	
23	"		57	"	
30	"		58	"	
67	"		59	"	
24	Atoyac	Atoyac, Jal.	60	"	
25	"		61	"	
26	"		62	"	
27	"		63	"	
28	"		64	"	
37	"		65	"	
31	Atlixco	Atlixco, Pue.	66	"	

Posteriormente se llevaban al invernadero y una vez que prendían (15 a 22 días) ya podían trasplantarse en el campo (Fig. 1). En esta forma los clones repetidos varias veces fueron llevados en macetas al Campo Experimental de La Cal Grande, Gto. para efectuar la prueba de policruzos.

#### Prueba de policruzos

Para esta prueba, únicamente se utilizaron 22 clones sobresalientes (Cuadro 2), los cuales repetidos 14 veces se trasplantaron en un lote aislado con distribución al azar, permitiéndose libre polinización. Posteriormente se cosechó la semilla de cada planta en cada repetición y se agrupó por clones.

Como en la alfalfa casi toda la polinización es efectuada por las abejas y otros insectos, en esta prueba de policruzos algunas flores estuvieron polinizadas por un clon y otras por otro, por lo que la semilla recogida de cada uno de los clones estuvo representada por el cruzamiento de todos los clones que la rodearon. Por medio de este método, es posible conocer la "Aptitud Combinatoria General" de cada clon mediante el siguiente paso que es la prueba de progenies.



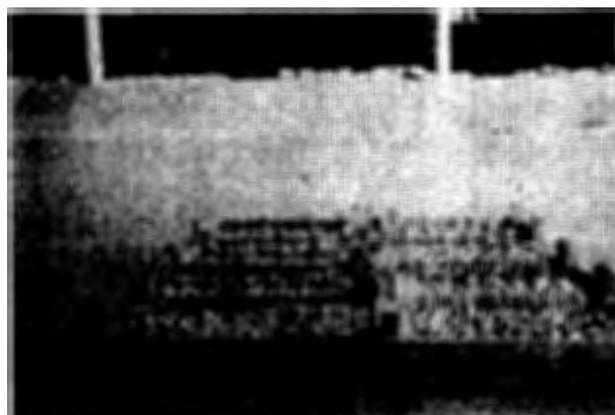
a



b



c



d

Fig. 1- Forma como se propagó el material vegetativo:  
 a) Selección de tallos vigorosos,  
 b) Forma como quedaban los cortes,  
 c) El tratamiento con solución de Arazán y hormonas, y  
 d) Forma como se llevaban al invernadero.

CUADRO 2 CLONES DE ALFALFA QUE FUERON UTILIZADOS PARA LA PRUEBA DE POLICRUZAS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL DE LA CAL GRANDE, GTO. 1961.

Clon No. Registro	Variiedad Criolla	Lugar de Origen
2	San Miguelito	San Miguel Octopan, Gto.
3	"	"
7	"	"
8	"	"
11	"	"
12	"	"
16	Tanhuato	Tanhuato, Mich.
17	"	"
20	"	"
22	"	"
23	"	"
28	Atoyac	Atoyac, Jal.
29	San Miguelito	San Miguel Octopan, Gto.
34	Atlixco	Atlixco, Pue.
35	"	"
39	"	"
41	"	"
46	Oaxaca	Oaxaca, Oax.
47	"	"
48	"	"
49	"	"
50	"	"

### Prueba de progenies

La semilla obtenida en la prueba de policruzas de cada uno de los 22 clones, se utilizó para medir el rendimiento de su progenie y otras características agronómicas. En esta prueba se incluyeron como testigo las variedades Tanverde, Valenciana y Caliverde (Cuadro 3).

El rendimiento de forraje en verde se determinó directamente en el campo, pesando cada parcela con una balanza de gancho de 30 kg de capacidad y graduada hasta décimos de kilogramo. En el campo también se pesó dentro de una bolsa de monta previamente tarada una pequeña muestra de forraje en verde (1 a 2 kg) para cada una de las parcelas con una balanza de 2.610 kg de capacidad y graduada hasta décimos de gramo, estas muestras se secaron por medio de aire caliente y se volvieron a pesar para determinar el porcentaje de materia seca. Posteriormente los datos fueron ajustados a toneladas por hectárea de forraje verde y forraje seco al 12% de humedad.

Para evaluar el daño de mildiú vellosa (Peronospora trifoliorum, DBy., se utilizó la siguiente escala:

CUADRO 3 DISTRIBUCION DE PARCELAS EN EL CAMPO DE LA PRUEBA DE RENDIMIENTO DE LA PROGENIE DE 22 CLONES DE ALFALFA TOLERANTE AL MILDIU VELLOSO. ROQUE, GTO. 3-XII-64

Clones No. Registro	REPETICIONES			
	$x_1$ (I)	$y_1$ (II)	$x_2$ (III)	$y_2$ (IV)
Tanverde	10	40	62	83
2	9	30	65	94
3	8	41	64	96
7	7	31	61	78
8	6	50	63	89
11	20	39	73	85
12	19	29	71	95
16	18	42	75	97
17	17	32	72	80
20	16	49	74	87
22	1	38	67	84
23	2	28	69	91
28	3	43	66	99
29	4	33	70	77
34	5	48	68	86
35	21	37	58	81
39	22	27	59	92
41	23	44	56	100
46	24	34	57	79
47	25	47	60	90
48	11	36	53	82
49	12	26	51	93
50	13	45	55	98
Valenciano	14	35	52	76
Coliverde	15	46	54	88

Diseño                      Latice simple (5x5) con 4 repeticiones.

Parcela Total              Un surco de 6 m de long. x 0.92 m de separación.

Parcela útil                Un surco de 5 m de long. = 4.60 m<sup>2</sup>

- 0 = Follaje sano sin ataque de mildiú vellosa.
- 1 = Cuando  $\pm$  10% del follaje total estuvo atacado.
- 2 = Cuando  $\pm$  10-20% del follaje total estuvo atacado.
- 3 = Cuando  $\pm$  20-30% del follaje total estuvo atacado.
- 4 = Principios de defoliación.
- 5 = Muy defoliada.

Para determinar la altura media, se tomaron 3 lecturas al azar de cada parcela útil al tiempo de corte.

La recuperación después del corte se tomó a los 10, 20 y 30 días después de cada corte en la misma forma que en alturas al corte.

La madurez al corte fue uniforme en todos los casos, es decir todas las parcelas se cortaron cuando tenían más o menos 10% de floración o en su defecto, cuando las condiciones del tiempo no permitió la floración (invierno), el corte se hizo cuando los nuevos tallos alcanzaron una altura promedio de 3 a 5 cm.

Para el vigor se consideraron las siguientes observaciones visuales de la planta: tamaño, frondosidad, color del follaje, tamaño y número de hojas, tamaño de la corona

y número de tallos, utilizándose la siguiente escala:

- 1 = Pobre
- 2 = Regular
- 3 = Buena
- 4 = Excelente

La persistencia de población se obtuvo en por ciento, haciendo estimaciones periódicas dentro de cada parcela útil.

Después de 3 años de corte y en base principalmente a los resultados del rendimiento de forraje verde y seco se seleccionaron los clones 7, 11, 12, 17, 35, 47 y 48 que fueron los que mostraron mayor "Aptitud Combinatoria General" respecto al factor rendimiento.

#### Establecimiento del sintético

En enero de 1968, se procedió a trasplantar los siete clones seleccionados en un lote con distribución al azar, incluyéndose además las variedades San Joaquín 11 y Moapa en la formación del sintético para incorporarle al mismo, mayor rendimiento y resistencia al pulgón manchado Therioaphis

maculata, Bucton., características de estas 2 variedades. A cada uno de los clones y a las variedades dentro del lote se les puso una estaca con color diferente para distinguirlos (Cuadro 4).

El lote se inició con 5 repeticiones, teniendo todos los lotes la misma distribución. Sin embargo como no se lograra suficiente material vegetativo en abril de 1970, se pusieron 2 repeticiones más con el objeto de renovar el material. Un año después se procedió a hacer un inventario de plantas existentes en estas dos nuevas repeticiones (Cuadro 5), dejándose únicamente nueve plantas vigorosas de cada uno de los clones y variedades, desechándose todas aquellas plantas que no mostraron un vigor aceptable.

Posteriormente se construyó un cercado alrededor de estas 2 repeticiones con postes de madera espaciados cada 2.5 m y a una altura de 1.2 m sobre la superficie del suelo. Alrededor del cercado se pusieron 5 hileras con alambre galvanizado equidistante una de otra. También en la parte superior se cruzaron alambres de poste a poste (Fig. 2).

Una vez construido el cercado se cubrió con una manta de cielo para evitar cruzamiento con otros alfalfares. De

CUADRO 4 LOTE DE ESTABLECIMIENTO DEL SINTETICO CON DISTRIBUCION AL AZAR DE CLONES Y VARIETADES. ROQUE, GTO. 1970.

No. DE CLON	COLOR DE ESTACA	DISTRIBUCION DE CLONES									
		7	9	35	17	47	11	8	12	48	
7	Blanco	7 0	9 0	35 0	17 0	47 0	11 0	8 0	12 0	48 0	
11	Azul cielo	11 0	8 0	7 0	11 0	12 0	48 0	47 0	7 0	35 0	
12	Amarillo	12 0	48 0	17 0	9 0	8 0	7 0	17 0	8 0	11 0	
17	Verde	17 0	47 0	8 0	12 0	11 0	47 0	9 0	35 0	9 0	
35	Azul marino	35 0	7 0	47 0	48 0	9 0	17 0	48 0	47 0	12 0	
47	Café	47 0	12 0	9 0	7 0	35 0	8 0	11 0	48 0	7 0	
48	Azul agua	48 0	35 0	11 0	8 0	17 0	12 0	35 0	9 0	17 0	
8 <sup>+</sup>	Rojo	8 0	17 0	12 0	35 0	48 0	9 0	7 0	11 0	47 0	
9 <sup>+</sup>	Naranjaado	9 0	11 0	48 0	47 0	7 0	35 0	12 0	17 0	8 0	

+

Varietas incluidas:

8 San Joaquín 11

9 Moapa

CUADRO 5 INVENTARIO DE PLANTAS DE CADA UNO DE LOS CLONES Y VARIEDADES EN EL ESTABLECIMIENTO DEL SINTETICO. ROQUE, GTO. 1971.

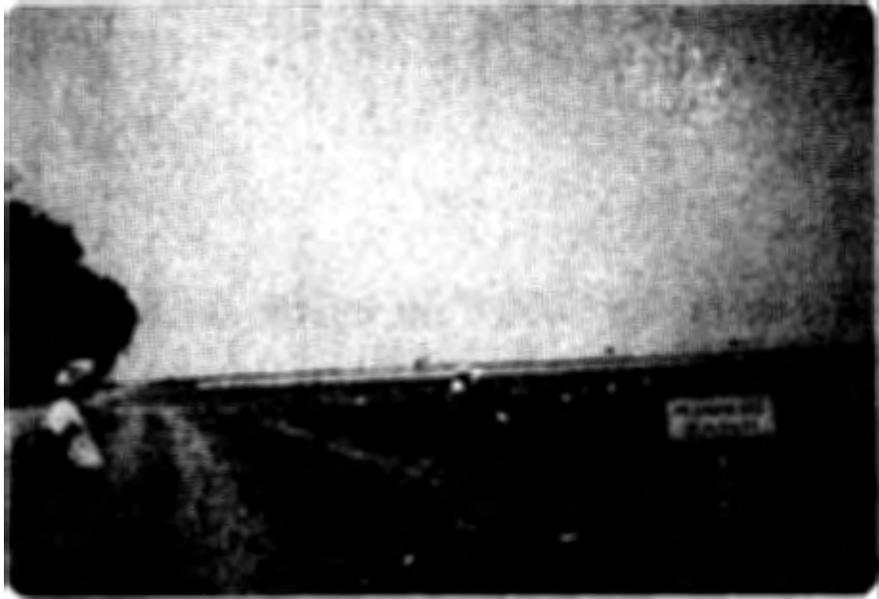
No. de Clon	NUMERO DE PLANTAS		
	V	M	F
7	16	1	1
11	9	1	8
12	11	3	4
17	15	0	3
35	15	2	1
47	14	1	3
48	14	1	3
8 San Joaquín <sup>+</sup>	16	1	1
9 Moapa <sup>+</sup>	9	5	4

<sup>+</sup> Variedades

V Plantas vigorosas

M Plantas de vigor medio

F Plantas faltantes



**Fig. 2** Construcción del cercado en el lote del establecimiento del sintético.

tro del lote cubierto con la manta de cielo se colocó un cajón de colmena, para que las abejas intensificaran la polinización únicamente entre los clones y variedades que estaban interviniendo en la formación del sintético (Fig. 3).



Fig. 3 Establecimiento del sintético cubierto con tela de manta de cielo para evitar cruzamientos con otros alfalfares.

CUADRO 6 RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DE LA PROGENIE DE 22 CLONES DE ALFALFA TOLERANTES AL MILDIU VELLOSO. ROQUE, GTO. 1965.

PRIMER AÑO (SUMA DE NUEVE CORTES)

CLONES	TON/HA (F.V.)	CLONES	TON/HA (F.S.)	ATAQUE + MILDIU
47	108.517	47	24.111	0.8
2	106.762	2	22.915	0.9
11	103.015	11	22.673	0.8
7	100.617	48	22.358	0.7
48	99.957	7	22.311	0.8
34	99.658	34	22.297	0.8
3	98.473	3	21.916	0.9
Tanverde	98.299	12	21.856	0.9
12	97.152	Tanverde	21.838	1.0
35	97.115	29	21.732	0.7
49	96.020	49	21.704	0.9
50	95.630	35	21.560	0.7
29	94.998	17	21.386	0.8
17	93.707	41	21.153	0.9
8	93.701	50	20.727	0.9
39	93.178	16	20.679	0.8
41	92.614	23	20.639	0.8
16	91.963	8	20.413	0.9
23	91.344	39	20.235	0.9
22	88.281	20	19.546	0.8
46	88.033	28	19.467	0.8
20	87.542	22	19.456	0.8
28	86.079	46	19.323	0.8
Caliverde	81.559	Caliverde	17.491	0.8
Valenciana	75.299	Valenciana	17.041	0.8

	0.05	0.01		0.05	0.01
DMS =	11.621	15.477	DMS =	2.646	3.525
C.V. =	8.69 %		C.V. =	8.90 %	

+ Escala 0-5 (promedio por corte)

CUADRO 7 RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DE LA PROGENIE DE 22 CLONES DE ALFALFA TOLERANTES AL MILDIO VELLOSO. ROQUE, GTO. 1966.

## SEGUNDO AÑO (SUMA DE DIEZ CORTES)

CLONES	TON/HA (F.V.)	CLONES	TON/HA (F.S.)	ATAQUE + MILDIO
47	145.214	34	30.480	0.3
11	144.599	48	30.393	0.3
34	142.668	11	30.297	0.2
48	142.408	47	30.137	0.2
3	141.043	7	29.837	0.1
2	139.380	3	29.817	0.1
35	137.262	2	28.785	0.1
7	135.538	41	28.473	0.2
12	134.016	35	28.450	0.1
17	132.224	12	28.110	0.2
41	131.042	17	28.045	0.1
Tanverde	130.388	22	27.733	0.2
49	128.625	Tanverde	27.657	0.5
8	127.615	23	27.581	0.1
22	127.091	29	27.303	0.1
50	126.913	49	27.053	0.0
46	126.087	8	26.839	0.1
29	123.816	46	26.502	0.2
23	121.958	39	26.258	0.2
39	121.404	50	26.188	0.1
16	120.055	28	26.153	0.1
28	117.147	16	25.393	0.0
Valenciana	116.633	20	24.514	0.1
20	115.276	Valenciana	23.310	0.5
Caliverde	83.685	Caliverde	17.667	0.3

	0.05	0.01	0.05	0.01
DMS =	23.369	31.124	DMS =	4.750 6.327
C.V. =	12.84 %		C.V. =	12.27 %

+ Escala 0-5 (promedio por corte)

CUADRO 8 RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DE LA PROGENIE DE 22 CLONES DE ALFALFA TOLERANTES AL MILDIO VELLOSO. ROQUE, GTO. 1967-68.

TERCER AÑO (SUMA DE DIEZ CORTES)

CLONES	TON/HA (F.V.)	CLONES	TON/HA (F.S.)	ATAQUE + MILDIO
7	138.392	7	28.324	0.2
3	135.380	34	27.205	0.3
34	133.923	48	27.079	0.3
2	132.381	2	26.819	0.2
11	131.033	41	26.453	0.2
48	130.584	3	26.416	0.1
46	125.009	46	26.340	0.2
8	123.871	Tonverde	26.177	0.4
47	123.813	47	26.173	0.2
Valenciana	123.112	11	25.968	0.2
35	122.456	35	25.659	0.3
Tonverde	122.238	39	24.619	0.2
41	121.498	8	24.531	0.2
12	120.501	Valenciana	24.520	0.3
49	119.627	12	24.505	0.2
22	116.040	49	24.236	0.3
23	113.933	29	24.012	0.2
17	112.987	17	23.831	0.2
39	111.173	23	23.593	0.1
29	111.169	22	23.328	0.2
28	105.533	16	22.179	0.1
16	104.776	50	21.908	0.3
20	104.566	28	21.745	0.2
50	103.651	20	21.609	0.2
Caliverde++	54.117	Caliverde++	10.950	0.3

	0.05	0.01	0.05	0.01	
DMS =	24.233	32.275	DMS =	4.992	6.555
C.V. =	14.53 %		C.V. =	14.28 %	

+ Escala 0-5 (promedio por corte)

++ Unicamente se le dieron 7 cortes

CUADRO 9 RENDIMIENTO TOTAL DE 3 AÑOS DE FORRAJE VERDE Y SECO DE 22 CLONES DE ALFALFA TOLERANTES AL MILDIU VELLOSO. ROQUE, GTO. 1965-68.

TOTAL DE 3 AÑOS (SUMA DE 29 CORTES)

CLONES	TON/HA (F.V.)	CLONES	TON/HA (F.S.)	ATAQUE + MILDIU	
2	387.2	7	81.58	0.4	
7	387.1	47	79.57	0.4	
34	377.2	11	79.40	0.4	
48	376.6	2	79.13	0.4	
11	371.1	48	79.06	0.4	
3	365.9	34	78.06	0.4	
49	357.5	12	76.79	0.4	
12	353.7	17	76.07	0.4	
29	352.4	3	76.06	0.4	
Tanverde	350.0	35	75.79	0.4	
23	345.7	41	75.36	0.4	
35	345.6	46	74.64	0.4	
17	344.8	29	74.55	0.3	
46	341.4	Tanverde	74.43	0.6	
22	340.3	49	74.08	0.4	
8	336.3	39	73.09	0.4	
47	333.4	23	72.72	0.3	
Valenciana	332.2	22	69.57	0.4	
39	324.1	8	69.56	0.4	
50	321.7	16	67.87	0.4	
28	309.5	50	67.22	0.4	
16	301.1	Valenciana	66.45	0.5	
41	300.8	20	66.15	0.4	
20	291.9	28	65.58	0.4	
Caliverde <sup>++</sup>	215.1	Caliverde <sup>++</sup>	44.36	0.5	
	0.05	0.01	0.05	0.01	
DMS =	59.2	76.2	DMS =	11.93	15.36
C.V. =	11.52 %		C.V. =	11.73 %	

\* Escala 0-5 (promedio por corte)

++ Unicamente se le dieron 26 cortes.

CUADRO 10 SEMILLA COSECHADA DE CADA UNO DE LOS CLONES Y VARIEDADES EN EL ESTABLECIMIENTO DEL SINTETICO. ROQUE, GTO. 1971.

No. de Clon	Origen Variedad	Cantidad Semilla gr
7	San Miguelito	132.2
11	San Miguelito	67.0
12	San Miguelito	55.2
17	Tanhuato	130.8
35	Oaxaca	122.8
47	Oaxaca	131.6
48	Oaxaca	111.3
8 <sup>+</sup>	San Joaquín 11	120.2
9 <sup>+</sup>	Moapa	55.8

<sup>+</sup> Variedades

CUADRO 11 CANTIDAD DE SEMILLA DE CADA UNO DE LOS CLONES QUE SE MEZCLO PARA LA FORMACION DE LA VARIEDAD SINTETICA DE ALFALFA "CELAYA I". ROQUE, GTO. 1971.

No. de Clon	Origen Variedad	Cantidad Semilla gr
7	San Miguelito	50
11	San Miguelito	50
12	San Miguelito	50
17	Tonhuato	50
35	Oaxaca	50
47	Oaxaca	50
48	Oaxaca	50
8 <sup>+</sup>	San Joaquín 11	-
9 <sup>+</sup>	Moapa	-

+ Variedades

## DISCUSIONES

## Germoplasma

Cuando se producen en una misma región durante varios años especies forrajeras alogamas, los genotipos de mejor adaptación tienden a sobrevivir, en tanto que los genotipos inadaptados tienden a desaparecer. Las selecciones tipo creadas por la selección natural se denominan "Ecotipos".

La mayor diversidad de tipos de una especie alogama se encuentra en la región de origen, por esta razón el centro de origen de dicha especie es un buen lugar para buscar nuevas fuentes de material genético encausadas a un programa de mejoramiento.

## Jardín de Mejoramiento

Cualquiera que sea la especie que se esté mejorando, es necesario empezar con un gran número de plantas seleccionadas para asegurar una amplia variación genética. El tratamiento de las líneas clonales bajo condiciones adversas, ayudará a la identificación de clones con características sobresalientes respecto al factor que se esté mejo--

rando. Considerando lo anterior, la selección de plantas resistentes al mildiú veloso se llevó a cabo en la Estación Experimental de "Santa Elena", Toluca, Méx., debido a las excelentes condiciones epibióticas que persisten en ese lugar para la propagación del mildiú veloso Peronospora trifoliorum, DBy.

#### Prueba de policruzamientos

El objetivo principal de esta prueba fue obtener semilla de los clones de alfalfa. No todas las regiones donde hay buena producción de forraje están capacitadas para producir altos rendimientos de semilla. La alfalfa para poder efectuar sus funciones reproductivas normales, depende no sólo de los factores genéticos de la planta misma, sino también de la influencia que ejercen sobre ella ciertos factores ambientales tales como: fotoperíodo, temperatura, precipitación, humedad relativa, etc.

Para que haya una buena producción de semilla de alfalfa se requiere que el clima sea seco con largos períodos de sol durante la floración y que la temperatura sea moderada y lluvia escasa, especialmente durante la época de la cosecha. En consecuencia esta prueba de policruzamientos

se hizo en el Campo Experimental "La Cal Grande", Gto., debido a que las condiciones ecológicas del lugar son favorables para la producción de semilla de alfalfa.

#### Prueba de progenies

A través de tres años de corte y de acuerdo a los resultados correspondientes (Cuadros 6, 7 y 8), se puede observar que en general, el rendimiento tanto de forraje verde como seco de algunos clones fue estadísticamente igual a la variedad testigo Tanverde; sin embargo al término de los tres años de corte (Cuadro 9), algunos de estos clones fueron numéricamente de mayor rendimiento que la propia variedad Tanverde y estadísticamente superior al nivel del 0.05% que las otras dos variedades Testigo Valenciana y Calliverde.

Los clones 2, 3 y 34, cuya progenie también estuvo comprendida dentro del grupo estadísticamente superior (Cuadro 9), lamentablemente no se pudieron conservar por presentar un alto grado de dificultad para su propagación vegetativa.

Respecto al daño causado por el mildiú vellosa (Pero-

nospora trifoliorum, DBy., puede observarse en el mismo Cuadro 9, que no hubo diferencia en cuanto a la intensidad del daño en la progenie de los 22 clones probados. Esto se justifica si se considera que en la prueba de "Policruzas", los 22 clones que intervinieron habían sido seleccionados en primer lugar por su alto grado de homocigosis para el carácter de resistencia al "mildió veloso" y en segundo por su alto grado de auto-esterilidad para asegurar un mayor porcentaje de cruzamientos en dicha prueba de policruzas; bajo estas condiciones, la progenie de estos clones siguió conservando este alto grado de homocigosis para el carácter de resistencia al mildió veloso. Sin embargo las variedades testigos Tanverde, Valenciana y Caliverde mostraron un daño mayor que la progenie de los clones de acuerdo con la escala utilizada para medir la intensidad del daño.

Considerando estas observaciones fueron seleccionados los clones 7, 47, 11, 48, 12, 17 y 35 que fueron los que mostraron mayor "Aptitud Combinatoria General" respecto al factor rendimiento principalmente. El hecho de seleccionar un número de siete clones fue la de lograr una variedad sintética de alfalfa con mayor variabilidad genética que pudie

ra tener un amplio rango de adaptación.

#### Establecimiento del sintético.

El objetivo principal de esta prueba era obtener la semilla básica del sintético. En el Cuadro 10 puede observarse que la semilla cosechada de los clones y variedades fue diferente, debido en parte a la capacidad de cada uno de los clones para producir semilla y otra al vigor variable que presentaron sus plantas cuando se dejaron para semilla.

Los clones 11 y 12 que fueron los que produjeron la menor cantidad de semilla (Cuadro 10), a través del establecimiento del sintético siempre mostraron un vigor menor al resto de los clones, de ahí que produjeron menor cantidad de semilla. Sin embargo la "Aptitud Combinatoria General" de estos clones fue sobresaliente.

El Cuadro 11 muestra la cantidad igual de semilla de cada uno de los clones que se mezcló para la formación de la variedad sintética. Puede observarse en el mismo Cuadro 11 que no se mezclaron semillas de las variedades San Joaquín 11 y Moapa ya que estas variedades sólo se habían inclui-

do para incorporarle al sintético rendimiento y tolerancia al pulgón manchado.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La progenie de los clones que integraron la variedad sintética superó, aunque no estadísticamente en rendimiento a la variedad Tanverde y mostró un daño inferior en cuanto a mildiú vellosa. Tanverde es una de las variedades de mejor adaptación y alto rendimiento para la región del Bajío.

La progenie de estos mismos clones mostró un daño inferior en cuanto a mildiú vellosa y un rendimiento estadísticamente superior a las variedades Valenciana y Caliverde que se pusieron como testigo.

2. Esta nueva variedad, no únicamente puede adaptarse a la región del Bajío en donde se hizo la prueba de progenies sino que también puede tener un amplio rango de adaptación debido a su elevada variabilidad genética, ya que los clones que la integran provienen de distintos lugares.

3. La incrementación de semillas de esta nueva variedad en caso de aceptación, no únicamente puede tener utilidad desde el punto de vista de producción de forraje sino que también puede evitar en parte la pérdida de divisas por varios millones de pesos que por concepto de importación de semillas de alfalfa se ocasiona al país.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue encaminado a la obtención de una variedad sintética de alfalfa con tolerancia al mildiú veloso y altos rendimientos, considerando la extensa superficie de alfalfa que se siembra en la región del Bajío y el daño que causa dicha enfermedad a los cultivos de alfalfa.

El trabajo se inició haciendo una colección de semillas de variedades criollas de alfalfa, las cuales fueron recolectadas en su lugar de origen.

En 1959, en Toluca, Méx., se sembraron estas variedades de donde se seleccionaron 68 plantas que fueron las que mostraron mayor resistencia al mildiú veloso. Estas plantas se propagaron vegetativamente.

En 1961, en La Cal Grande, Gto., se hizo la prueba de policruzos utilizándose únicamente 22 clones sobresalientes con 14 repeticiones. La semilla de cada planta en cada repetición se cosechó y se agrupó por clones.

En 1964, en Roque, Gto., la semilla obtenida en la prueba de policruzos se utilizó para medir la "Aptitud Com

binatoria General" de cada uno de los clones mediante la prueba de sus progenies. Después de 3 años de prueba se seleccionaron los clones 7, 11, 12, 17, 35, 47 y 48 que fueron los que mostraron mayor "Aptitud Combinatoria General" respecto al factor rendimiento principalmente. La progenie de estos clones, superó estadísticamente en rendimiento a las variedades Valenciana y Caliverde, no así a Tanverde. Sin embargo en cuanto a resistencia al mildiú vellosa, esta progenie mostró un daño inferior a las 3 variedades testigo.

En 1968, en Roque, Gto., en un lote con distribución al azar se trasplantaron los 7 clones seleccionados junto con las variedades San Joaquín II y Moapa que se incluyeron para incorporar al sintético rendimiento y resistencia al pulgón manchado.

En 1971, después de renovar el material se cubrió el lote con una tela de manta de cielo para evitar cruzamiento con otros alfalfares. Como resultado se obtuvo la semilla básica de la variedad sintética de alfalfa "Celaya I" con tolerancia al mildiú vellosa Peronospora trifoliorum, DBy.

Concluyendo, la utilidad práctica de esta nueva variedad consiste en que no únicamente puede adaptarse a la región del Bajío sino que también puede tener un amplio rango de adaptación debido a su elevada variabilidad genética, ya que los clones que la integran provienen de diferentes lugares.

## BIBLIOGRAFIA

Armstrong, J.M. 1952. Self-sterility studies in alfalfa. *Sci. Agr.* 32: 152-162.

Bolton, J.L. 1948. A study of combining ability of alfalfa in relation to certain methods of selection. *Sci. Agr.* 28: 97-126.

\_\_\_\_\_ 1962. Alfalfa; botany, cultivation and utilization. New York. Interscience Publishers, Inc. 474 p. illus.

Brink, R.A. and D.C. Cooper. 1938. Partial self-incompatibility in *Medicago sativa*. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 24: 497-499.

\_\_\_\_\_ 1939. Somatoplastic sterility in *Medicago sativa*. *Sci.* 90: 545-546.

Burkart, A. 1937. Frecuencia de la fecundación cruzada en la alfalfa, según experiencias con plantas recesivas de flor blanca y consideraciones sobre el mejoramiento de esta forrajera. *Rev. Argentina de Agron.* 4: 171-176.

Byron, R.H., C.E. Donald, E.H. Stanfor, M.W. Allen, D.H. Hall and A.O. Paulus. 1960. Diseases of alfalfa in California. University of California. Cir. 485.

Cooper, D.C. 1935. Macrosporogenesis and embryology of *Medicago*. *Jour. Agric. Res.* 51: 471-477.

\_\_\_\_\_, R.A. Brink, and H.R. Albrecht. 1937. Embryo mortality in relation to seed formation in alfalfa (*Medicago sativa*). *Amer. Jour. Bot.* 24: 203-213.

- Cooper, D.C. and R.A. Brink. 1940. Partial self-incompatibility and the collapse of fertile ovules as factors affecting seed formation in alfalfa. *Jour. Agric. Res.* 60: 453-472.
- Halfield, J.B. and R.A. Calder. 1936. Lucerne (Medicago sativa) Investigations relative to pollination and seed production in New Zealand. *New Zeal. Jour. Sci. and Tech.* 17: 577-594.
- Hanson, E.W., and W.K. Smith. 1964. Reactions of some alfalfa varieties and synthetics to Downy mildew. *Crop. Sci.* 4: 229.
- Hayes, H.K., F.R. Immer and D.C. Smith. 1955. Methods of plant breeding. New York. Mc Graw Hill Book Co. Inc. pp. 347-391.
- Jones, F.K. and J.H. Torrie. 1946. Systemic infection of downy mildew in soybean and alfalfa. *Phytopath.* 36: 1057-1059.
- \_\_\_\_\_ and O.F. Smith. 1953. Sources of healthier alfalfa. *USDA. Yearbook of Agr.* pp. 228-239.
- Knowles, R.P. 1943. The role of insects, weather conditions, and plant character in seed-setting of alfalfa. *sci. Agr.* 24: 29-50.
- Piper, C.V., M.W. Evans, R. Mackee, and W.J. Morse. 1914. Alfalfa seed production: Pollination studies. *USDA. Bull.* 75.
- Poehlman, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. del inglés. México. Limusa Wiley. pp. 282.
- Rockefeller Foundation. 1957-58. Director's Annual Report of the Mexican Agricultural Program.

- Roderic, R.B., G.R. Valdiviezo y T.R. Garza. 1958. Comportamiento de variedades de alfalfa y recomendaciones para su mejoramiento en México. SAG. Oficina de Estudios Especiales. Folleto Técnico No. 32.
- Sheldon, B.W. 1971. Downy mildew on alfalfa (Peronospora trifoliorum, DBy.) Utah Sci. 32 (3); 98-99
- Smith, Dale. 1948. The reaction of strains and varieties of alfalfa to seedling infection by downy mildew (Peronospora trifoliorum DBy), J. Am. Soc. Agr. 40: 189-190.
- Stevenson, T.M. and J.L. Bolton. 1947. An evaluation of the self-tripping character in breeding for improved seed yield in alfalfa. Empire Jour. Exper. Agric. 15: 580-589.
- Tysdall, H.M., T.A. Kiesselbach and H.L. Westover. 1942. Alfalfa breeding. Nebraska Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 124.
- \_\_\_\_\_ and T.A. Kiesselbach. 1944. Hybrid alfalfa. Jour. Am. Soc. Agron. 36: 649-667.
- \_\_\_\_\_ and B.H. Crandall. 1948. The polycross progeny performance as an index of the combining ability of alfalfa clones. Jour. Soc. Agron. 40: 293-306.
- Wilsie, C.P. and J. Skory. 1948. Self-fertility of erect and pasturetype alfalfa clones as related to the vigor and fertility of their inbred and outcrossed progenies. Jour. Amer. Soc. Agr. 40: 698-706.
- Wilsie, C.P. 1951. Self-fertility and forage yields of alfalfa selections and their progenies. Agr. Jour. 43: 555-560.