

COLEGIO DE POSTGRADUADOS
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

ESTUDIO PARA LA DETERMINACION DE LA HERENCIA DE CINCO
CARACTERES EN GARBANZO BLANCO (Cicer arietinum, L.)

GREGORIO RAUL GARCIA QUILANTAN

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:

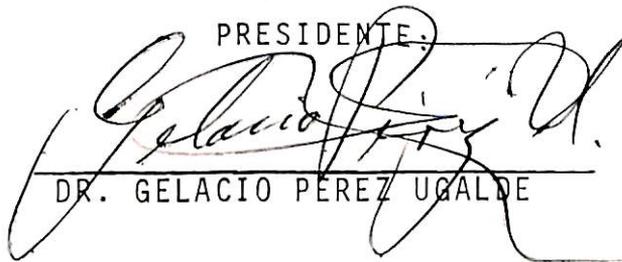
MAESTRO EN CIENCIAS.
ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

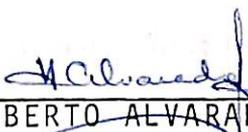
ESTUDIO PARA LA DETERMINACION DE LA HERENCIA DE CINCO
CARACTERES EN GARBANZO BLANCO (Cicer arietinum, L)

APROBADA POR EL COMITE PARTICULAR DE INVESTIGACION DE
TESIS

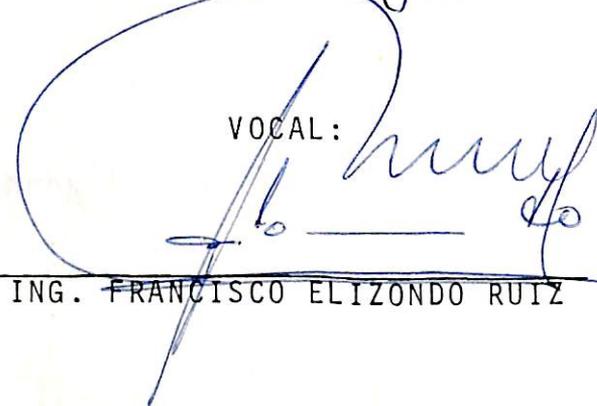
PRESIDENTE:


DR. GELACIO PEREZ UGALDE

VOCAL:


ING. HUMBERTO ALVARADO SANCHEZ

VOCAL:


ING. FRANCISCO ELIZONDO RUIZ



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA., JUNIO DE 1978

DEDICATORIA

A mi esposa

Aurelia

A mis Hijos

Raúl y

Claudia Araceli

A mis Padres

G. Raúl García y García

Ma. de los Angeles Quilantán de García

A mis Hermanos

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Cello Barriga Solorio, con estimación, por su orientación en la elaboración y conclusión de este - trabajo.

Al Dr. Ernesto Samayoa A. y al Dr. Alfonso Crispín - M. que como Director del C.I.A.N.O. y Jefe del Dpto. de Leguminosas comestibles del I.N.I.A. respectiva - mente, me dieron todas las facilidades para llevar a cabo este trabajo.

Al P.I.E.A.E.S. por brindarme el apoyo moral y econó - mico en mi trabajo.

A los que trabajan en el Programa de Mejoramiento Ge - nético en Garbanzo en la Costa de Hermosillo, que -- con su colaboración hicieron posible la culminación - de este estudio.

CURRICULUM VITAE

DATOS GENERALES

NOMBRE: Gregorio Raúl García Quilantán.
FECHA DE NACIMIENTO: Abril 10. de 1950.
LUGAR DE NACIMIENTO: Ocampo, Tamaulipas.
EDAD: 28 años.
ESTADO CIVIL: Casado

PREPARACION ACADEMICA

INST. PRIMARIA: Escuela Rural Federal "Juan B. Tijerina", de 1955 a 1961 en Chamal, Mpio. de Ocampo, Tamps.
INST. SECUNDARIA: Escuela secundaria diurna "Benito Juárez" de 1961 a 1964 en Ocampo, Tamaulipas.
PROFESIONAL: Escuela Superior de Agricultura - "Hermanos Escobar" de 1965 a 1967 en Cd. Juárez, Chih. Escuela de - Agronomía de la Universidad Autónoma de Chihuahua de 1967 a 1970 - en Chihuahua, Chih.
POSTGRADO: Colegio de Graduados de la Esc. - Superior de Agricultura "Antonio-Narro", de Sept. de 1972 a Enero - de 1974.

TRABAJOS PROFESIONALES

De abril de 1970 a enero de 1971, como Investigador del -- Programa de Forrajes en el Campo Agrícola Experimental de Tecomán, Col.

De abril de 1971 a septiembre de 1972 como Investigador del Programa de Oleaginosas y Herbicidas respectivamente en el Campo Agrícola Experimental de "Las Huastecas", en el sur - de Tamaulipas.

De febrero de 1974 a mayo de 1977 como encargado del programa de Mejoramiento Genético en Garbanzo en el Campo Agrícola Experimental de la Costa de Hermosillo, en Sonora.

De septiembre de 1974 a junio de 1976 como Catedrático de la materia Experimentación Agrícola y Experimentación Animal en la Escuela de Agricultura de la Universidad de Sonora, en Hermosillo, Son.

TRABAJOS PUBLICADOS.

García Quilantán, R. 1976.- El cultivo del Garbanzo en la Costa de Hermosillo. Circular C.I.A.N.O. No. 87. INIA-SAG.

PUESTO ACTUAL

Encargado del Programa de Mejoramiento Genético en Garbanzo en la Costa de Hermosillo, Sonora.

INDICE

	Página
Resumen	1
Introducción y Objetivos	3
Revisión de Literatura	5
I Origen	5
II Cruzamientos	7
III Herencia de Caracteres	7
IV Genomios	14
Materiales y Métodos	15
I Métodos de Cruzamiento	15
II Herencia de Caracteres	17
Resultados	24
I Método de Cruzamiento	24
II Herencia de Caracteres	26
Discusión	31
I Método de Cruzamiento	31
II Herencia de Caracteres	32
Conclusiones	34
Bibliografía	35

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Datos relacionados a cruzamientos - de garbanzo, usando los intervalos - que se indican, Invierno de 1973-74	24
CUADRO 2. Datos relacionados a cruzamientos - de garbanzo, usando los intervalos - que se indican, Invierno de 1974-75	25
CUADRO 3. Herencia del color de flor en dos - diferentes cruzas y la prueba de χ^2 para la hipótesis de una segrega- - ción 3:1 en F_2	27
CUADRO 4. Herencia del tipo de hoja en dos di - ferentes cruzas y la prueba de X^2 - para la hipótesis de una segrega- - ción. 3:1 en F_2	28
CUADRO 5. Herencia de la rugosidad del grano - en la cruza blanco cordobes xL-1206 y la prueba de X^2 para la hipótesis de una segregación 7:1	29
CUADRO 6. Herencia del color de la testa de - la semilla en la cruza blanco cordo - bes xP-4311 y la prueba de X^2 para - la hipótesis de una segregación - - 9:3:4	30

RESUMEN

El conocer como se heredan los caracteres y su relación con el rendimiento, calidad del grano, resistencia a plagas y resistencia a enfermedades, es básico para el desarrollo de un programa de mejoramiento genético.

La escasez de estudios genéticos en garbanzo y por consecuencia la escasez de información relacionada con la herencia de caracteres tan importantes para incrementar los rendimientos y mejorar la calidad del grano, creó la necesidad de llevar a cabo un estudio con la herencia de cinco caracteres en garbanzo y la metodología más adecuada para llevar a cabo cruzamientos bajo condiciones de campo considerándose los intervalos durante el día entre la emasculación y la polinización como base del estudio.

El trabajo se llevó a cabo bajo las condiciones ambientales de la Costa de Hermosillo en Sonora, en donde se encuentra uno de los tres centros de mejoramiento genético del garbanzo del INIA en México.

El material genético para el estudio de herencia de caracteres fueron cinco variedades y líneas uniformes que se cruzaron de la siguiente manera: Macarena x Blanco Cordobés (Tipo de Hoja), Macarena x L-41 (Color de Flor y Tipo de Hoja), Blanco Cordobés x P-4311 (Color de Grano y Color de Flor), Blanco Cordobés x L-1206 (Rugosidad y Tamaño de Grano). Para la determinación de intervalos se cruzaron Macarena x Sataya, la primera de hoja simple y la segunda de hoja compuesta.

Los resultados mostraron en el caso de herencia de caracteres que no es posible llevar a cabo estudios para tamaño y color de la testa del grano en condiciones de campo dado la influencia tan marcada de las bajas tem

peraturas sobre estos caracteres. El tipo de hoja es un caracter de herencia simple, dominando el tipo de hoja compuesta sobre el tipo de hoja simple (3:1). El caracter color de flor en base a los progenitores usados es también de herencia simple dominando el caracter de color lila sobre el color blanco (3:1). En el color de la testa de la semilla se encontró epistasis-recesiva, al cruzar grano negro por grano blanco (9:3:4).

El mejor intervalo entre la emasculación y la polinización fué el de emascular en la mañana y polinizar en la tarde con una proporción de efectividad de 14:1 en el primer año y de 9:1 en el segundo. Estas proporciones varían de acuerdo a la aptitud combinatoria de los progenitores utilizados.

INTRODUCCION

El garbanzo si se compara con maíz y trigo se ha utilizado muy poco en estudios puramente genéticos. Sin embargo, los investigadores interesados en mejorar esta planta con fines económicos, han proporcionado -- una contribución valiosa en la genética y mejoramiento de esta leguminosa.

En la Costa de Hermosillo, en Sonora, donde en ciclo 1976-77 se sembraron 21,000 hectáreas de garbanzo para exportación se inició un programa de mejoramiento genético en el ciclo 1974-75 con fines económicos -- pretendiendo de esta forma aumentar el rendimiento por hectárea con la obtención de variedades de garbanzo -- blanco con mejores rendimientos y calidad de grano que las variedades actuales.

Al haberse iniciado un programa de mejoramiento en la Costa de Hermosillo con garbanzo blanco, resulta importante para el fitomejorador conocer el método de mejoramiento que dé mayor efectividad en los cruzamientos, hora durante el día e intervalos en horas -- en que debe hacerse la emasculación y polinización bajo las condiciones de campo en esa región. En esta forma se gana en eficiencia y se ahorran recursos económicos en el trabajo de investigación.

Es importante conocer como se heredan los caracteres y su relación con el rendimiento, calidad de grano, resistencia a plagas y a enfermedades. En esta forma se pueden tener el método de mejoramiento y el tamaño de población adecuados para el caracter o caracteres que se pretenden evaluar.

Los objetivos principales del presente estudio - fueron: (1) Determinar el método, hora e intervalo de la emasculación y polinización bajo condiciones de campo de los caracteres, color, tamaño y rugosidad del grano, color de flor y tipo de hoja en garbanzo (Cicer arietinum-L.)

REVISION DE LITERATURA

I. ORIGEN.

Vavilov (1951), menciona que existen cinco centros de origen para Cicer arietinum L.; (a) Centro II : India, (b) Centro III: Asia Central; (c) Centro IV: Cercano Oriente; (d) Centro V: Mediterráneo y (e) Centro - VI: Abysinia. En un estudio exhaustivo que se hizo sobre el género Cicer indica que éste tiene 22 especies.

Laumont (1959) menciona que el cultivo del garbanzo se cultiva en el Mediterráneo y en la India desde la más remota antigüedad.

Popov (1929) en su monografía geográfica y morfológica sobre el género Cicer asevera que Cicer arietinum L. nunca se encontró en un estado natural silvestre como lo mencionaba De-Candolle en su escrito en donde dice que Cicer arietinum L. tuvo un área natural y que unas especies crecieron en forma silvestre. El pensaba que el área de distribución más probable de Cicer arietinum L. silvestre ha sido el sur de Europa desde España hasta la Península Balkánica. En cambio Popov cree que lo establecido por De-Candolle no corresponde a la realidad, dado que es más probable que Cicer arietinum L. de manera similar a otras plantas cultivadas, nunca se desarrollaron especies en forma silvestre, porque -- fueron creadas desde el principio como un producto artificial creado por las manos y cerebro del hombre. Asimismo, tiene la idea de que agricultores muy antiguos -- que vivieron en Asia Menor, deliberadamente acordaron -- según principios y métodos ahora perdidos, crear un conjunto artificial de plantas cultivadas, entre ellas están los principales cultivos como trigo, garbanzo, chícharos, higos, manzanas, peras, etc. Distingue por último 3 áreas de distribución: (1) Parte del área oeste --

(Marruecos, Abysinia, Grecia); (2) El área continúa Asia Menor-Persia (Asia Menor, Persia, Transcaucásica, Siria y Palestina); (3) El área Este-contínua (Asia Central, Himalaya y Afgahanistán).

Ladizinsky et al. (1976) consideran que el Garbanzo Cicer arietinum L. es una leguminosa originaria del viejo mundo, que ha crecido principalmente en el Centro y el Oeste de Asia, Sur de Europa, Etiopía y Africa del Norte. Semillas carbonizadas de garbanzo que han sido obtenidas de varios sitios arqueológicos por todo el oeste indican el uso de esta leguminosa desde el Neolítico, -- junto con los cereales, trigo y cebada y las leguminosas chícharo y lenteja. (Helbaek 1959, 1970; Hopf 1969; Van Zeist, 1972).

Crispín y López (1976) mencionan que Rao et. al. consideran que Cicer arietinum L. tuvo su origen en la región comprendida entre el Caucaso y el Himalaya, de donde se difundió a Persia, Egipto, India y sur de Europa, y de ahí al Continente Americano. Así mismo, mencionan que Morris (1958) describe el género Cicer como un orden de origen Tropical que inició su evolución desde el Cretáceo Superior. El mismo Morris enfatiza que vicieae es un grupo reciente que se originó y multiplicó totalmente en las regiones templadas y sugiere que de acuerdo con las relaciones serológicas de la Rhizobia, vicieae puede provenir de la Tribu Trifolieae.

II. CRUZAMIENTOS.

Andrade (1976) menciona que al llevar a cabo cruzamientos entre C. arietinum var. macrocarpum, con Cicer arietinum var. vulgare, bajo condiciones de campo, obtuvo de un 5% a un 25% de cruza efectivas.

Larrea et. al. (1967) obtuvieron de 1.000 cruzamientos hechos solamente el 7.9% de cruza efectivas.

Ladizinsky et. al. (1976) en un estudio que hicieron sobre el origen del garbanzo, llevaron a cabo cruzamientos interespecíficos entre Cicer arietinum, C. echinospermum y C. reticulatum, el método utilizado, fué el de emasculación un día y polinizar a las 24 horas. Al cruzar C. reticulatum x C. echinospermum se obtuvo 0.43% de cruza efectivas, con C. arietinum x C. reticulatum se obtuvo 7.9% de cruza efectivas.

En el ICRISAT (1973-74) diversos investigadores han llevado a cabo estudios sobre métodos de cruzamientos y no se han encontrado diferencias en los resultados al emasculación y polinizar simultáneamente a cualquier hora del día, obteniendo un 23% de cruza efectivas.

III. HERENCIA.

Alam (1935) encontró que el color de las semillas es controlado por cuatro factores.

Athwal y Sandha (1967) llevaron a cabo un trabajo sobre la herencia del tamaño de grano y número de semillas por vaina en garbanzo. Los resultados demuestran que el -

caracter de semilla pequeña fue parcialmente dominante sobre tamaño grande y el carácter depende de varios factores. Se estimó que 15 factores efectivos estuvieron operando en una de las cruzas y 12 factores efectivos en la otra, en la F_3 hicieron esta estimación. Encontraron también evidencia de interacción génica en la herencia del tamaño de la semilla. El bajo número de semillas por vaina fué parcialmente dominante y en ambas cruzas hubo interacción génica y se detectó que existe fuerte ligamiento; -- aunque dos o tres factores efectivos mostraron segregación en F_2 y F_3 . Sin embargo, el número real de genes --- afectando este carácter parece ser mucho más grande. Se detectó una baja correlación fenotípica entre tamaño de semilla y rendimiento y se consideró alta la correlación genética. El tamaño de semilla y número de semillas por vaina fueron negativamente correlacionadas.

Athwal y Brar (1970) encontraron que ocho loci de manera independiente controlar en Cicer arietinum L. la expresión de diferentes mutantes. Cada mutante fue dependiente de un gen recesivo simple. El estudio que hicieron fue para determinar la genética de color de flor con particular referencia a la relación del ligamiento con caracteres mutantes. Encontraron que los colores rosas y blancos son de herencia simple, el par de genes del que depende lo designaron como Pp. Estos factores se heredaron de manera independiente de los otras siete pares de factores controlando la expresión de las mutantes "Hoja Pequeña", "Foliolo Entallado", "Arbustivo", "Flor Doble", "Gigante" "Hoja Simple" y "Tallo Plano". Sin embargo, los factores-Pp mostraron un estrecho ligamiento con los loci responsable del mutante "Vaina Redonda" con valor de 2.6%.

Ramanatha et. al citado por Brar y Athwal (1970)-- llevaron a cabo un estudio para la determinación de la herencia del color de la testa de la semilla con garbanzos - porqueros (Cicer arietinum L. var. Fuscum), encontraron -- que cinco pares de genes involucrados (Bb , Pp , Tt , Tt^2 y $F^r f^r$). El factor B por sí solo imparte un color "olivo -- obscuro" en la testa de la semilla. El factor P por sí solo es inactivo, sin embargo, con la presencia de B causa -- considerables cambios fenotípicos. Ambos factores influyen -- cían también el color de la flor. El factor I no es importante por sí solo, a menos que esté en asociación con "P". T^2 tiene una reacción similar, pero su expresión está in-- fluenciada por su origen génico. El factor F^r no tiene --- efecto cromático en presencia de B y el color de la testa -- de la semilla se vuelve obscuro si tanto B como P están -- presentes.

Phadnis (1946) reportó que el color negro de la se -- milla presentaba dominancia incompleta sobre el verde. Sin embargo, el café amarillento si mostró dominancia sobre di -- cho color.

Balasubramanyan (1951) confirmó algunos de los re -- sultados obtenidos por Ramanatha, Ayyar y Balasubramanyan -- (1951) y concluyó que dos pares más de factores $T^3 t^3$ y -- $T^4 t^4$ operaban para el color de la semilla. De acuerdo a -- sus resultados T^4 , produce semillas negras con o sin P, -- T^3 produce semillas de color café oscuro únicamente en -- combinación con P.

Argikar y D'Cruz (1962) llevaron a cabo un estudio sobre la herencia de color de la testa de la semilla en -- Cicer arietinum L. Utilizaron 3 progenitores cuyos caracte -- res eran contrastantes: Alternifolia, Gadag 1-2 y Hara-cha -- na; reportaron los siguientes datos: El gene (Gr) produce -- color verde en las hojas, cotiledón amarillo y testa café-

en tanto que el alelo recesivo (gr) dió hojas verdes azuladas y cotiledones verdes. El cotiledón amarillo era dominante sobre el verde y el color negro de la testa de la semilla sobre el color café, así mismo, sobre el color verde. Mencionan también que el color de la testa de la semilla es causado por factores complementarios (Tba y Tbb).

Brar y Athwal (1970) de la Universidad Agrícola de Punjab en la India, llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo fué la identificación de genes que controlan el color de la testa de la semilla en garbanzo. Se observó que cinco loci independientes se encuentran involucrados.

Kadam et. al. (1964) en un estudio sobre herencia del color de la corola encontraron que el color salmón de la flor, se comporta como caracter recesivo a rosa normal y blanco. En una crusa simple que hicieron encontraron una flor con venas púrpuras que resultó ser dominante. Las designaciones para los génes fueron Sa y Pu.

Ekbote (1937) encontró mutantes, entre ellos una mutación del color de la flor y otra del color de la semilla en la progenie del mutante hoja simple. Este investigador también describe dos mutantes de hoja, una como hoja pequeña (tlv, tlv) y otro como hoja simple (slv, slv). El encontró que estas dos variaciones se comportan como recesivos al tipo normal. Sin embargo, el gene recesivo responsable del caracter Hoja Simple fué poco estable y frecuentemente mutaba a la condición dominante. Cachani (1972) estudió cruas entre 2 tipos de mutantes y reportó que en la F_1 , aparecieron plantas con hojas normales, las cuales segregaron en la F_2 hoja normal, hoja pequeña y hoja simple, en una proporción de 9:3:4; concluye que los genes Slv y Tlv son necesarios para el desarrollo de la hoja normal.

Ramanujam y Harbhajan (1976) cruzando hoja simple x hoja angosta, encontraron en la F_1 plantas con hojas nor

males; en la F_2 se observó interacción de 2 genes complementarios aportados por los dos mutantes, la hoja angosta mostró asociación con otras características como: hojas pequeñas angostas, puntiagudas; quilla angosta, ovarios con hendidera y hembra estéril. El mutante, de hoja angosta fué simbolizado como SlvSlv y el mutante de hoja simple como slv slv NlvNlv. Cuando cruzaron hoja normal x hoja angosta normal en la F_1 e interacción de factores complementarios en F_2 la hoja simple fué simbolizada como --slv slv Tlv Tlv NlvNlv, y hoja angosta como SlvSlv tlv --tlv Nlv Nlv. Así mismo, se presenta un genotipo doble recesivo con hoja simple angosta que es slvslv TlvTlv, nlv nlv.

Balasubrahmanyam (1951) señala los siguientes resultados de cruzas entre garbanzos de procedencia italiana con los nativos de la India, habiéndose encontrado dos nuevos factores para color de la testa T_3 y T_4 . El factor T_3 altera el color canela Cs 10 o café oscuro CS14. El factor T_4 imparte un color negro en ausencia de p.

Pathak y Shai (1964) haciendo cruzas de plantas normales x los mutantes flores dobles y vainas largas, --hojas angostas, follaje verde manchado y hojas pequeñas espatuladas, demostraron que la correspondiente planta --normal para cada mutante es dominante, debiéndose las características del mutante a herencia monogénica recesiva.

Argikar (1952) describiendo algunos mutantes menciona que cruzas entre el mutante hojas alternas y la línea "Dohad" de hojas normales revelaron que las diferencias entre los dos tipos presentaron un arreglo monogénico.

En un estudio preliminar llevado a cabo por Ramajam et. al (1964) sobre dos cruzas (C.49) x Pb 7 y C.49 x D.B. dieron significativamente mas rendimiento en grano

que el padre más sobresaliente, Pb 7. Una comparación de los padres y la formación de la F_1 respecto a las componentes de rendimiento de grano, sugieren que la heterosis es dada por la expresión favorable en los dos padres, la F_1 no difirió significativamente del padre superior, con respecto al número de granos/planta o peso de grano.

Bhat y Argikar (1976) determinaron ligamiento entre los factores, hábito ramificado y arreglo de hojas pequeñas, el cual fué de 23.85 porciento y proponen que el ciclo vegetativo probablemente esté ligado con los dos caracteres mencionados.

Con el fin de identificar los genes que controlan el color de la semilla, Brar y Athwal (1970) determinaron en 28 combinaciones cinco loci independientes Pp para el color de la flor rosa y blanco y que fueron también responsables de la diferenciación y relación entre los colores oscuros y los claros, cafés, verdes, grises y negros. El alelo recesivo (p) fué epistático sobre otros loci, influenciando el color de la semilla, y esta condición dominante (p) fué esencial para la producción. Fueron designados como S_1s_1 , S_2s_2 S_3s_3 S_4s_4 ; S_1 produce color claro y s_1 café rojizo, S_2 no tuvo efectos pero s_2 produce un tono café y fué epistático sobre el locus S_1 ; S_3 resultó inefectivo y s_3 produjo semilla de color verde y fué epistático sobre los otros 2 loci; S_4 fué epistático sobre los otros 3 loci, y produjo semillas gris oscuro en la presencia de S_2 y semillas negras en presencia de s_2 .

Con el fin de demostrar la variabilidad y asociación de algunos componentes de rendimiento en Cicer L. -- Joshi (1972) determinó que el número de semillas, de vaina, de peso de 100 semillas, días de floración y madurez demostraron alta heredabilidad estimada; sin embargo, la ganancia genética fué más grande para el número de vainas

y rendimiento por planta y moderada para peso de 100 semillas y baja para otros caracteres. El número de vainas, de semillas y de ramas mostró alta correlación positiva con rendimiento. El peso de 100 semillas presentó fuerte asociación con el número de vainas y semillas por planta. Lo más significativo relacionado con el rendimiento fué el número de vainas, siguiéndole el de ramas, por lo cual deben ser considerados para cuando se haga la selección.

Chandra (1968) determinó alta heredabilidad y avance genético cuando se asociaron duración de la floración, ramas primarias y vainas por planta, indicando la posibilidad de seleccionar para obtener estas características.

Andrade (1968) en cruzamientos hechos para introducir el caracter de resistencia a la "Rabia" (*Fusarium spp*) a las variedades susceptibles comerciales de garbanzo blanco, encontró que al cruzar líneas de garbanzo blanco de grano grande, rugoso y de flores blancas, con líneas de garbanzo con grano negro, de grano mediano, liso y de flores moradas, en la F_1 con semillas que variaron del color negro al café en una misma planta, mientras que el color blanco no se presentó, la rugosidad de las semillas varió de poco lisas a lisas en cruza diferentes, y el color de las flores fue morado, lo cual indica que fueron dominantes sobre el color blanco. La variación del color de las semillas (epistásis) fue bastante interesante, puesto que en una planta F_1 hubo granos totalmente negros y otros con manchas negras homogéneas irregulares sobre fondo café. Otros con puntuaciones negras menos intensas sobre el fondo café y otros más con pocas puntuaciones negras. El tamaño de los granos fue mediano y semejante al porquero. En la F_2 de las cruza que nos ocupan, volvieron a obtenerse los mismos resultados que en la F_1 , con respecto a las variaciones del color de las semillas con la diferencia de que aparecieron plantas completas con grano blanco y otras con grano negro, así como plantas con la variación semejan

te a la observada en la F_1 . La superficie de la semilla - varió de lisa a rugosa con grados intermedios, y el tamaño del grano varió de grande a mediano, con una mayor cantidad de grano grande. El 75% de las plantas tuvo flores moradas, mientras que el 25% las tuvo blancas, que corresponde a una relación 3:1. En una cruce entre porquero negro (flores moradas y hojas compuestas) con Macarena (flores blancas y hojas simples) se obtuvo una planta F_1 semejante al Macarena pero con flores moradas.

IV. GENOMIOS.

Crispín y López (1976) citan que Darlington y Wylie encontraron que el número básico de cromosomas en Cicer arietinum L. es de $N = 7$ y 8 , aunque algunos tipos -- presentan $N = 16$. En el mutante de hoja angosta descrita por Ramanujam y Sing (1964) el número de cromosomas es de $N = 8$.

Larrea (1967) cita algunos estudios sobre genomios encontrados y todos concuerdan que el número haploide es de 7 y 8 y el diploide de 14 y 16 . (Iyengar; Avodulob; -- Dixie). El mismo Larrea hizo un estudio sobre la microspogénesis de tres variedades botánicas de Cicer arietinum L. y encontró que el número haploide en las tres es de -- $N = 8$.

Ramanujam y Joshi (1941) estudiaron algunos tratamientos con Colchicina. El tratamiento de 0.25% de colchicina en solución acuosa aplicado por medio hora en la semilla cuando la radícula comenzaba a emerger fue el que indujo a poliploidía y en la siguiente generación se encontró individuos de $2n$ y $4n$, pero en la generación subsecuente fueron obtenidos únicamente tetraploides. Un estu-

dio cuantitativo de la morfología del diploide y tetraploide mostraron que este último poseía un número mayor de hojas por planta, folíolos más grandes, flores más grandes, mayores vainas y semillas que el diploide.

MATERIALES Y METODOS.

El presente estudio se dividió en dos etapas: La primera fué la de determinar el método más adecuado para llevar a cabo cruzamientos bajo condiciones de campo. La segunda etapa fué el estudio de la herencia de caracteres bajo las mismas condiciones. Ambos estudios se llevaron a cabo con variedades mexicanas (Sataya), españolas, (blanco cordobés y macarena) y líneas provenientes de Irán y España.

I. Método de Cruzamiento.

Este estudio se llevó a cabo en dos ciclos agrícolas: Invierno de 1973-74 e Invierno de 1974-75. Se utilizaron las variedades Macarena de hoja simple como progenitor femenino y Sataya de hoja compuesta como progenitor masculino. El carácter tipo de hoja fué el que se usó como "marcador" para diferenciar los cruzamientos de las autofecundaciones en la generación F_1 . Ramanujam (1964) y Andrade (1968) reportaron el carácter de hoja compuesta dominante y el de hoja simple recesivo.

I.A.- La siembra de progenitores para el estudio en el primer ciclo se hizo en enero de 1974, las cruces cosecharon en junio y se sembraron en noviembre del mismo año, obteniéndose la generación F_1 , en donde se identificaron los cruzamientos y las autofecundaciones.

I.B.- Para el segundo ciclo de estudio, los progenitores Sataya y Macarena se sembraron en diciembre 10 y 20 de 1974 respectivamente, con el objeto de tener la floración al mismo tiempo en ambos progenitores. En este ciclo se incluyó la emasculación en la mañana y polinización a las 24 horas. Las cruzas se cosecharon en junio y se sembró en el mismo mes la F_1 , eliminando las plantas que tenían hoja simple.

I.C.- En los dos ciclos se escogieron para la emasculación, botones florales próximos a abrir. Para la polinización se escogieron botones florales recién abiertos con anteras de una coloración anaranjado rojizo.

I.D.- En ambos ciclos se evaluaron las cruzas efectivas en base a por ciento. Se usó el mismo método de emasculación y polinización a diferentes intervalos durante el día, según se describe a continuación:

- a).- Emasculación y Polinización en la mañana.
- b).- Emasculación y Polinización en la tarde.
- c).- Emasculación en la mañana y Polinización en la tarde.
- d).- Emasculación en la tarde y Polinización otro día en la mañana.
- e).- Emasculación en la tarde y Polinización a las 24 horas.

(este último solo se llevó a cabo en el ciclo 1974-75).

I.E.- La técnica utilizada para los cruzamientos en el caso de los botones florales del progenitor femenino, consistió en cortar cuidadosamente un sépalo del cá -

liz, posteriormente se insertó la pinza para abrir sin -- romper el estandarte, las alas ni la quilla, extrayendo -- las 10 anteras, tratando de no romperlas para evitar una -- posible autofecundación. Una vez emasculada la flor, se -- polinizó usando flores recién abiertas del progenitor mas -- culino, tomando con las pinzas los granos de polen y res -- tregándolos en el estigma, poniendo una etiqueta de col -- gar en cada botón polinizado con el nombre de los progeni -- tores.

II. Herencia de Caracteres.

Este estudio se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Costa de Hermosillo, Sonora, en tres -- ciclos agrícolas: Inviernos de 1974-75, 1975-76 y 1976-77.

Basado en los resultados que se obtuvieron con -- respecto a métodos de cruzamientos en el ciclo de 1974-75 se escogieron los siguientes progenitores para llevar a -- cabo el estudio:

(1) Variedad Blanco Cordobés

- a).- Grano blanco
- b).- Flor blanca
- c).- Hoja compuesta
- d).- Grano grande
- e).- Grano rugoso

(2) Variedad Macarena

- a).- Grano blanco
- b).- Flor blanca
- c).- Hoja simple
- d).- Grano grande
- e).- Grano rugoso

- (3) Línea uniforme de origen español L-1206
a).- Grano blanco
b).- Flor blanca
c).- Hoja compuesta
d).- Grano chico
e).- Grano rugoso
- (4) Línea uniforme originaria de Irán: P-4311
a).- Grano negro
b).- Flor lila
c).- Hoja compuesta
d).- Grano chico
e).- Grano rugoso
- (5) Línea uniforme: L-41
a).- Grano café oscuro
b).- Flor lila
c).- Hoja compuesta
d).- Grano mediano
e).- Grano liso

De acuerdo a Burkart (1952) este material genético pertenece a las siguientes variedades botánicas:

- (a) Garbanzo blanco: Variedad Macrocarpum
(b) Garbanzo café: Variedad fuscum
(c) Garbanzo negro: Variedad vulgare.

En base a estas características se escogieron los progenitores buscando principalmente el que tuvieran caracteres contrastantes. Las cruces se hicieron de la siguiente manera:

1.- Para el caracter Tipo de Hoja.

Variedad Macarena (hoja simple) x Blanco cordobés (hoja compuesta).

2.- Para el caracter Color de Flor.

Variedad Macarena (flor blanca) x variedad -- Porquero L-41 (flor lila).

3.- Para el caracter Color de la Testa de la Semilla.

Variedad Blanco Cordobés (grano blanco) x P-4311 (grano negro).

4.- Para el caracter Tamaño de Grano y Rugosidad.

Variedad Blanco Cordobés (grano grande y rugoso) x L-1206 (grano chico y liso).

Sin embargo se aprovechó que algunos de estos progenitores tenían caracteres contrastantes, de los que estaban en estudio y se analizaron dichos caracteres para sacar mejores conclusiones. Dado que se conocía el período de floración de cada uno de los progenitores, las siembras se hicieron escalonadas, dependiendo de la precocidad de cada progenitor, sembrándose primero la variedad mas tardía y posteriormente la variedad mas precoz para aprovechar de esta manera todo el período de floración y hacer el número de cruzas programadas.

La floración se inició en marzo y las cruzas se hicieron en marzo al 2 de mayo, como lo muestran los siguientes cuadros:

- (1). Fechas en que se efectuaron las cruzas, número de -
cruzas hechas, número de cruzas logradas y cruzas -
logradas expresadas en porciento, de la crusa : --
Macarena (♀) x L-41 (o).

F e c h a s	Cruzas Hechas
Marzo 31	125
Abril 1º	212
Abril 2	<u>166</u>
Total de cruzas hechas :	503
Cruzas logradas :	56
Cruzas logradas expresadas en porciento :	11.13%

- (2). Fechas en que se efectuaron las cruzas; Número de -
Cruzas hechas; Número de cruzas logradas y Cruzas -
logradas expresadas en porciento, de la crusa : --
Blanco Cordobés (♀) x P.-4311 (o).

F e c h a s	Cruzas Hechas
Abril 5	85
Abril 7	5
Abril 10	230
Abril 14	180
Abril 15	<u>90</u>
Total de cruzas hechas :	590
Cruzas logradas :	45
Cruzas logradas expresadas en porciento:	7.63%

- (3). Fechas en que se efectuaron las cruzas; Número de -
cruzas hechas; Número de cruzas logradas y Cruzas -
logradas expresadas en porciento, de la craza : --
Macarena (♀) x Blanco Cordobés (o).

F e c h a s	Cruzas Hechas
Abril 15	61
Abril 22	215
Abril 23	<u>224</u>
Total de cruzas hechas	: 500
Cruzas logradas	: 35
Cruzas logradas expresadas en porciento	: 7%

- (4). Fechas en que se efectuaron las cruzas; Número de -
cruzas hechas; Número de cruzas logradas y Cruzas -
logradas expresadas en porciento, de la craza : --
Blanco Cordobés (♀) x L-1206 (o).

F e c h a s	Cruzas Hechas
Abril 24	120
Abril 25	50
Abril 28	304
Mayo 1º	92
Mayo 2	<u>54</u>
Total de cruzas hechas	: 620
Cruzas logradas	: 3
Cruzas logradas expresadas en porciento	: 0.48%

En mayo de 1975, se cosechó el material en F_1 , el cual se sembró en diciembre del mismo año para cosecharse en junio de 1976. El material en F_2 se sembró en enero de 1977 surco por planta, a una distancia de .80 cm. entre surcos y de 30-50 cm. entre plantas, dependiendo del tamaño de la población, la cosecha se hizo en julio de 1977.

La toma de datos para concluir el estudio se hizo de la siguiente manera:

a).- Población F_1 : Se tomó la coloración de la flor y el tipo de hoja de las cruas (1) y (2) de los cuadros anteriores.

b).- Población F_2 : Se tomó el color de flor, tipo de hoja, color, rugosidad y tamaño del grano, en las cruas correspondientes a cada carácter.

Para la toma de los datos anteriores se consideró lo siguiente:

(a). Color de Flor.- La dificultad para distinguir las diferentes tonalidades del color lila visualmente, hizo que se considerarán únicamente flor lila y flor blanca.

(b). Tipo de Hoja.- En este caso sólo se consideró la hoja compuesta y hoja simple.

(c). Color de grano.- Aquí se consideraron las diferentes tonalidades resultantes de la cruza.

(d). Tamaño de grano.- Se consideró en función del peso de 100 gramos y del peso promedio dentro de familias y entre familias.

(e). Rugosidad del grano.- Se consideró únicamente grano liso y grano rugoso.

Cada planta se etiquetó, poniendo la cruz, el número de planta y la letra correspondiente, de acuerdo al fenotipo. Es decir se separaron por letras de acuerdo a las características externas. Así por ejemplo, la B.C. x P-4311, P-19-A-1 fue la planta 1 de la letra A de la familia 19 de la cruz Blanco Cordobés x Porquero-4311.

La evaluación de los datos sobre el tipo de herencia se hizo mediante la prueba χ^2 de acuerdo a los valores reales observados y los valores teóricos calculados a una probabilidad del 5%.

R E S U L T A D O S

I. METODO DE CRUZAMIENTO.

Los resultados obtenidos en el presente estudio en ambos ciclos se muestran en los cuadros 1 y 2, en los cuales se proporcionan los datos correspondientes a los intervalos en los cuales se llevó a cabo la emasculación y la polinización.

CUADRO 1.- Datos relacionados a cruzamientos de garbanzo, usando los intervalos que se indican. Invierno de 1973-74.

Intervalos	Total de cruzas - hechas	cruzas - efectivas	% de cruzas efectivas	Proporción de cruzas hechas y efectivas.
Emasculación y polinización en la mañana.	200	6	3	33 : 1
Emasculación y polinización en la tarde	200	7	3.5	29 : 1
Emasculación en la mañana y polinización en la tarde.	200	14	7	14 : 1
Emasculación en la tarde y polinización en la mañana.	200	10	5	20 : 1

Los intervalos en el cuadro anterior muestran mayor efectividad en los cruzamientos con mayor intervalo entre la ---emasculación y polinización, tomando en cuenta estos resultados, en el ciclo 1974-75 se incluyó el intervalo de emasculación en la mañana y polinizar a las 24 horas.

Cuadro 2.- Datos relacionados a cruzamientos de garbanzo, usando los intervalos que se indican. Invierno 1974-75.

Intervalos	Total de cruzas hechas	Cruzas-efectivas	% de cruzas efectivas	Proporción de cruzas-hechas y -efectivas.
Emasculación y polinización en la mañana.	200	10	5	20 : 1
Emasculación y polinización en la tarde.	200	6	3	33 : 1
Emasculación en la mañana - y polinización en la tarde.	200	22	11	9 : 1
Emasculación en la tarde y polinización otro día en la mañana.	200	6	3	33 : 1
Emasculación en la mañana y polinización a las 24 horas.	200	17	8.5	12 : 1

Los resultados de los cuadros 1 y 2 dieron los porcentajes mas altos de cruzas efectivas en ambos ciclos --- cuando se emasculó en la mañana y polinizó en la tarde, y emasculando en la mañana y polinizando a las 24 horas.

II. HERENCIA DE CARACTERES.

Los datos que se obtuvieron durante la segunda generación filial, se clasificaron por características para cada tipo de cruce, dentro de cada una de ellas. La prueba de concordancia se hizo con el objeto de conocer la similitud entre los valores reales observados y los valores teóricos calculados para las hipótesis planteadas. Para comprobar la prueba anterior y precisar su significancia se hizo la prueba de χ^2 , la cual nos permite observar la discrepancia entre valores observados y las teóricas calculadas. Para ello se estableció un límite de probabilidad del 5% a partir del cual se considera que un valor de χ^2 con una probabilidad menor del 5% indica diferencia significativa, es decir, que siempre que el valor obtenido para χ^2 corresponda a una probabilidad de más de 5% se considera prueba suficiente de que los valores reales observados en el experimento se ajustan a la distribución teórica o hipótesis formulada.

El valor de χ^2 se calcula mediante la fórmula:

$$\chi^2 = \frac{(O - E)^2}{E}$$

en donde: O = valores reales observados

E = valores teóricos calculados

Cuadro 3.- Herencia del color de flor en dos diferentes cruzas y la prueba de χ^2 para la hipótesis de una segregación 3:1 en F_2 .

CRUZA MACARENA (♀) x Porquero L-41 (♂)							
Color de flor	Valor real observado.	Valor teórico esperado	(O - E)	(O - E) ²	(O - E) ² /E	probabilidad	
Blanca	801	784.75	+	16.25	264.0625	0.33649	
Lila	2338	2354.25	-	16.25	264.0625	0.11216	
					Valor χ^2 =	0.44865	0.50
CRUZA BLANCO CORDOBES (♀) x Porquero 4311 (♂)							
Blanca	671	705.25	-	34.25	1173.06	1.66	
Lila	2150	2115.75	+	34.25	1173.06	0.55	
Población total	5960			Valor χ^2 =		2.21	0.50-0.10

Los resultados del cuadro anterior, corresponden al color de flor en donde los caracteres de los progenitores eran contrastantes. Macarena y Blanco Cordobés de flor blanca y los Porqueros de flor lila. En ambas cruzas se encontró una probabilidad superior al 5%. Se acepta la hipótesis de una segregación de 3 : 1

Cuadro 4.- Herencia del tipo de hoja en dos diferentes cruzas y la prueba de χ^2 para la hipótesis de una segregación 3:1 en F_2 (monohíbrido).

CRUZA MACARENA (♀) x PORQUERO L-41 (♂)						
Tipo de hoja	Valor real observado.	Valor teórico esperado	(O - E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E	Probabilidad
Simple	834	873	-	39.0	1521	1.7423
Compuesta	2658	2619	+	39.0	1521	0.5807
					Valor $\chi^2 = 2.3230$	0.20-0.10
CRUZA MACARENA (♀) x BLANCO CORDOBES (♂)						
Simple	870	885	-	15.0	225.00	0.2586
Compuesta	2670	2655	+	15.0	225.00	0.0847
					Valor $\chi^2 = 0.3433$	0.50-0.90

En las dos cruzas se utilizó Macarena como progenitor femenino, por ser la única variedad de "garbanzo blanco" Homocigota para hoja simple, La Porquero L-14 y la Blanco Córdoba se utilizaron como progenitores masculinos, siendo ambas homocigotas para hoja compuesta. En ambos casos se encontró una probabilidad superior al 5% , lo que indica que se acepta la hipótesis de una segregación de 3 : 1.

Cuadro 5.- Herencia de la rugosidad del grano en la cruz a Blanco Cordobés - x L-1206 y la prueba de χ^2 para la hipótesis de una segregación- 7 : 1

CRUZA BLANCO CORDOBES (♀) x L-1206 (♂)						
Tipo de grano	Valores reales observados	Valores teóricos calculados	(O - E)	(O - E) ²	(O - E) ² /E	Probabilidad
Lisos	686	670.26	+ 15.74	247.75	0.37	
Rugosos	96	111.71	- 15.74	247.75	2.22	
Población total:	782			Valor $\chi^2 = 2.59$	0.20-0.10	

De acuerdo a los datos obtenidos en el cuadro anterior - la proporción 7 : 1 se debió en gran parte al medio ambiente, - debido a que las temperaturas bajas influyen grandemente en la rugosidad, causando formación de granos lisos en las plantas -- más susceptibles; haciendo difícil la identificación de granos lisos debido a variaciones ambientales o variaciones genéticas.

En esta misma cruz a se estudió el tamaño de grano. Sin embargo no fué posible hacer ninguna evaluación debido a la poca cantidad de grano F₂. Lo anterior no permitió sacar ningún - dato interesante, además, al igual que la rugosidad, el medio - ambiente influye grandemente, formándose granos chicos en las - plantas susceptibles a bajas temperaturas; hizo difícil la identificación de los diferentes tamaños de granos debidos a variaciones ambientales o variaciones genéticas.

Cuadro 6.- Herencia del color de la testa de la semilla en la crusa -- Blanco Cordobés x P-4311 y la prueba de χ^2 para la hipótesis de una segregación 9 : 3 : 4.

CRUZA BLANCO CORDOBES (♀) x P-4311 (♂)						
Color de grano	Valores reales observados	Valores teóricos calculados	(O - E)	(O - E) ²	(O-E) ² /E	Probabilidad
Intermedio	3200	3205.68	- 5.68	32.26	0.01	
Negro	1394	1424.76	- 20.76	430.98	0.31	
Blanco	1105	1068.57	+ 26.43	698.54	0.65	
No. total de granos	5699			Valor $\chi^2 =$	0.97	0.90-0.50

El cuadro anterior nos muestra una segregación de 9 : 3 : 4 la cual corresponde a una epistasia. La coloración intermedia que se menciona en dicho cuadro incluyen coloraciones "pintas" y otras muy diferentes a los progenitores como café y rojizo. Las cuales son difíciles de diferenciar por lo cual sólo se asume "coloración intermedia".

DISCUSION

I. METODO DE CRUZAMIENTO.

Los resultados obtenidos en el primer ciclo fueron muy similares a los de ICRISAT (1973-74) en donde no se encontró diferencia, al emascular y polinizar simultáneamente a cualquier hora del día. Las proporciones fueron de -- 33:1 haciéndolo en la mañana y de 29:1 haciéndolo en la -- tarde. En el segundo ciclo hubo una diferencia de hasta 10 cruzas efectivas entre las dos variantes, siendo mejor la-emasculación y polinización simultáneamente en la mañana.

El mejor intervalo del método utilizado fue el de emascular en la mañana y polinizar en la tarde, en que se obtuvo en el primer ciclo un 7% de cruzas efectivas (pro--porción de 14:1). En el segundo ciclo la efectividad mejoró hasta un 11% (proporción 9:1). La variante de emascular y polinizar en la tarde fue la menos efectiva, en el pri --mer ciclo se obtuvo una proporción de 29 hechas por una -- efectiva, en el segundo fue de 33:1.

Andrade (1968) al utilizar diferentes progenito --res, obtuvo de un 5% a un 25% de cruzas efectivas. Ladizinsky et. al. (1976) al hacer cruzamientos interespecíficos --obtuvo también diferencias en la efectividad de las cruzas desde un 0.43% hasta un 7.9%. Estos resultados fueron si--milares a los obtenidos en la determinación de la Herencia de Caracteres que fueron de un 0.48% hasta un 11.13% al --utilizar diferentes progenitores, permitiendo establecer --que dependiendo de la aptitud combinatoria de los progeni--tores utilizados y en base a los valores de las proporcio--nes encontradas entre cruzas hechas y cruzas efectivas, di--chos valores pueden cambiar.

II. HERENCIA DE CARACTERES.

II.1 Color de flor.

Los resultados indican la segregación clásica de un monohíbrido, en donde toma dos colores diferentes. Dichos resultados coinciden con las observaciones hechas por Andrade (1968) en donde encontró dominancia completa del color lila sobre el blanco. También coinciden con los estudios de Athwal y Brar (1970) en donde encontraron herencia simple al cruzar flor rosa con flor blanca. En otras leguminosas se han encontrado los mismos resultados al cruzar el carácter flor blanca x morada o lila.

II.2 Tipo de Hoja.

Los resultados de este estudio y los obtenidos en el estudio de Método de Cruzamiento al cruzar los progenitores Macarena por Sataya, se obtuvo una población F_1 de hoja compuesta, indican al igual que el estudio anterior, la segregación clásica de un monohíbrido, siendo similares a los resultados obtenidos por Ramanatha et. al. (1970), Ramanujam et. al. (1976) y Argikar (1952), aunque los de estos últimos son confusos.

II.3 Rugosidad del Grano.

La proporción que se obtuvo en esta cruce de 7:1 se debió en gran parte al medio ambiente, ya que la rugosidad se enmascara fácilmente por la influencia de bajas temperaturas. Andrade (1968) menciona en sus observaciones que en la F_1 los granos variaron al cruzar lisos por rugosos - de poco lisos a lisos, siendo semejantes a los resultados obtenidos en este trabajo. Sin embargo en F_2 la proporción 7:1 no es confiable, debido a las bajas temperaturas que enmascaran la rugosidad.

II.4 Tamaño de grano.

Al igual que en la rugosidad del grano la influencia del medio ambiente y los pocos granos F_2 obtenidos no permitieron hacer ninguna evaluación.

II.5 Color de grano.

Los resultados obtenidos por Andrade y López (1968) en donde encontraron que la herencia se debía a efectos -- complementarios con efectos de epistasis recesiva se confirmaron al llevar a cabo conteos en granos F_2 . Se encontró una proporción de 9:3:4 lo cual indica que se cruzaron la variedad de grano color negro (NNbb) con la variedad de grano color blanco (nnBB), toda la progenie de la F_1 fue una combinación de NnBb lo cual dió diferentes tonalidades al de los progenitores. La F_2 de acuerdo al cuadro 6 fué en una proporción de 9 intermedios (pintos), 4 negras y 3 blancas, lo cual es una modificación de la proporción 9:3:3:1. Lo anterior nos demuestra que cuando están presentes los genes N y B la coloración será siempre diferente al blanco y al negro. Cuando N y B estén presentes la coloración será negra y cuando n y b se combinen la coloración será blanca.

C O N C L U S I O N E S

(1) Es posible llevar a cabo cruzamientos en garbanzo bajo condiciones de campo en la Costa de Hermosillo.

(2) Utilizando el método descrito en este trabajo, el mejor intervalo entre emasculación y polinización, fué el de emasculación en la mañana y polinización en la tarde.

(3) Los porcentajes de efectividad varían de --- acuerdo a la aptitud combinatoria de los progenitores utilizados.

(4) El color de la flor lila domina sobre el color de flor blanca en una proporción de 3:1.

(5) El tipo de hoja es de herencia simple. El carácter hoja compuesta domina sobre el carácter hoja simple, en una proporción de 3:1.

(6) Para determinar la herencia de rugosidad y color del grano es necesario llevar a cabo nuevos estudios - bajo condiciones controladas de temperatura, dada la influencia tan marcada que ejerce sobre estos caracteres las bajas temperaturas.

(7) En la herencia del color de la testa de la semilla, se encontró posible efecto de epistasis recesiva.

BIBLIOGRAFIA

- Alam, M. 1935.- A Genetical Analysis of Cicer arietinum L. XXII. Indian. SCI, Agric. 369-70.
- Andrade, A.E. 1968.- Mejoramiento genético del garbanzo de exportación. Memoria del 3er. Congreso Nacional de - Fitogenética A.C. 376-381.
- Andrade, A.E. 1976.- Técnicas de polinización en varias le guminosas. 2da. Reunión Nacional del Dpto. de Legumi nosas Comestibles. INIA. (inédito).
- Anónimo. 1973-74.- ICRISAT, Annual report.
- Argikar, G.P. 1952.- Some unreported Mutations in Cicer -- arietinum L. J. Indian Boc. Soc. 31: 362-69.
- Argikar, G.P. y R.D'Cruz. 1962.- Inheritance of foliage co tyledon and test color in Cicer. Indian J. Genetics. 22 (3).
- Athwal D.S. y Sandha G.S. 1967.- Inheritance of seed size- and seed per pod in Cicer. The Indian Journal of Ge- netics & Plant Breeding. New Delhi. Vol. 27: 21-33.
- Balasubrahmanyam, R. 1951.- Inheritance of seed coat color in gram., Biol. Abstr. 27: 151-62.
- Brar, H.S. 1967.- Inheritance of flower colour and its re- lationship with some mutant loci in Cicer. The Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. Vol. 27: 246- 251.
- Brar H.S. y Athwal D.S. 1970.- Identification of genes con- troling seed colour in Cicer arietinum. The Indian - Journal of Genetics and Plant Breeding. Vol. 30 : -- 690-703.
- Burkart, A. 1952.- Las leguminosas argentinas silvestres - y cultivadas. 2da. Ed. ACME Agency, Soc. de Res. Ltd Buenos Aires, Argentina, 569 pp.
- Campos T.A. et al. 1961.- Selección de variedades de garban zo en tres regiones de México. Agricultura Técnica en México. No. 11: 16-18.
- Chandra, S. 1968.- Variability in gram. Indian J. Genet, -- 28: 205-210.
- Garza Ch. R. (1961).- Estudio preliminar sobre algunas en- fermedades del garbanzo Cicer arietinum L. en Chapin- go, Méx. Tesis MC. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. (Inédito).

- Crispín M. A. y López G.H. 1976.- El Garbanzo Un Cultivo en México. Folleto de divulgación. No. 56, INIA-SAG, México.
- Ekbote, R.B. 1937.- Mutations in grams (Cicer arietinum L.) Curr. Sci. 5: 648-649.
- Ekbote, R.B. 1942.- Genetics of two mutations in Cicer. Biol Abstr. 21: 110-137.
- García Q. R. 1976.- El cultivo del garbanzo en la Costa de Hermosillo. Circular CIANO No. 87. INIA-SAG.
- Joshi S.H. 1972.- Variability and associations of some yield components in gram (Cicer arietinum). The Indian Journal of Agricultural Sciences. Vol. 42: 397-399.
- Ladizinsky C. and A. Adler. 1976.- The origin of chickpea-Cicer arietinum L. Euphytica 25: pp 211-217.
- Larrea R.E. 1967.- Microsporogénesis de tres variedades de Cicer arietinum L. y de sus híbridos. Tesis. Colegio de Postgraduados E.N.A. (Inédito). Chapingo, Méx.
- Laumont, P. y A. Chevasus 1959.- Norte Sur l'amélioration - dupois chiche en Algérie. Institut. Agrícola D'Algérie.
- López G.H. y Andrade A.E. 1973.- El garbanzo y su cultivo en el valle de Culiacán. Circular No. 30 3era. Ed. INIA-SAG.
- Mateo B. J.M. 1961.- Leguminosas de grano. Salvat editores-S.A. Barcelona, España. pp. 69-83.
- Mlknejad M. y M. Khnosh-Khui 1972. Natural cross pollination in gram (Cicer arietinum). The Indian Journal of Agricultural Sciences. Vol. 42:273-74.
- Mirris, D.O. 1958. Lime in relation to the nodulation of -- tropical Legums. Nutrition of the Legumes: 164-182.
- Pathak N.,G. y Jaimanyal. 1964 Ten new mutants in bengal - - gram Indian J Genet. 24: 137-143.
- Phandis B., A 1946. Xenia in cotyledon colour of gram. Biol.- Abstr. 31: 11037.
- Poehlman, J.M. 1969 Mejoramiento Genético de las cosechas. - primera Edición, Primera reimpresión. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México.
- Popov M.,G. 1929. The genus Cicer and it's species. Bulletin of Applied Botany of Genetics and plant Breeding, XXI-th. Volumen No. 1 Leningrado Editorial Board.

- Ramanujam S., S. et. al. 1964.- Potetoalities of the hetero
sis breeding in Cicer. Indian J. Genet. 24: 122-129.
- Rao M., N. et. al. 1959.- The chemical composition and nutri
tive value of Bengal gram, (Cicer arietinum). Food; ---
science 8: 391-395. (India).
- Ramanujam S., S. y Joshi A., B. 1941.- Colchicine-induced --
polyploidy in crop plants. I. Gram (Cicer arietinum, L)
Indian Journal agric. Sci. Vol. II part VI.
- Singh B., K. y Athwal D., S. 1962.- C235 is the answer to --
blight (Phyllosticta rabiei). Indian farming. 12: 20-22
- Singh D. y Shyam R. 1959.- Ovule sterility in gram, Cicer --
arietinum, Current Sci. 28: 294-295. (India).
- Tutin, T.G. 1958.- Classification of the legumes. Nutrition-
of legumes (3-14).
- Vavilov, N.I. 1951.- The origin, variation, inmunity and ---
breeding of cultivated plants. Chronica Botanica, Wal -
tham, Mass.