

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“ESTUDIO COMPARATIVO DE CUATRO GENOTIPOS DE  
GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) DURANTE DOS CAMPAÑAS  
EN COSTA CENTRAL”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**MAURO FERNANDO LEÓN BORJAS**

**LIMA - PERÙ**

**2020**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis  
(Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE CUATRO GENOTIPOS DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) DURANTE DOS CAMPAÑAS EN COSTA CENTRAL”**

Presentado por:

**MAURO FERNANDO LEÓN BORJAS**

**Tesis para optar el Título de  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:**

.....  
**Dr. Hugo Soplín Villacorta**  
**Presidente**

.....  
**Ing. Amelia Huaranga Joaquín**  
**Asesora**

.....  
**Dr. Félix Camarena Mayta**  
**Miembro**

.....  
**Ing. Sady García Bendezú**  
**Miembro**

## **DEDICATORIA**

Lo primero a nuestro padre celestial, ya que sin Él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Señor Jesucristo, gracias por estar aquí, por permitirme tener una familia, por las pruebas que me hacen crecer como persona y me permiten dar lo mejor de mí.

El presente estudio de investigación está dedicado a mi esposa Yazmín, a mis hijos Diego, Bruno y Valentina, por su apoyo constante y comprensión.

A mis padres, Mauro y Esther por brindarme su amor y apoyo en todas las etapas de mi vida, enseñándome ejemplos de superación y fortaleza.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Ing. Amelia Huaranga Joaquín, por su asesoramiento en la presente tesis.

Al Dr. Hugo Soplín, Dr. Félix Camarena Mayta y Dr. Sady García Bendezú por su ayuda en la revisión del trabajo de tesis.

A todos mis amigos y compañeros de trabajo, por sus consejos que me motivaron a retomar el trabajo de tesis y concluirla.

## ÍNDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>                            | <b>1</b>  |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>                  | <b>2</b>  |
| 2.1. Taxonomía del garbanzo .....                       | 2         |
| 2.2. Requerimientos medio ambientales.....              | 3         |
| 2.2.1. Temperatura .....                                | 3         |
| 2.2.2. Humedad .....                                    | 3         |
| 2.2.3. Suelo.....                                       | 4         |
| 2.3. Ensayos comparativos de rendimiento actuales ..... | 4         |
| 2.4. Interacción genotipo – ambiente .....              | 6         |
| 2.5. Adaptación.....                                    | 8         |
| <b>III. METODOLOGÍA .....</b>                           | <b>10</b> |
| 3.1. Campo Experimental.....                            | 10        |
| 3.1.1. Ubicación .....                                  | 10        |
| 3.1.2. Historia del Campo.....                          | 10        |
| 3.1.3. Información Meteorológica.....                   | 11        |
| 3.1.4. Suelos .....                                     | 13        |
| 3.2. Material genético .....                            | 14        |
| 3.3. Diseño Experimental .....                          | 14        |
| 3.3.1. Características Del Diseño Experimental.....     | 14        |
| 3.3.2. Procedimiento Del Análisis Estadístico .....     | 15        |
| 3.4. Fase de Campo .....                                | 16        |
| 3.4.1. Labores Realizadas.....                          | 16        |
| 3.5. Características Evaluadas .....                    | 18        |
| 3.5.1. Rendimiento en Grano Seco y sus Componentes..... | 18        |
| 3.5.2. Características Morfoagronómicas.....            | 19        |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>                 | <b>22</b> |
| 4.1. Rendimiento de Grano y sus Componentes .....       | 22        |
| 4.1.1. Rendimiento .....                                | 22        |
| 4.1.2. Número de vainas llenas por planta .....         | 31        |
| 4.1.3. Número de granos por vaina .....                 | 32        |
| 4.1.4. Peso de 100 semillas .....                       | 33        |
| 4.1.5. Días a la floración .....                        | 33        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1.6. Días a la madurez de cosecha.....   | 34        |
| 4.2. Características Morfoagronómicos..... | 35        |
| 4.2.1. Hábito de crecimiento .....         | 35        |
| 4.2.2. Dehiscencia .....                   | 35        |
| <b>V. CONCLUSIONES.....</b>                | <b>40</b> |
| <b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>            | <b>42</b> |
| <b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>              | <b>43</b> |
| <b>VIII. ANEXOS .....</b>                  | <b>48</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Datos meteorológicos distrito de La Molina .....   | 12 |
| Tabla 2: Análisis de caracterización de suelos (experimento del campo Guayabo I en dos campañas agrícolas 2001 y 2003) .....  | 13 |
| Tabla 3: Genotipos de Garbanzo evaluados en el estudio en los años 2001 y 2003 .....  | 14 |
| Tabla 4: Análisis de la Variancia Combinado Modelo al Azar .....  | 21 |
| Tabla 5: Cuadrados medios del análisis combinado de dos campañas 2001 y 2003 del rendimiento de grano y otras características.....  | 23 |
| Tabla 6: Análisis de covariancia del rendimiento de la parcela y el número de plantas cosechadas bajo condiciones de La Molina durante el año 2001 .....                  | 24 |
| Tabla 7: Cuadrado medio corregido del rendimiento y cuadrados medio de las características de 4 genotipos de Garbanzo, sembrados en La Molina durante el año 2001 .....   | 25 |
| Tabla 8: Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para el rendimiento de grano seco (Kg/ha) de los tratamientos estudiados en el año 2001 .....                           | 27 |
| Tabla 9: Análisis de covariancia del rendimiento de la parcela y el número de plantas cosechadas bajo condiciones de La Molina durante el año 2003 .....                  | 28 |
| Tabla 10: Cuadrado medio corregido del rendimiento y cuadrados medios de las características de 4 genotipos de Garbanzo, sembrados en La Molina durante el año 2003 ..... | 29 |
| Tabla 11: Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para el Rendimiento de grano seco (Kg/ha) de los tratamientos estudiados en el año 2003 .....                          | 30 |
| Tabla 12: Promedios de vainas llenas por planta, prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad en los años 2001 y 2003 .....   | 32 |
| Tabla 13: Promedios de números de grano por vaina y peso de 100 semillas (g), prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad en los años 2001 y 2003 .....                      | 32 |
| Tabla 14: Promedios de días a la floración (días) y días a la madurez fisiológica (días), prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad en los años 2001 y 2003 .....          | 35 |
| Tabla 15: Características morfoagronómicas evaluadas de los 4 genotipos de Garbanzo en los años 2001 y 2003 .....   | 36 |
| Tabla 16: Características de calidad de grano de los 4 genotipos de Garbanzo estudiados .....   | 38 |





## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1: Resultados promedios de las características cuantitativas evaluadas en el experimento bajo condiciones de La Molina durante el año 2001 ..... | 49 |
| Anexo 2: Resultados promedios de las características cuantitativas evaluadas en el experimento bajo condiciones de La Molina durante el año 2003 ..... | 49 |
| Anexo 3: Costos de Producción del Garbanzo por Hectárea.....   | 50 |
| Anexo 4: Composición Química del Garbanzo y otras Leguminosas de Grano (En 100 g. de parte comestible).....  | 51 |

## RESUMEN

La presente investigación de tres variedades y una línea de Garbanzo tuvo como objetivo determinar la interacción genotipo por año en esta leguminosa para el rendimiento de grano y componentes y evaluar las características morfoagronómicas en La Molina. La línea ILC-464 proviene del Centro Internacional para la investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA) y las variedades Rosado Precoz, Blanco Español y Culiacancito del Ministerio de Agricultura de ICA, manejado bajo condiciones de invierno en costa central en el campo experimental Guayabo sector II del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. La siembra se realizó en junio para los dos años (2001-2003). La cosecha se hizo manualmente, se realizaron las labores agrícolas más comunes y no se aplicó fertilizantes al suelo. Se evaluaron el rendimiento de grano y sus componentes, las características morfoagronómicas y reacción a las plagas y enfermedades. Los análisis estadísticos se realizaron para el rendimiento de grano seco y sus componentes y se hizo una descripción de las variables cualitativas según el descriptor de garbanzo. Sobresalieron por su capacidad de rendimiento según Duncan, la línea ILC-464 con 1847 kg/ha y la variedad Rosado Precoz con 1406 kg/ha en el año 2001 y en el 2003 la línea ILC-464 obtuvo 1244 kg/ha y la variedad Rosado Precoz con 1228 kg/ha.

En cuanto a la precocidad destacaron las variedades Culiacancito y Rosado Precoz con 59 y 65 días a la floración y madurez de cosecha fue Rosado Precoz e ILC-464 con 187 días. Rosado Precoz e ILC-464 dieron 54.3 y 43.4 vainas llenas, respectivamente; la línea ILC-464 tuvo 1.4 granos/vaina y en peso de 100 semillas destacó Culiacancito con 67.8 g.

La textura del grano fue áspera para todas la variedades y línea, el color fue beige, amarillo beige y blanco marfil para las variedades Rosado Precoz, la línea ILC-464 y finalmente la variedad Blanco Español respectivamente, la forma redondeada irregular de la semilla fue para la variedad Rosado Precoz y la angular se presentó en las variedades Culiacancito, Blanco Español y la línea ILC-464, el color de la yema de la semilla varió de marrón salpicado a marrón tostado.

**Palabras clave:** Garbanzo, variedades, línea, rendimiento de grano.

## SUMMARY

The present research of three varieties and a line of Chickpea was aimed at determining the genotype interaction per year in this legume for grain and component yield and to evaluate the morphoagronomic characteristics in La Molina. The ILC-464 line comes from the International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA) and the varieties Precocious Rose, Spanish White and Culiacancito from the Ministry of Agriculture of ICA, managed under winter conditions in the central coast in the experimental field Guayabo sector II of the campus of the National Agrarian University La Molina. The experimental design used was that of Completely Randomized Blocks with four treatments and three repetitions. Planting was done in June for the two years (2001-2003). The harvest was done manually, the most common agricultural tasks were performed and no fertilizers were applied to the soil. Grain yield and its components, morphoagronomic characteristics and reaction to pests and diseases were evaluated. The statistical analyses were carried out for the yield of dry grain and its components and a description of the qualitative variables was made according to the chickpea descriptor. According to Duncan, the line ILC-464 with 1847 kg/ha and the variety Rosado Precoz with 1406 kg/ha stood out in 2001 and in 2003 the line ILC-464 obtained 1244 kg/ha and the variety Rosado Precoz with 1228 kg/ha.

In terms of precocity, the varieties Culiacancito and Rosado Precoz stood out with 59 and 65 days at flowering and the harvest maturity was Rosado Precoz and ILC-464 with 187 days. Early Rosé and ILC-464 gave 54.3 and 43.4 full pods, respectively; the line ILC-464 had 1.4 grains/sheath and in weight of 100 seeds Culiacancito stood out with 67.8 g.

The texture of the grain was rough for all varieties and lines, the color was beige, beige yellow and ivory white for the varieties Rosado Precoz, the line ILC-464 and finally the variety Blanco Español respectively, the irregular rounded shape of the seed was for the variety Rosado Precoz and the angular was presented in the varieties Culiacancito, Blanco Español and the line ILC-464, the color of the bud of the seed varied from brown dotted to brown toasted.

**Keywords:** Chickpea, varieties, line, grain yield.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad gran parte de la crisis alimentaria y los grandes desequilibrios nutricionales existentes en el mundo tienen su origen en el déficit proteico generado por el consumo excesivo e indiscriminado de productos de origen animal en la mayoría de los países. Pero este déficit se puede cubrir mediante el uso de otras fuentes de proteínas de origen vegetal como las leguminosas (frijol, pallar, garbanzo, lentejas, entre otras).

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una de las leguminosas de mucho valor alimenticio humano, por su alto porcentaje de proteína en el grano; además la paja del garbanzo es un excelente concentrado en la alimentación animal.

En el País las mayores áreas con esta leguminosa se encuentran en la zona sur de la costa (Ica), la costa central y costa norte (Lambayeque). El 95% del área sembrada de garbanzo en nuestro país se sitúa en el departamento de Ica; sin embargo, la superficie cultivada es reducida, por lo que es importante ampliar las áreas agrícola de este cultivo, desarrollando difusión e incentivo, así como de mejoramiento y evaluación de cultivares más productivos y de mejor adaptación a cada región del país. El Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina viene evaluando variedades de garbanzo promisorias en las condiciones de la costa central y en esta investigación los objetivos son:

- Determinar la interacción genotipo x ambiente de cuatro genotipos de garbanzo para el rendimiento de grano seco y sus componentes.
- Evaluar sus características morfoagronómicas del garbanzo en los años 2001 y 2003 en La Molina.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

El garbanzo ocupa el tercer puesto mundialmente, se siembra en más de 50 países, con el 90 % de la producción de garbanzo proviene de Asia, específicamente de India.

Actualmente se cosechan 14,2 millones de toneladas de esta leguminosa a nivel mundial, en una área de 14,8 millones de hectáreas (De Bernardi, 2016). Se siembra en regiones tropicales y áridas del mundo. Kabulí es un tipo que prospera en Turquía, México, Canadá y Argentina, el tipo Desi es común en todo el Medio Oriente y África del Norte, en los países de la India, Bangladesh y Pakistán (De Bernardi, 2016; ICARDA, n.d.).

En nuestro país, en el 2015 el garbanzo ocupó el noveno puesto en el ranking de las leguminosas con respecto a su área cosechada, con 1697 hectáreas y una producción de 2348 toneladas con rendimiento promedio nacional de 1,4 t/ha, siendo los productores en la zona de La Libertad, Ica, Lambayeque y Ayacucho (Ministerio de Agricultura y Riego, 2016).

### 2.1. Taxonomía del garbanzo

Según Cronquist (1981), el garbanzo (*Cicer arietinum* L.) comprende lo siguiente:

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Cicer*

Especie: *Cicer arietinum* L.

## **2.2. Requerimientos medio ambientales**

### **2.2.1. Temperatura**

Guerrero (1983), menciona que el garbanzo puede germinar desde una temperatura de 10°C, hasta 40 °C, la temperatura ideal de germinación esta entre 25 °C y 35 °C. El garbanzo para su crecimiento óptimo necesita temperaturas de día y de noche que oscilen entre los 18-26 °C y 21-29 °C, respectivamente. También indica que hay una variación importante de acuerdo con el cultivo en la temperatura del suelo requerida para la germinación, pero generalmente debe sobrepasar los 5 °C y estar por debajo de los 15°C. Se necesita sol claro para obtener buenos rendimientos, la floración se reduce y se dificulta la germinación cuando el tiempo es nuboso y sobre todo si hay mucha humedad.

Huayama (1986), nos dice que a una temperatura promedio de 17.3 °C en época de invierno en La Molina, se obtuvo buenos rendimientos de garbanzo en el periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo. La época de siembra ideal es en los meses de invierno.

Naccha (1992), señala que el comportamiento del garbanzo en La Molina se adapta mejor a una temperatura promedio de 18.4°C en la germinación y crecimiento de la planta dando así buenos resultados al final de la campaña. Camarena *et al.* (2002), indica que la temperatura menor a 18 °C la germinación se prolonga y cuando el suelo llega a una temperatura de 44 °C no produce germinación.

### **2.2.2. Humedad**

No se adapta a la alta precipitación de los trópicos porque se obtendrán muchos daños en la floración. Sotomayor (1978), indicó que luego de la siembra, se da dos riegos antes de la floración y uno al principio de la fructificación; recomienda no regar en plena floración ya que ocasiona caída de flores. Estos riegos deben ser livianos, pues el garbanzo es muy perceptible a la humedad.

Litzenberger (1973), mencionó que en Pakistán y la India están aproximadamente al 95% de la superficie mundial dedicado al cultivo de garbanzo, esta planta se cultiva principalmente con humedad guardada o almacenada en el invierno.

En CIAT (1976) citado por Huayama (1986), señala que la humedad relativa de 84% evita la caída de flores y aumenta los rendimientos en un 27%. Mientras que Tejada (2000), afirma que la evaluación del garbanzo en condiciones de costa central con una humedad relativa de 83% ha dado buenos resultados y se comporta adecuadamente durante toda la campaña y se realizó tres riegos ligeros.

### **2.2.3. Suelo**

Kay (1979), menciona que el garbanzo puede crecer sobre diferentes rangos de suelos, siempre que tenga buen drenaje, puesto que no soporta el encharcamiento. La falta de aire puede provocar una nodulación casi nula y una baja actividad rizobial. El garbanzo es sensible a la reacción del suelo, prefiriendo los suelos ligeramente ácidos de pH 5.6 - 6.2 sobre los muy ácidos o alcalinos; el garbanzo prefiere suelos arenosos (suelos) con buen contenido de fósforo, potasa y calcio, según Mateo (1961).

Guerrero (1983), señaló que los garbanzos son muy sensibles a la salinidad. El riego con aguas de conductividad de 10 mmhos/cm. puede reducir la cosecha hasta un 55%.

### **2.3. Ensayos comparativos de rendimiento actuales**

Álvarez (1993), habla de la adaptación de 50 líneas de garbanzo en costa central en época de invierno, indica que encontró que las líneas con mayor rendimiento fueron FLIP88-4C, FLIP89-65C, FLIP89-73C con 3594, 3375 y 3325 Kg/ha, respectivamente. La correlación lineal simple nos indica que hay una gran relación entre el rendimiento de grano y los parámetros, número de granos por vaina, peso de 100 semillas e índice de cosecha. También Huayama (1986), registró que la línea FLIP-85-40W con 2596 Kg/ha destacó en el rendimiento de grano, seguido de FLIP-81-34W y FLIP-81-56W con 2193 y 1978 Kg/ha, respectivamente, y aventajaron ampliamente al promedio de 1108 Kg/ha. También indican que la colección del cultivar ACV-005 ocupó el cuarto lugar del orden de mérito con un rendimiento de 1755 Kg/ha

En un experimento que compara el rendimiento de 19 cultivares introducidos de garbanzos y un testigo local, realizados en el valle de ICA concluyeron que solamente una variedad superó en rendimiento al testigo siendo estos: el cultivar ILC2587, con un rendimiento de

1984 Kg/ha, siguiendo en orden de mérito el testigo local (Criollo de Ica), con un rendimiento de 1800 Kg/ha. Los cultivares precoces fueron ILC2587, con 100 días; el testigo (Criollo de Ica), con 112 días; mientras que el cultivar más tardío fue el ILC254, según ICARDA (1984).

En la Estación Experimental Vista Florida (1976), realizaron ensayos durante cuatro años (1972, 1973, 1974, 1975), se obtuvieron los siguientes rendimientos de las variedades EE.UU. G-I-736, Turquía G-2, PM1, Español, Gigante Americano y el Criollo con 4153, 3584, 2983, 2869 y 2517 Kg./ha, respectivamente; con periodo vegetativo promedio de 130 días.

La Estación Experimental Vista Florida también evaluó épocas de siembra en Muy Finca y Mochumí, en siembras de junio con las variedades: Español, Gigante Americano, Criollo y Chancay se obtuvieron rendimientos de 5878, 2190, 3243, 1963 Kg/ha y con periodos vegetativos de 177, 154, 148, y 148 días respectivamente. Mientras que los sembrados en agosto se obtuvieron los siguientes rendimientos: 3323, 2196, 1831 y 852 Kg/ha con periodos vegetativos de 126, 129, 112 y 112 días respectivamente.

Montoya (1970), evaluó densidades de siembra en garbanzo con la variedad Criollo de La Molina y a un distanciamiento de 0.80 x 0.40 m. se consiguió un rendimiento alto con 2343 Kg/ha y manifestó que la densidad de siembra no intervino en la calidad ni en el número de granos por vaina.

Tejada (2000), evaluó genotipos de garbanzo en siembras de época de invierno con condiciones de La Molina, indica que la variedad que obtuvo el mejor rendimiento fue S95170 con 4177.18 kg/ha y las variedades S96245, ILC 464 y FLIP85-5C presentaron 3350.9 kg/ha, 2527.0 kg/ha y 2148.0 kg/ha, respectivamente. Además menciona que una pequeña variación en la temperatura si afecta la altura de planta.

El Programa de leguminosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2001), realizó investigación de variedades de garbanzo en La Molina, halló que los mejores rendimientos fueron FLIP 95-3C con 3359.89 kg/ha, FLIP95-23C con 2944.19 kg/ha, Blanco Español con



2614.03 kg/ha y FLIP95-26C con 2341.32 kg/ha y el testigo Rosado Precoz con un rendimiento de 2032.86 kg/ha.

Polo (2003), trabajo con 8 variedades de garbanzo bajo condiciones de costa central, concluyo que los mejores rendimientos fueron en los cultivares: ILC 464, Rosado Precoz, Garbanzo Comercial, FLIP 95-23C y FLIP 95-26C con 2295.84, 2133.07, 2075.0, 1680.47 y 1634.64 kg/ha., respectivamente. El testigo Culiacancito consiguió 1176.64 kg/ha. El rendimiento promedio fue de 1595.46 kg/ha. La variedad Blanco Español obtuvo el rendimiento más bajo con 322.40 kg/ha.

Chipana (2015), analizó 36 variedades de garbanzo del tipo Kabuli proveniente de ICARDA bajo condiciones de La Molina, el rendimiento promedio fue de 2835 kg/ha y el rango fue de 1635 kg/ha para la variedad FLIP 98-138C hasta 4100 kg/ha correspondiente a FLIP 97-23C, el testigo Rosado Precoz consiguió un rendimiento de 1906 kg/ha.

#### **2.4. Interacción genotipo – ambiente**

El desarrollo de variedades de garbanzo, así como de cualquier cultivo, requiere de muchas pruebas de evaluación de comportamiento tanto en zonas como en años, para determinar la superioridad genotípica de ellos, hacerlos recomendables para áreas específicas.

De Lacy *et al.* (1992), analizaron los datos de 99 experimentos, realizados en diferentes cultivos sobre interacción genotipo ambiente. Promediaron las contribuciones a la suma de cuadrados de variabilidad total debida a las diferencias: entre ambientes, entre genotipos, e interacción genotipo por ambiente. Mencionan que el rendimiento, interacción genotipo por ambiente es más alto que la contribución esto debido a las diferencias entre los promedios de los genotipos.

Mariotti (1986), menciona que las diferencias que se observa entre los genotipos referente a la manifestación de un carácter cuantitativo cualquiera varía en función del ambiente se indica que está en presencia de una interacción genotipo por ambiente cuando las diferencias no se mantienen constantes en los ambientes de expresión.

Sánchez y Delgado (1981), mencionan que el problema de la interacción genotipo – medio ambiente es de suma importancia cuando se evalúan muchas variedades en varios ambientes. Si el medio ambiente ejerciera escasa o ninguna influencia sobre las respuestas de las variedades evaluadas, no sería necesario conducir experimentos en varias localidades o años, ya que un solo ambiente proveería la información adecuada del rango de aclimatación de dichas variedades.

Nilson Ehle y East, citados por Allard (1980), muestran que los caracteres se heredaban de acuerdo con las leyes de Mendel y la variación se debía a la acción conjunta del genotipo y del medio.

Francis y Kannenberg (1978), muestran un método para el comportamiento estable del rendimiento, el cual es agrupar genotipos por su coeficiente de variabilidad a través de los ambientes y por el rendimiento medio. De esta manera se tiene 4 grupos:

**Grupo I:** Variedades con alto rendimiento y bajo coeficiente de variabilidad.

**Grupo II:** Variedades con alto rendimiento y alto coeficiente de variabilidad.

**Grupo III:** Variedades con bajo rendimiento y bajo coeficiente de variabilidad.

**Grupo IV:** Variedades con bajo rendimiento y alto coeficiente de variabilidad.

Las relaciones de alto y bajo rendimiento con el de bajo alto coeficiente de variabilidad está en función con las diferencias de los niveles de rendimientos y coeficientes de variabilidad de cada una de las variedades con respecto a los valores promedios observados.

En la variación fenotípica, Bucio (1969), evaluó los efectos genéticos, ambientales y la interacción genotipo por ambiente. Enfatizó en la importancia del medio ambiente en la variación del material genético y los resultados de la interacción entre éstos. Comento también que realiza la especificación matemática de los efectos genotípicos, las ecuaciones con la partición de la variancia fenotípica en sus componentes.

Coelho y Dale (1980), mencionan que los efectos del clima en crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivo tienen que ser cuantificados para interpretar apropiadamente los

experimentos agronómicos y considerar la información climática en el planeamiento de la agricultura y en la instalación de cultivos de rendimientos potenciales.

Una diferencia de ambiente, según Falconer (1970), sostuvo que puede haber un cambio en el orden con respecto al mérito en una serie de genotipos, cuando estos se miden en diferentes ambientes.

Los ambientes o años están formados por número de componentes individuales, algunos de amplio efecto y otros insignificantes. El desarrollo de un individuo es afectado por la interacción genotipo por ambiente y generalmente se refleja en los términos del error de un análisis de variancia. También existe interacción genotipo por ambiente y se reserva para lugares, años, estaciones, etc.

Eagles y Frey (1957); Ghaderi *et al.* (1982) Y Miller (1984), indican que los ensayos repetidos en tiempo, espacio y la selección de variedades con un mínimo grado de interacción, buscando una relativa consistencia de performance, es una característica común en los programas de mejoramiento. Tales interacciones confunden en la selección de genotipos superiores al alterar las productividades en los diferentes ambientes. Ha sido probado que la interacción genotipo – ambiente reduce el progreso de selección.

## **2.5. Adaptación**

Wright (1976), indica que el suceso de la interacción genotipo por ambiente presenta al mejorador dos problemas:

- a. En primer lugar debe decir sí, a pesar de la interacción, opta por intentar producir una variedad única con buena adaptación general al amplio rango de condiciones ambientales y agronómicas, o mejorar variedades adaptadas a específicos subconjuntos de estos ambientes.
- b. El rango de condiciones ambientales que opera el programa de mejoramiento, se debe indicar cómo evaluar el material genético con respecto a su adaptación.

Tai (1971), menciona que hay dos estrategias para un posible mejorador de plantas en desarrollar variedades que muestran una interacción genotipo – ambiente menor y buena adaptación:

- a. La subdivisión de un área heterogénea, para el cual las variedades están siendo mejoradas, en regiones más pequeñas tal que cada uno de ellos tiene un ambiente más homogéneo y sus propias variedades características.
- b. La obtención de variedades que muestran un alto grado de estabilidad de performance sobre un amplio rango de ambientes.

Además Tai (1971), indica que la primera estrategia no es muy efectivo, debido a que interacciones significativas de genotipos por localidades podrían aun existir, y principalmente porque la interacción genotipo por año no puede reducirse por la subdivisión del área de mejoramiento.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Campo Experimental

##### 3.1.1. Ubicación

Los genotipos del estudio fue evaluado en el campo experimental Guayabo I y está en el sector II en ambos años del estudio, 2001 y 2003 situado dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina, distrito de La Molina, provincia y departamento de Lima y su ubicación geográfica es como sigue:

|          |   |               |
|----------|---|---------------|
| Latitud  | : | 12° 05' 06" S |
| Longitud | : | 76° 57' 07" O |
| Altitud  | : | 243 msnm      |

##### 3.1.2. Historia del Campo

La rotación de los cultivos en este campo experimental es la que se presenta a continuación:

| Años | Cultivos         |
|------|------------------|
| 2000 | Frijol           |
| 2001 | Maíz, Frijol     |
| 2002 | Frijol, Pallar   |
| 2003 | Frijol, Lentejas |

### **3.1.3. Información Meteorológica**

La información meteorológica mostrada en la tabla 1 se obtuvo de la Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el distrito de La Molina, Lima-Perú. La temperatura promedio máxima fue mayor en el año 2003 con 21.1 °C y en el 2001 fue 20.6 °C. No existe mucha variación de temperaturas durante ambas campañas; mientras que para la humedad relativa existe una relativa diferencia y fue en menor porcentaje en el 2001 con 84.6% y más húmedo con 88.2% en el 2003; en cuanto a las horas de sol no hubo muchas diferencias en las dos épocas de estudio.

**Tabla 1: Datos meteorológicos distrito de La Molina**  
**Periodos Junio - Diciembre 2001 y 2003**

| Mes             | Temperatura (°C) |             |             |             |             |             | Humedad Relativa (%) |             | Horas de sol (dm hr sol) |              |
|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|--------------------------|--------------|
|                 | 2001             |             |             | 2003        |             |             | 2001                 | 2003        | 2001                     | 2003         |
|                 | Máx.             | min.        | Prom.       | Máx.        | min.        | Prom.       |                      |             |                          |              |
| Junio           | 18.9             | 13.5        | 16.2        | 20.5        | 13.4        | 17.0        | 86.4                 | 90.5        | 32.5                     | 118.5        |
| Julio           | 18.1             | 13.7        | 15.9        | 19.8        | 14.0        | 16.8        | 89.0                 | 90.5        | 42.0                     | 87.1         |
| Agosto          | 18.8             | 13.4        | 16.1        | 19.3        | 13.4        | 17.1        | 90.0                 | 88.5        | 63.5                     | 82.2         |
| Setiembre       | 19.7             | 13.3        | 16.5        | 19.7        | 13.8        | 16.3        | 88.0                 | 88.5        | 95.1                     | 87.8         |
| Octubre         | 21.0             | 14.2        | 17.6        | 21.4        | 14.2        | 17.8        | 82.5                 | 88.5        | 158.7                    | 90.5         |
| Noviembre       | 22.8             | 15.1        | 18.9        | 22.8        | 15.2        | 19.0        | 79.0                 | 88.5        | 154.0                    | 102.0        |
| Diciembre       | 25.0             | 16.5        | 20.7        | 24.0        | 18.9        | 21.6        | 77.5                 | 82.5        | 190.1                    | 150.5        |
| <b>Promedio</b> | <b>20.6</b>      | <b>14.2</b> | <b>17.4</b> | <b>21.1</b> | <b>14.7</b> | <b>17.9</b> | <b>84.6</b>          | <b>88.2</b> | <b>101.8</b>             | <b>102.7</b> |

Fuente: Observatorio Meteorológico "Alexander Von Humboldt" de la UNALM 2001 - 2003

### 3.1.4. Suelos

En el área experimental donde se hizo el estudio (2001/2003) es un suelo de origen aluvial, con una pendiente de 0.0-1.5%, drenaje bueno y casi nula pedregosidad. Los análisis de suelos de los años del experimento se indican en la Tabla 2. El suelo es franco de textura moderadamente fina; no tiene problemas de sales (CE baja) y el pH es alcalino. El porcentaje de carbonato de Calcio está en un nivel medio para el año 2001 y para el año 2003 está en un nivel bajo. En cuanto a la materia orgánica es baja en ambos años. El fósforo disponible está en un nivel medio en el 2001 y un nivel alto para el año 2003. El potasio disponible en forma de  $K_2O$  está alto en ambos años. El valor de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) está en un nivel medio (2001/2003) y predomina el catión Calcio, típico de la costa. El porcentaje de saturación de bases es 100% y con una acidez nula.

**Tabla 2: Análisis de caracterización de suelos (experimento del campo Guayabo I en dos campañas agrícolas 2001 y 2003)**

| Tipo de análisis físico  | Año 2001 | Año 2003 |
|--------------------------|----------|----------|
| Arena (%)                | 52       | 50       |
| Limo (%)                 | 24       | 32       |
| Arcilla (%)              | 24       | 18       |
| Clase textural           | Franco   | Franco   |
| <b>Químico</b>           |          |          |
| pH                       | 7.4      | 7.9      |
| CE (ds/m)                | 0.63     | 1.3      |
| CaCO <sub>3</sub> (%)    | 3        | 0.9      |
| M.O. (%)                 | 1.7      | 1.5      |
| P (ppm)                  | 12.3     | 21.3     |
| K <sub>2</sub> O (Kg/ha) | 925.5    | 950.5    |
| CIC (meq/100gr)          | 12.48    | 16.6     |
| Ca +2 (meq/100gr)        | 10.25    | 13.95    |
| Mg +2 (meq/100gr)        | 1.43     | 1.54     |
| K +1 (meq/100gr)         | 0.45     | 0.81     |
| Na +1 (meq/100gr)        | 0.35     | 0.3      |
| Al +3 (meq/100gr)        | 0        | 0        |
| H +1 (meq/100gr)         | 0        | 0        |
| Saturación de Bases (%)  | 100      | 100      |

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, Departamento de Suelos y fertilizantes, UNALM 2001/2003



### 3.2. Material genético

En el presente trabajo de investigación se utilizó las variedades y línea de garbanzo que maneja el Programa de Leguminosas de la UNALM, se observa tres variedades y una línea de diferente hábito de crecimiento (HC) y las características se indican en la Tabla 3

**Tabla 3: Genotipos de Garbanzo evaluados en el estudio en los años 2001 y 2003**

| Variedades        | Origen                           | Habito de crecimiento |
|-------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1. Rosado Precoz  | San Camilo (ICA)                 | Semi extendido        |
| 2. Culiacancito   | INIA                             | Semi extendido        |
| 3. ILC – 464      | Programa de Leguminosas de Grano | Semi extendido        |
| 4. Blanco Español | San Camilo (ICA)                 | Semi erecto           |

### 3.3. Diseño Experimental

Las variedades fueron dispuestas en el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

#### 3.3.1. Características Del Diseño Experimental

##### Características de las parcelas

- N° de repeticiones : 3
- N° de surcos : 3
- N° de variedades : 4
- Longitud del surco : 4 m
- Distancia entre surco : 0.80 m
- Distancia entre golpes : 0.40 m
- N° semillas por golpe : 4
- N° golpes por surco : 13

##### Área total del experimento

- N° total de parcelas : 12
- Área total del experimento : 199.68 m<sup>2</sup>

### 3.3.2. Procedimiento Del Análisis Estadístico

El análisis de variancia combinado en ambientes para los tratamientos en estudio (2001 y 2003) tiene el siguiente Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \beta_{j(k)} + \tau_i + (\alpha\beta)_{ki} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

$i = 1, \dots, n$  tratamientos

$j = 1, \dots, n$  bloques

$k = 1, \dots, n$  ambiente

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación del  $i$ -ésimo tratamiento con el  $j$ -ésimo bloque del  $k$ -ésimo ambiente

$\mu$  = Media general

$\alpha_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo ambiente

$\beta_{j(k)}$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque en el  $k$ -ésimo ambiente

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$(\alpha\beta)_{ki}$  = Efecto de la interacción entre el  $k$ -ésimo ambiente con el  $i$ -ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado con la observación  $Y_{ijk}$

#### Pruebas de hipótesis para el ensayo

$H_0$  = No hay diferencias entre tratamientos

Prueba:

$$F_e = M_3/M_4;$$

$$F_t = F(c-1), (c-1)(a-1)$$

$H_0$ : No existe interacción de tratamientos por ambientes

Prueba:

$$F_c = M_4/M_5;$$

$$F_T = F(c-1)(a-1), a(b-1)(c-1)$$

$H_0$ : Todos los ambientes son homogéneos.

Prueba:

$$F_c = (M_1+M_5) / (M_2+M_4);$$

$$F_t = F_{t_1, t_2}$$

$$t_1 = \frac{(M_1+M_5)^2}{gl(M_1) \cdot gl(M_5)} / M_1^2 + M_5^2$$

$$t_2 = \frac{(M_2+M_4)^2}{gl(M_2) \cdot gl(M_4)} / M_2^2 + M_4^2$$

Ho: Todos los bloques dentro de ambientes son homogéneos.

Prueba:

$$F_c = M_2/M_5;$$

$$F_t = F_{a(b-1), a(b-1)(c-1)}$$

### **3.4. Fase de Campo**

#### **3.4.1. Labores Realizadas**

##### **1. Preparación de la Semilla**

El ICARDA (Centro Internacional de Investigación Agrícola para Áreas Áridas) proporciona la semilla a través de ensayos en red que se envían a los diferentes investigadores de leguminosas de grano a nivel mundial, cada una con la cantidad necesaria para una parcela. La semilla del testigo se compró en la ciudad de Ica en la DRA de Ica, dependencia del Ministerio de Agricultura de Ica.

##### **2. Preparación del Terreno**

Se llevaron a cabo las siguientes tareas: limpieza, despajar, empapar, riego de machaco, desmenuzando del suelo con arados de discos, rastreo con gradas de punta, gradeo, nivelado, surcado a 0.8 m. entre surcos, marcado con cal.

##### **3. Demarcación y Trazado**

De acuerdo a lo establecido, se demarcó el campo experimental y se trazaron las parcelas y calle, utilizando para dicho fin, wincha, cordel estacas y cal.

#### **4. Siembra**

La siembra se efectuó de manera manual para ambas campañas (2001/2003), en forma directa se depositó la semilla sobre la costilla del surco, distanciados a 0.8 m. y a golpes de 0.4 m.

#### **5. Control de Malezas**

Se realizó cinco deshierbos en el 2001 y tres deshierbos en el 2003 en forma manual; esta actividad se efectuó con la finalidad de proporcionar un ambiente adecuado para las plantas. No se usó herbicidas por la simplicidad del deshierbo y por el tamaño pequeño del campo experimental.

#### **6. Abonamiento**

No se aplicó ningún tipo de fertilizante, ya que el garbanzo aprovecha los abonos y fertilizantes que se aplicaron de cultivos anteriores.

#### **7. Riegos**

Los riegos se realizaron tomándose en cuenta recomendaciones del cultivo, necesidades de la planta y características del tiempo. Se aplicaron cuatro riegos en toda la campaña 2001 y tres riegos para el 2003.

#### **8. Control de Plagas y Enfermedades**

El tema fitosanitario es el que más altera al rendimiento de grano seco; por el cual se hicieron aplicaciones químicas. Para la plaga *Heliothis virescens*, el umbral de control y aplicación es cuando existe un 10% de vainas afectadas por planta, el cual se efectuaron 8 aplicaciones químicas durante la campaña 2001. Se aplicó Tamaron 600 SL (julio-noviembre) con una dosis de: 600 ml /200 Lt. En la campaña 2003 se realizaron dos aplicaciones químicas para controlar *Heliothis* (setiembre-noviembre) se aplicó Lannate con una dosis de: 300 gr. /200 Lt. También se detectaron gusanos de tierra, aves, gorgojos en postcosecha, pero en un grado no importante.

En cuanto a las enfermedades durante la fase de campo, se efectuaron 2 aplicaciones químicas, en la campaña 2001 contra *Botrytis cinerea* se aplicó Benlate, a la dosis de 20 gr

/20 litro. Para la campaña 2003 se observó un cierto grado de Marchitez causada por el hongo *Fusarium Sp.*, pero no se hizo ningún control al igual que para *Botrytis cinerea*.

## **9. Cosecha y Trilla**

La cosecha comenzó a final de noviembre e inicio de diciembre durante el año 2001, como así también en el año 2003; La labor se realizó manualmente y cuando iban madurando. Cada parcela es independiente y se cosechaba por separado. Para la cosecha se extrajo todas las plantas y luego se colocaron sus identificaciones.

Luego, se trilló y se venteo los granos para luego hacer una limpieza y colocarlos en bolsa de papel con su debida identificación.

### **3.5. Características Evaluadas**

#### **3.5.1. Rendimiento en Grano Seco y sus Componentes**

##### **1. Rendimiento de grano**

El rendimiento de grano obtenido por los genotipos de Garbanzo en estudio se evaluó en peso de grano de las plantas de la parcela, se calculó en gramos / parcela y luego se pasó a convertir a Kg/ha.

##### **2. Número de vainas llenas por planta**

Se seleccionaron 10 plantas al azar y se obtuvo un promedio.

##### **3. Número de semillas por vaina**

Se seleccionaron 10 plantas al azar y se evaluó 20 vainas con granos al azar por cada parcela cosechada y se anotó el promedio conseguido.

##### **4. Número de vainas por planta**

Se seleccionaron 10 plantas representativas por cada parcela y se obtuvo el promedio.

## **5. Peso de 100 semillas**

Luego de pesar el grano de cada parcela, se eligió al azar 100 semillas y se registró su peso en gramos.

## **6. Días a la floración**

Es la fecha en la cual, cuando el 50% de las plantas en la parcela presentan su primera flor, refiriéndose éste a días transcurridos a partir de la siembra.

## **7. Días a la madurez de cosecha**

Es el número de días que ha transcurrido entre la fecha de siembra y la fecha en el cual el 90% de las vainas están maduras y listas para ser cosechadas.

### **3.5.2. Características Morfoagronómicas**

#### **1. Hábito de crecimiento**

Se evaluó después del periodo de floración teniendo las plantas en la parcela y sacando un promedio del ángulo de las ramas primarias respecto al eje vertical. La escala que se utilizó fue:

- Erecto (0-15 grados desde la vertical)
- Semi-erecto (15-25 grados desde la vertical)
- Semi-extendido (25-60 grados desde la vertical)
- Extendido (60-80 grados desde la vertical)
- Postrado (Ramas al nivel del suelo)

#### **2. Dehiscencia**

Es cuando las vainas se abren permitiendo que las semillas se salgan de ellas antes de que sean cosechadas. Se evaluó toda la parcela y el resultado está en porcentaje. Se usó la siguiente escala:

1. Indehiscente
2. Hasta 5% de dehiscencia
3. De 6-10% de dehiscencia
4. De 11-25% de dehiscencia

## 5. Mayor de 25% de dehiscencia

### **3. Calidad de grano**

#### **3.1 Tamaño de la semilla**

Se estimó el tamaño de semilla por una clasificación, la cual se atribuyó para cada una de las variedades y línea. Para la clasificación, se procedió a determinar el número de granos que hay en una onza americana, equivalente a 28.75 gramos; de acuerdo a eso se clasifica el grado de tamaño.

#### **3.2. Color de la semilla**

Se estudió el color de grano (semilla) en estado maduro seco por una clasificación, la cual se evaluaron para cada una de las variedades y línea. La clasificación que se usó es de acuerdo a lo que señala la Royal Horticultural Society. Los colores van desde: negro, marrón, marrón claro, marrón oscuro, marrón rojizo, marrón grisáceo, marrón salmón, gris marrón beige, beige, amarillo, amarillo claro, amarillo marrón, amarillo naranja, naranja, amarillo beige, blanco marfil, jaspeado, verde y mosaico marrón.

#### **3.3. Forma de la semilla**

Se evaluó la forma de granos cosechados en seco. Se usó la siguiente escala:

1. Angular, cabeza sobresaliente
2. Redondeado irregular, formado en cabeza
3. Forma de arveja, ligeramente redondo

#### **3.4. Textura de la testa**

Se evaluó la textura de los granos cosechados en seco. Se usó la siguiente escala:

- Áspero
- Liso

#### **3.5. Color de yema**

Se evaluó el color de los granos cosechados en seco. Se usó la siguiente escala:

- Yema ausente
- Marrón salpicado

- Marrón tostado
- Rojo
- Azul a negro
- Azul a manchas negras
- Moteado
- Espolvoreado

### 3.6 Análisis Estadístico

En los ensayos realizados se hicieron varios análisis estadísticos. Los parámetros que se evaluaron y analizaron fueron: rendimiento, número de vainas llenas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, días a la floración y días a la madurez de cosecha. Las pruebas estadísticas que se realizaron para cada uno de los parámetros fueron: análisis de variancia (ANVA), prueba de Duncan. El análisis de Covariancia (ANCOVA) se realizó solo para el rendimiento de grano. Tabla 4

**Tabla 4: Análisis de la Variancia Combinado Modelo al Azar**

| Fuentes de variación   | G.L.        | CM | E(CM)   |
|------------------------|-------------|----|---|
| Ambiente               | a-1         | M1 | $\delta^2 e + b\delta^2_{\beta/\alpha} + bc\delta^2_{\alpha}$ |
| Bloque x ambiente      | a(b-1)      | M2 | $\delta^2 e + c\delta^2_{\beta/\alpha}$                       |
| Tratamiento            | c-1         | M3 | $\delta^2 e + c\delta^2_{c/\alpha} + ba/\delta t^2(c - 1)$    |
| Tratamiento x ambiente | (c-1)(a-1)  | M4 | $\delta^2 e + c\delta^2_{c/\alpha}$                           |
| Error                  | a(b-1)(c-1) | M5 | $\delta^2 e$  |
| Total                  | abc-1       |    |   |



## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Rendimiento de Grano y sus Componentes**

#### **4.1.1. Rendimiento**

##### **Análisis combinado**

Del análisis combinado se encontró que hay interacciones entre los genotipos y los años de siembra para el rendimiento de grano; alta significación estadística para interacción genotipo por año y alta significación estadística para la fuente de tratamiento (tabla 5); las diferencias entre los rendimientos de los genotipos varían a través de los años estudiados. Esta significación de la interacción genotipo por año nos indica que el comportamiento de los genotipos de garbanzo varía de un año a otro.

En el 2001 la línea ILC 464 y la variedad Rosado precoz fueron superiores en rendimiento y no hay diferencias significativas entre ellas. Mientras que el Blanco Español y el Culiacancito presentaron menores rendimientos, es decir, la línea ILC presentó un rendimiento más alto. En tanto que el año 2003 las variedades Culiacancito y Rosado Precoz y la línea promisoría superaron en rendimiento al Blanco Español que rindió 468 kg/ha. El comportamiento de las variedades y la línea en los años nos muestra que hay efectos del clima como la humedad relativa alta, temperatura y sobre todo el manejo agronómico, el genotípico de las variedades y la línea en esos ambientes del año 2001 y 2003, lo que conlleva a la presencia de la interacción  $G \times A$  apreciada en el análisis de variancia combinado.

**Tabla 5: Cuadrados medios del análisis combinado de dos campañas 2001 y 2003 del rendimiento de grano y otras características**

| <b>F.de V.</b>    | <b>G.L.</b> | <b>Rendimiento</b> |      | <b>G.L.</b> | <b>N° Vainas llenas</b> |      | <b>N° Granos</b> |      | <b>Peso 100</b>     |      | <b>Días a</b>    |      | <b>Días a madurez</b> |      |
|-------------------|-------------|--------------------|------|-------------|-------------------------|------|------------------|------|---------------------|------|------------------|------|-----------------------|------|
|                   |             | <b>(Kg/ha)</b>     |      |             | <b>por Planta</b>       |      | <b>por Vaina</b> |      | <b>Semillas (g)</b> |      | <b>Floración</b> |      | <b>de cosecha</b>     |      |
| Año               | 1           | 111274             | n.s. | 1           | 1965.7                  | **   | 0.2              | n.s. | 756.0               | **   | 222.0            | **   | 8.2                   | n.s. |
| Repetición x año  | 4           | 81415              | n.s. | 4           | 89.6                    | n.s. | 0.1              | n.s. | 124.4               | **   | 6.8              | n.s. | 2.4                   | n.s. |
| Tratamiento       | 3           | 698006             | **   | 3           | 1951.1                  | **   | 0.1              | n.s. | 408.3               | **   | 544.9            | **   | 40.1                  | **   |
| Tratamiento x año | 3           | 432328             | *    | 3           | 440.6                   | n.s. | 0.1              | n.s. | 40.1                | n.s. | 8.5              | n.s. | 6.3                   | n.s. |
| Error             | 11          | 107205             |      | 12          | 130.0                   |      | 0.10             |      | 22.6                |      | 5.2              |      | 5.9                   |      |

n.s.: no significativo

\* : significativo al nivel  $\alpha = 0.05$

\*\* : significativo al nivel  $\alpha = 0.01$

**Tabla 6: Análisis de covariancia del rendimiento de la parcela y el número de plantas cosechadas bajo condiciones de La Molina durante el año 2001**

| <b>F. de V.</b>      | <b>G.L.</b> | <b>XX</b> | <b>XY</b>  | <b>YY</b>    | <b>G.L.</b> | <b>SPajustado</b> | <b>C.M.</b>     |
|----------------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|-------------------|-----------------|
| Total                | 11          | 5791.000  | 216379.362 | 10183074.800 |             |                   |                 |
| Bloque               | 2           | 580.500   | 13241.543  | 323349.957   |             |                   |                 |
| Tratamiento          | 3           | 2702.333  | 107206.663 | 6499943.066  |             |                   |                 |
| Error                | 6           | 2508.166  | 95931.156  | 3359781.780  | 5           | 681026.780        | 136205.360      |
| Tratamiento + Error  | 9           | 5210.499  | 203137.819 | 9859724.846  | 8           | 2707544.285       |                 |
| Tratamiento Ajustado |             |           |            |              | 3           | 2026517.505       | 675505.835 n.s. |

**Tabla 7: Cuadrado medio corregido del rendimiento y cuadrados medio de las características de 4 genotipos de Garbanzo, sembrados en La Molina durante el año 2001**

| F.de V.     | G.L. | Rendimiento<br>(Kg/ha) | N° Vainas llenas<br>por Planta | N° Granos<br>por Vaina | Peso 100<br>Semillas (g) | Días a<br>Floración | Días a madurez<br>de cosecha |
|-------------|------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| Tratamiento | 3    | 675506 n.s.            | 2116.5 * *                     | 0.2 * *                | 186.7 *                  | 282.5 * *           | 19.3 n.s.                    |
| Bloques     | 2    | 44826 n.s.             | 109.5 n.s.                     | 0.03 *                 | 7.3 n.s.                 | 12.6 n.s.           | 2.6 n.s.                     |
| Error       | 6    | 136205                 | 108.2                          | 0.05                   | 31.8                     | 8.7                 | 5.9                          |
| C.V. (%)    |      | <b>26.4</b>            | <b>24.2</b>                    | <b>16.0</b>            | <b>8.9</b>               | <b>4.4</b>          | <b>1.3</b>                   |

n.s.: no significativo

\* : significativo al nivel  $\alpha = 0.05$

\* \* : significativo al nivel  $\alpha = 0.01$

## **Año 2001**

El rendimiento de grano se efectuó a través del análisis de covariancia (ANCOVA) que se muestra en la tabla 6 entre el rendimiento y el número de plantas cosechadas en cada parcela. El análisis individual del rendimiento de grano seco corregido por covariancia para el año 2001 se muestra en la tabla 7. Se observa que la línea ILC-464 rindió más con 1847 Kg/ha. y la variedad Culiacancito tuvo un rendimiento de 679 Kg/ha. El rendimiento promedio de este año fue de 1160 kg/ha.

La variancia corregida para los tratamientos no determino la significación estadística, para la fuente de tratamientos indicando que la variabilidad genética de las variedades de garbanzo en promedio no posee la suficiente influencia en el rendimiento junto con las condiciones ambientales para afectar significativamente los rendimientos obtenidos. En cuanto a los bloques tampoco hubo significación estadística, es decir, no hay diferencias significativas entre los campos (Ver Tabla 7).

La prueba de Duncan en la tabla 8 nos indica que no hay diferencias significativas entre la línea ILC-464 y la variedad Rosado Precoz, pero si hay diferencias significativas entre el ILC-464 y las variedades Blanco Español y Culiacancito.

Cabe señalar que hubo diversos factores que afectaron o influyeron en los rendimientos obtenidos. Se puede mencionar al clima como parte importante pues en esta campaña se manifestó la temperatura con un promedio bajo de 17.4 °C (tabla 2) el cual prolongó la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo, disminuyendo la producción de vainas. Referente a la humedad relativa, fue positivo para el cultivo pues el promedio fue aceptable con 84.6 % (Tabla 2) dando las condiciones adecuadas al cultivo.

Otro factor que influyó favorablemente fue el suelo pues hubo una buena obtención de nutrientes durante las etapas de desarrollo del cultivo, es un suelo franco, sin sales, con pH alcalino, con un nivel medio de carbonatos y fósforo, con un CIC media y con acidez nula.

**Tabla 8: Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para el rendimiento de grano seco (Kg/ha) de los tratamientos estudiados en el año 2001**

| <b>Año 2001</b> |                            |
|-----------------|----------------------------|
| <b>Variedad</b> | <b>Rendimiento (Kg/ha)</b> |
| ILC-464         | 1847 A                     |
| Rosado precoz   | 1406 A B                   |
| Blanco Español  | 707 B                      |
| Culiacancito    | 679 B                      |
| <b>Promedio</b> | <b>1160</b>                |

El manejo del campo influyó en el rendimiento así, los deshierbos se hicieron aproximadamente cada 20 días en todo el ciclo de desarrollo del cultivo; con la finalidad de reducir la competencia por nutrientes por parte de las malezas, favoreciendo de esta manera a la planta y al rendimiento. Los riegos fueron cuatro y se aplicó desde el crecimiento vegetativo hasta la plena floración.

La presencia de plagas y enfermedades afectaron también al rendimiento ocasionando pérdidas en la producción, a pesar de las aplicaciones que se realizaron. La plaga que atacó fue principalmente *Heliothis virescens* en la fructificación, dañando muchas vainas, mientras que la enfermedad causada por *Fusarium* afectó a las plantas durante el crecimiento mostrando marchitez y reduciendo la población, pero no significativamente.

**Tabla 9: Análisis de covariancia del rendimiento de la parcela y el número de plantas cosechadas bajo condiciones de La Molina durante el año 2003**

| <b>F. de V.</b>      | <b>G.L.</b> | <b>XX</b> | <b>XY</b> | <b>YY</b>   | <b>G.L.</b> | <b>SPajustado</b> | <b>C.M.</b> |
|----------------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------------|-------------|
| Total                | 11          | 4031.666  | 55026.66  | 2204251.223 |             |                   |             |
| Bloque               | 2           | 455.166   | -544.161  | 37105.014   |             |                   |             |
| Tratamiento          | 3           | 749.666   | 10414.662 | 1257897.913 |             |                   |             |
| Error                | 6           | 2826.833  | 45156.159 | 909248.297  | 5           | 97321.548         | 19464.310   |
| Tratamiento + Error  | 9           | 3576.499  | 55570.821 | 2167146.21  | 8           | 432285.379        |             |
| Tratamiento Ajustado |             |           |           |             | 3           | 34963.831         | 111654.61 * |

\* : significativo al nivel  $\alpha = 0.05$

**Tabla 10: Cuadrado medio corregido del rendimiento y cuadrados medios de las características de 4 genotipos de Garbanzo, sembrados en La Molina durante el año 2003**

| F.de V.     | G.L. | Rendimiento |      | N° Vainas llenas |      | N° Granos   |      | Peso 100     |    | Días a     |      | Días a madurez |      |
|-------------|------|-------------|------|------------------|------|-------------|------|--------------|----|------------|------|----------------|------|
|             |      | (Kg/ha)     |      | por Planta       |      | por Vaina   |      | Semillas (g) |    | Floración  |      | de cosecha     |      |
| Tratamiento | 3    | 111655      | *    | 275.1            | n.s. | 0.04        | n.s. | 261.6        | ** | 270.9      | **   | 27.0           | n.s. |
| Bloques     | 2    | 24533       | n.s. | 69.6             | n.s. | 0.05        | n.s. | 241.4        | ** | 1.1        | n.s. | 2.3            | n.s. |
| Error       | 6    | 19464       |      | 151.8            |      | 0.03        |      | 13.4         |    | 1.6        |      | 5.9            |      |
| C.V. (%)    |      | <b>18.4</b> |      | <b>49.5</b>      |      | <b>15.2</b> |      | <b>7.1</b>   |    | <b>1.8</b> |      | <b>1.3</b>     |      |

n.s.: no significativo

\* : significativo al nivel  $\alpha = 0.05$

\*\* : significativo al nivel  $\alpha = 0.01$



### **Año 2003**

En el año 2003, se realizó el análisis de covariancia entre el rendimiento y número de plantas cosechadas, en la tabla 9 se indica que existe diferencia significativa, es decir, que el rendimiento de grano entre las variedades estudiadas difiere entre sí, según el análisis de variancia ajustado el rendimiento en este año la línea ILC - 464 rindió 1244 Kg/ha el de más bajo rendimiento lo registró Culiacancito con 468 Kg/ha y el promedio 997 Kg/ha. En el análisis de variancia, la tabla 10 indica que para los tratamientos hay diferencias significativas lo cual nos indica que hay un comportamiento diferente de las variedades con una respuesta en el rendimiento en grano seco durante el año 2003. En los bloques no hubo diferencia significativa, es decir no hay diferencias en el terreno o en el campo experimental.

En la prueba Duncan (Tabla 11) nos manifiesta que no hay diferencia significativa en el rendimiento entre las variedades Blanco Español, Rosado Precoz y la línea ILC-464 y superan estadísticamente al Culiacancito.

La temperatura durante el período fue relativamente baja con un promedio mensual de 17.9 °C prolongando en más días el periodo de crecimiento del cultivo y por ende la disminución de las vainas en las plantas, hubo un daño de plagas leve por falta de control de las mismas. La humedad relativa (88.2%) en la Tabla 2 nos muestra valores relativamente altos es importante mencionar que no hubo lluvia.

**Tabla 11: Prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad para el Rendimiento de grano seco (Kg/ha) de los tratamientos estudiados en el año 2003**

| <b>Año 2001</b> |                            |
|-----------------|----------------------------|
| <b>Variedad</b> | <b>Rendimiento (Kg/ha)</b> |
| ILC-464         | 1244 A                     |
| Rosado precoz   | 1228 A                     |
| Blanco Español  | 1046 A                     |
| Culiacancito    | 468 B                      |
| <b>Promedio</b> | <b>997</b>                 |

Durante el manejo agronómico se hizo dos deshierbos pero las malezas por la alta humedad del campo, así mismo repercutieron negativamente en el rendimiento. Se aplicaron tres en el periodo vegetativo hasta la floración, no regándose durante llenado de vainas, y regándose en dos oportunidades en el llenado de vainas hasta finales del ciclo del cultivo, lo que produjo un mal llenado de vainas, el cual fue totalmente desfavorable para el rendimiento.

La presencia de plagas y enfermedades afectó también a las plantas en el rendimiento. El gusano silbador *Heliothis virescens* atacó principalmente en la fructificación raspando muchas vainas; en cuanto a enfermedades el Fusarium daño plantas secándolas y causándoles la muerte; mientras que *Botrytis* afectó las vainas a la madurez de cosecha hallándose vainas dañadas y granos muy chupados.

El suelo experimental (Tabla 3) reúne todas las condiciones óptimas, favoreciendo así una mejor captación de nutrientes para el normal desarrollo de la planta, contrarrestando así los múltiples problemas ocurridos en el año 2003 para una mejor producción.

#### **4.1.2. Número de vainas llenas por planta**

##### **Análisis combinado**

En la Tabla 5 se visualiza que la interacción genotipo por año resultó no significativo, por ello los resultados se expresan en promedio de ambos años. Es decir, no hubo diferencia en el número de vainas llenas entre las variedades y línea estudiadas en las dos campañas.

En la prueba de Duncan, en la Tabla 12 indica que no hay diferencia significativa entre el Rosado Precoz con el ILC-464 y Culiacancito, pero si hay diferencia significativa entre el ILC-464 con el Blanco Español, también podemos citar que el promedio de las 2 campañas, el que obtuvo mayor número de vainas llenas/planta fue Rosado Precoz con 54.3 y el de menor fue Blanco Español con 15.8 número de vainas llenas/planta.

La diferencia de que las variedades hayan tenido distinto número de vainas llenas/planta puede deberse a distintas razones, puede mencionarse con la capacidad genética, principal causa de que una variedad produzca más que otra; luego se tiene la aclimatación y respuesta

al medio ambiente. Mencionamos también que se produjo caída de flores y algo más de lo normal debido principalmente a los riegos que se aplicaron en plena floración, así también a la excesiva humedad y la falta de horas de sol; lo cual contribuyó a obtener distintos números de vainas llenas/planta.

**Tabla 12: Promedios de vainas llenas por planta, prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad en los años 2001 y 2003**

| <b>Año 2001</b> |                             |   |   |
|-----------------|-----------------------------|---|---|
| <b>Variedad</b> | <b>Vainas llenas/planta</b> |   |   |
| Rosado precoz   | 54.3                        | A |   |
| ILC-464         | 43.5                        | A |   |
| Culiacancito    | 22.2                        | A | B |
| Blanco Español  | 15.8                        | B |   |
| <b>Promedio</b> | <b>33.9</b>                 |   |   |

**Tabla 13: Promedios de números de grano por vaina y peso de 100 semillas (g), prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad en los años 2001 y 2003**

| <b>Variedad</b> | <b>N° granos/vaina</b> |   | <b>Variedad</b> | <b>Peso de 100 semillas (g)</b> |     |
|-----------------|------------------------|---|-----------------|---------------------------------|-----|
| ILC-464         | 1.4                    | A | Culiacancito    | 67.9                            | A   |
| Culiacancito    | 1.3                    | A | ILC-464         | 58.7                            | A B |
| Rosado Precoz   | 1.2                    | A | Blanco Español  | 55.9                            | B   |
| Blanco Español  | 1.1                    | A | Rosado Precoz   | 47.9                            | B   |
| <b>Promedio</b> | <b>1.3</b>             |   | <b>Promedio</b> | <b>57.6</b>                     |     |

#### **4.1.3. Número de granos por vaina**

##### **Análisis combinado**

En la Tabla 5, se aprecia el resultado de la interacción genotipo por año no fue significativa. Es decir, la diferencia entre las variedades evaluadas no fue significativa en los dos años de estudio.

La prueba de Duncan (Tabla13) nos indica que no hay diferencia significativa entre las

variedades en estudio. Podemos indicar el promedio de las dos campañas, el que obtuvo mayor grano /vaina fue ILC-464 con 1.4 y el menor fue Blanco Español con 1.1.

La falta de significación estadística en la fuente de bloques indica que no existe heterogeneidad marcada del terreno. Con respecto a la relación entre variedades tampoco existe significancia, pero se muestra algunas diferencias originado por los riegos efectuados en la campaña. Se indica la influencia de plagas y enfermedades, así también la presencia de malezas afectaron la producción de vainas y por ende en los granos.

#### **4.1.4. Peso de 100 semillas**

##### **Análisis combinado**

En la Tabla 5, podemos mencionar que la interacción genotipo por año no fue significativa, es decir, para este parámetro no fue significativa en las dos campañas evaluadas para el peso de 100 semillas.

En la prueba de Duncan (tabla 13) nos muestra que no hay diferencia significativa entre genotipos de Culiacancito e ILC-464, pero si hay diferencia significativa entre Culiacancito, Blanco Español y Rosado Precoz.

La variabilidad en los pesos de 100 semillas puede deberse a muchas razones, entre ellas el tamaño de semillas, asimilación de nutrientes, humedad del suelo, el nivel aclimatación al medio ambiente y por la presencia de granos chupados ocasionada por *Botrytis*, con el cual las semillas no tenían un peso adecuado a la realidad, es decir se encontró semillas de diferentes tamaños, por eso la variabilidad de los pesos de las semillas.

#### **4.1.5. Días a la floración**

##### **Análisis combinado**

En la Tabla 5, se puede observar que la interacción genotipo por año no fue significativa, es decir que la diferencia entre variedades fue no alcanzó a ser afectada por las condiciones

ambientales de clima y suelo y es más efecto genotípico.

En la prueba de Duncan (Tabla 14) nos dice que el promedio de las dos campañas el que obtuvo mayor días fue el ILC-464 con 80.8, y el de menor días fue el Culiacancito con 59.3, también podemos decir que hay diferencia significativa entre ILC-464 y Blanco Español; como también existe diferencia significativa entre Blanco Español, Rosado Precoz y Culiacancito.

Murty (1975), una planta de garbanzo es precoz cuando empieza a florear en un promedio de 85 días. Todas las variedades y la línea del experimento demoraron menos días en florear, comportándose como precoces y obtuvieron distintos días a la floración. Los días a la floración fue distinto principalmente al efecto del ambiente, el cual presentó temperatura fría, alta humedad, pocas horas de sol, modificando el tiempo de adaptación de las variedades.

#### **4.1.6. Días a la madurez de cosecha**

##### **Análisis combinado**

La Tabla 5, nos muestra que la interacción genotipo por año resultó no significativa.

La prueba de Duncan (Tabla 14) indica que el promedio de las dos épocas de siembra del cultivo del experimento, el que resultó con más número de días a la madurez fisiológica fue ILC-464 con 192 días y la de menos días fue Culiacancito con 187 días. También indicamos que no hay diferencia significativa entre Culiacancito y Blanco Español, pero si hay diferencia entre Culiacancito, ILC-464 y Rosado Precoz.

Las variedades presentaron tipos de planta muy similares y en ambos años no tuvieron influencia de las condiciones climáticas, del suelo y es más un efecto genotípico propio de los genotipos, dando un número relativamente parecido de días a la madurez fisiológica.

**Tabla 14: Promedios de días a la floración (días) y días a la madurez fisiológica (días), prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad en los años 2001 y 2003**

| Variedad        | Días a la floración | Variedad        | Días a la Madurez Fisiológica |
|-----------------|---------------------|-----------------|-------------------------------|
| ILC-464         | 81 A                | Culiacancito    | 192 A                         |
| Blanco Español  | 74 B                | Blanco Español  | 190 A B                       |
| Rosado Precoz   | 65 C                | ILC-464         | 187 B                         |
| Culiacancito    | 59 C                | Rosado Precoz   | 187 B                         |
| <b>Promedio</b> | <b>70</b>           | <b>Promedio</b> | <b>189</b>                    |

## 4.2. Características Morfoagronómicas

### 4.2.1. Hábito de crecimiento

En la Tabla 15, se puede apreciar que de las variedades evaluadas, 3 presentaron hábito de crecimiento semi erecto (escala 2) que fueron ILC-464, Culiacancito y Blanco Español mientras que Rosado Precoz presenta hábito de crecimiento semi extendido (escala 3); este último ocupó el 2° lugar en el rendimiento debido al mayor espaciamiento superficial lo cual favorece una mayor captación de luz y energía solar.

### 4.2.2. Dehiscencia

No se presentó dehiscencia en ninguna de las variedades, pues todas mostraron indehiscencia con escala 1 (Tabla 15).

Es perjudicial y peligrosa la dehiscencia porque causa la abertura de vainas y la posterior caída de los granos o la posibilidad de que sean devorados por las aves y larvas de *Heliothis virescens*.

### 4.2.3. Características del grano

La calidad de grano (Tabla 16), se realizó describiendo tamaño, forma, textura y color de la yema de los granos.

## 1. Tamaño

### Año 2001

La calificación del tamaño del grano se hace según la norma de granos de garbanzo por una onza americana (28.75 gramos). En el 2001 el grano fue muy grande para Culiacancito y grande para las demás variedades y línea. Todas las variedades tienen tamaño de aceptación en el mercado nacional, pero el que más cumple el requisito es Culiacancito con tamaño de grano muy grande (38 granos \* onza americana), mientras que las demás variedades tienen entre 46-41 granos por onza americana.

**Tabla 15: Características morfoagronómicas evaluadas de los 4 genotipos de Garbanzo en los años 2001 y 2003**

| N° | Variedad       | Hábito         | Hábito         | Dehiscencia  | Dehiscencia  |
|----|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
|    |                | crecimiento    | crecimiento    | 2001         | 2003         |
|    |                | 2001           | 2003           |              |              |
| 1  | Rosado Precoz  | semi extendido | semi extendido | Indehiscente | Indehiscente |
| 2  | Culiancancito  | semi erecto    | semi erecto    | Indehiscente | Indehiscente |
| 3  | ILC-464        | semi erecto    | semi erecto    | Indehiscente | Indehiscente |
| 4  | Blanco Español | semi erecto    | semi erecto    | Indehiscente | Indehiscente |

### Año 2003

Respecto al tamaño de grano, se obtuvo también a Culiacancito (39 granos por onza americana) con calificación de muy grande, las variedades de ILC-464(52 granos por onza americana) y Blanco Español (57 granos por onza americana) con calificación mediana, mientras que para Rosado Precoz (62 granos por onza americana) se calificó de pequeño o chico, los tamaños de aceptación todos cumplen pero el Culiacancito mejor por el tamaño de grano.

## 2. Color

### Año 2001

Se obtuvieron tres clasificaciones, entre ellos beige (Rosado Precoz, Culiacancito), amarillo beige (ILC-464) y blanco marfil (Blanco Español); los que son aceptados localmente.

### **Año 2003**

Del color, se obtuvieron también tres clasificaciones que fueron beige (Culiacancito, ILC-464), amarillo naranja (Rosado Precoz) y blanco marfil (Blanco Español), cabe señalar que el color amarillo naranja es el más común y más comercial, lo presenta Rosado Precoz, también aceptado en el mercado nacional.

### **3. Forma**

La forma de la semilla tuvo dos resultados, angular (escala 1) y redondeado irregular (escala 2). El Rosado Precoz tiene la forma redondeada irregular y los demás son de forma angular. Las dos formas son aceptadas comercialmente; sin embargo, la más consumida es el redondeado irregular (Rosado Precoz) por ser más abundante y las que se encuentran más en el mercado nacional.



**Tabla 16: Características de calidad de grano de los 4 genotipos de Garbanzo estudiados**

| <b>Variedad</b> | <b>Tamaño 2001</b>        | <b>Tamaño 2003</b>        | <b>Color 2001</b> | <b>Color 2003</b> | <b>Forma 2001</b>          | <b>Forma 2003</b>          |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|
|                 | <b>Calibre/Nº grano x</b> | <b>Calibre/Nº grano x</b> |                   |                   | <b>Escala/calificación</b> | <b>Escala/calificación</b> |
|                 | (*)                       | (*)                       |                   |                   |                            |                            |
| Rosado Precoz   | Grande/ 46*               | Pequeño/ 62*              | Beige             | Amarillo naranja  | (2) Redondeado irregular   | (1) Angular                |
| Culiacancito    | Muy Grande/ 38*           | Muy Grande/ 39*           | Beige             | Beige             | (1) Angular                | (1) Angular                |
| ILC-464         | Grande/ 41*               | Grande/ 52*               | Amarillo beige    | Beige             | (1) Angular                | (1) Angular                |
| Blanco Español  | Grande/ 41*               | Grande/ 57*               | Blanco marfil     | Blanco marfil     | (1) Angular                | (1) Angular                |

.. Fuente: NTP 205.023:2014 (revisada el 2019) Leguminosas.

...Fuente: Royal Horticultural Society

(\*) Onza Americana

| <b>Variedad</b> | <b>Textura Testa 2001</b>  | <b>Textura Testa 2003</b>  | <b>Color Yema 2001</b>     | <b>Color Yema 2003</b>     |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                 | <b>Escala/calificación</b> | <b>Escala/calificación</b> | <b>Escala/calificación</b> | <b>Escala/calificación</b> |
| Rosado Precoz   | (1) Áspero                 | (1) Áspero                 | (1) Marrón Salpicado       | (1) Marrón Salpicado       |
| Culiacancito    | (1) Áspero                 | (1) Áspero                 | (2) Marrón Tostado         | (2) Marrón Tostado         |
| ILC-464         | (1) Áspero                 | (1) Áspero                 | (2) Marrón tostado         | (2) Marrón tostado         |
| Blanco Español  | (1) Áspero                 | (1) Áspero                 | (2) Marrón tostado         | (2) Marrón tostado         |

#### **4. Textura de la testa**

Se obtuvo la textura de áspera (escala 1) para las variedades y línea de garbanzo, por lo que con esta textura son las más aptas para el mercado, por ser la más comercial y se encuentra en mayor cantidad.

#### **5. Color de yema**

Se obtuvo dos calificaciones, marrón salpicado (escala 1) y marrón tostado (escala 2); y la variedad que presentó marrón salpicado fue Rosado Precoz y las demás variedades en estudio presentaron marrón tostado (Culiacancito, ILC-464, Blanco Español).

El color de yema marrón tostado es el más comercial, por ser común en las variedades y línea.

## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se mencionan a continuación son válidas para las condiciones en las cuales fueron realizadas las evaluaciones.

- En el presente estudio la línea y las variedades de garbanzo presentó interacción con los ambientes de siembra para el rendimiento de grano en los años 2001 y 2003.
- La línea ILC-464 y la variedad Rosado Precoz fueron los que obtuvieron altos rendimientos durante el año 2001, con 1847 y 1406 Kg/ha respectivamente, mientras que en el año 2003 la línea ILC-464 y la variedad Rosado Precoz obtuvieron los más altos rendimientos con 1244 y 1227 Kg/ha respectivamente.
- El año de siembra más favorable y propicia para la expresión de las características de la planta de los tratamientos evaluados fue el año 2001.
- La variedad Rosado Precoz y la línea ILC-464 son las que obtuvieron mayor cantidad de vainas llenas por planta de acuerdo a la evaluación; mientras que la línea ILC-464 y la variedad Culiacancito obtuvieron más granos por vaina. La variedad Culiacancito y la línea ILC-464 presentaron mayores pesos de 100 semillas.
- La línea ILC-464 y la variedad Blanco Español son más tardíos a floración y madurez de cosecha.
- El tamaño de grano muy grande para este estudio en ambos años fue para la variedad Culiacancito, mientras las demás variedades y línea el tamaño de grano fue grande.

- La textura del grano fueron ásperas para todas la variedades y línea en estudio, en cuanto al color fue beige, amarillo beige y blanco marfil para las variedades Rosado Precoz, la línea ILC-464 y la variedad Blanco Español; la forma redondeada irregular de la semilla fue para la variedad Rosado Precoz y en las variedades Culiacancito, Blanco Español y la línea ILC-464 fue angular y el color de la yema de la semilla fue marrón salpicado y marrón tostado

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Obtener más información del nivel de adaptación de las variedades evaluadas trabajando en más localidades de la costa y en época de primavera e invierno.
2. Promover la siembra del cultivo de garbanzo por ser una especie que crece con bajo requerimiento hídrico.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S.C. (1999). Estudio de la interacción genotipo ambiente en progenies del germoplasma de Camote (*I. batatas* L. Lam). (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú. 44 pp.
- Allard, R.W. (1980). *Principios de la mejora de plantas*. (4ta ed.). De José L. Montoya. Barcelona, España: Omega S.A.
- Álvarez, C.J. (1993). Evaluación por adaptabilidad y rendimiento de 50 accesiones de Garbanzo (*Cicer arietinum* L.) provenientes del vivero internacional del programa ICARDA/ ICRISAT (Siria). (Tesis de Grado). UNALM Lima, Perú. 117 pp.
- Apolitano, C. (1976). El cultivo de menestras en el departamento de Lambayeque. Ministerio de Alimentación. Estación Experimental de Vista Florida. Chiclayo, Perú. 53 pp.
- Astete M.F. (1990). Métodos de análisis de la interacción genotipo ambiente. (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú. 217 pp.
- Azhraf, M.; Saxena, M. y Murinda, M. (1984). Effect of fertilizer and Rhizobium. Chickpea Newsletter International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) India. 11:39-40.
- Camarena, F.; Chiappe, L.; Huaranga, A.; Mostacero, E. (2002). Ficha Técnica del cultivo de garbanzo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 15 pp.
- Chipana, C. (2015). Ensayo de treinta variedades de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) sembrado en invierno para condiciones de costa central. (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú. 116 pp.

- Coelho, D.T. & Dale, R.F. (1980). An emergy crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development planting to silking. *Agronomic Journal*.
- Comton, W.A. (1965). *Conceptos básicos de la genética estadística*. Facultad de Ciencias de la UNALM. Lima Perú.
- Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York.
- Cubero, J.J. y Moreno, M. (1983). *Leguminosas de Grano*. Madrid, España: Mundi Prensa 359 pp.
- De Lacy, I.H.; Eisemann, R.L. & Cooper, M. (1992). The important of genotype – by – environment interaction in regional variety trials. In genotype – by – environment interaction and plant breeding. Ed. Manjit S. Kan. 287-300 pp.
- Eberhart, S.A. & Russell, W.A. (1966) Stability analysis and it's for comparing varieties. *Crop Science*. 6, 36-40.
- Estación Experimental de Vista Florida. Resumen de experimentos realizados durante los años 1971, 1972, 1973, 1975 y 1976. Estación experimental vista florida cría II. Chiclayo Perú.
- Falconer, D.S. (1970). *Introducción a la genética cuantitativa*. (13va impresión). México: CIA. Editorial Continental S.A. 430 pp.
- Francis, T.R. & Kannenberg, L.W. (1978). Yield stability studies in short – season Maize. I. a descriptive method for grouping genotypes. *Can J. plan Sci*. 58: 1029-1034.
- Gordillo, E. (1991). *El Garbanzo, una alternativa para el secano*. Madrid, España: Agroguías Mundi-Prensa. 134 pp.
- Guerrero, A. (1983). *El cultivo de las leguminosas de grano*. En: leguminosas de grano de Cubero J. Moreno. Madrid, España: Ed. Mundi Prensa.

- Huaringa, A.W. (1983). Evaluación de variedades foráneas de Maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) bajo dos épocas de siembra en la localidad de La Molina. (Tesis de Grado). UNALM Lima, Perú. 84 pp.
- Huayama, N.A. (1986). Evaluación del comportamiento de 24 cultivares de garbanzo en época de invierno en costa central. (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú. 60 pp.
- Instituto de Investigación Tecnológica y Normas Técnicas (ITINTEC). (1971). Menestras. Garbanzo. Lima, Perú.
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). (1984). Ensayo comparativo de 19 cultivares de garbanzos introducidos en el valle de Ica. Food Legume Improvement. Program International Nurseries. Ica, Perú.
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). (1985). Chickpea Descriptors. Roma, Italia.
- Kang, M.S. & Miller, J.D. (1984) Genotype – environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. *Crop science*, 24. 435-440.
- Kay, D. (1985). *Legumbres alimenticias*. Zaragoza, España: Ediciones Acribia S.A. 475 pp.
- Litzenberger, S. (1973). Guía para cultivos en los trópicos y los subtropicos. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo (A.I.D.) México.
- Mariotti, J.A. (1986). Fundamentos de genética biométrica, aplicaciones al mejoramiento genético vegetal. Departamento de Asuntos Científicos y Tecnológicos de la secretaria general de la OEA. Washington, D. C.
- Mateo, B. (1961). *Leguminosas de grano*. España: Salvat. Editores S.A.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2016). Boletín Estadístico de Medios de Producción Agropecuarios. Lima, Perú. Recuperado de <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prodagropec>



- Montoya, G. (1970). Estudio de 8 densidades de siembra en Garbanzo (*C. arietinum* L.) var. Criollo en la zona de la Molina. (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú. 41 pp.
- Murty, B.R. (1975). Biology of adaptation in Chickpea. Proc. Int. workshop on grain legume. ICRISAT.
- Naccha, J. (1992). Comportamiento de 15 cultivares de garbanzo (*C. arietinum*) bajo condiciones de La Molina. (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú. 92 pp.
- Norma Técnica Peruana. NTP 205.023:2014. (Revisada el 2019) Leguminosas Garbanzo. Requisitos. (2da ed.). Reemplaza a la NTP 205.023:2014.
- Polo, M. (2003). Evaluación del rendimiento de 8 variedades de garbanzo (*C. arietinum*) bajo condiciones de costa central. (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú. 126 pp.
- Romero, J. (1985). Prueba de Adaptación de 16 cultivares de Garbanzo en condiciones de invierno en 2 localidades en costa central. (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú 112 pp.
- Sánchez, H. y Delgado De La Flor, F. (1981). Colección evaluación y conservación y utilización de recursos genéticos. Curso internacional de genética avanzada. CIPIA UNALM. pp. 83-94.
- Seif, E.; Evans, J.C. y Balaam, L.N. (1979). A multivariate procedure for classifying environments according to their interaction with genotypes. *Aust. J. Agric. Res.* 1021-1026.
- Sotomayor, J. (1978). Garbanzo Chancay nueva variedad para Lambayeque. Zona agraria II. Ministerio de Agricultura. Lambayeque Perú.
- Sprague, G.F. y Federer, W.T. (1951). A comparison of variante components in corn yield trials II. Ener, year – variety, location – variety and variety components. *Agron. J.* 43,

535-541.

Tai, G.C. (1971). Genotypic stability analysis its application to potato regional trials. *Crop science*. 1, 184-190.

Tejada, V. (2000). Evaluación preliminar de genotipos introducidos de garbanzo (*C. arietinum*) en condiciones de costa central. (Tesis de Grado). UNALM. Lima, Perú. 92 pp.

Van der Maesen, L. (1984). Taxonomy distribution and evolution of chickpea and its wild relatives. pp. 95-104.

Witcombe, J.R. & Erskime, W. (1984). Genetic Resources and their exploitation- chickpea. Faba, beans, and lentils. *Advances in Agricultural Biotechnology*. Publishers for ICARDA and IBPGR. pp. 105-122, 95-104

## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1: Resultados promedios de las características cuantitativas evaluadas en el experimento bajo condiciones de La Molina durante el año 2001**

| N°              | Variedad       | Rendimiento<br>(Kg/Ha) | N° Vainas llenas<br>por Planta | N° Granos por<br>Vaina | Peso 100<br>Semillas (g) | Días a<br>Floración | Días a madurez<br>de cosecha |
|-----------------|----------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1               | ILC-464        | 1847                   | 55.7                           | 1.7                    | 65.5                     | 79.0                | 186                          |
| 2               | Rosado Precoz  | 1406                   | 74.0                           | 1.1                    | 56.0                     | 61.6                | 186                          |
| 3               | Blanco Español | 707                    | 16.7                           | 1.2                    | 58.0                     | 69.0                | 191                          |
| 4               | Culiacancito   | 679                    | 25.5                           | 1.4                    | 73.3                     | 56.6                | 190                          |
| <b>Promedio</b> |                | <b>1160</b>            | <b>43.0</b>                    | <b>1.3</b>             | <b>63.2</b>              | <b>66.6</b>         | <b>188</b>                   |

**Anexo 2: Resultados promedios de las características cuantitativas evaluadas en el experimento bajo condiciones de La Molina durante el año 2003**

| N°              | Variedad       | Rendimiento<br>(Kg/Ha) | N° Vainas llenas<br>por Planta | N° Granos por<br>Vaina | Peso 100<br>Semillas (g) | Días a<br>Floración | Días a madurez<br>de cosecha |
|-----------------|----------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1               | ILC-464        | 1244                   | 31.3                           | 1.1                    | 52.0                     | 82.6                | 188                          |
| 2               | Rosado Precoz  | 1228                   | 34.7                           | 1.3                    | 39.8                     | 67.6                | 187                          |
| 3               | Blanco Español | 1046                   | 14.8                           | 1.0                    | 53.8                     | 78.3                | 190                          |
| 4               | Culiacancito   | 468                    | 18.8                           | 1.3                    | 62.4                     | 62.0                | 194                          |
| <b>Promedio</b> |                | <b>997</b>             | <b>24.9</b>                    | <b>1.2</b>             | <b>52.0</b>              | <b>72.6</b>         | <b>189</b>                   |

### Anexo 3: Costos de Producción del Garbanzo por Hectárea

| Actividad                            | Unidad de medida | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Total           |
|--------------------------------------|------------------|----------|----------------------|-----------------|
| <b>1 Preparación</b>                 |                  |          |                      | <b>930</b>      |
| Despaje                              | Jornal           | 3        | 50                   | 150             |
| Remojo y riego                       | Jornal           | 3        | 50                   | 150             |
| Aradura, rastreo y desterronado      | Hora/máquina     | 4        | 60                   | 240             |
| Gradeo y nivelado                    | Hora/máquina     | 2        | 60                   | 120             |
| Surcado                              | Hora/máquina     | 2        | 60                   | 120             |
| Levante de acequia                   | Jornal           | 3        | 50                   | 150             |
| <b>2 Siembra</b>                     |                  |          |                      | <b>300</b>      |
| Selección de semilla                 | Jornal           | 1        | 50                   | 50              |
| Siembra                              | Jornal           | 1        | 50                   | 50              |
| Carguío de semillas                  | Jornal           | 3        | 50                   | 150             |
| Pajareo o guardianía                 | Jornal           | 1        | 50                   | 50              |
| <b>3 Labores culturales</b>          |                  |          |                      | <b>800</b>      |
| Tomeo y riego                        | Jornal           | 5        | 50                   | 250             |
| Deshierbos                           | Jornal           | 3        | 50                   | 150             |
| Control fitosanitario                | Jornal           | 8        | 50                   | 400             |
| <b>4 Insumos</b>                     |                  |          |                      | <b>727.6</b>    |
| Semilla                              | kg               | 50       | 7                    | 350             |
| Pesticidas:                          |                  |          |                      |                 |
| Tamaron                              | L                | 4.4      | 38                   | 167.2           |
| Abamectina                           | L                | 0.6      | 88                   | 52.8            |
| Atabron                              | L                | 0.2      | 96                   | 19.2            |
| Benlate                              | kg               | 0.4      | 189                  | 75.6            |
| Faena                                | L                | 0.6      | 38                   | 22.8            |
| Agua                                 |                  |          |                      | 40              |
| <b>5 Cosecha</b>                     |                  |          |                      | <b>820</b>      |
| Preparación de eras                  | Jornal           | 2        | 50                   | 100             |
| cosecha                              | Jornal           | 6        | 50                   | 300             |
| Trilla y carguío                     | Hora/máquina     | 2        | 60                   | 120             |
| Guardianía                           | Jornal           | 6        | 50                   | 300             |
| <b>I Total costos directos</b>       |                  |          |                      | <b>3577.6</b>   |
| Imprevistos (5% CD)                  |                  |          |                      | 178.88          |
| Gastos administrativos (8% CD)       |                  |          |                      | 286.208         |
| Gastos financieros (5% CD)           |                  |          |                      | 178.88          |
| <b>II Total costos indirectos</b>    |                  |          |                      | <b>643.968</b>  |
| <b>III Costo total de producción</b> |                  |          |                      | <b>4221.568</b> |

Fuente: Organización Nacional Agraria. Gerencia Técnica. Área de Costos de Producción

**Anexo 4: Composición Química del Garbanzo y otras Leguminosas de Grano (En 100 g. de parte comestible)**

| <b>COMPONENTE</b>       | <b>GARBANZO</b> | <b>FRIJOL</b> | <b>ARVEJA</b> | <b>PALLAR</b> |
|-------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Energía (Calorías)      | 355.0           | 325.0         | 351.0         | 337.0         |
| Humedad %               | 12.9            | 13.8          | 11.5          | 12.2          |
| Proteína (g)            | 22.5            | 20.5          | 21.7          | 21.6          |
| Grasas (g)              | 1.8             | 1.2           | 12.0          | 1.4           |
| Hidratos de Carbono (g) | 58.3            | 60.0          | 61.1          | 61.6          |
| Cenizas (g)             | 3.8             | 4.5           | 2.5           | 3.2           |
| Fibra (g)               | 4.7             | 4.2           | 4.5           | 1.0           |
| Calcio (mg)             | 97.0            | 123.0         | 65.0          | 38.0          |
| Hierro (mg)             | 7.5             | 7.0           | 2.6           | 5.2           |
| Tiamina (mg)            | 0.5             | 0.5           | 0.2           | 0.5           |
| Rivoflavina (mg)        | 0.4             | 0.2           | 0.1           | 0.2           |
| Niacina (mg)            | 1.6             | 1.6           | 3.4           |               |

Fuente: Tabla de composición química de los alimentos peruanos. Instituto de nutrición. PERÚ (1974)