



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
Facultad de Agronomía  
Dirección Unidad de Investigación  
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur  
Teléf.:056-257444 Anexo 25  
Ica – Perú



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2025

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**"Evaluación de genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica"**

Presentado por:

**CORRALES AVALOS, LUIS ENRIQUE**

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 06% de similitud (Seis por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO**

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

### Observaciones:

- Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 11 de junio del 2025

Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Agronomía

CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA  
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Evaluación de genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.

Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

**INFORME FINAL DE TESIS**

**LUIS ENRIQUE CORRALES AVALOS**

**Ica - Perú**

**2025**

### **A DIOS:**

Fuente infinita de luz y sabiduría, quien guía cada uno de mis pasos en los caminos de la vida.

La convicción y fe de su presencia fue fortaleza y refugio en los momentos de incertidumbre.

### **A MIS PADRES:**

Mi madre por ser ejemplo de no rendirse a pesar de las circunstancias.

Mi padre como columna de la honestidad en mi formación, valor que siempre debe existir en nosotros.

Seres extraordinarios cuya paciencia, amor incondicional y sacrificios silenciosos han sido el cimiento de todo lo que soy.

### **A MIS HERMANOS:**

Para mostrarles el camino largo de lo que es ser un profesional y a pesar de lo que se presente en el camino hay que seguir adelante y que nunca es tarde, es más valioso intentarlo y no quedarse de brazos cruzados.

### **A MI ABUELITA MATERNA:**

Que en vida le dije que esto se conseguiría y se fue con mi agradecimiento real.

**A TODOS** los que, de una u otra manera, fueron parte de este proceso, tías, tíos Corrales y Avalos, gracias por haber sido el faro en los días oscuros y la inspiración en los momentos de duda.

## **MI ESPECIAL AGRADECIMIENTO:**

Con profundo agradecimiento, quiero dedicar estas palabras a todas aquellas personas e instituciones que han sido fundamentales en la realización de este trabajo de investigación y en mi formación profesional.

A mi querida **Facultad de Agronomía**, por brindarme una educación de calidad, por ser el pilar donde cimenté mis conocimientos y por proporcionarme las herramientas necesarias para enfrentar los retos del mundo profesional. A cada uno de sus docentes, quienes con paciencia y dedicación han compartido su sabiduría, motivándome a dar siempre lo mejor de mí.

A la **Ing. Luz Marina Espinoza de Arenas Ph.D.**, asesora de este trabajo de investigación, por su invaluable guía, su paciencia y su constante apoyo durante todo el proceso. Su compromiso con la enseñanza y la investigación ha sido una fuente de inspiración para seguir adelante con esfuerzo y dedicación.

Al **Ing. Magíster Guillermo Espino Tipismana**, por su disposición, conocimientos y apoyo en cada etapa del trabajo de campo, contribuyendo con su experiencia.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron con su apoyo moral, intelectual y técnico en la culminación de esta investigación. Su respaldo ha sido una motivación constante para superar los desafíos y alcanzar este importante logro.

**¡A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento!**

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice general	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
1.1 Descripción de la realidad problemática	02
1.2 Antecedentes de la investigación	03
1.3 Justificación e importancia de la Investigación	12
1.4 Objetivos de investigación	13
<b>II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA</b>	
2.1 Tipo y Nivel de la investigación	14
2.2 Población y muestra de la investigación	14
2.3 Diseño de la investigación	14
2.4 Ubicación del campo experimental	14
2.5 Análisis de suelo	15
2.6 Observaciones meteorológicas	16
2.7 Tratamientos en estudio	16
2.8 Diseño experimental	17
2.9 Características del campo experimental	17
2.10 Conducción del experimento	18
2.11 Variables evaluadas	23
2.12 Técnicas de procesamiento de datos	24
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>25</b>
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>54</b>
8.1 Análisis del suelo	
8.2 Análisis del HCN	
8.3 Datos meteorológicos	
8.4 Datos para los análisis estadísticos	
8.5 Panel fotográfico	

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1.	Análisis Físico-Mecánico del suelo	15
Tabla 2.	Análisis químico del suelo	15
Tabla 3.	Observaciones meteorológicas de mayo a octubre 2023	16
Tabla 4.	Tratamientos en estudio	16
Tabla 5.	Cronograma de riegos	20
Tabla 6.	Malezas más frecuentes	20
Tabla 7.	Cronograma de aplicaciones foliares	21
Tabla 8.	Cronograma del manejo fitosanitario	22
Tabla 9.	Análisis de varianza del porcentaje de emergencia en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	25
Tabla 10.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del porcentaje de emergencia en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	25
Tabla 11.	Análisis de varianza del inicio de floración en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	26
Tabla 12.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del inicio de floración en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	26
Tabla 13.	Análisis de varianza de la cobertura de follaje en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	27
Tabla 14.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan de la cobertura de follaje en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	27
Tabla 15.	Análisis de varianza de la madurez de la vaina en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	28
Tabla 16.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan de la madurez de la vaina en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	28
Tabla 17.	Análisis de varianza del número de vainas por planta en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	29
Tabla 18.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del número de vainas por planta en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	29

Tabla 19.	Análisis de varianza del largo de vaina en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	30
Tabla 20.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del largo de vaina en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	30
Tabla 21.	Análisis de varianza del ancho de vaina en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	31
Tabla 22.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del ancho de vaina por planta en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	31
Tabla 23.	Análisis de varianza del número de granos por vaina en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	32
Tabla 24.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del número de granos por vaina en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	32
Tabla 25.	Análisis de varianza del peso de 100 granos en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	33
Tabla 26.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del peso de 100 granos en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	33
Tabla 27.	Análisis de varianza del contenido de ácido cianhídrico en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	34
Tabla 28.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del contenido de ácido cianhídrico en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento en la zona baja del valle de Ica.	34
Tabla 29.	Análisis de varianza del peso de grano por planta en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento en la zona baja del valle de Ica.	35
Tabla 30.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del peso de grano por planta en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	35
Tabla 31.	Análisis de varianza del peso de grano por parcela en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	36
Tabla 32.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del peso de grano por parcela en la evaluación de genotipos de pallar de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico en la zona baja del valle de Ica.	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de los tratamientos en el croquis experimental	18
Figura 2. Rendimiento de grano estimado de genotipos de pallar con granos de color	37
Figura 3. Riego de machaco por inundación	65
Figura 4. Siembra	65
Figura 5. Emergencia y cebo tóxico	65
Figura 6. Manejo fitosanitario	65
Figura 7. Aplicación de biol	65
Figura 8. Floración plena	66
Figura 9. Riego	66
Figura 10. Aplicación foliar	66
Figura 11. Vainas en crecimiento	66
Figura 12. Floración y formación de vainas	66
Figura 13. Cosecha de plantas marcadas	67
Figura 14. Llenado de vainas	67
Figura 15. Evaluación de cobertura de follaje	67
Figura 16. Fin de fase de campo - cosecha	67

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) de granos de color por su rendimiento y contenido de ácido cianhídrico, se planificó la presente investigación en la zona baja del valle de Ica, en un suelo de textura franco arenoso, con bajo contenido de materia orgánica, medio en fósforo, de reacción moderadamente alcalina, muy ligeramente salino, con mediana capacidad de intercambio catiónico, en un Diseño en Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones, realizando la siembra el 17 de mayo de 2023 y la cosecha a los 180, 190 y 210 días. Los resultados obtenidos mostraron una importante variabilidad en las variables evaluadas, como el inicio de floración que se produjo desde los 65 días para PILEM 18/19 hasta 93.67 días para PILEM 5/19; el número de vainas por planta estuvo entre 44.97 para PILEM 18-1/19 y 134.28 vainas por planta, en promedio; el número de granos por vaina tuvo una variación desde 2.27 para PILEM 4/19T hasta 3.51 granos; el peso de 100 granos presentó una variación entre 95.83 g para PILEM 18-1/19 y 193.09 g en promedio; el contenido de HCN estuvo entre 0.67 mg para PILEM 18/19 cuyo color de grano es marfil con mancha basal morado oscuro y 1.31 mg para PILEM 18-1/19 de grano bicolor blanco/negro. Los genotipos PILEM-5/19 con 3,214.81; PILEM-23/19 con 3,200.0 y PILEM-4/19T con 3,170.37 kg/ha de grano seco mostraron buen potencial de rendimiento y adaptabilidad a las condiciones de la zona baja del valle de Ica.

**Palabras clave:** *Phaseolus lunatus* – genotipos – rendimiento – HCN – grano de color

## ABSTRACT

With the aim of evaluating genotypes of the bean lima (*Phaseolus lunatus* L.) with colored grains for their yield and hydrocyanic acid content, this research was planned in the lower area of the Ica Valley, in a sandy loam soil, with low organic matter content, medium phosphorus, moderately alkaline reaction, very slightly saline, with medium cation exchange capacity, in a Completely Randomized Block Design with three replications, sowing on May 17, 2023 and harvesting at 180, 190 and 210 days. The results obtained showed significant variability in the variables evaluated, such as the onset of flowering that occurred from 65 days for PILEM 18/19 to 93.67 days for PILEM 5/19; the number of pods per plant was between 44.97 for PILEM 18-1/19 and 134.28 pods per plant, on average; the number of grains per pod had a variation from 2.27 for PILEM 4/19T to 3.51 grains; the weight of 100 grains presented a variation between 95.83 g for PILEM 18-1/19 and 193.09 g on average; the HCN content was between 0.67 mg for PILEM 18/19 whose grain color is ivory with a dark purple basal spot and 1.31 mg for PILEM 18-1/19 with a bicolor white/black grain. The genotypes PILEM-5/19 with 3,214.81; PILEM-23/19 with 3,200.0 and PILEM-4/19T with 3,170.37 kg/ha of dry grain showed good yield potential and adaptability to the conditions of the lower area of the Ica Valley.

**Keywords:** *Phaseolus lunatus* – genotypes – yield – HCN – grain color

## I. INTRODUCCIÓN

Es innegable la importancia del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) para la región Ica y el país como cultivo alimenticio por su aporte nutricional en contenido proteínico y aminoácidos que contribuye a la disminución de la desnutrición sobre todo infantil; por su versatilidad en numerosos platos o potajes; como cultivo de producción por su aporte a la materia orgánica del suelo contribuyendo de manera interesante con la rotación de cultivos; por su habilidad simbiótica al participar en la fijación biológica del nitrógeno (FBN) atmosférico contribuyendo con el contenido de nitrógeno y materia orgánica en el suelo y por tanto, mejorando las condiciones saludables del suelo.

Conservar la diversidad genética del pallar, que es la menestra bandera de la Región Ica, es de mucha importancia para la seguridad alimentaria de la región y el país; porque dicha diversidad contiene los genes necesarios para hacer frente los impactos del cambio climático como ya se viene dando. Parte importante de dicha diversidad vienen a ser las variedades o genotipos ancestrales que originalmente presentaban color del grano diferente al blanco, que, debido a la domesticación y sucesivas selecciones, en la actualidad se cuenta con escasas variedades de color de grano blanco y forma de grano arriñonado porque son de la preferencia de los consumidores; con lo cual, hay un serio riesgo de erosión genética con este cultivo que es nativo; por lo cual debemos preservarlo.

Según [1], en la familia de las leguminosas se observa que algunas especies forrajeras contienen grandes cantidades de HCN. Lo mismo sucede con algunas gramíneas como en las semillas de sorgo que se encuentran alrededor de 280 ppm y en los tallos hasta 2,500 ppm. Sostiene que la especie *P. lunatus* L. variedad Lima Beans (pallar), puede liberar hasta 3,000 ppm, concentración letal para cualquier organismo; por lo que, al parecer, en las variedades comestibles existen cantidades muy pequeñas gracias a los trabajos de selección genética realizados.

La denominación de origen “Pallar de Ica”, precisamente se ha logrado debido a las cualidades especiales que presenta esta legumbre en la nutrición y gastronomía, lo que permite mantener la preferencia de los consumidores por su textura, sabor, debido a su bajo contenido de HCN y color blanco del grano [2]; preferencia que año tras año se refleja en la reducción variedades disponibles para el consumo; con lo cual, el riesgo de erosión genética de este recurso nativo se está haciendo cada vez más evidente, al contar con escasos cultivares comerciales de grano blanco que puedan seguir haciendo frente a los desafíos del cambio climático, existiendo variedades ancestrales que también pueden ser incorporadas a la dieta del poblador iqueño.

Aún existen variedades nativas de pallar con granos de color que cada vez se van extinguiendo con el riesgo de una peligrosa erosión genética; siendo importante su colección, recuperación e

incremento de semilla para ser evaluadas o caracterizadas en sus diferentes variables morfoagronómicas. Una de las variables o características importantes viene a ser el contenido de Ácido Cianhídrico por ser un compuesto cianógeno que puede llegar a ser tóxico e inclusive mortal dependiendo de su nivel o cantidad en el grano; por lo que, a diferencia de los genotipos de pallar de grano blanco, los de granos de color podrían tener niveles peligrosos de este compuesto y por lo tanto no estarían aptos para el consumo humano ni animal.

Por todas las consideraciones mencionadas, se ha planteado el presente trabajo de investigación con el objetivo de evaluar de manera comparativa el rendimiento de ocho genotipos de pallar con granos de color de habito de crecimiento indeterminado y su contenido de ácido cianhídrico en las condiciones de suelo y clima de la zona baja del valle de Ica.

## **1.1 Descripción de la Realidad Problemática**

En el difícil proceso de búsqueda de nuevos genotipos de pallar que respondan a las actuales exigencias por los efectos del cambio climático que cada vez son más evidentes, resulta problemático enfrentar situaciones de escasez de recursos económicos, humanos, tecnológicos que retrasan aún más la obtención de nuevos cultivares de pallar que estén disponibles para los agricultores productores de pallar que se encuentran a la espera de contar con material genético de fácil acceso, económico, rentable y nutritivo.

En tal sentido, la situación problemática actual del cultivo de pallar se refiere a la ausencia de nuevos cultivares mejorados con caracteres favorables tanto como alimento nutritivo como cultivo mejorador del suelo, rentable; por lo que continúan utilizando variedades antiguas mezcladas y cultivares no identificados adecuadamente; lo que reduce la posibilidad de incrementar el área cultivada de esta menestra bandera que tiene un gran potencial alimenticio y es una gran alternativa para garantizar la seguridad alimentaria [3].

### **1.1.1 Situación problemática**

La situación problemática del cultivo de pallar con respecto a investigaciones sobre su diversidad, es compleja en primer lugar porque no se ha colectado toda la diversidad existente, lo que puede estar generando erosión genética; por lo tanto no se conoce sobre las bondades que ofrecen los genotipos ancestrales con respecto a genes favorables para contribuir a la seguridad alimentaria en un futuro cercano, debido a la vulnerabilidad en que se encuentran los cultivares y variedades de actual uso comercial.

Como parte de esta problemática se encuentra la ausencia de investigaciones actualizadas en lo que respecta a su contenido nutricional, y sobre todo el contenido de ácido cianhídrico (HCN) que puede ser factor limitante para que los genotipos de pallar con granos de color diferente al blanco, que cuentan con muy buen potencial de rendimiento, puedan ser calificados para consumo humano al verificar su bajo

contenido de este compuesto cianogénico, sin llegar a despojarse de su natural protección contra algunos insectos.

### **1.1.2 Formulación del problema**

La presente investigación, plantea la siguiente problemática:

#### **Problema general:**

¿Cuál será el potencial de rendimiento y el contenido de ácido cianhídrico de los genotipos de pallar con granos de color, en la zona baja del valle de Ica?

#### **Problemas específicos:**

¿Cuál será el potencial de rendimiento y sus principales componentes morfoagronómicos de genotipos de pallar de granos de color en la zona baja del valle de Ica?

¿Cuál será el contenido de ácido cianhídrico de genotipos de pallar de granos de color en la zona baja del valle de Ica?

## **1.2 Antecedentes de la investigación**

### **1.2.1 Antecedentes internacionales**

En Santiago – Chile [4], determinaron el contenido de ácido cianhídrico en veinte diferentes variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris* L.) y líneas experimentales del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Santiago, de acuerdo con el método de valoración en medio ácido, propuesto por la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC), con algunas modificaciones. Los valores obtenidos de ácido cianhídrico representan la cantidad de este ácido liberado en la hidrólisis de ciertos compuestos que existen en las semillas, y se expresaron en partes por millón (mg de HCN /1.000 g de sustancia seca). Señalan que el análisis estadístico demostró que existe diferencia altamente significativa entre variedades en el contenido de ácido cianhídrico, pero estos porcentajes no presentarían riesgo alguno de toxicidad en el grano seco para consumo humano.

En Brasil [5], señalan que el haba de Lima (feijao-fava), es cultivado especialmente en los Estados de la Región Nordeste y se caracteriza por su sabor amargo; por lo que, para eliminarlo y utilizar las semillas en alimento humano, es necesario someterlos a cocción mediante tres a cinco veces. Informan que evaluaron semillas de siete variedades de habas de lima, de las cuales 4 (beige claro, blanca, plana y Rajada y Rajada) y 3 (Beige Oscuro, Negro y Pintado), evaluando las variables: peso de 100 semillas, porcentaje de materia seca, porcentaje de ácido cianhídrico (HCN) y proteínas, calcio, fósforo, extracto etéreo, fibra bruta, cenizas y extractos no nitrogenados. El ácido cianhídrico fue determinado por el proceso cualitativo, según metodología utilizado por [6] y [7]; encontrando que las variedades Branca, Begeclara y Rajada presentaron mayor toxicidad con 8(115 -150) ppm, mientras que las variedades Chata y Rajada presentaron menor toxicidad con 3(15 - 25) ppm de HCN.

El frijol lima (*Phaseolus lunatus*), es una leguminosa que produce los glucósidos cianogénicos linamarina y lotaustralina. Refieren que CYP79D71 ha sido identificada como la primera enzima de la vía en *P. lunatus*, produciendo oximas de valina e isoleucina. Un segundo miembro de la familia CYP79, CYP79D72 de enzimas, se ha demostrado que cataliza la formación de oximas derivadas de leucina, que actúan como defensa volátil en compuestos de *Phaseolus* spp. Refieren que dentro del género *Phaseolus*, la ocurrencia de linamarina y lotaustralina como compuestos funcionales de defensa química parece restringido a especies pertenecientes a los grupos *Polystachios* y *Lunatus* (pallar), estrechamente relacionados. Indican que una capacidad preexistente para producir oximas y nitrilos volátiles probablemente facilitó la evolución de cianogénesis dentro del género *Phaseolus* [8].

La cianogénesis se caracteriza por la liberación de HCN de tejidos dañados y es un ejemplo del sistema de defensa química de dos componentes de una planta, según [9]. Los glucósidos cianogénicos se sintetizan a partir de aminoácidos específicos y los glucósidos cianogénicos predominantes de *P. lunatus* son la linamarina, que se deriva de la valina, y la lotaustralina, derivada de la isoleucina. En los tejidos vegetales, los glucósidos cianogénicos se almacenan separados de las enzimas  $\beta$ -glucosidasa que desencadenan la liberación de HCN, y las dos componentes solo entran en contacto después de la ruptura del tejido, causados por la alimentación de insectos [10]. La hidrólisis de glucósidos cianogénicos libera su inestable  $\alpha$ -hidroxinitrilo aglicona, que se disocia con la formación de HCN tóxico.

*Phaseolus lunatus*, es una leguminosa importante y es ampliamente utilizada como planta experimental en ecología química para estudiar variaciones en la cianogénesis y sus efectos en el comportamiento de los herbívoros, y las diversas compensaciones entre los rasgos de defensa. Se señala, por ejemplo, que la cianogénesis como mecanismo de defensa directa se correlacionó negativamente con la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) como defensa indirecta contra herbívoros. Por lo tanto, identificando los genes que codifican la vía biosintética para cianogénicos glucósidos en *P. lunatus* beneficia los esfuerzos de reproducción, respaldan la investigación ecológica y permiten un análisis comparativo de la cianogénesis y su evolución en una tercera especie de leguminosa [11].

Una revisión sobre la descripción general del conocimiento actual sobre el frijol lima (*Phaseolus lunatus* L.) es presentado por [12], quien señala que es una leguminosa subutilizada que puede ser un cultivo con un potencial alimentario prometedor; debido a que no existe abundante información sobre las habas de lima (pallar), comparada con otras legumbres. Sostiene que es necesario explotar las propiedades nutricionales y de salud de este cultivo, así como explorar técnicas de procesamiento como cocción, remojo, fermentación y germinación para transformarlos en otras formas de alimento. Señala que es necesario promocionar los frijoles de lima (pallar), especialmente donde hay una escasez incesante de alimentos, ya que permitirán una dieta diversa; previamente debe someterse a un procesamiento para mejorar su

palatabilidad y hacerlo comestible o utilizarlo como un ingrediente funcional para mejorar el valor dietético de otros alimentos.

### **1.2.2 Antecedentes nacionales**

En la Universidad Nacional del Callao [13], refiere que los pallares secos son de cocción rápida, con un factor crudo-cocido de 0.44, y con un tiempo de cocción de 85 minutos promedio, informa que de esta leguminosa llegó a aislar un glucósido cristalizado: Faseolunatina, que por acción de una enzima hidrolizante (linamarinasa) contenida en las mismas semillas, se hidroliza dando glucosa, ácido cianhídrico y acetona. Este ácido cianhídrico le confiere propiedades tóxicas al pallar, siendo la dosis de 60 mg mortal para el ser humano, por lo que sugiere hervir en recipientes abiertos, pues el ácido cianhídrico es volátil y soluble en agua.

La planta del pallar “Moche” variedad ancestral de la costa norte del Perú, es una planta perenne; con vainas plano-curvadas, con la base aguda y el ápice cónico y delgado de 7-12 cm., con 2-4 semillas por vaina; las semillas son aplanadas, de forma arriñonada, con el hilium largo y angosto, presentan líneas o rebordes que irradian desde el hilium; el tamaño y la coloración del grano es muy variable, desde uniformemente blancas, negras o amarillentas; cuando hay manchas es frecuente que se distribuyan siguiendo las líneas que parten del hilium [14].

Gran interés por el pallar “Moche” muestra [15], por ser un recurso biológico valioso, uno de los ancestros de los pallares que actualmente se consume. Refiere que este pallar que tiene dos colores: blanco y negro, ya no se oferta en ningún mercado del Perú. Señala con preocupación que es muy probable que existan razones socioculturales detrás de este problema. Sin embargo, está bien informado que este pallar es un legado bio-cultural, por lo que considera que no es justo que se pierda así nada más. Por lo tanto, propone que una de las soluciones es recuperarlo y recomienda que la manera más práctica de hacerlo es cultivándolo en las casas. De esta manera, propone que este valioso recurso, se propague y se recupere para volver a verlo en la mesa familiar. Para contribuir con su recuperación y conservación, publica la guía para cultivar el pallar “Moche” en las casas, jardines como una forma de conservarlo transmitiéndolo de generación en generación y de maneras detallada indica los cuidados que se debe tener para lograr plantas exitosas.

En la Universidad Nacional de Trujillo [16], informan que realizaron la caracterización morfo agronómica de ocho poblaciones de pallar de costa y de sierra norte del país, llegando a la conclusión que se presentaron marcadas diferencias fenotípicas y genéticas entre las ocho poblaciones de “pallar” cultivadas bajo condiciones agroecológicas de la provincia de Trujillo. Señalan que, todas las colectas estudiadas presentaron alta heterogeneidad fenotípica para los caracteres número de semillas por vaina y peso de los granos; la mayor variación y heterogeneidad fenotípica del carácter días a la floración se presentó en las colectas de la costa

con excepción de la colecta PLUNT 06, la colecta de la costa PLUNT 06, fue la más precoz y sus vainas presentaron dehiscencia o desgrane espontáneo. Las flores fueron de color blanco o morado, las plantas eran de hábito de crecimiento determinado e indeterminado; el color del grano diverso.

Las características fisicoquímicas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de tres variedades de frijol canario denominadas Canario 2000 INIAA, INIA 404 CIFAC 90105 e INIA 439 COSTACEN cultivadas en Chíncha, Huaral, Barranca, Venado Muerto y Cañete, fueron estudiadas por [17], encontrando que las características físicas del grano de frijol, consideradas parámetros de calidad en legumbres, variaron de acuerdo con la variedad y localidad, las cuales independientemente de su procedencia, presentaron granos de forma elípticas y “grandes”. Señala que, con relación a la composición proximal, el contenido de humedad y hierro solo se vio afectado por la localidad, que, el contenido de lípidos, proteínas, cenizas y carbohidratos totales se vieron influenciados por la variedad y localidad. Indica que el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides totales varía dependiendo de la variedad y localidad, de la misma manera que su capacidad antioxidante, independientemente del radical empleado (DPPH o ABTS). El contenido de ácido cianhídrico liberado a partir de los glucósidos cianogénicos se encontró en pequeñas cantidades que aseguran su inocuidad.

En la ciudad de Tacna [18] llevó a cabo una investigación para determinar el efecto del peróxido de hidrógeno y la luz ultravioleta sobre la disminución o reducción del cianuro en las variedades de: frejol panamito, frejol canario, frejol castilla y frejol caballero, de consumo humano, sometiendo los granos a un proceso de marinado en condiciones ambientales en solución acuosa de peróxido de hidrógeno y la acción de la luz ultravioleta. El proceso de marinado y las pruebas se realizaron con concentraciones de peróxido de hidrógeno de 5 %, 8 %, 10 % y 13 % en volumen; para tiempos de 10, 20, 25 y 30 horas de remojo con acción directa de luz ultravioleta a 250 nanómetros. Los resultados muestran una disminución del cianuro de 36,51 mg por Kg. de muestra para el frejol canario; 42,03 mg. para el frejol panamito; 48,02 mg. para el frejol castilla y 82,90 mg. para el frejol caballero, en tiempo de 30 horas de remojo con solución acuosa de peróxido de hidrógeno al 13 % en volumen. Este proceso de remojo debe realizarse antes de proceder a la cocción para el consumo humano. La cocción permitirá que el cianuro remanente sea eliminado cumpliendo así con las “Normas Internacionales de los Alimentos” dadas por la FAO y OMS que considera que el nivel máximo para legumbres es 2. mg/Kg; asegurando así, una alimentación sana sin contaminante.

### **1.2.3 Antecedentes locales**

En la zona baja del valle de Ica, Pachacútec [19] evaluó la adaptación y potencial de rendimiento de 16 selecciones de *P. lunatus* semi precoz de hábito de crecimiento indeterminado en un suelo de textura franco arenoso, con bajo contenido de materia orgánica y fósforo, alto contenido de potasio, de reacción ligeramente alcalina y baja capacidad de

intercambio catiónico, en un Diseño en Bloques Completamente al Azar y tres repeticiones, en siembra de abril. Como resultado señala que el 100% de selecciones de pallar evaluadas se adaptaron a las condiciones edafoclimáticas de la zona baja del valle de Ica; de las cuales, PSPI 1006-13, PSPI 1008-13, PSPI 1010-13 y PSPI 1023-13, mostraron buen potencial de rendimiento superando los 1,880 kg/ha. Otras ocho selecciones mostraron un potencial de rendimiento regular, con rendimientos entre 1,500 y 1,800 kg/ha de grano seco, en promedio; mientras que tres selecciones obtuvieron rendimientos por debajo de los 1,500 kg de grano seco/ha con un bajo potencial de rendimiento. Señala que hay importante variabilidad genética en el número de vainas por planta, número de granos por vaina, dimensiones de la vaina, dimensiones del grano, peso de 100 granos, entre otros; lo que permitirá seleccionar genotipos deseados.

En el fundo Arrabales, zona media del valle de Ica [20] evaluaron los caracteres morfológicos y de rendimiento de 20 genotipos de pallar de hábito de crecimiento indeterminado en la zona media del valle de Ica y como resultado encontraron alta correlación positiva con ( $r > 0.56$ ) entre el largo de grano con el ancho de vaina; entre el ancho de grano con el ancho de vaina y largo de grano; entre el peso de 100 semillas con el largo de vaina, ancho de vaina, largo de grano y ancho de grano; entre los días al 50 % de floración con el número de vainas por planta; entre la madurez de la vaina con el número de vainas por planta y los días al 50 % de la floración; entre el peso de grano por planta con el número de vainas por planta, largo de vaina, ancho de grano, peso de 100 semillas, días al 50% de la floración y los días a la madurez de la vaina. A un coeficiente de distancia genética de 0.6, los genotipos de pallar conformaron siete grupos bien definidos, mostrando una importante diversidad de pallar expresada en los días a la floración, madurez de la vaina y en los principales componentes de rendimiento. En cuanto a las variables morfológicas, color de flor, curvatura de la vaina, forma del ápice de la vaina, forma y color del grano, fueron las más relevantes para caracterizar los genotipos en estudio. La evaluación de doce genotipos de pallar de granos de color, de hábito de crecimiento indeterminado, que fueron colectados en diversos lugares de la región Ica y el país, fue realizada por [21] así como la caracterización morfoagronómica y comparativo de rendimiento en condiciones de suelo y clima de la zona media del valle de Ica, distrito de Subtanjalla, en siembra de marzo. Señalan que como resultado, todos los genotipos mostraron buena adaptación, encontrando diferencia altamente significativa para longitud de la guía principal, días al 50% de floración, número de granos por vaina, peso de 100 granos, días a madurez de la vaina, peso de grano por planta, largo y ancho de la vaina, largo y ancho del grano. Informan que encontraron alta correlación positiva entre la longitud de la guía principal y la cobertura de follaje, número de vainas por planta, peso de 100 granos, ancho de vaina y peso de grano por planta e indican que es necesario conocer su contenido de HCN.

En la zona media del valle de Ica [22] evaluaron la diversidad genética y realizaron la caracterización morfológica de 30 genotipos de pallar cuya semilla fue colectada de los valles de la región Ica y un distrito de Lambayeque. Señalan que evaluaron siete descriptores cualitativos y nueve cuantitativos. Los resultados que hallaron indican que el peso de 100 semillas presentó alta correlación positiva con todas las variables cuantitativas evaluadas. Reportan además que identificaron cuatro grupos definidos a un coeficiente de distancia genética de 0,5; siendo el más distante LEM-28 por ser del cultigrupo Sieva, de acuerdo con Baudett [23] en el año 1977. Con respecto a los genotipos evaluados, informan que hubo predominancia en el patrón de crecimiento indeterminado sobre el determinado, color blanco de alas de la flor sobre el lila, siendo más frecuentes las vainas ligeramente curvas, el ápice de vaina medio y largo, y la forma de semilla arriñonada, que en conjunto explicaron el 86.50% de la variación total.

En el fundo Arrabales distrito de Subtanjalla, [24] realizó un comparativo de rendimiento de doce genotipos de pallar de crecimiento indeterminado, en un suelo de textura franco arenoso, ligeramente salino, reacción ligeramente alcalina, contenido bajo de materia orgánica y nitrógeno, con capacidad de intercambio catiónico media; utilizando el diseño en bloques completamente al azar (DBCA), con tres repeticiones, en siembra de abril. Los resultados que obtuvo indican que encontró diferencia altamente significativa en los caracteres morfológicos, fenológicos y en las variables cuantitativas, destacando que seis genotipos iniciaron la floración entre los 57.67 y 73.33 días de la emergencia, siendo más precoces que el cultivar comercial; dos genotipos tienen 3.43 y 3.39 granos por vaina, en promedio; el peso de 100 granos presentó asociación positiva altamente significativa con las dimensiones de la vaina y las dimensiones del grano, que se deben tener en cuenta para la selección. El rendimiento de grano estimado estuvo entre 1,728.34 y 2,791.87 kg/ha.

#### **Sobre *Phaseolus lunatus* L (pallar)**

La leguminosa alimenticia *Phaseolus lunatus* L.—comúnmente llamada frijol de Lima—pertenece al género *Phaseolus*, la subtribu *Phaseolinae*, la tribu *Phaseoleae*, la familia *Papilionaceae* o *Fabaceae* y el orden *Leguminosales* o *Fabales*. *P. lunatus* tiene un origen neotropical con al menos dos centros principales de diversidad como lo sugiere el análisis electroforético de la proteína cruda de la semilla: (1) el centro centroamericano (principalmente México y Guatemala) para las formas de semillas pequeñas y (2) el centro andino (principalmente Perú y Ecuador) para las formas de semillas grandes. Se han identificado botánicamente dos variedades dentro de la especie: (1) var. *Silvester* (las formas silvestres) y (2) var. *lunatus* (las formas cultivadas). Esta última se subdivide en tres cultigrupos principales: (1) cv-gr. Sieva con semillas medianas y planas, (2) cv-gr. Papa con semillas pequeñas y globulares, y (3) cv-gr. Big Lima con semillas grandes y planas. Sin embargo, esta clasificación está lejos de reflejar toda la gama de diversidad de semillas entre

los materiales cultivados debido al libre flujo de genes que ocurre entre los tres grupos de cultivos [25].

El frijol Lima (pallar) es una especie de interés científico desde el punto de vista evolutivo porque su pariente silvestre, el frijol Lima silvestre, es una especie ampliamente distribuida desde el norte de México hasta el norte de Argentina con una estructura genética definida en acervos génicos, además que, esta especie fue domesticada al menos dos veces e independientemente en Mesoamérica y los Andes lo que dio origen a una gran diversidad de variedades criollas mesoamericanas y andinas. Señalan que realizaron diversos estudios sobre la diversidad genética del frijol Lima silvestre y domesticado mediante marcadores moleculares del ADN cloroplástico y marcadores genómicos del ADN nuclear y sus resultados muestran un origen andino para el frijol Lima silvestre durante el Pleistoceno y una temprana divergencia de los acervos génicos mesoamericano y andino. Desde su área de origen en los Andes, el frijol Lima silvestre habría migrado a otras áreas en los Andes y Mesoamérica y actualmente se encuentra estructurado en cuatro acervos génicos, dos mesoamericanos (MI, MII) y dos andinos (AI, AII), con distribuciones geográficas no solapantes. La domesticación redujo la diversidad genética de las variedades criollas, especialmente las mesoamericanas, y produjo altos niveles de desequilibrio de ligamiento [26].

Sobre el cultivo de pallar, [27] indica que es un cultivo que prospera bien en diversos tipos de suelos, profundos, fértiles, de textura media o ligera, bien drenados, siendo los suelos francos o areno-arcillosos los más aparentes para el cultivo. Señala que la época oportuna para aplicar los fertilizantes es al momento de la siembra, aunque también se puede realizar a los 20 a 30 días después de la siembra. Refiere que, diversas experiencias indican que la dosis recomendada para el pallar, en las condiciones ambientales de los valles de Ica y Pisco es de 30 a 40 kg de nitrógeno y de 60 a 80 kg de fósforo por hectárea. Sostiene además que no recomienda aplicar potasio porque los suelos de la costa son, por lo general, ricos en este elemento.

De manera similar [28], señala que el pallar se adapta a climas con temperaturas desde 18oC a 25oC. También se adapta a distintos tipos de suelos, de preferencia arenosos o arcillosos; es resistente a sequías y falta de agua, ideal para zonas en proceso de desertificación por efectos del calentamiento global; ya que, desde los albores de la civilización, fue el alimento exquisito de los peruanos que no dudaron en rendirle culto y atribuirle significaciones mágico-religiosas. Con respecto al Cianuro de hidrógeno, HCN(g) o ácido cianhídrico HCN(ac) [29], señala que es un compuesto químico cuya fórmula es: HCN. La disolución de cianuro de hidrógeno en agua se llama ácido cianhídrico, es un líquido incoloro, muy venenoso y altamente volátil, Tiene un ligero olor amargo a almendras, que algunas personas no pueden detectar debido a un rasgo genético. El cianuro de hidrógeno es ligeramente ácido, sus sales son conocidas como cianuros. La ingestión es extremadamente tóxica. Los síntomas tempranos son: náusea,

vómitos y dolor abdominal. La inhalación es extremadamente peligrosa se cree que es posible el envenenamiento a través de la piel, ojos las pupilas dilatadas son un síntoma de envenenamiento La intoxicación con ácido cianhídrico es grave, la gravedad de la intoxicación por cianuro varía según la cantidad de cianuro con la que se tuvo contacto, la forma en que se tuvo dicho contacto y el tiempo de exposición al químico.

Las personas que entran en contacto con una pequeña cantidad de cianuro por respiración, absorción cutánea o ingesta de alimentos que lo contienen, pueden presentar algunos de los siguientes síntomas o todos ellos en el lapso de unos minutos: respiración acelerada, agitación, mareos, debilidad, dolor de cabeza, náuseas y vómitos, aceleración del ritmo cardíaco. Las sales de cianuro de sodio, de potasio y los cianatos de potasio son tóxicos, así mismo los complejos como el cianuro de níquel, los ferro y ferricianuros también son tóxicos, los últimos son más tóxicos [29].

El Ácido cianhídrico es un líquido incoloro a 20°C, con ligero olor a almendras amargas; en fase gaseosa es conocido como cianuro de hidrógeno. Se le considera un ácido débil caracterizado por su estructura lineal conformado por un grupo nitrilo o cianuro unido a un hidrógeno. Tiene un punto de ebullición de 26°C lo cual permite muy fácilmente su paso al estado gaseoso. Algunas industrias utilizan compuestos de cianuro en procesos de síntesis para la fabricación de plásticos, papel, telas, gomas, fotografía y plaguicidas. Actualmente, su principal aplicación se basa en la recuperación de metales preciosos [30].

El ácido cianhídrico, también denominado ácido prúsico, es un compuesto altamente tóxico que puede encontrarse tanto en animales como en plantas. Fue descubierto en 1782 por Carl Wilhelm Scheele al experimentar con azul de Prusia (actualmente conocido como ferrocianuro de hierro). En un principio, el ácido cianhídrico fue usado con fines terapéuticos proveniente del destilado de 40 diversas plantas hasta finales del siglo XIX, quien fue reemplazado principalmente por barbitúricos y otros productos sintéticos recién descubiertos. En el siglo XX, se empleó principalmente como gas venenoso para la eliminación de plagas y como arma química. Sin embargo, se empezó a utilizar como reactivo para la elaboración de numerosos compuestos químicos que hoy en día se elaboran a través de dicho compuesto tales como el adiponitrilo, cianhidrina de acetona y cianuro de sodio. [31]

Es un ácido débil, líquido, incoloro, tóxico, de baja viscosidad y con olor característico a almendras amargas; posee como estructura química una molécula lineal formada por carbono y nitrógeno mediante la unión de un enlace triple covalente y por un hidrógeno con un enlace covalente sencillo. Esta molécula, es una especie química aniónica soluble en agua formando el grupo CN, igualmente es una molécula inorgánica del grupo de las sales que puede reaccionar entre su ácido o formar sales estables reaccionando con metales de transición [32]. Gran parte de la vegetación y algunos frutos contienen ácido cianhídrico. Por naturaleza química se produce por la interacción de glucósidos cianogénicos y una enzima hidrolítica que

es la  $\beta$ -glucosidasa la cual da paso al proceso de cianogénesis y el rompimiento de las células de vegetales y frutos facilitando la interacción de estos compuestos causando la liberación del HCN [33].

*P. lunatus* es una especie bisexual en la que la autogamia se ve favorecida por la maduración sincronizada de los granos de polen y el estigma en sus flores, así como por la proximidad dentro del brote [34]. Sin embargo, se han reportado tasas de cruzamiento de 0.02% hasta 48%, dependiendo del genotipo, las condiciones de crecimiento, la distancia entre plantas, la dirección del viento y las poblaciones locales de insectos polinizadores [35] y [36].

*P. lunatus* crece mejor en climas tropicales húmedos y subhúmedos de baja altitud, pero puede cultivarse en una amplia gama de condiciones ecológicas. Se encuentra en zonas templadas cálidas, así como en regiones tropicales áridas y semiáridas. Esta especie se encuentra desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a los 2000 m. Las temperaturas óptimas son de 16 a 27 °C; no tolera las heladas. Las variedades de semillas grandes son más sensibles a la temperatura que las de semillas pequeñas. La planta no florece si la temperatura supera los 30 °C. La precipitación media anual es de 900 a 1500 mm, pero una vez establecida, el cultivo tolera precipitaciones de hasta 500 a 600 mm. Algunas variedades se consideran muy resistentes a la sequía, debido a su sistema radicular profundo y bien desarrollado. *P. lunatus* prefiere suelos bien aireados y drenados con un pH de 6,0 a 6,8, pero algunos cultivares toleran suelos ácidos con un pH tan bajo como 4,4 [37] y [38].

Como señala [39], los programas de mejoramiento genético tienen como finalidad obtener cultivares apropiados para un conjunto de caracteres; por eso, es muy importante tener en cuenta el conocimiento de la naturaleza y magnitud de las correlaciones fenotípicas entre caracteres morfoagronómicos de interés con fines de selección.

Según la FAO [40], para hacer uso de los recursos fitogenéticos es importante conocer y comprender la variabilidad genética de la diversidad que se desea analizar a través de estudios de caracterización. Tanto la caracterización y evaluación pueden servir de ayuda en la identificación del germoplasma para a partir de allí, hacer uso racional en el mejoramiento por parte de los fitomejoradores y de los agricultores, así como de una utilización directa para la producción y comercialización por los productores.

Sobre la selección masal en plantas autógamias como el pallar [41], señalan que es un método que consiste en la selección de un gran número de individuos, con características fenotípicas similares que luego son mezclados para constituir la generación siguiente. Es uno de los más antiguos métodos de mejoramiento, que es eficiente en poblaciones heterogéneas, constituidas por mezclas de líneas puras, en especies autógamias o por individuos heterocigotos en el caso de alógamas; al final, se mejora el nivel de la población porque se reúnen los mejores fenotipos seleccionados; mientras que con respecto a la selección genealógica, [41], señalan que es un método eficaz para características de alta heredabilidad, permite la eliminación rápida de

genotipos indeseables, permite un buen conocimiento del material y permite trabajar con objetivos bastante específicos; el costo es mayor y es un proceso bastante prolongado.

### **1.3 Justificación e importancia de la investigación**

#### **1.3.1 Justificación**

El consumo de pallar, con denominación de origen “Pallar de Ica”, debe ser fomentado para su incremento por cápita, en beneficio de la nutrición humana; por lo que toda investigación que permita conocer mejor la diversidad genética de este recurso nativo justifica todo esfuerzo físico, económico, profesional, etc. Investigar y analizar la diversidad genética que incluya los genotipos de pallar con granos de color, como rezago de variedades ancestrales que fueron quedando relegadas por la preferencia al grano de color blanco y bajo contenido de ácido cianhídrico, justifica plenamente la presente investigación, cuyo aporte en primera instancia es contribuir con la generación de conocimiento dejando constancia y evidencia el recurso genético disponible con que se cuenta para utilizar en momentos en que la seguridad alimentaria puede estar atravesando etapas de riesgo, y en segunda instancia presentar alternativas para el uso de este recurso con bajo contenido de ácido cianhídrico y buen potencial de rendimiento, con respuestas claras frente al riesgo del cambio climático, que cada vez tiene efectos negativos.

La búsqueda y selección de nuevos materiales genéticos con características que respondan a las exigencias del cambio climático justifica todo esfuerzo que tienda a ampliar la base genética evaluando y dejando evidencia de dichos caracteres favorables.

#### **1.3.2 Importancia**

La importancia de la presente investigación radica en que se trata de un estudio innovador que va a permitir contribuir con el reservorio de alimentos calificados para hacer frente al efecto del cambio climático por su rusticidad, su contenido de ácido cianhídrico y otras cualidades propias de este recurso genético nativo que, en versión de los granos de color blanco, cuenta con denominación de origen “Pallar de Ica” otorgada por INDECOPI, contando con la preferencia de consumidores propios y extraños, reconociendo que las condiciones de clima y suelo de la región Ica, son propicios para el desarrollo del cultivo de pallar y el grano presenta características culinarias especiales [2].

Es muy importante incrementar el conocimiento sobre el contenido del ácido cianhídrico (HCN) de las variedades nativas de pallares de granos de color; porque se tendrá a disposición la información suficiente para caracterizarlos como aptos para el consumo humano, aquellos genotipos que tienen el rango tolerable y que además mantienen muy buen potencial de rendimiento en condiciones del valle de Ica, región donde se ha adaptado plenamente, siendo una alternativa para contribuir con la seguridad alimentaria.

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo general:**

Determinar el potencial de rendimiento y el contenido de ácido cianhídrico de genotipos de pallar de granos de color, en la zona baja del valle de Ica.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar el potencial de rendimiento y el comportamiento de los caracteres morfoagronómicos de los genotipos de pallar de granos de color en la zona baja del valle de Ica.
- Determinar el contenido de ácido cianhídrico de genotipos de pallar de granos de color en la zona baja del valle de Ica.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1 Tipo y nivel de la investigación

El presente estudio se trata de una investigación de tipo básica porque se centra en ampliar el conocimiento sobre el contenido de ácido cianhídrico en las variedades de pallares con granos de color.

El nivel de investigación es descriptivo; porque se centra en describir las características del grano de pallar de color, sin explicar razones, sino en proporcionar información detallada del contenido de cianógeno.

### 2.2 Población y muestra del estudio

La población estuvo representada por 240 plantas de pallar, siendo 30 plantas representativas de cada variedad.

La muestra del estudio se refiere a los granos obtenidos de las 90 plantas que se evaluaron en todo el campo experimental, correspondiendo a tres plantas marcadas por parcela en cada repetición.

### 2.3 Diseño de la investigación

Se diseñó la investigación para garantizar que los resultados del estudio sean válidos, confiables y útiles para responder a las preguntas planteadas, se definió la población objetivo del estudio y se seleccionó la muestra representativa con el tamaño adecuado de la muestra, para recolectar los datos con métodos válidos, planificando cómo se analizarán los datos recolectados con la selección de técnicas estadísticas y análisis de laboratorio adecuados para interpretar los resultados.

### 2.4 Ubicación del campo experimental

La presente investigación en su fase experimental se llevó a cabo en la zona baja del valle de Ica, concretamente en el Fundo Santa Domitila, ubicado en el caserío los Calderones, perteneciente al distrito de Pachacútec, de la provincia y departamento de Ica.

Las coordenadas geográficas de la zona experimental en estudio, se han determinado que son las siguientes:

Latitud: 14°10'14.182" S,

Longitud: 75°41'43.17" O

Altitud: 546 m.s.n.m

Las coordenadas UTM son las siguientes:

18 L; 424965.406 m E y

8433293.925 m S

## 2.5 Análisis de suelo

Con la finalidad de determinar los niveles de nutrientes disponibles, como nitrógeno, fósforo, potasio y otros micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, se tomaron cinco sub muestras del terreno donde se ubicó el campo experimental, a una profundidad de 30 cm, procediendo a mezclarlas y conformar una muestra representativa de 1 kg aproximadamente, que fue enviada al laboratorio especializado para los análisis respectivos a fin de obtener la información necesaria para ajustar la fertilización que permita asegurar que las plantas reciban los nutrientes necesarios.

**TABLA 1**  
ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO

<b>Determinación</b>	<b>Profundidad del suelo (0-30 c.m)</b>	<b>Método empleado</b>
Arena (%)	55	
Limo (%)	27	Método del hidrómetro
Arcilla (%)	18	
Clase textural	Franco arenoso	Triángulo textural

Nota: Datos obtenidos del Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina.

**TABLA 2**  
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

<b>Determinación</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>	<b>Interpretación</b>
pH	7.95	Potenciométrico	Suelo moderadamente alcalino
C.E (mS/cm)	0.40	Extracto de pasta saturada-conductímetro	No salino
CaCO <sub>3</sub> (%)	0.72	Gasovolumétrico	Bajo
M.O (%)	0.33	Walkley y Black	Bajo
P disponible (ppm)	3.70	Olsen modificado	Muy bajo
K disponible (ppm)	252	Acetato de amonio	Muy bajo
C.I.C (meq/100 g)	10.08	Acetato de amonio	Medio
Ca (meq/100 g)	7.59	Fotometría de llama	Medio
Mg (meq/100 g)	1.66	Fotometría de llama	Adecuado
Na (meq/100 g)	0.30	Fotometría de llama	Medio
K (meq/100 g)	0.53	Fotometría de llama	Adecuado
P.S.I (%)	3.00	Cálculo	Ligeramente sódico

Nota: Resultados proporcionados por el Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina.

## 2.6 Observaciones meteorológicas

Dada la importancia de conocer las condiciones meteorológicas que ocurrieron durante el ciclo del cultivo de pallar y, al no encontrar una Estación meteorológica cerca al campo experimental, se recurrió a la Estación de San Camilo del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología de Ica (SENAMHI), solicitando los datos de temperatura mínima, máxima, promedio, horas de sol y humedad relativa.

**TABLA 3**  
OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS DE MARZO A OCTUBRE DE 2023

MESES	Temperaturas °C			Horas de sol (unidad)		Humedad relativa (%)
	Máxima	Media	Mínima	Diaria	Mensual	Mensual
Marzo	33.3	26.2	19.2	5.1	159.0	65.4
Abril	32.7	25.1	16.7	7.8	234.9	70.1
Mayo	27.6	20.6	13.6	6.2	192.6	77.2
Junio	25.6	19.3	11.8	5.9	178.3	76.6
Julio	25.5	18.8	11.7	6.6	205.1	77.4
Agosto	26.3	19.4	12.1	6.3	196.0	75.0
Septiembre	28.4	20.9	12.9	7.9	238.0	72.5
Octubre	31.7	23.8	15.0	8.2	253.8	67.4

Nota: Datos obtenidos de la Estación Meteorológica SAN CAMILO-SENAMHI-ICA  
 Latitud: 14°04'23.91" S - Longitud: 75°42'39.5" W - Altitud: 407 msnm

## 2.7 Tratamientos en estudio

Consistieron en ocho líneas de pallar de hábito de crecimiento indeterminado semi tardías.

**TABLA 4**  
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

N°	Genotipos de pallar	Características del grano
1	PILEM*4/19	Arriñonado grande maculado concho vino
2	PILEM 5/19	Arriñonado grande maculado morado oscuro
3	PILEM 8/19	Arriñonado, sombreado marrón superior derecho
4	PILEM 18/19	Arriñonado, mancha basal morado oscuro
5	PILEM 18-1/19	Arriñonado, bicolor: blanco/negro, original Moche
6	PILEM 18-2/19	Arriñonado rosado con chispitas oscuras
7	PILEM 22/19	Arriñonado, negro mancha blanca, segregante Moche
8	PILEM 23/19	Ovalado casi cuadrado, blanco cremoso. Serrucho

\*.- Pallar indeterminado

## 2.8 Diseño experimental

El Diseño en Bloque Completamente al Azar (DBCA), se utilizó en el presente estudio, según el cual se distribuyeron los ocho tratamientos en cada una de las tres repeticiones o bloques del campo experimental, con un total de 24 unidades experimentales.

## 2.9 Características del campo experimental

Las dimensiones de surcos, parcelas, bloques y del campo experimental en general, se detallan a continuación.

### Dimensiones del terreno

Largo	26.50 m
Ancho	12.00 m
Área total	318.00 m <sup>2</sup>
Área de calles	48.00 m <sup>2</sup>
Área neta	270.00 m <sup>2</sup>

### Parcelas:

Largo de parcela	7.50 m
Ancho de parcela	1.50 m
Área de una parcela	11.25 m <sup>2</sup>
Número de surcos por parcela	1
Distancia entre surcos	1.50 m
Distancia entre golpes	1.50 m
Número de plantas por golpe	2

### Calles:

Largo de una calle	12.0 m
Ancho de una calle	1.0 m
Área de una calle	12.0 m <sup>2</sup>
Área de calles	48.0 m <sup>2</sup>

### Bloques:

Largo del Bloque	12.00 m
Ancho del Bloque	7.50 m
Área de un Bloque	90.00 m <sup>2</sup>
Número de Bloques	3

## Croquis experimental

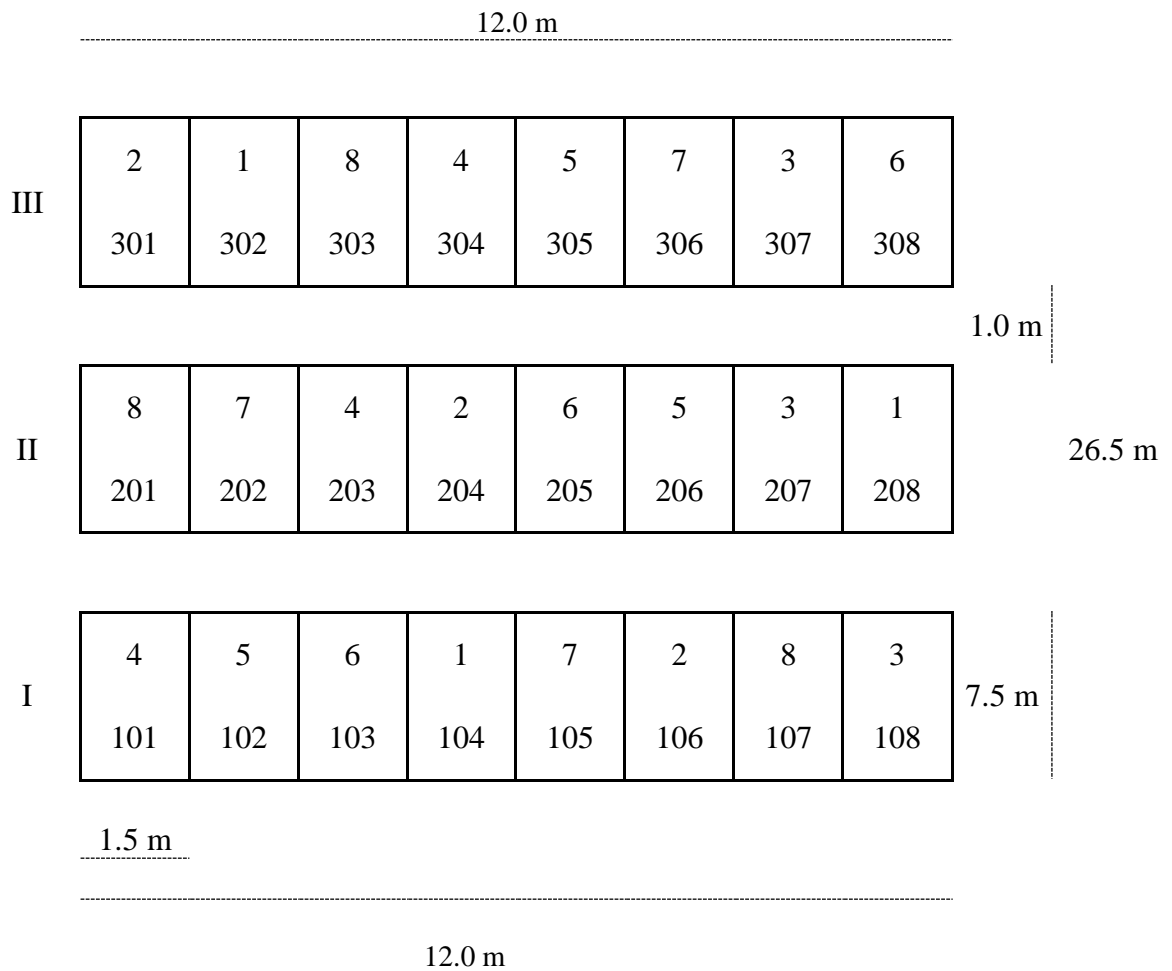


Fig.1. Distribución de los tratamientos en el croquis experimental

### 2.10 Conducción del experimento

La conducción del cultivo de pallar se realizó tomando las precauciones necesarias a fin de garantizar un crecimiento y desarrollo normal de las plantas, que puedan expresar su potencial productivo como respuesta a su genotipo y a las condiciones ambientales que las rodearon durante la fase de campo.

#### Limpieza del terreno experimental

Con la finalidad de iniciar una buena preparación del campo experimental se iniciaron los trabajos de limpieza de campo, eliminando todo tipo de malezas, restos del cultivo anterior, utilizando lampa, rastrillo, machete y otros implementos con apoyo del personal de campo.

### **Riego de machaco**

El riego de machaco se realizó aplicando seis horas de agua de avenida con el método por inundación, facilitando la infiltración de este recurso hídrico. Dicho riego pesado se aplicó el 15 de marzo del 2023. No se realizó aradura en seco.

### **Aradura en húmedo**

Después del riego por inundación, se esperó el tiempo necesario para facilitar la manipulación del implemento agrícola necesario para realizar la aradura en húmedo. Labor que se realizó el 26 de marzo de 2023, utilizando tracción animal dado el tamaño de la parcela, realizando dos pasadas en diferentes direcciones para disminuir el tamaño de los terrones, nivelar el terreno y dejar marcados los surcos a un distanciamiento de 1.50 m. La ubicación del campo experimental y el tamaño de la parcela del propietario, no permitieron el ingreso de maquinaria agrícola.

### **Demarcación del campo experimental**

Terminado el surcado en húmedo se procedió a demarcar el campo experimental utilizando wincha, cordel, estacas y yeso; con lo cual se procedió a marcar los bloques, colocando estacas con tarjetas identificadas en cada parcela, quedando el terreno listo para realizar la siembra.

### **Siembra**

Con el suelo en capacidad de campo, se procedió a realizar la siembra el día 26 de marzo del 2023, desinfectando la semilla previamente con el fungicida Vitavax que se aplicó a razón de 4 g/kg de semilla.

La siembra consistió en colocar cuatro granos por hoyo, utilizando lampa para abrir la tierra a unos 10 cm de profundidad a 1.50 m entre hoyos o golpes y a 1.50 m entre surcos como había quedado marcado el terreno.

### **Desahije**

Después de las evaluaciones del porcentaje de emergencia de cada parcela, verificando que superaban el 85%, se procedió al desahije que consistió en eliminar una o dos plantas de cada golpe, dejando las dos plantas más vigorosas y mejor conformadas en cada hoyo en todas las parcelas. El desahije se realizó a los 20 días de edad de las plantas.

### **Aporque**

Se realizó un aporque para colocar tierra a ambos lados del cuello de planta dándole más soporte y evitar el tumbado por acción del agua durante el riego. Esta labor se realizó el 29 de abril utilizando tracción animal.

### Fertilización

Teniendo en cuenta los análisis de suelo realizados que indicaban un suelo franco arenoso con bajo nivel de fertilidad, se fertilizó con una dosis de 40 g por golpe del fertilizante compuesto 40 N – 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 40 K<sub>2</sub>O, ya que el pallar no es una planta muy demandante en nutrientes como es el caso de los cereales.

### Riegos

Los riegos fueron por gravedad con agua de pozo tubular y se aplicaron teniendo en cuenta los requerimientos de las plantas, para lo cual se realizaba una práctica de revisar la humedad con el método del tacto el sistema radicular a una profundidad de 40 cm aproximadamente, garantizando la dotación de agua en los momentos críticos del cultivo (Tabla 5).

**TABLA 5**  
CRONOGRAMA DE RIEGOS

Nº de Riego	Edad del cultivo	Fecha de aplicación	Volumen aprox.
Machaco	---	15.03.2023	Inundación
1	17	12.04.2023	600 m <sup>3</sup> /ha
2	37	02.05.2023	800 m <sup>3</sup> /ha
3	76	10.06.2023	800 m <sup>3</sup> /ha
4	125	29.07.2023	1000 m <sup>3</sup> /ha
5	156	01.09.2023	1000 m <sup>3</sup> /ha
TOTAL			4,200 m <sup>3</sup> /ha

**Nota:** En el volumen total no se considera el riego de machaco.

### Deshierbos

Se trató de mantener el campo libre de malezas sobre todo en el contorno cercano de las plantas para evitar la competencia por luz, agua, nutrientes. Se utilizó lampa para eliminar malezas tipo gramíneas y también se utilizaron las manos para arrancar malezas de hojas anchas que se encontraban en el mismo golpe de plantas (Tabla 6).

**TABLA 6**  
MALEZAS MÁS FRECUENTES

Nombre común	Nombre científico
Yuyo	<i>Amaranthus</i> sp.

Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>
Gramma dulce	<i>Cynodon dactilon</i>
Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>
Quinua silvestre	<i>Chenopodium sp.</i>

Los deshierbos más importantes fueron en la etapa vegetativa del cultivo, hasta el inicio de la etapa pre reproductiva, siendo menos frecuentes en la etapa posterior, ya que las plantas de pallar habían cubierto gran parte de la zona de cobertura con el cultivo, generando sombra a las malezas, con lo cual se limitó su desarrollo (Tabla 6).

### Aplicaciones foliares

Las aplicaciones foliares se realizaron teniendo en cuenta las etapas fenológicas del cultivo de pallar desde las fases vegetativas en que se utilizó como complemento nutricional el biofertilizante biol solo o combinado con otros nutrientes a base de Fósforo; en las fases pre reproductiva y reproductiva se complementó con aplicaciones de Biol con productos a base de Calcio y Boro para mejorar el porcentaje de cuajado de flores a vainas; en la etapa de llenado de grano se aplicaron productos a base de Potasio foliar y microelementos, además del biol, con la finalidad de contribuir con el llenado del grano (Tabla 7).

**TABLA 7**  
CRONOGRAMA DE APLICACIONES FOLIARES

Fecha	Edad del cultivo	Producto foliar	Dosis/mochila*
06/04/2023	11		
15/04/2023	20	Biol	1.5 L/20 L
25/04/2023	30		
09/05/2023	44	Biol + Poliphos	1.5 L + 100 ml/20 L
17/05/2023	52	Biol	1.5 L/20 L
14/06/2023	80		
24/06/2023	90	Biol + Calcio-Boro	1.5 L + 100 ml/20 L
04/07/2023	100	Biol	0.4 L/20 L
14/07/2023	110	Biol + Calcio-Boro	0.4 L + 100 ml/20 L
28/07/2023	124	Biol	0.4 L/20 L
12/08/2023	139	Biol + Calcio-Boro	0.4 L + 100 ml/20 L
04/09/2023	162	Biol + Oligomix (Potasio) + Biofrut (microelementos)	0.4 L + 10 gr + 0.2 L/20 L

14/09/2023	172	Biol + Oligomix (Potasio) + Biofrut (microelementos)	0.4 L + 10 gr + 0.2 L/20 L
------------	-----	--	----------------------------

**Nota:** Mochila utilizada de 20 L de capacidad

### Manejo fitosanitario

El manejo fitosanitario se basó en la utilización de un conjunto de estrategias con la finalidad de evitar recurrir al control químico de las plagas del cultivo de pallar como opción única; por lo que se inició con el control etológico, preparando cebos tóxicos mezclando afrecho y Clorpirifos lo que se aplicó alrededor de las plantas recién emergidas para el control de gusanos de tierra. Seguidamente se prepararon trampas cromáticas de color amarillo, blanco y azul untadas con aceite agrícola, las que fueron instaladas en lugares estratégicos del campo experimental, para el monitoreo y captura de insectos picadores y chupadores; también se prepararon trampas con melaza y agua a una proporción de 1:1 para el monitoreo de adultos de lepidópteros, las que fueron colocadas en diversos lugares del campo experimental entre los bloques y entre los surcos de cada parcela. Cuando fue necesario, previa evaluación de la presencia de plagas de importancia como los gusanos barrenadores, se tuvo que recurrir al control químico (Tabla 8).

**TABLA 8**  
CRONOGRAMA DEL MANEJO FITOSANITARIO

Fecha	Labor	Producto utilizado	Dosis	Plaga
1/04/2023	Aplicación de cebo tóxico	Afrecho + Melaza + B-Prethor	10 kg + 4 L + 125 ml	Gusanos de tierra ( <i>Agrotis</i> sp. y <i>Spodoptera</i> sp.)
1/04/2023	Instalación de trampas de melaza	Melaza + Agua	4L + 10 L	Adultos lepidópteros ( <i>Agrotis</i> sp., <i>Spodoptera</i> sp. y <i>Elamospalpus</i> sp.)
18/04/2023	Instalación de trampas cromáticas	Temo-o-cid	5m, 750 ml	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Empoasca kraemeri</i> , <i>Aphis</i> sp.
16/06/2023	Aplicación química	Terminate + Biomectin 18 EC	75 ml + 75 ml /20 L	<i>Empoasca kraemeri</i>
14/08/2023	Aplicación química	Benomil	10 gr/ 20 L	Barrenador de vainas ( <i>Laspeyresia leguminis</i> )

30/08/2023	Aplicación química	Benomil	10 gr/ 20 L	Gusano barrenador vainas ( <i>Laspeyresia leguminis</i> )
19/09/2023	Aplicación química	Benomil	10 gr/ 20 L	Gusano barrenador vainas ( <i>Laspeyresia leguminis</i> )

### Muestreo

Cuando las plantas de algunos genotipos iniciaron madurez de las vainas, se procedió a marcar tres plantas representativas por parcela para realizar el muestreo de cosecha respectivo.

### Cosecha

La cosecha se realizó de manera escalonada de acuerdo con el ciclo de cada genotipo en evaluación. Consistió en extraer las vainas de cada planta marcada, colocándolas en bolsa de papel identificadas a fin de que continúen su secado en un ambiente fresco, aireado y libre de riesgos de contaminación por mezcla mecánica. La cosecha se realizó en tres oportunidades, a los 180, 190 y 210 días de edad; es decir, el 22 de setiembre, el 02 de octubre y el 22 de octubre del 2023.

### Trilla

A diferencia de la cosecha, la trilla se realizó solamente entre el 15 y 18 de noviembre al comprobar que las vainas se abrían con facilidad ante la presión de los dedos, dejando libre a las semillas. Consistió en extraer los granos de manera manual de las vainas de cada planta marcada ubicadas en los sobres de papel identificados. La semilla pasó a sobres de papel de menor tamaño debidamente identificados para continuar su secado y quedar listas para las evaluaciones respectivas.

## 2.11 Variables evaluadas

Las variables morfoagronómicas que se evaluaron durante la conducción del cultivo de pallar fueron:

- **Porcentaje de emergencia (%).** – Esta variable, se obtuvo a los diez días después de la siembra, contando las plantas emergidas, respecto del número de semillas sembradas, expresando en porcentaje por parcela.
- **Inicio de la floración (días).** – Se anotaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas mostraron sus primeras flores con las alas desplegadas en cada parcela experimental.

- **Cobertura del follaje (cm<sup>2</sup>).** – Con ayuda de un cobertor, cuyos cuadrantes tenían 100 cm<sup>2</sup>, se anotó el número de cuadrantes que cubrían las planta y se anotó la cobertura del follaje o parte aérea de la planta, en tres golpes de cada parcela, obteniendo el promedio respectivo.
- **Madurez de cosecha (días).** – Se anotaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 85% de plantas mostraron vainas de color amarillo pajizo, aspecto quebradizo a la presión de los dedos, listos para la cosecha.

#### **Componentes de rendimiento:**

- **Número de vainas por planta (unidad).** – En la cosecha, se contaron las vainas de cinco plantas o de dos golpes por parcela y se obtuvo el promedio por planta.
- **Largo de vaina (cm).** – Se tomó el largo de diez vainas representativas de cada planta marcada por parcela experimental, expresando el promedio respectivo.
- **Ancho de vaina (cm).** – Se tomó el ancho de las mismas vainas mencionadas en la variable anterior y se obtuvo el promedio respectivo.
- **Número de granos por vaina (unidad).** – Esta variable se obtuvo contando el número de granos de las diez vainas evaluadas en cada planta marcada de la parcela, expresando el promedio por vaina.
- **Peso de 100 granos (g).** – Esta variable se obtuvo promediando el peso de tres muestras de 100 granos secos cada uno, de cada parcela.
- **Peso de grano por planta (g).** - Se obtuvo anotando el peso del grano de cinco plantas o dos golpes de cada parcela, expresando el promedio por planta.
- **Contenido de Ácido Cianhídrico en el grano (%).**- Para obtener el contenido de HCN del grano de todos los genotipos evaluados; se envió una muestra de 50 g de grano seco al laboratorio especializado.
- **Rendimiento por parcela y por kg ha<sup>-1</sup>.** - Se obtuvo sumando el peso del grano de las plantas marcadas con el resto de los granos de las plantas de cada parcela, transformando dicho valor a kg ha<sup>-1</sup>.

#### **2.12 Técnicas de Procesamiento de datos**

Los datos de cada una de las variables evaluadas se organizaron y se analizaron utilizando el Software Infostat estudiantil 2020, empezando con el análisis de varianza (ANVA) para determinar la significación estadística a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidad a través de la prueba de “F”.

La Prueba de Rango Múltiple de Duncan (0,05), también se obtuvo con el Software Infostat estudiantil 2020, para establecer el orden de mérito relativo y facilitar la interpretación y discusión de los resultados obtenidos.

También se obtuvo el promedio, el error estándar y el coeficiente de variabilidad, de cada una de las variables evaluadas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Porcentaje de emergencia

En el análisis de varianza realizado para el porcentaje de emergencia de los genotipos de pallar en estudio, se observa que se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos y, no se encontró diferencia significativa entre las repeticiones, con un coeficiente de variabilidad de 1.27% (Tabla 9).

**TABLA 9**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	161.17	23.02 **	16.05	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	0.58	0.29 NS	0.20	3.7389	6.5149
Error experimental	14	20.08	1.43	---		
Total	23	181.83				
S <sub>x</sub> =		C.V. = 1.27%		Promedio = 94.08%		
0.690						
X						

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 10**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave Nº	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Porcentaje de emergencia		Orden de Mérito
		Promedio (%)	Duncan 0.05	

4	PILEM-18/19	97.33	a	1°
6	PILEM-18-2/19	97.0	a b	1°
5	PILEM-18-1/19	95.33	a b c	1°
2	PILEM-5/19	95.0	b c d	2°
8	PILEM-23/19	93.33	c d	3°
3	PILEM-8/19	93.0	d	4°
7	PILEM-22/19	93.0	d	4°
1	PILEM-4/19	88.67	e	5°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.2 Inicio de floración (días)

En el análisis de varianza realizado para los días al inicio de la floración, se observa que se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio y entre las repeticiones, con un coeficiente de variabilidad de 0.77 % (Tabla 11).

**TABLA 11**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL INICIO DE FLORACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	1740	248.57 **	696	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	7	3.5 **	9.8	3.7389	6.5149
Error experimental	14	5	0.36	---		
Total	23	1752				

$S_{\frac{X}{X}} = 0.3464$       C.V. = 0.77%      Promedio = 77.5 días

Nota: \*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 12**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LOS DÍAS AL INICIO DE FLORACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave Nº	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Inicio de floración		Orden de Mérito
		Promedio (días)	Duncan 0.05	
4	PILEM-18/19	65.0	a	1°
3	PILEM-8/19	69.33	b	2°

6	PILEM-18-2/19	71.67	c	3°
5	PILEM-18-1/19	77.0	d	4°
7	PILEM-22/19	77.33	d	4°
1	PILEM-4/19	82.33	e	5°
8	PILEM-23/19	83.67	e	5°
2	PILEM-5/19	93.67	f	6°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.3 Cobertura de planta

En el análisis de varianza realizado para la cobertura de planta, se observa que se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio más no así entre las repeticiones, con un coeficiente de variabilidad de 13.21% (Tabla 13).

**TABLA 13**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA COBERTURA DE PLANTA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	207202561	29600365.9 **	12.49	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	16556311.9	8278155.96 NS	3.49	3.7389	6.5149
Error experiment.	14	33185439.1	2370388.51			
Total	23	256944312				

$S_{\bar{X}} = 888.89$                       C.V. = 13.21%                      Promedio = 11651.36 cm<sup>2</sup>

Nota: N.S.- No existe diferencia significativa

\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 14**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LA COBERTURA DE PLANTA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Cobertura de planta		Orden de Mérito
		Promedio (cm <sup>2</sup> )	Duncan 0.05	
8	PILEM-23/19	15333.33	a	1°
2	PILEM-5/19	15288.67	a	1°
1	PILEM-4/19	14733.33	a b	1°
6	PILEM-18-2/19	12344.45	b	2°
4	PILEM-18/19	9511.11	c	3°

3	PILEM-8/19	9366.67	c	3°
5	PILEM-18-1/19	8677.78	c	3°
7	PILEM-22/19	7955.55	c	3°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.4 Madurez de cosecha (días)

Se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio para los días a la madurez de la vaina y diferencia significativa entre las repeticiones so bloques en el análisis de varianza realizado para esta variable, con un coeficiente de variabilidad de 0.46% (Tabla 15).

**TABLA 15**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA MADUREZ DE COSECHA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	3826.63	546.66 **	784.95	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	7.58	3.79 *	5.44	3.7389	6.5149
Error experiment.	14	9.75	0.7	----		
Total	23	3843.96				

S<sub>e</sub> = 0.483  
 X C.V. = 0.46% Promedio = 180.21 días

Nota: \*.- Existe diferencia significativa (95% de confiabilidad)

\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 16**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LA MADUREZ DE COSECHA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Madurez de cosecha		Orden de Mérito
		Promedio (días)	Duncan 0.05	
4	PILEM-18/19	165.0	a	1°
6	PILEM-18-2/19	165.0	a	1°
3	PILEM-8/19	169.67	b	2°
7	PILEM-22/19	176.33	c	3°
5	PILEM-18-1/19	179.67	d	4°
2	PILEM-5/19	195.0	e	5°

1	PILEM-4/19	195.33	e	5°
8	PILEM-23/19	195.67	e	5°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.5 Número de vainas por planta (unidad)

En el análisis de varianza realizado para el número de vainas por planta de los genotipos de pallar en estudio, se encontró diferencia altamente significativa (con 99% de confiabilidad) más no así entre los bloques o repeticiones, presentando un coeficiente de variabilidad de 14.58% (Tabla 17).

**TABLA 17**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	23364.31	3337.76 **	21.51	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	1052.44	526.22 NS	3.39	3.7389	6.5149
Error experiment.	14	2172.29	155.16			
Total	23	26589.04				
$S_{\frac{X}{X}} = 7.192$		C.V. = 14.58%		Promedio = 85.46 vainas		

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 18**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Vainas por planta		Orden de Mérito
		Promedio (unidad)	Duncan 0.05	
2	PILEM-5/19	134.28	a	1°
1	PILEM-4/19	127.83	a	1°
8	PILEM-23/19	100.03	b	2°
6	PILEM-18-2/19	83.48	b c	2°
3	PILEM-8/19	77.12	c	3°
4	PILEM-18/19	67.28	c d	3°
7	PILEM-22/19	48.66	d	4°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.6 Largo de vaina (cm)

En el análisis de varianza realizado para el largo de vaina de los genotipos de pallar es estudio, se ha encontrado diferencia altamente significativa, más no así entre las repeticiones o bloques, con un coeficiente de variabilidad de 1.91% (Tabla 19).

**TABLA 19**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL LARGO DE VAINA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	21.94	3.13 **	88.19	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	0.1	0.05 NS	1.42	3.7389	6.5149
Error experiment.	14	0.5	0.04	---		
Total	23	22.54				
S <sub>x</sub> = 0.1155		C.V. = 1.91%		Promedio = 9.89 cm		

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 20**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL LARGO DE VAINA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Largo de vaina		Orden de Mérito
		Promedio (cm)	Duncan 0.05	
8	PILEM-23/19	11.80	a	1°
3	PILEM-8/19	10.54	b	2°
4	PILEM-18/19	10.52	b	2°
7	PILEM-22/19	9.65	c	3°
2	PILEM-5/19	9.51	c	3°

5	PILEM-18-1/19	9.48	c	3°
1	PILEM-4/19	9.10	d	4°
6	PILEM-18-2/19	8.54	e	5°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.7 Ancho de vaina (cm)

En el análisis de varianza realizado para el ancho de vaina de los genotipos de pallar es estudio, se ha encontrado diferencia altamente significativa, más no así entre las repeticiones o bloques, con un coeficiente de variabilidad de 2.56% (Tabla 21).

**TABLA 21**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ANCHO DE VAINA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	1.84	0.26 **	107.45	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	0.01	0.01 NS	2.85	3.7389	6.5149
Error experiment.	14	0.03	0.0024	---		
Total	23	1.89				

S<sub>x</sub> = 0.0283  
C.V. = 2.56%  
Promedio = 1.93 cm

Nota: NS.- No existe diferencia significativa  
\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 22**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL ANCHO DE VAINA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Ancho de vaina		Orden de Mérito
		Promedio (cm)	Duncan 0.05	
8	PILEM-23/19	2.34	a	1°
4	PILEM-18/19	2.18	b	2°
3	PILEM-8/19	2.17	b	2°
2	PILEM-5/19	2.01	c	3°

6	PILEM-18-2/19	1.87	d	4°
1	PILEM-4/19	1.77	e	5°
7	PILEM-22/19	1.55	f	6°
5	PILEM-18-1/19	1.55	f	6°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.8 Número de granos por vaina (unidad)

En el análisis de varianza realizado para el número de granos por vaina de los genotipos de pallar es estudio, se ha encontrado diferencia altamente significativa, más no así entre las repeticiones o bloques, con un coeficiente de variabilidad de 1.7% (Tabla 23).

**TABLA 23**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE GRANOS POR VAINA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	3.8	0.54 **	267.41	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	0.0027	0.0014 NS	0.67	3.7389	6.5149
Error experiment.	14	0.03	0.002			
Total	23	3.83				

S<sub>x</sub> = 0.0258  
C.V. = 1.7%  
Promedio = 2.66 granos

Nota: NS.- No existe diferencia significativa  
\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 24**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE GRANOS POR VAINA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Granos por vaina		Orden de Mérito
		Promedio (unidad)	Duncan 0.05	
8	PILEM-23/19	3.51	a	1°
5	PILEM-18-1/19	2.95	b	2°
7	PILEM-22/19	2.86	c	2°

3	PILEM-8/19	2.54	d	3°
4	PILEM-18/19	2.41	e	3°
6	PILEM-18-2/19	2.39	e	3°
2	PILEM-5/19	2.33	e f	4°
1	PILEM-4/19	2.27	f	5°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.9 Peso de 100 granos

En el análisis de varianza realizado para el peso de 100 granos de los genotipos de pallar es estudio, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre ellos, más no así entre las repeticiones o bloques, con un coeficiente de variabilidad de 2.99% (Tabla 25).

**TABLA 25**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE 100 GRANOS EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	29007.76	4143.97 **	203.29	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	19.87	9.94 NS	0.49	3.7389	6.5149
Error experiment.	14	285.38	20.38			
Total	23	29313.02				

$S_{\frac{X}{X}} = 2.606$                       C.V. = 2.99%                      Promedio = 151.01 g

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 26**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE 100 GRANOS EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Peso de 100 granos		Orden de Mérito
		Promedio (g)	Duncan 0.05	
4	PILEM-18/19	193.09	a	1°

3	PILEM-8/19	178.05	b	2°
8	PILEM-23/19	177.01	b	2°
1	PILEM-4/19	164.58	c	3°
2	PILEM-5/19	164.52	c	3°
6	PILEM-18-2/19	137.91	d	4°
7	PILEM-22/19	97.08	e	5°
1	PILEM-18-1/19	95.83	e	5°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.10 Contenido de Acido Cianhídrico en el grano

En el análisis de varianza realizado para contenido de Ácido cianhídrico de los genotipos de pallar en estudio, no se ha encontrado diferencia significativa entre ellos, de igual manera entre las repeticiones o bloques, con un coeficiente de variabilidad de 14.48% (Tabla 27).

**TABLA 27**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA RAÍZ CUADRADA DEL CONTENIDO DE HCN EN EL GRANO EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	0.24	0.03 NS	1.78	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	0.06	0.03 NS	1.67	3.7389	6.5149
Error experimental	14	0.27	0.02	---		
Total	23	0.57				

$S_{\frac{X}{X}} = 0.0816$                       C.V. = 14.48%                      Promedio = 0.95 mg

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

**TABLA 28**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LA RAÍZ CUADRADA DEL CONTENIDO DE HCN EN EL GRANO EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Contenido de HCN			Orden de Mérito
		Raíz cuadrada	Promedio (mg)	Duncan 0.05	

4	PILEM-18/19	0.82	0.67	a		1°
8	PILEM-23/19	0.85	0.72	a		1°
2	PILEM-5/19	0.86	0.74	a	b	1°
6	PILEM-18-2/19	0.94	0.90	a	b	1°
1	PILEM-4/19	0.98	0.97	a	b	1°
3	PILEM-8/19	1.01	1.04	a	b	1°
7	PILEM-22/19	1.04	1.10	a	b	1°
5	PILEM-18-1/19	1.13	1.31		b	2°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.11 Peso de granos por planta (g)

En el análisis de varianza realizado para el peso de granos por planta de los genotipos de pallar es estudio, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre ellos, más no así entre las repeticiones o bloques, con un coeficiente de variabilidad de 22.73% (Tabla 29).

**TABLA 29**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE GRANOS POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	238421.15	34060.16 **	8.56	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	14166.22	7083.11 NS	1.78	3.7389	6.5149
Error experiment.	14	55709.8	3979.27			
Total	23	308297.17				

$S_x = 36.42$   
X

C.V. = 22.73%

Promedio = 277.57 g

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 30**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE GRANOS POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Peso de granos por planta		Orden de Mérito
		Promedio (g)	Duncan 0.05	

8	PILEM-23/19	400.67	a		1°
2	PILEM-5/19	384.37	a		1°
1	PILEM-4/19	369.00	a	b	1°
3	PILEM-8/19	311.37	a	b	1°
6	PILEM-18-2/19	243.93		b c	2°
4	PILEM-18/19	242.57		b c	2°
5	PILEM-18-1/19	136.97		c	3°
7	PILEM-22/19	131.67		c	3°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

### 3.12 Peso de granos por parcela (kg)

En el análisis de varianza realizado para el peso de granos por parcela de los genotipos de pallar es estudio, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre ellos, más no así entre las repeticiones o bloques, con un coeficiente de variabilidad de 14.22% (Tabla 31).

**TABLA 31**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE GRANOS POR PARCELA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	7	6.37	0.91 **	17.33	2.7642	4.2779
Repeticiones	2	0.22	0.11 NS	2.1	3.7389	6.5149
Error experimental	14	0.74	0.05	---		
Total	23	7.33				

$S_x = 0.129$   
 $X$

C.V. = 14.22%

Promedio = 1.61 kg

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

\*\*.- Existe diferencia altamente significativa (99% de confiabilidad)

**TABLA 32**

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE GRANOS POR PARCELA EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA.

Clave N°	Tratamientos (Genotipos de pallar)	Peso de granos		Duncan 0.05	Orden de Mérito
		Promedio (kg/parcela)	Promedio (kg/ha)		
2	PILEM-5/19	2.17	3,214.81	a	1°
8	PILEM-23/19	2.16	3,200.00	a	1°
1	PILEM-4/19	2.14	3,170.37	a	1°
3	PILEM-8/19	1.82	2,696.30	a b	1°
4	PILEM-18/19	1.46	2,162.96	b	2°
6	PILEM-18-2/19	1.43	2,118.52	b	2°
5	PILEM-18-1/19	0.86	1,274.07	c	3°
7	PILEM-22/19	0.86	1,274.07	c	3°

Nota: Los tratamientos que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

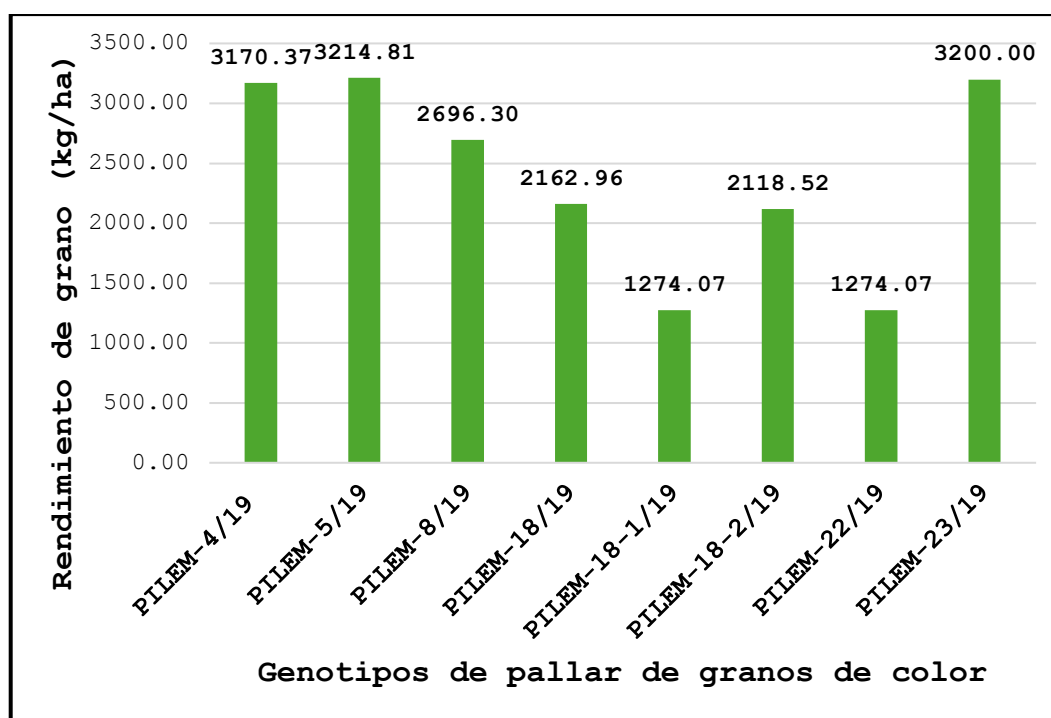


Figura 2. Rendimiento de grano estimado de genotipos de pallar con granos de color

#### **IV. DISCUSIÓN**

La presente investigación se llevó a cabo en la zona baja del valle de Ica, distrito de Pachacútec, donde se ha podido evaluar de manera comparativa ocho genotipos de pallar de hábito de crecimiento indeterminado con granos de color tanto por su rendimiento como por su contenido de ácido cianhídrico que es un compuesto cianógeno que actúa como una defensa química, ya que su liberación puede ser tóxica para los herbívoros e insectos que intentan alimentarse de la planta si tiene un contenido importante de este compuesto; de este modo algunos genotipos de pallar podrían protegerse de amenazas externas. Por otro lado, el contenido de este cianógeno en el cultivo o grano de pallar no debe superar los límites permitidos para poder ser consumidos por los humanos y animales; de allí la importancia del presente estudio para conocer las características morfológicas y nutricionales de los genotipos de pallar con granos de color.

La siembra se realizó en el mes de marzo, considerado momento oportuno y óptimo para el cultivo de pallar, como se acostumbra en la mayoría de las zonas productoras de esta menestra bandera.

##### **4.1 El terreno experimental**

El suelo donde se instaló el experimento, presentó una textura franco arenoso, con predominancia de la arena y un importante porcentaje de limo, de reacción moderadamente alcalina (pH), sin problemas de salinidad para el cultivo de pallar o conductividad eléctrica baja, con bajo contenido de  $\text{CaCO}_3$ , materia orgánica y por tanto de Nitrógeno total, con

mediana capacidad de intercambio catiónico (CIC), con predominancia del Calcio, que se encontró en cantidades medias, así como el Potasio y el Magnesio; lo que define a un suelo de fertilidad media, que requiere fertilización acorde con los requerimientos del cultivo de pallar para lograr mejores rendimiento (Tablas 1 y 2).

La planta de pallar como leguminosa, no es muy exigente en fertilizantes como lo son los cereales; por lo que con dosis medias a bajas se puede lograr proporcionarles una nutrición adecuada, evitando los excesos sobre todo en fertilizante nitrogenado para no entorpecer la Fijación Biológica de Nitrógeno que se produce de manera natural en simbiosis con los rizobios nativos.

#### **4.2 Condiciones meteorológicas**

Habiéndose sembrado el 26 de marzo, las condiciones meteorológicas corresponden a la finalización del verano e inicio del otoño por lo que la temperatura media del mes de marzo en que se realizó la siembra fue de 26.2°C favorable para la germinación y emergencia de las plantas, que fue descendiendo progresivamente hasta el mes de julio en que llegó a 18.8°C, temperaturas que favorecen las etapas fenológicas de pre floración, floración, cuajado y llenado de la vaina, para empezar a ascender a partir de agosto con 19.4°C hasta octubre que llegó con 23.8°C, lo que favoreció la madurez de la vaina y la cosecha.

El año 2023 ha sido considerado un año atípico por los promedios de temperatura que se presentó por encima del promedio esperado.

Las horas de sol, también jugaron un rol importante en el crecimiento y desarrollo del cultivo con una fluctuación entre 5.1 en marzo por las nubosidades de la temporada, ascendiendo a 7.8 horas de sol en promedio en abril e inicio de la disminución de horas de sol diarias durante mayo, junio, julio y agosto con 6.2 a 6.3 horas de sol diarias en promedio y nuevamente ascender en setiembre y octubre siendo los meses con mayor número de horas de sol diaria 7.9 y 8.2 horas en promedio. De igual manera, la humedad relativa se inició con 65.4% en el mes de la siembra, ascendiendo hasta 77.4% durante el invierno y descendiendo hasta 67.4% al final del ciclo del cultivo, lo que contribuyó con madurez de la vaina y el secado de vainas y granos, siendo condiciones normales para satisfacer los requerimientos de los genotipos del cultivo de pallar en estudio (Tabla 3).

#### **4.3 Porcentaje de emergencia (%)**

Si bien es cierto que se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los genotipos de pallar en estudio (Tabla 9), en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, destacaron en el primer lugar PILEM-18/19 y PILEM-18-2/19 con 97.33 y 97.0% de emergencia en promedio, respectivamente. En segundo lugar, se ubicaron los genotipos PILEM-18-1/19 y PILEM-5/19 con 95.33 y 95.0% de emergencia, en promedio, respectivamente; en el tercer lugar se ubicaron PILEM-23/19, PILEM-8-19 y PILEM-22/19 con 93.33, 93.0 y 93.0% de emergencia en promedio, respectivamente y, solamente el genotipo PILEM-

4/19T se ubicó en el cuarto y último lugar con 88.67% de emergencia en promedio. El promedio general fue de 94.08% de emergencia, debido a varios factores como excelente calidad de la semilla de reciente cosecha, buena conservación y acertada desinfección, no siendo necesario realizar resiembra alguna (Tabla 10). Estos resultados son ligeramente inferiores a los reportados por [24] quienes, en siembra de abril en la zona baja del valle de Ica, presentaron un promedio general de 98.23% de emergencia en su evaluación de 30 genotipos de pallar; mientras que [25] en su evaluación de doce genotipos de pallar en la zona media del valle de Ica, presentaron una variación entre 75.67 y 97% de emergencia, con un promedio general de 88.61%.

#### **4.4 Inicio de la floración (días)**

En el inicio de la floración, se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos de pallar en estudio y entre las repeticiones o bloques (Tabla 11), lo que se refleja en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan donde destaca en el primer lugar solamente el genotipo PILEM-18/19 con 65 días al inicio de la floración, siendo el más precoz del grupo evaluado. En segundo y tercer lugar se ubicaron los genotipos PILEM-8/19 y PILEM-18-2/19 con 69.33 y 71.67 días a l inicio de la floración, en promedio, respectivamente. En el cuarto lugar se ubicaron PILEM-18-1/19 y PILEM-22/19 con 77.0 y 77.33 días al inicio de la floración; en quinto lugar, se ubicaron PILEM-4/19T y PILEM-23/19 con 82.33 y 83.67 días al inicio de la floración, en promedio, respectivamente y en el sexto y último lugar como el genotipo más tardío se ubicó PILEM-5/19 con 93.67 días a la floración, mostrando la variación existente entre los genotipos evaluados (Tabla 12).

Estos resultados difieren de los reportados por [24] quienes en la zona baja del valle encontraron valores entre 55 a 78 días al inicio de la floración para los 30 genotipos de pallar evaluados; del mismo modo [24] reportan valores entre 62 a 80 días al inicio de la floración en la evaluación de 20 genotipos de pallar en el fundo Arrabales; por su parte [22], encontraron que el inicio a la floración se produjo entre los 65 a 86 días en los doce genotipos de pallar de granos de color que evaluaron en el fundo Arrabales; corroborando que los genotipos de pallar de hábito de crecimiento indeterminado muestran gran variabilidad en esta característica cuantitativa.

El número de días que transcurren desde la siembra hasta que el 50% de plantas de cada genotipo muestren sus primeras flores, es una variable fenológica influenciada por el ambiente, pero con un componente varietal o genético muy importante que es el que ayuda describir un genotipo como precoz, semi precoz o tardío y, se debe tener en cuenta para la selección correspondiente.

#### **4.5 Cobertura de follaje (cm<sup>2</sup>)**

Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre los genotipos de pallar en estudio y no hubo diferencia entre los bloques o repeticiones (Tabla 13) y en la Prueba de

Rango Múltiple de Duncan, se observa que los genotipos PILEM-23//19, PILEM-5/19 y PILEM-4/19T, se ubicaron en el primer lugar con 15,333.33; 15,288.67 y 14,733.33 cm<sup>2</sup> de cobertura de follaje en promedio, respectivamente; en segundo lugar, se ubicó el genotipo PILEM-18-2/19 con 12,344.45 cm<sup>2</sup>; mientras que los genotipos PILEM-18/19, PILEM-8/19, PILEM-18-1/19 y PILEM-22/19 se ubicaron en el tercer lugar con 9,511.11, 9,366.67, 8,677.78 y 7,955.55 cm<sup>2</sup> de cobertura de follaje en promedio, respectivamente, siendo los genotipos que menor cobertura presentaron (Tabla 14).

Estos resultados difieren de los reportados por [19], quien en la zona baja del valle de Ica reporta genotipos que presentaron coberturas de follaje desde 1.05 a 2.03 m<sup>2</sup>; así como [25] informa que la cobertura de las líneas de pallar que evaluó en la zona media del valle de Ica fluctuó entre 0.91 y 1.56 m<sup>2</sup> como valores extremos; y en el caso de la investigación reportada por [21] señalan que obtuvieron valores entre 5,393.33 hasta 12,318.0 cm<sup>2</sup> de cobertura de follaje.

La cobertura de follaje o cobertura de planta es una característica cuantitativa muy influida por el ambiente, que responde al tipo de suelo, al tipo de riego, a la época de siembra, etc.; que también tiene un componente genético importante que describe el patrón de crecimiento de la planta; y los tipos indeterminados presentan diferente longitud de la guía; por lo que algunos genotipos requieren mayor espacio entre surcos o entre plantas para desarrollar con normalidad. Esta variable permite entonces, definir la densidad de plantas por unidad de superficie.

#### **4.6 Madurez de cosecha (días)**

Se encontró diferencia estadística altamente significativa entre los genotipos de pallar en estudio y diferencia significativa entre los bloques o repeticiones (Tabla 15) y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, se observa que los genotipos PILEM-18//19, PILEM-18-2/19, se ubicaron en el primer lugar con 165 días a la madurez de cosecha cada uno. En segundo lugar, se ubicó el genotipo PILEM-8/19 con 169.67 días a la madurez de cosecha, seguido de los genotipos PILEM-22/19 y PILEM-18-1/19 que se ubicaron en el tercer y cuarto lugar con 176.33 y 179.67 días a la madurez de cosecha, respectivamente; mientras que los genotipos PILEM-5/19, PILEM-4/19T y PILEM-23/19 se ubicaron en el quinto y último lugar con 195.0, 195.33 y 195.67 días a la madurez de cosecha, siendo los más tardíos del grupo evaluado (Tabla 16).

Teniendo en cuenta el hábito de crecimiento indeterminado de los genotipos evaluados, se ha observado que hubo diferencia en el ciclo del cultivo; por lo que hubo diferentes momentos de madurez de cosecha, de manera similar [19] señala que las selecciones de pallar que evaluó en la zona baja del valle de Ica presentaron madurez de cosecha entre los 153 y 170.67 días de la siembra, siendo menos tardíos que los del presente estudio. En el fundo Arrabales, zona media del valle de Ica [20] reportan que las 20 selecciones

de pallar que evaluaron presentaron la madurez de cosecha entre los 147 y 175 días después de la siembra y [25] reporta valores entre 168.67 y 187.33 días a la cosecha, lo que significa que al menos 10 a 12 días antes se produjo la madurez fisiológica de la vaina de los genotipos que evaluó en la zona media del valle de Ica.

Los días a la madurez de cosecha es uno de los indicadores importantes que define el ciclo del cultivo; por lo que es necesario evaluar de manera oportuna en al menos el 75% de plantas representativas de una parcela; con lo cual se puede describir los genotipos como precoz, semi precoz, semi tardío, tardío, etc. y de este modo se puede tener en cuenta para seleccionar en los programas de mejoramiento genético.

#### **4.7 Número de vainas por planta (unidad)**

En el número de vainas por planta se encontró diferencia estadística altamente significativa entre los genotipos de pallar con granos de color, en estudio, sin diferencia significativa entre bloques o repeticiones (Tabla 17) y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, se ha encontrado que los genotipos PILEM-5/19 y PILEM-4/19T se ubicaron en el primer lugar con 134.28 y 127.83 vainas por planta, en promedio, respectivamente; en segundo lugar se ubicaron los genotipos PILEM-23/19 y PILEM-18-2/19 con 100.03 y 83.48 vainas por planta, en promedio, respectivamente; en el tercer lugar se ubicaron PILEM-8/19 y PILEM-18/19 con 77.12 y 67.28 vainas por planta, en promedio, respectivamente; finalmente los genotipos PILEM-22/19 y PILEM-18-1/19 se ubicaron en el cuarto lugar con 48.66 y 44.97 vainas por planta en promedio, respectivamente (Tabla 18).

Esta característica cuantitativa es muy importante porque contribuye con el rendimiento unitario de la planta; como reporta [19] en su investigación realizado en la zona baja del valle de Ica, obtuvo valores entre 52.67 a 86.0 vainas por planta, siendo inferiores a los del presente estudio debido fundamentalmente a problemas de escasez de humedad; mientras que [20] reportan valores entre 54 y 102 vainas por planta en su estudio realizado en Arrabales, zona media del valle de Ica; por su parte [21] refieren que encontraron valores entre 27 a 63.75 vainas por planta al evaluar genotipos de pallar con granos de color; mientras que [25] reporta valores entre 69.67 a 164.67 vainas por planta en su estudio realizado en el fundo Arrabales, zona media del valle de Ica.

El número de vainas por planta es uno de los componentes importantes del rendimiento que es fuertemente influenciado por el ambiente, fundamentalmente los riegos, las plagas, la nutrición y la temperatura por encima de los 28°C durante la floración, ya que pueden producir caída de flores y vainas recién formadas; disminuyendo significativamente el número de órganos fruteros por planta.

#### **4.8 Largo de vaina (cm)**

En el análisis comparativo del largo de vaina de Los genotipos de pallar con granos de color, se ha encontrado diferencia estadística altamente significativa entre ellos, sin

diferencia estadística significativa entre bloques o repeticiones (Tabla 19), y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, se observa que solamente el genotipo PILEM-23/19 se ubicó en el primer lugar presentando la mayor longitud de vainas con 11.80 cm en promedio; en el segundo lugar se ubicaron los genotipos PILEM-8/19 y PILEM-18/19 con 10.54 y 10.52 cm de largo de vaina en promedio, respectivamente; en tercer lugar se observa a PILEM-22/19, PILEM-5/19 y PILEM-18-1-19 con 9.65, 9.51 y 9.48 cm de largo de vaina en promedio, respectivamente; en el cuarto y quinto lugar se ubicaron los genotipos PILEM-4/19T y PILEM-18-8/19 con 9.10 y 8.54 cm de largo de vaina, en promedio, respectivamente (Tabla 20).

El largo de vaina es una variable que describe un genotipo; es decir, lo identifica, aunque también puede ser afectado por condiciones ambientales que pueden disminuir su tamaño en alguna medida; tal como reporta [19] quien, en la zona baja del valle de Ica, obtuvo valores extremos entre 9.20 a 11.40 cm de largo de vaina con problemas de escasez de agua; en el fundo Arrabales [20] evaluaron 20 selecciones de pallar y encontraron valores entre 8.08 y 11.73 cm de largo de vaina; de igual manera [22] reportan valores entre 8.52 y 11.78 cm de largo de vaina; tal como [25] refiere que en las selecciones de pallar evaluadas encontró valores entre 7.88 y 12.29 cm de largo de vaina.

El largo de vaina es una variable morfoagronómica cuantitativa importante que describe un genotipo; pero que también puede ser influenciada por el ambiente en casos de nutrición inadecuada, estrés por escaso recurso hídrico, entre otros que podrían ocasionar vainas de menor tamaño; por lo que es un aspecto que se debe tener bajo control para que se exprese el promedio de su potencial genético.

#### **4.9 Ancho de vaina (cm)**

En el análisis estadístico realizado para el ancho de vaina, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio sin diferencia significativa entre los bloques o repeticiones (Tabla 21) y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, se observa que solamente el genotipo PILEM-23/19 se ubicó en el primer lugar con 2.34 cm de ancho de vaina, en promedio; en segundo lugar se ubicaron los genotipos PILEM-18/19 y PILEM-8/19 con 2.18 y 2.17 cm de ancho de vaina, en promedio, respectivamente; en tercer, cuarto y quinto lugar se ubicaron los genotipos PILEM-5/19, PILEM-18-2/19 y PILEM-4/19T con 2.01, 1.87 y 1.77 cm de ancho de vaina, en promedio, respectivamente; mientras que los genotipos PILEM-22/19 y PILEM-18-1/19 se ubicaron en el sexto lugar con 1.55 cm de ancho de vaina cada uno (Tabla 22).

Al igual que el largo de vaina, esta es una característica que identifica un genotipo y lo diferencia de otro; por lo que existe una importante variabilidad genética, tal como menciona [19] quien, en su trabajo realizado en la zona baja del valle de Ica, encontró que las selecciones de pallar evaluadas presentaron valores entre 2.46 cm para la selección de

vaina más angosta, hasta 2.75 cm de ancho de vaina para la selección que mostró las vainas más anchas; conteniendo también, por cierto granos más grandes y anchos; con la aclaración que todas las selecciones evaluadas fueron de grano blanco; de igual manera, cuando [20], evaluaron 20 genotipos de pallar en el fundo Arrabales, encontraron 2.35 cm de ancho de vaina como valor máximo de los genotipos con granos de color blanco y 1.64 cm de ancho de vaina para uno de los genotipos de granos de color, siendo a variedad Moche, sembrada por primera vez en Ica. Por otro lado, [22], señalan que evaluando 12 genotipos de pallar con granos de colores en el fundo Arrabales, encontraron valores entre 1.30 a 2.42 cm de ancho de vaina, corroborando la variación o dispersión de esta característica.

El ancho de vaina es una variable morfoagronómica cuantitativa que, junto con el largo de vaina, identifica o caracteriza el fruto de un genotipo que presenta vainas anchas, medianamente anchas y angostas, estrechamente vinculada al tamaño y formas del grano, que tiene un fuerte componente genético, aunque no deja de ser influenciado por el ambiente; por lo que es importante la recomendación de brindar condiciones favorables de manejo de cultivo.

#### **4.10 Número de granos por vaina (unidad)**

En la evaluación comparativa realizada para el número de granos por vaina, para los genotipos de pallar en estudio se ha encontrado diferencia estadística altamente significativa con 99% de confiabilidad, y no hubo diferencia significativa entre los bloques o repeticiones (Tabla 23); de otro lado, en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, se observa que destaca en el primer lugar el genotipo PILEM-23/19 con 3.51 granos por vaina; en segundo, tercer y cuarto lugar se ubicaron PILEM-18-1/19, PILEM-22/19 y PILEM-8/19 con 2.95, 2.86 y 2.54 granos por vaina en promedio, respectivamente. En el quinto lugar se ubicaron los genotipos PILEM-18/19, PILEM-18-2/19 y PILEM-5/19 con 2.41, 2.39 y 2.33 granos por vaina y, en el sexto y último lugar se ubicó PILEM-4/19T con 2.27 granos por vaina, en promedio (Tabla 24).

Estos resultados difieren de los reportados por [24] en su trabajo realizado en la zona baja del valle de Ica, con selecciones de grano blanco, quien presenta valores entre 2.03 a 2.77 granos por vaina en promedio; así como [20] reportan valores entre 2.0 a 3.5 granos por vaina, en promedio en el comparativo realizado en el fundo Arrabales; de otro lado [22] reportan valores entre 2.24 y 3.25 granos por vaina en promedio en la evaluación de 12 genotipos de pallar con granos de color; mientras que [25] en su comparativo de 12 genotipos de pallar de grano blanco reporta valores entre 2.15 a 3.43 granos por vaina. Esta información muestra la variabilidad de esta característica, siendo importante tenerla en cuenta para la selección de nuevos cultivares.

El número de granos por vaina es un descriptor genético que identifica un genotipo, tiene un importante componente genético y poca influencia ambiental; por lo que siendo una variable cuantitativa discreta que aporta al rendimiento de grano total, es muy importante tenerlo en cuenta dentro de los programas de mejoramiento, seleccionando nuevos cultivares con tres granos o más por vaina.

#### **4.11 Peso de 100 granos (g)**

En el análisis de varianza realizado para el peso de 100 granos, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los genotipos de pallar en estudio y sin diferencia significativa entre los bloques o repeticiones (Tabla 25) y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan se observa que el genotipo PILEM-18/19 se ubicó en el primer lugar 193.09 g en 100 granos; en el segundo lugar se ubicaron los genotipos PILEM-8/19 y PILEM-23/19 con 178.05 y 177.01 g en 100 granos; en el tercer lugar se ubicaron PILEM-4/19T y PILEM-5/19 con 164.58 y 164.52 g en 100 granos, en promedio, respectivamente. En el cuarto lugar se ubicó PILEM-18-2/19 con 137.91 g en 100 granos; mientras que en el quinto y último lugar se ubicaron PILEM-22/19 y PILEM-18-1/19 con 97.08 y 95.83 g en 100 granos, en promedio, respectivamente.

Los pesos de 100 granos reportados por [19] en su trabajo realizado en la zona baja del valle de Ica, con selecciones de pallar de grano blanco, fueron entre 167 a 210 g en promedio; por su parte [20] informan que en la evaluación de 20 genotipos de pallar en el fundo Arrabales encontraron valores entre 102.86 y 226.66 g en 100 granos, en promedio; en otro trabajo de investigación evaluando doce genotipos de pallar con granos de color [22] señalan que obtuvieron valores entre 71.47 y 194.71 g en 100 granos, siendo el menor valor para un genotipo procedente de Cañete de forma cilíndrica y tamaño pequeño; mientras que [25] evaluando genotipos de pallar de grano blanco, encontró una variación entre 123.13 y 212.59 g en 100 granos.

El peso de 100 granos es una variable cuantitativa que contribuye con el rendimiento, porque es una característica que está relacionada con el tamaño del grano. Se observa claramente que es una característica que también forma parte de los descriptores genéticos de una planta, cultivar o variedad pero que depende de las dimensiones del grano.

#### **4.12 Contenido de Acido Cianhídrico en el grano**

En el análisis de varianza realizado para el contenido de Ácido cianhídrico de los genotipos de pallar en estudio, no se ha encontrado diferencia significativa entre ellos ni entre los bloques o repeticiones (Tabla 27) y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan se observa que siete genotipos desde PILEM-18/19 con 0.67 mg/100 g, hasta PILEM-22/19 con 1.10 mg/100 g se ubicaron en el primer lugar y, solamente el genotipo PILEM-18-1/19 se ubicó en el segundo lugar con 1.31 mg/100 g (Tabla 28).

Como señalan Dai et al. [8], el frijol lima, *P. lunatus*, es una leguminosa que produce los glucósidos cianogénicos linamarina y lotaustralin. El HCN es un compuesto tóxico que puede liberarse a partir de glucósidos cianogénicos presentes en ciertas plantas, incluidos algunos tipos de frijoles y pallares. Si el contenido de HCN en el pallar es elevado, puede representar un riesgo para la salud humana al causar intoxicación. El ácido cianhídrico le confiere propiedades tóxicas al pallar, siendo la dosis de 60 mg mortal para el ser humano, por lo que sugiere hervir en recipientes abiertos, pues el ácido cianhídrico es volátil y soluble en agua.

El contenido de ácido cianhídrico hallado en los genotipos de pallar evaluados en el presente estudio, muestran pequeñas cantidades que aseguran su inocuidad, independientemente del color del grano. De manera similar Magallanes [17] reporta que el contenido de ácido cianhídrico liberado a partir de los glucósidos cianogénicos se encontró en pequeñas cantidades que aseguran la inocuidad de tres variedades de frijol canario.

#### **4.13 Peso de grano por planta (g)**

En el análisis de varianza realizado para el peso de granos por planta de los genotipos de pallar es estudio, se encontró diferencia altamente significativa entre ellos, más no así entre las repeticiones o bloques (Tabla 29), y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan se observa que cuatro genotipos PILEM-23/19, PILEM-5/19, PILEM-4/19T y PILEM-8/19 se ubicaron en el primer lugar con 400.67, 384.37, 369.00 y 311.37 gramos de granos por planta, en promedio, respectivamente; en el segundo lugar se observa a PILEM-18-2/19 y PILEM-18/19 con 243.93 y 242.57 gramos de grano por planta, en promedio, respectivamente y en tercer lugar se ubicaron los genotipos PILEM-18-1/19 y PILEM-22/19 con 136.97 y 131.67 gramos de granos por planta, en promedio, respectivamente.

Estos resultados difieren de los reportados por [19] en su trabajo realizado en la zona baja del valle de Ica, con selecciones de grano blanco, quien presenta valores entre 308 a 484 g de peso de grano por planta o golpe, en promedio; a diferencia del reporte de [20] quienes encontraron valores entre 158.51 a 495.03 g de grano por planta; de manera similar en el estudio realizado por [22] se reportan valores entre 56.79 a 294.85 g en peso de grano por planta y, en el comparativo que realizó Cahuana [25], se reportan valores entre 388.88 a 628 g de granos por planta; corroborando la variación de esta característica.

El peso de grano por planta es el potencial genético individual de cada planta, en respuesta a los diversos factores ambientales que influyen en esta variable, tales como el manejo agronómico en general. Esta variable es una de las que se tiene en cuenta durante el proceso de selección y está correlacionada con las dimensiones de la vaina y los granos.

#### **4.14 Peso de grano por parcela (g/parcela) y rendimiento estimado por hectárea (kg/ha)**

En el análisis de varianza realizado para el peso de granos por parcela de los genotipos de pallar es estudio, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre ellos, más no así

entre las repeticiones o bloques (Tabla 31) y, en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan se observa que en el primer lugar se ubicaron los genotipos PILEM-5/19, PILEM-23/19, PILEM-4/19T y PILEM-8/19 con 2.17, 2.16, 2.14 y 1.82 kg de grano por parcela, equivalentes a un valor estimado de 3,214.81, 3,200.00, 3,170.37 y 2,696.30 kg/ha de grano seco, en promedio respectivamente; en segundo lugar se ubicaron los genotipos PILEM-18/19 y PILEM-18-2/19 con 1.46 y 1.43 kg de grano por parcela, equivalentes a un valor estimado de 2,162.96 y 2,118.52 kg/ha de grano seco, en promedio, respectivamente. Finalmente, en el tercer lugar se ubicaron los genotipos PILEM-18-1/19 y PILEM-22/19 con 0.86 kg de grano por parcela cada uno, equivalente a un valor estimado de 1,274.07 kg/ha de grano seco, en promedio, cada uno (Tabla 32, Fig. 2).

El rendimiento de grano por planta o golpe que reporta [19] equivale desde 1368.89 a 2159.11 kg/ha como valor estimado por unidad de superficie, siendo rendimientos inferiores a los obtenidos en el presente estudio; en otros estudios no se reportan rendimientos estimados; sin embargo, [25] si lo hace reportando rendimientos estimados de 1,728.34 a 2,791.87 kg/ha de grano seco, siendo valores inferiores a los del presente estudio.

El rendimiento de grano por unidad de superficie es la variable más compleja de un genotipo, siendo muy influenciada por el ambiente consistente en los factores del manejo agronómico, manejo nutricional y manejo fitosanitario; además es la resultante de otras variables como: dimensiones de la vaina, dimensiones del grano, peso de granos, etc.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 5.1 Los genotipos de pallar con granos de color de hábito de crecimiento indeterminado que se evaluaron en la presente investigación, presentaron respuesta positiva en rendimiento en las condiciones de clima y suelo de la zona baja del valle de Ica.
- 5.2 La mayoría de los genotipos de pallar con granos de color lograron buenos rendimientos de grano, destacando significativamente PILEM-5/19 con 3,214.81; PILEM-23/19 con 3,200.0 y PILEM-4/19T con 3,170.37 kg/ha de grano seco demostrando su buen potencial de rendimiento y adaptabilidad a las condiciones de la zona baja del valle de Ica.
- 5.3 Todos los genotipos de pallar con granos de color que fueron evaluados comparativamente presentaron contenidos muy bajos de ácido cianhídrico, con un rango entre 0.82 mg/kg para PILEM-18/19 y PILEM-18-1/19 con 1.13 mg/kg, lo que brinda seguridad para su consumo humano, independientemente del color del grano.
- 5.4 Los principales caracteres morfoagronómicos componentes del rendimiento, se expresaron positivamente en condiciones de la zona baja del valle de Ica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos y de acuerdo con las conclusiones a las que se ha llegado en la presente investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

- 6.1 Repetir la presente investigación en otras zonas productoras o provincias de la región Ica y en parcelas de mayor tamaño, a fin de validar o reajustar los resultados obtenidos, con miras a tener información más consistente.
- 6.2 Evaluar el contenido de ácido cianhídrico de los genotipos de pallar con granos de color, en diferentes ambientes y con otros métodos de laboratorio para confirmar los resultados obtenidos en el presente estudio.
- 6.3 Evaluar la respuesta de los genotipos de pallar con granos de color a las plagas más importantes de la especie y analizar las correlaciones respectivas.
- 6.4 Continuar en la búsqueda de nuevos materiales genéticos de pallar, en respuesta al cambio climático.
- 6.5 Fomentar el incremento del consumo per cápita del pallar por sus cualidades nutricionales en beneficio de la disminución de la desnutrición infantil, sobre todo.

6.6 Fomentar el uso de la harina de los genotipos de pallar con granos de colores en preparaciones alimenticias enriqueciendo su contenido nutricional.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. Crosby. Natural toxies background in the food of man and his animals. Jour. Agric. and Food Chem. 17: 532-538. 1969.
- [2] Ministerio de Agricultura (MINAG). El pallar de Ica “Denominación de Origen”. Setiembre. 2008.
- [3] L. Espinoza M., F. Surco L., P. Aquije G., G. Espino T. y Y. Rojas Y. Caracterización morfoagronómica y evaluación del rendimiento de doce genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) de granos de colores en la zona media del Valle de Ica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. ISN 2707-2207. enero- febrero, 2022, Volumen 6, Número 1. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1552](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1552) p927
- [4] R. Palma V. y C. Ciudad B. Contenido de ácido cianhídrico en diferentes variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultura Técnica. V. 32. (3). 1972.
- [5] J. Nazario, L. Duarte y R. Olivera da Costa. Composição química de sete variedades de feijão-fava. Comunicado Técnico. Ministerio da Agricultura Pecuaria e Abastacimento. ISSN 0104-7646. Teresina, PI Julho, 2003.
- [6] F. Canella, J. Dobereiner y C. Tokarnia. Intoxicação experimental pela maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.) em bovinas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 3, p. 347-350, 1968.
- [7] F. Barreto, C. Martins, J. Xavier, C. Días. Caracterização morfológica e agronómica de acessos de mandioca coletados nos municípios de Alvarenga, Tefé e Uarini, no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 12 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Pesquisa em Andamento, 2).

- [8] D. Lai., A.B. Maimann., E. Macea., C.H. Ocampo., G. Cardona., M. Picmanova., B. Darbani., C.E. Olsen., D. Debouck., B. Raatz., B. L. Moller and F. Rook. Biosynthesis of cyanogenic glucosides in *Phaseolus lunatus* and the evolution of oxime-based defenses. American Society of Plant Biologists. DOI: 10.1002/pld3.244. 2020.
- [9] R. M. Gleadow & B. L. Møller, B. L. Cyanogenic glycosides: Synthesis, physiology, and phenotypic plasticity. *Annual Review of Plant Biology*, 65, 155–185. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050213-040027>. 2014.
- [10] D. Lai., M. Abou Hachem., F. Robson., C.E. Olsen., T.L. Wang., B.L. Møller and F. Rook, F. The evolutionary appearance of non-cyanogenic hydroxynitrile glucosides in the Lotus genus is accompanied by the substrate specialization of paralogous  $\beta$ -glucosidases resulting from a crucial amino acid substitution. *The Plant Journal*, 79, 299–311. <https://doi.org/10.1111/tpj.12561>. 2014.
- [11] D.J. Ballhorn., S. Kautz., U. Lion & M. Heil, M. Tradeoffs between direct and indirect defences of lima bean (*Phaseolus lunatus*). *Journal of Ecology*, 96, 971–980. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01404.x>. 2008.
- [12] J. Adeyinka A. A Review on the Potential Food Application of Lima Beans (*Phaseolus lunatus* L.), an Underutilized Crop. p. Appl. Sci. 2023, 13, 1996. <https://doi.org/10.3390/app1303199>. 2023.
- [13] M. Saldarriaga. Sustitución parcial de las harinas de trigo por pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en la elaboración de queque base. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos. Universidad Nacional del Callao. 2005.
- [14] A. Fernández y E. Rodríguez. Etnobotánica del Perú prehispanico. Ediciones Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo. 2007.
- [15] V.D. Corcuera C. *Guía para el cultivo urbano del pallar Moche, Phaseolus lunatus*. Pueblo Continente. Vol 28 (2). 393 – 417. 2017. Available from: [accessed Mar 20 2023].
- [16] M.F. Pesantes V., E. León A., E. De la Cruz A., y J. C. Rodríguez S. Variabilidad morfo-agronómica en poblaciones de pallar, *Phaseolus lunatus*, cultivado en condiciones de Costa de la Provincia de Trujillo (Perú). REBIOL; 35(2): 29-38, Julio – Diciembre. 2015.
- [17] K. Magallanes. Caracterización Físicoquímica, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de cinco localidades Lima – Ica. Tesis para optar Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2021.

- [18] MJ. Sánchez. Reducción de cianuro contenido en productos vegetales de consumo humano, en la ciudad de Tacna, mediante la acción del Peróxido de Hidrógeno y Luz Ultravioleta. Tesis. Doctor en Ciencias y Tecnologías Medioambientales. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. 76 pág. 2019.
- [19] V. Medina. Evaluación comparativa de adaptación y rendimiento de nuevas selecciones de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) semi precoz indeterminado en Pachacútec, zona baja del valle de Ica. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. 2021.
- [20] L. Espinoza de A. y G. Espino T. Caracterización morfológica de 20 genotipos de *Phaseolus lunatus L.* indeterminados en la Zona Media del Valle de Ica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. 2020.
- [21] L. Espinoza de A.; P. Aquije G.; F. Surco L.; G. Espino T.; Y. Rojas Y. *Caracterización morfoagronómica y evaluación del rendimiento de doce genotipos de pallar (Phaseolus lunatus L.) de granos de colores en la zona media del Valle de Ica.* Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(1), 927-946. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1552](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1552). 2022.
- [22] L. Espinoza M., F. Camarena M. y D. Zúñiga-Dávila. Caracterización morfológica de 30 genotipos de *Phaseolus lunatus L.* de la costa del Perú. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México. Setiembre-octubre, 2021, Volumen 5, Número 5. ISN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea). [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i5.1051\\_p10039](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.1051_p10039).
- [23] J. C. Baudett J. C. Origen y clasificación de las especies cultivadas del género *Phaseolus*. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 1977. 110:65-76.
- [24] C. Cahuana. Evaluación de Componentes de Rendimiento de Doce Genotipos de Pallar (*Phaseolus lunatus L.*) de Crecimiento Indeterminado en Subtanjalla-Ica. Tesis. Ingeniero Agrónomo. 2023.
- [25] JP Baudoin. En: Mejoramiento genético de cultivos hortícolas, 1993.
- [26] M. Chacón, T. García y J. Duitama. Historia de la domesticación del fríjol Lima en las Américas. En: Memorias Del II Simposio Internacional Sobre El Frijol Lima (*Phaseolus lunatus L.*): Retos y Perspectivas ante Escenarios de Cambio Climático. Junio 2022.
- [27] J. Vásquez. El cultivo del pallar. Manual N° 4-93. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima. 2pp. 1993.
- [28] Revista. UNAM. MX. *Alimentos incas para enfrentar el calentamiento global. El pallar.* Revista Digital Universitaria. Vol.8, no.4 ISSN: 1607 – 6079. 2007.

- [29] F. Castillo, M. Roldán, R. Blasco, M. Huertas, J. Caballero, C. Moreno, M. Luque M. Biotecnología Ambiental. España, Madrid: Editorial Tébar S.L. 2005. Disponible en: [www.ecologistasenaccion.org](http://www.ecologistasenaccion.org).
- [30] C. Gavilán y I. Mahecha. Evaluación de hidrólisis enzimática en la semilla del durazno (*Prunus persica*) para la producción de Ácido Cianhídrico y Benzaldehído. Tesis Ingeniero Químico. Fundación Universidad de América Facultad de Ingenierías Programa de Ingeniería Química. Bogotá. 2021.
- [31] A. Vingut. El ácido cianhídrico a través de la historia. Publicacions del Seminari Pere Mata de la Universitat de Barcelona, 1999, [En Línea]. Disponible: <http://ramc.cat/wpcontent/uploads/2017/02/Publicacions83.pdf>.
- [32] A. Ramírez, “Cyanide toxicity. Bibliography research of its effects in animals and man,” Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2010, [En Línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37919769011>.
- [33] “Hydrogen cyanide | HCN - PubChem.”, [En Línea]. Disponible: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/768>.
- [34] J. Martínez-Castillo, D. Zizumbo-Villarreal, P. Gepts, y P. Colunga-García. 2007. “Gene flow and genetic structure in the wild-weedy-domesticated complex of *Phaseolus lunatus* L. in its mesoamerican center of domestication and diversity”. *Crop Sci.* 47: 58-66.
- [35] JP. Baudoin, J. Degreeef, O. Hardy, F. Janart y I. Zoro Bi I. Desarrollo de una estrategia de conservación *in situ* para poblaciones silvestres de frijol lima (*Phaseolus lunatus* L.) en el valle central de Costa Rica. págs. 417-426. En S. J. Owens y P. J. Rudall (ed.). *Biología de la reproducción*. Royal Botanic Garden Press, Kew, Reino Unido. 1998.
- [36] B. Zoro, A. Maquet & J. P. Baudoin. Mating system of wild *Phaseolus lunatus* L. and its relationship to population size. *Heredity*: 94, 153–158. 2005.
- [37] JP Baudoin. Genetic resources, domestication and evolution of Lima bean, *Phaseolus lunatus*. In: Gepts P (ed) Genetic resources of *Phaseolus* bean. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, pp 393–407. 1988.
- [38] J.P. Baudoin, O. Rocha, J. Degreeef, A. Maquet, y L. Guarino, 2004. *Ecogeography, Demography, Diversity and Conservation of Phaseolus lunatus* L. in the Central Valley of Costa Rica. *Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools*. Internacional Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 48 pp

- [39] M. A. Ferreira, M. A. Quiroz, L. T. Braz and R. Vencousky. Correlaciones fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicacoes para o melhoramento genético. *Horticultura Brasileira*, 21(3):170-175. 2003.
- [40] El Segundo Informe sobre el Estado de los recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 2011.
- [41] F. Camarena M., J. Chura Ch. y R.H. Blas S. Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina – AGROBANCO. 286 p. 2014.

## **VIII. ANEXOS**

## 8.1 Análisis de Suelo

# ANÁLISIS DE SUELOS : SALINIDAD

### Procedencia

Departamento : ICA

Distrito : PACHACUTEC

Referencia : H.R. 79253-038S-19

Solicitante: YASMIN MARIZA ROJAS YABA

Provincia: ICA

Predio :

Boleta : 5670

Número de Muestra	C.E.	Análisis Mecánico					pH	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	P	K	Cationes Cambiables						Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
		Arena	Limo	Arcilla	Textura	CIC						Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>				
2188	0.40	55	27	18	Fr.A.	7.95	0.72	0.33	3.7	252	10.08	7.59	1.66	0.53	0.30	0.00	10.08	10.08	100	

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;

Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

No Muest. Lab	Saturación %	pH Pasta Sat.	C.E. Ext.St. dS/m	Cationes Solubles (meq/L)					Aniones Solubles (meq/L)						Boro Soluble ppm	Yeso Soluble %	PSI
				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SUMA	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SUMA			
2188	33	7.28	1.44	6.45	1.74	0.45	5.57	14.21	1.70	0.00	2.76	2.23	7.40	14.09	0.42	0.0001	2.93

La Molina, 10 de Abril del 2023

Dr. Constantino Calderón Mendoza  
Jefe de Laboratorio

**Nota.** - El análisis de suelo corresponde al campo experimental compartido con la tesista Yasmin Rojas Yaba, de donde se extrajeron las muestras para enviar al laboratorio especializado.

# INFORME DE ENSAYO

1. IE-2024-1435

## 1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS ENRIQUE CORRALES AVALOS  
1.2 RUC o DNI : 71470882  
1.3 Dirección : No Precisa

## 2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : ALIMENTOS  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)  
2.3 Número de Muestras : 08  
2.4 Fecha de Recepción : 2024-05-07  
2.5 Periodo de Ensayo : 2024-06-25 al 2024-06-27  
2.6 Fecha de Emisión : 2024-06-27  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de cotización : COT-121270-SL24

## 3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
<b>Determinación de ácido cianhídrico</b> LCM :0.10 mg/Kg	AOAC 915.03. Hydrocyanic acid in beans. Titrimetric methods

## 4. RESULTADOS

### 4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras
S-2855	2-301 (c)
S-2856	1-302 (c)
S-2857	8-303 (c)
S-2858	4-304 (c)
S-2859	5-305 (c)
S-2860	7-306 (c)
S-2861	3-307 (c)
S-2862	6-308 (c)

  
DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
QUÍMICO  
CQP. 1337

**INFORME DE ENSAYO IE-2024-1435**

**4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE DETERMINACIÓN DE ÁCIDO CIANHÍDRICO**

**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-2855	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.70
S-2856	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.76
S-2857	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.86
S-2858	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.65
S-2859	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.76
S-2860	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	1.35
S-2861	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.70
S-2862	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.70

**ESTE INFORME REEMPLAZA AL IE-2024-1005**

**Leyenda**

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

**FIN DE DOCUMENTO**

## INFORME DE ENSAYO

### 2. IE-2024-1436

#### 1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS ENRIQUE CORRALES AVALOS  
1.2 RUC o DNI : 71470882  
1.3 Dirección : No Precisa

#### 2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : ALIMENTOS  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)  
2.3 Número de Muestras : 08  
2.4 Fecha de Recepción : 2024-05-07  
2.5 Período de Ensayo : 2024-06-25 al 2024-06-27  
2.6 Fecha de Emisión : 2024-06-27  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de cotización : COT-121270-SL24

#### 3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
<u>Determinación de ácido cianhídrico</u> LCM :0.10 mg/Kg	AOAC 915.03. Hydrocyanic acid in beans. Titrimetric methods

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras
S-2863	8-201 (c)
S-2864	7-202 (c)
S-2865	4-203 (c)
S-2866	2-204 (c)
S-2867	6-205 (c)
S-2868	5-206 (c)
S-2869	3-207 (c)
S-2870	1-208 (c)



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
QUÍMICO  
CQP. 1337

**INFORME DE ENSAYO IE-2024-1436**

**4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE DETERMINACIÓN DE ÁCIDO CIANHÍDRICO**

**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-2863	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.65
S-2864	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	1.19
S-2865	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.70
S-2866	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.76
S-2867	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.70
S-2868	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	1.41
S-2869	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	1.08
S-2870	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.86

**ESTE INFORME REEMPLAZA AL IE-2024-1006**

**Leyenda**

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

**FIN DE DOCUMENTO**

# INFORME DE ENSAYO

## 3. IE-2024-1437

### 4. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS ENRIQUE CORRALES AVALOS  
1.2 RUC o DNI : 71470882  
1.3 Dirección : No Precisa

### 5. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : ALIMENTOS  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)  
2.3 Número de Muestras : 08  
2.4 Fecha de Recepción : 2024-05-07  
2.5 Periodo de Ensayo : 2024-06-25 al 2024-06-27  
2.6 Fecha de Emisión : 2024-06-27  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de cotización : COT-121270-SL24

### 6. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
<u>Determinación de ácido cianhídrico</u> LCM :0.10 mg/Kg	AOAC 915.03. Hydrocyanic acid in beans. Titrimetric methods

### 7. RESULTADOS

#### 7.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras
S-2871	4-101 (c)
S-2872	5-102 (c)
S-2873	6-103 (c)
S-2874	1-104 (c)
S-2875	7-105 (c)
S-2876	2-106 (c)
S-2877	8-107 (c)
S-2878	3-108 (c)

  
DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
QUÍMICO  
CQP. 1337

7.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE DETERMINACIÓN DE ÁCIDO CIANHÍDRICO

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-2871	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.65
S-2872	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	1.75
S-2873	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	1.30
S-2874	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	1.35
S-2875	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.76
S-2876	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.76
S-2877	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	0.65
S-2878	Determinación de ácido cianhídrico	mg/Kg	0.10	1.35

ESTE INFORME REEMPLAZA AL IE-2024-1007

**Leyenda**

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

<sup>(c)</sup> Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

## 8.3 Datos meteorológicos

### SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

#### INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

##### Estación MAP – San Camilo

Longitud : 75° 42' 39,6" S  
Latitud : 14° 4' 24" W  
Altitud : 407 msnm

Dpto. : Ica  
Provincia : Ica  
Distrito : Parcona

##### Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	32.7	33.6	33.3	32.7	27.6	25.6	25.5	26.3	28.4	31.8	31.4	32.4

##### Parámetro : Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	17.8	19.9	19.2	16.7	13.6	11.8	11.7	12.1	12.9	15.0	14.8	16.4

##### Parámetro : Temperatura Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	25.5	26.7	26.2	25.0	20.7	19.3	18.8	19.4	20.9	23.9	23.9	25.2

Información preparada para:

CORRALES AVALOS LUIS ENRIQUE

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

“EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA”.

Ica, 17 de enero del 2025  
Parque Industrial MZ A lote 5-Ica  
Telef. 056-228902  
[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

8.3 Datos meteorológicos .....continuación

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación MAP – San Camilo

Longitud : 75° 42' 39,6" S Dpto. : Ica  
 Latitud : 14° 4' 24" W Provincia : Ica  
 Altitud : 407 msnm Distrito : Parcona

Parámetro : Humedad Relativa Media Mensual (%)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	S/D	65	65	70	77	77	77	75	73	67	67	65

S/D: Sin datos

Parámetro: Viento: Velocidad media mensual

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	2.1	1.9	2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.3	2.2	2.1	1.9	1.9

Información preparada para: **CORRALES AVALOS LUIS ENRIQUE**

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

“EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) DE GRANOS DE COLOR POR SU RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA”.

Ica, 17 de enero del 2025  
 Parque Industrial MZ A lote 5-Ica  
 Telef. 056-228902  
[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

## 8.4 Datos de las variables evaluadas para los análisis estadísticos

### Porcentaje de emergencia

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	90	88	88
PILEM-5/19	96	95	94
PILEM-8/19	94	92	93
PILEM-18/19	98	96	98
PILEM-18-1/19	94	97	95
PILEM-18-2/19	97	98	96
PILEM-22/19	92	94	93
PILEM-23/19	92	94	94

### Días al inicio de la floración

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	83	82	82
PILEM-5/19	95	93	93
PILEM-8/19	70	68	70
PILEM-18/19	66	65	64
PILEM-18-1/19	78	77	76
PILEM-18-2/19	72	71	72
PILEM-22/19	78	77	77
PILEM-23/19	84	83	84

### Cobertura de follaje

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	14100	15600	14500
PILEM-5/19	14000	15066	16800
PILEM-8/19	8766.67	8333.33	11000
PILEM-18/19	9600	9266.67	9666.67
PILEM-18-1/19	7433.33	9933.33	8666.67
PILEM-18-2/19	9366.67	10866.67	16800
PILEM-22/19	6500	9333.33	8033.33
PILEM-23/19	15666.67	14133.33	16200

### Días a la madurez de la vaina

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	196	195	195
PILEM-5/19	195	194	196
PILEM-8/19	170	169	170
PILEM-18/19	165	164	166
PILEM-18-1/19	178	180	181
PILEM-18-2/19	164	165	166
PILEM-22/19	175	176	178
PILEM-23/19	195	196	196

### Número de vainas por planta

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	126.00	103.06	154.42
PILEM-5/19	140.00	135.00	127.83
PILEM-8/19	95.22	69.00	67.14
PILEM-18/19	77.56	67.00	57.28
PILEM-18-1/19	59.44	30.50	44.97
PILEM-18-2/19	81.00	86.00	83.44
PILEM-22/19	55.94	48.00	42.03
PILEM-23/19	120.00	90.00	90.08

### Número de granos por vaina

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	2.29	2.29	2.22
PILEM-5/19	2.35	2.31	2.33
PILEM-8/19	2.55	2.60	2.47
PILEM-18/19	2.40	2.48	2.35
PILEM-18-1/19	2.95	2.92	2.97
PILEM-18-2/19	2.38	2.43	2.35
PILEM-22/19	2.85	2.83	2.91
PILEM-23/19	3.52	3.48	3.54

#### 8.4 Datos de las variables evaluadas para los análisis estadísticos. . . . .continuación

**Largo de vaina**

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	9.03	9.06	9.20
PILEM-5/19	9.35	9.25	9.93
PILEM-8/19	10.45	10.67	10.50
PILEM-18/19	10.27	10.85	10.45
PILEM-18-1/19	9.44	9.54	9.46
PILEM-18-2/19	8.51	8.65	8.45
PILEM-22/19	9.55	9.65	9.76
PILEM-23/19	11.85	11.61	11.95

**Ancho de vaina**

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	1.73	1.80	1.78
PILEM-5/19	1.95	2.14	1.95
PILEM-8/19	2.09	2.25	2.16
PILEM-18/19	2.19	2.21	2.15
PILEM-18-1/19	1.55	1.56	1.54
PILEM-18-2/19	1.91	1.85	1.85
PILEM-22/19	1.55	1.55	1.55
PILEM-23/19	2.29	2.35	2.38

**Peso de 100 granos**

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	162.25	162.25	169.25
PILEM-5/19	158.00	165.55	170.00
PILEM-8/19	179.25	180.25	174.65
PILEM-18/19	196.64	190.08	192.54
PILEM-18-1/19	90.45	101.58	95.45
PILEM-18-2/19	135.19	145.30	133.25
PILEM-22/19	99.70	95.80	95.75
PILEM-23/19	177.25	175.68	178.11

**Peso de granos/planta**

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	397.4	368.3	341.3
PILEM-5/19	342.5	485.0	325.6
PILEM-8/19	306.3	335.5	292.3
PILEM-18/19	193.7	299.2	234.8
PILEM-18-1/19	190.3	125.6	95.0
PILEM-18-2/19	273.9	249.3	208.6
PILEM-22/19	125.0	145.0	125.0
PILEM-23/19	562.1	313.9	326.0

**Peso de grano por parcela**

Genotipos	I	II	III
PILEM-4/19	9.03	9.06	9.20
PILEM-5/19	9.35	9.25	9.93
PILEM-8/19	10.45	10.67	10.50
PILEM-18/19	10.27	10.85	10.45
PILEM-18-1/19	9.44	9.54	9.46
PILEM-18-2/19	8.51	8.65	8.45
PILEM-22/19	9.55	9.65	9.76
PILEM-23/19	11.85	11.61	11.95

## 8.5 Panel fotográfico

---



**Figura 3:** Riego de machaco por inundación



**Figura 4:** Siembra



**Figura 5:** Emergencia y cebo tóxico



**Figura 6:** Manejo fitosanitario

8.5 Panel fotográfico ..... continuación

---



**Figura 7:** Aplicación de biol



**Figura 8.** Floración plena



**Figura 9:** Riego



**Figura 10:** Aplicación foliar



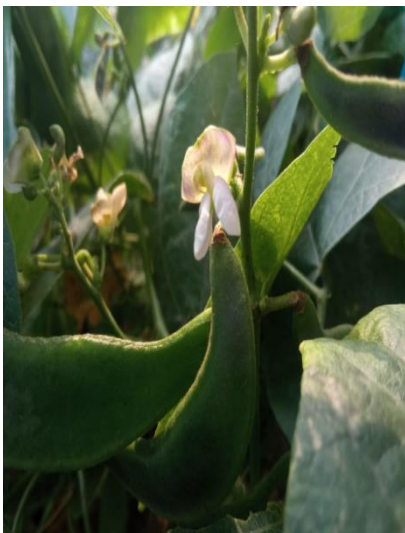
**Figura 11:** Vainas en crecimiento

8.5 Panel fotográfico ..... continuación

---



**Figura 12:** Floración y formación de vainas



**Figura 13:** Llenado de vainas



**Figura 14:** Evaluación de cobertura de follaje



**Figura 15:** Fin de la fase de campo - cosecha